

**Н.В. Кайгородцева, В.Ю. Юрков,
В.Я. Волков**

**ЗАДАНИЯ ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ
ГЕОМЕТРИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ**

Учебное пособие

Омск • 2007

Федеральное агентство по образованию
Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия
(СибАДИ)

Н.В. Кайгородцева, В.Ю. Юрков,
В.Я. Волков

ЗАДАНИЯ ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ
И ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ

Учебное пособие

Омск
Издательство СибАДИ
2007

УДК 514.18
ББК 22.151.34
К 15

Рецензенты:

канд. техн. наук, доц. кафедры «Начертательная геометрия и графика»
Ю.Ф. Савельев (ОмГУПС);
канд. техн. наук, доц. кафедры «Начертательная геометрия, инженерная
и компьютерная графика» К.Л. Панчук (ОмГТУ)

Работа одобрена редакционно-издательским советом академии в качестве учебного пособия для специальностей 200503, 080502, 230204.

Кайгородцева Н.В., Юрков В.Ю., Волков В.Я.

К 15 Задания по начертательной геометрии и инженерной графике. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2007. – 90 с.

ISBN 978 – 5 – 93204 – 348 – 6

Излагается содержание и методика выполнения заданий по начертательной геометрии и проекционному черчению курса «Начертательная геометрия и инженерная графика».

Предназначены для студентов дневной и дистанционной форм обучения.

Табл. 11. Ил. 35. Библиогр.: 21 назв.

ISBN 978 – 5 – 93204 – 348 – 6

© Н.В. Кайгородцева, В.Ю. Юрков,
В.Я. Волков, 2007

Оглавление

Введение.....	4
Цель заданий	4
Перечень заданий	4
Тема 1. Взаимное положение точек, прямых и плоскостей	5
Тема 2. Построение видов.....	13
Тема 3. Пересечение поверхности проецирующей плоскостью.....	27
Тема 4. Разрез простой	35
Тема 5. Разрезы сложные	46
Тема 6. Сечения	58
Тема 7. Пересечение поверхностей (плоский посредник)	72
Тема 8. Пересечение поверхностей (сферический посредник)	81
Библиографический список	88

ВВЕДЕНИЕ

Данное учебное пособие предназначено для изучающих курс начертательной геометрии и инженерной графики, в процессе выполнения заданий студенты знакомятся с элементами начертательной геометрии и правилами выполнения технической документации. Кроме этого, у студентов развивается пространственное воображение, приобретаются навыки выполнения и правильного оформления чертежей. Такие навыки необходимы студентам при выполнении последующих заданий по курсовым работам и дипломным проектам, а также при работе на производстве.

Учебное пособие не заменяет стандартов ЕСКД и учебники, а лишь оказывает помощь студентам при выполнении самостоятельных заданий.

ЦЕЛЬ ЗАДАНИЙ

1. Овладеть методами построения и чтения чертежей геометрических объектов, способами решения пространственных задач на эпюре Монжа.
2. Овладеть навыками изображения технических изделий на чертеже и воспроизведения их формы по чертежу.
3. Изучить правила выполнения и оформления чертежей:
ГОСТ 2.104-68. Основные надписи.
ГОСТ 2.301-68 (СТ СЭВ 1181-78). Форматы.
ГОСТ 2.302-68 (СТ СЭВ 1180-78). Масштабы.
ГОСТ 2.303-68 (СТ СЭВ 1178-78). Линии.
ГОСТ 2.304-81 (СТ СЭВ 851-78). Шрифты чертежные.
ГОСТ 2.305-68. Изображения: виды, разрезы, сечения.
ГОСТ 2.317-69 (СТ СЭВ 1979-79). Аксонометрические проекции.
4. Овладеть навыками правильного выполнения и оформления чертежей.

ПЕРЕЧЕНЬ ЗАДАНИЙ

Все графические работы могут выполняться на экране дисплея в графических редакторах (AutoCAD, "Компас") или на стандартных

листах ватмана формата А3. Возможно использование цветных карандашей.

1. Позиционные и метрические задачи.
2. Построение видов.
3. Пересечение поверхности проецирующей плоскостью.
4. Разрезы простые.
5. Разрезы сложные.
6. Сечения.
7. Пересечение поверхностей (плоский посредник).
8. Пересечение поверхностей (сферический посредник).
9. Аксонометрия.

Тема 1. ВЗАИМНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ТОЧЕК, ПРЯМЫХ И ПЛОСКОСТЕЙ

Задачи для практических занятий

Приведенные ниже задачи можно решать на листе формата А3 с двух сторон.

1. Найти точку пересечения прямой l и плоскости, заданной следами (рис. 1,*а*). Указать видимость прямой l .
2. Найти точки встречи прямой l с гранями пирамиды (рис. 1,*б*).
3. Построить следы прямой l , заданной отрезком (рис. 1,*в*).
4. Построить следы плоскости, заданной треугольником (рис. 1,*г*).
5. Определить длину отрезка AB (рис. 1,*д*).
6. Определить угол между пересекающимися прямыми l и m (рис. 1,*е*).
7. Определить расстояние от заданной точки до плоскости треугольника (рис. 1,*ж*).
8. Определить расстояние между прямыми l и m (рис. 1,*з*).

Указания к решению задач

Для решения задач лучше воспользоваться учебным пособием [1], в котором имеются решенные примеры.

Решение задачи 1 описано в примере 80.

Решение задачи 2 описано в примере 77.

Решение задачи 3 описано в примере 12.

Решение задачи 4 описано в примерах 52 и 54.

Для решения задачи 5 можно воспользоваться примерами 17 и 155.
 Для решения задачи 6 можно воспользоваться примером 176.
 Для решения задачи 7 можно воспользоваться примером 164.
 Для решения задачи 8 можно воспользоваться примером 167.

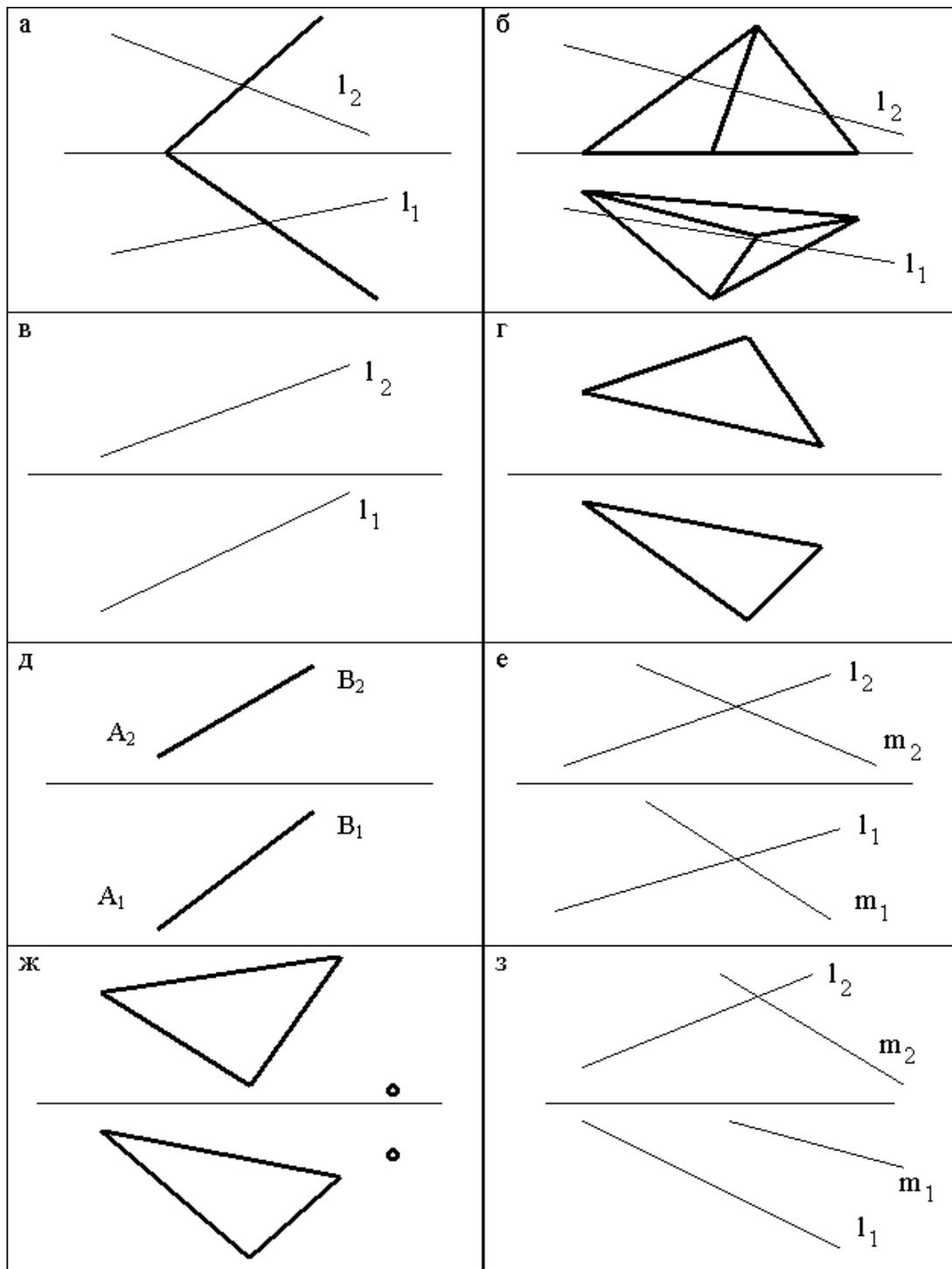


Рис. 1. Задачи для практических занятий

Задачи повышенной трудности для самостоятельного решения

1. Даны четыре прямые общего положения. Построить прямую, равноудаленную от трех из них и параллельную четвертой.
2. Даны две прямые общего положения. Построить пересекающую их прямую, удаленную от их линии кратчайшего расстояния на заданную величину.
3. Дана плоскость общего положения и три точки вне её. Построить на плоскости точку, равноудаленную от заданных точек.
4. Даны три прямые общего положения. Построить параллелепипед, ребра которого принадлежат заданным прямым.

Позиционные и метрические задачи

Цели работы:

1. Приобретение навыков пространственного представления, позволяющих по заданным координатам построить проекции геометрических фигур.
2. Приобретение навыков нахождения метрических характеристик фигур по их проекциям.

Содержание и оформление:

1. По заданным координатам точек (табл. 1 и 2) построить проекции треугольников ABC и DEF .
 2. Построить линию пересечения плоскостей, заданных треугольниками ABC и DEF .
 3. Определить угол между плоскостями ABC и DEF .
 4. Определить расстояние от вершины одного треугольника (по указанию преподавателя) до плоскости второго треугольника.
 5. Определить взаимную видимость треугольников.
- Варианты задания приведены в табл. 1 и 2. Номер варианта задания соответствует порядковому номеру фамилии студента в списке группы.

Методические указания по выполнению

Позиционные задачи – это задачи на определение общих элементов двух геометрических фигур. К ним относятся задачи на взаимную принадлежность и на пересечение геометрических фигур.

Для точек прямых и плоскостей существуют две позиционные задачи:

- задача на принадлежность точки плоскости;
- задача на пересечение прямой и плоскости.

Метрические задачи – это задачи на определение параметров геометрических фигур, например длин (расстояний), углов, площадей и т. д.

Алгоритм решения задачи:

1. Строится линия пересечения заданных плоскостей. Для этого:

1.1. Через любую прямую одной из заданных плоскостей проводится проецирующая плоскость (на рис. 2 фронтально проецирующая плоскость проведена через прямую EF).

1.2. Определяется линия пересечения проецирующей плоскости и второй заданной плоскости.

1.3. Определяется точка пересечения выбранной в п. 1.1 прямой со второй заданной плоскостью (точка M).

1.4. Пункты 1.1 – 1.3 повторяются для другой прямой. В результате определяется вторая точка (точка N).

1.5. По двум точкам строится прямая пересечения заданных плоскостей (прямая MN).

2. Прямая пересечения заданных плоскостей преобразуется в проецирующую прямую. Для этого:

2.1. Задается новая плоскость проекций, параллельная любой проекции линии пересечения заданных плоскостей (на рис. 2 новая плоскость проекций параллельна проекции M_2N_2).

2.2. На новой плоскости проекций строится проекция линии пересечения (прямая M_4N_4) и проекции заданных плоскостей ($A_4B_4C_4$ и $D_4E_4F_4$).

2.3. Задается вторая, дополнительная плоскость проекций, перпендикулярная только что построенной проекции линии пересечения (на рис. 2 – плоскость, перпендикулярная M_4N_4).

2.4. На этой плоскости проекции строится вырожденная в точку проекция прямой пересечения и вырожденные в прямые проекции заданных плоскостей (M_5N_5 и $A_5B_5C_5$, $D_5E_5F_5$).

3. Определяется расстояние от точки на одной из заданных плоскостей до второй заданной плоскости. Для этого:

3.1. Из указанной точки опускается перпендикуляр на другую плоскость (на рис. 2 – из точки D_5). Длина перпендикуляра есть искомое расстояние.

3.2. Построенный перпендикуляр возвращается на исходные проекции (он проходит через D_4 перпендикулярно прямой M_4N_4).

4. Определяется взаимная видимость треугольников. Как правило, видимость определяется на исходных проекциях. Для этого:

4.1. На той проекции, где определяется видимость, выбирается пара конкурирующих точек, т.е. точек, проекции которых совпадают. Одна из точек должна принадлежать одной из плоскостей, а другая – другой.

4.2. Строятся их проекции на другой плоскости проекций. Здесь их проекции различны.

4.3. Та из конкурирующих точек, у которой соответствующая координата больше, чем у другой, является видимой на той плоскости проекций, где конкурирующие точки были выбраны.

4.4. Та часть треугольника, на которой лежит видимая точка, является видимой до линии пересечения. С другой стороны линии пересечения будет видимой часть второго треугольника.

4.5. Определяется видимость на другой проекции. Для этого пп. 4.1 – 4.4 повторяются для конкурирующей пары точек, выбранных на другой проекции.

Таблица 1

Варианты задания «Позиционные и метрические задачи»

Вариант	Координаты точек, мм								
	<i>A</i>			<i>B</i>			<i>C</i>		
	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>
1	90	20	10	10	80	30	30	0	60
2	90	10	30	20	40	50	60	60	0
3	90	60	40	0	40	70	60	10	0
4	70	10	80	0	10	30	60	50	10
5	80	20	10	30	0	70	10	80	20
6	0	10	30	50	80	0	90	0	70
7	20	70	80	90	40	0	0	10	20
8	10	0	10	60	80	0	70	10	70
9	100	30	10	50	10	60	20	60	10
10	90	70	50	0	0	40	70	0	0
11	90	40	70	0	0	40	30	90	0
12	80	0	60	20	10	10	20	70	60
13	90	20	20	0	10	80	0	70	0
14	20	60	50	20	0	0	90	30	20
15	60	90	80	10	0	20	90	60	0
16	120	50	10	30	0	70	30	70	10
17	40	70	60	10	10	20	80	20	10
18	20	0	70	90	40	0	20	80	10
19	70	50	0	30	0	60	0	50	30
20	110	20	20	30	10	0	50	70	60
21	0	30	40	60	0	0	90	60	40
22	0	20	50	40	70	0	70	20	20
23	10	0	40	60	5	70	70	60	0
24	60	0	70	60	60	10	0	0	20
25	70	20	50	20	60	70	0	10	10
26	30	70	80	80	10	30	0	20	10
27	20	50	60	50	0	0	110	40	10

Варианты задания «Позиционные и метрические задачи»

вариант	Координаты точек, мм								
	<i>D</i>			<i>E</i>			<i>F</i>		
	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>
1	0	40	10	70	50	30	30	0	80
2	50	10	10	80	70	40	0	20	60
3	0	60	0	30	0	70	70	50	40
4	90	40	10	30	70	10	60	0	70
5	70	40	40	0	0	60	20	80	10
6	100	30	40	30	10	60	10	60	0
7	20	30	60	90	30	40	60	80	0
8	90	20	40	50	0	80	20	60	10
9	90	80	0	0	40	0	50	0	50
10	40	0	70	0	60	10	90	30	30
11	100	10	40	20	10	70	0	80	20
12	90	60	10	50	0	70	0	40	10
13	80	30	60	60	70	0	0	10	30
14	70	0	40	40	60	0	0	30	30
15	50	80	10	0	20	70	90	40	50
16	110	80	60	0	50	30	70	10	0
17	60	70	0	50	10	50	0	30	60
18	70	90	60	0	40	40	70	20	0
19	70	50	70	50	10	10	0	30	30
20	80	60	10	0	60	50	70	0	60
21	0	30	60	90	60	40	30	0	0
22	90	30	50	60	70	0	10	30	20
23	80	10	10	0	10	20	30	50	80
24	70	0	20	10	10	0	30	60	70
25	70	50	40	30	0	20	10	50	60
26	70	0	50	30	0	0	0	80	60
27	10	0	80	30	60	0	100	20	20

Тема 2. ПОСТРОЕНИЕ ВИДОВ

Цели работы:

1. Изучение и практическое применение правил изображения предметов – построение видов в соответствии с ГОСТ 2.305-68.

2. Приобретение навыков пространственного представления, позволяющих по аксонометрическому изображению предмета представить его форму, взаимное расположение частей и ориентацию относительно плоскостей проекций.

3. Приобретение навыков по аксонометрическому изображению построения трех основных видов предмета.

4. Развитие навыков в простановке размеров детали по ГОСТ 2.307-68.

2.1. Общие правила оформления чертежей

2.1.1. Форматы

Обозначения и размеры форматов определяются размерами внешней рамки и должны соответствовать стандарту [4] (табл. 3).

Таблица 3

Обозначения и размеры форматов

Обозначения форматов	Размеры сторон формата, мм
A0	1189×841
A1	594×841
A2	594×420
A3	297×420
A4	297×210
A5	210×148

Все форматы за исключением A4 могут располагаться как вертикально, так и горизонтально. Формат A4 располагается **только вертикально**.

Каждый чертеж имеет внутреннюю рамку, которая ограничивает поле чертежа и наносится сплошной основной линией толщиной

$S = 0,8 - 1$ мм. Поле с левой стороны формата предназначено для подшивки и брошюровки чертежей.

2.1.2. Основная надпись

Размеры и содержание основной надписи устанавливает стандарт [3]. На чертежах необходимо выполнить основную надпись, содержащую сведения об изображенном изделии и информацию о том, кем выполнен данный чертёж. Основная надпись размещается в правом нижнем углу.

Содержание, расположение и размеры граф основной надписи для учебных чертежей представлены на рис. 3. Кроме того, в основной надписи указывают:

- 1) наименование изделия или наименование изучаемой темы;
- 2) обозначение документа;
- 3) масштаб;
- 4) порядковый номер листа (графу не заполняют на документах, выполненных на одном листе);
- 5) общее количество листов документа (графу заполняют на первом листе);
- 6) литера документа;
- 7) фамилии;
- 8) подписи;
- 9) дата подписи документа;
- 10) наименование, индекс предприятия;
- 11) обозначение материала (заполняется на чертежах деталей).

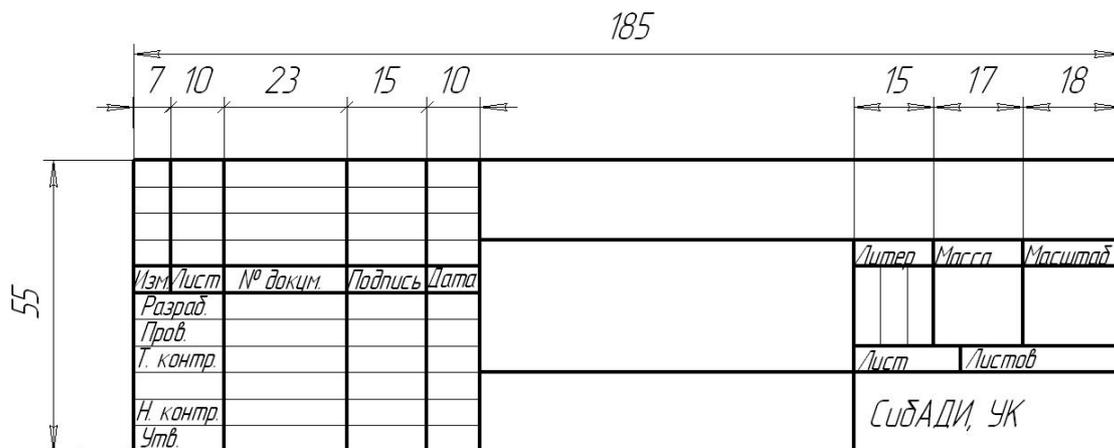


Рис. 3. Основная надпись

Все графы, кроме подписей и дат, а также графы титульного листа заполняются карандашом стандартным шрифтом (п. 2.1.5 «Шрифты чертёжные»). Необходимо обратить внимание на то, что на изображении основной надписи присутствуют основные и тонкие линии.

2.1.3. Масштабы

Масштабы изображений и их обозначение на чертежах устанавливает стандарт [5].

Масштабом называется отношение линейных размеров изображения предмета на чертеже к истинным линейным размерам предмета.

В зависимости от сложности изображаемого предмета его изображения на чертежах могут выполняться как в натуральную величину, так и с уменьшением или с увеличением (табл. 4).

Таблица 4

Стандартные масштабы

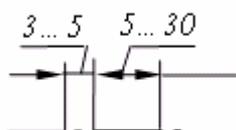
Масштаб уменьшения	1 : 2	1 : 2,5	1 : 4	1 : 5	1 : 10	...
Масштаб увеличения	2 : 1	2,5 : 1	4 : 1	5 : 1	10 : 1	...

2.1.4. Линии

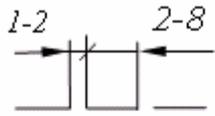
Начертания, толщины и основные назначения девяти типов линий, применяемых на чертежах, устанавливает стандарт [6]. В учебных чертежах наиболее часто используются шесть типов линий.

 *Сплошная толстая основная.* Толщина линии $S \approx 0,5 \dots 1,4$ мм. Назначение: изображение линий видимого контура, внутренняя рамка чертежа и др.

 *Сплошная тонкая линия.* Толщина от $S/3$ до $S/2$. Назначение: изображение линий контура наложенного сечения, линий размерных и выносных, линий штриховки и др.



Штрихпунктирная тонкая линия. Толщина от $S/3$ до $S/2$. Назначение: изображение линий осевых и центровых и др.



Штриховая линия. Толщина линии от $S/3$ до $S/2$. Назначение: изображение линий невидимого контура.



Сплошная волнистая линия. Толщина линии от $S/3$ до $S/2$. Назначение: изображение линий обрыва, линий разграничения вида и разреза.



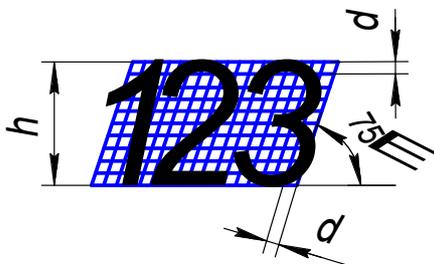
Разомкнутая линия. Толщина линии от S до $1,5S$. Назначение: изображение положений секущих плоскостей простых и сложных разрезов и сечений.

Заметим, что штрихпунктирные линии, применяемые в качестве центровых линий, должны пересекаться между собой длинными штрихами. Штрихпунктирную линию, применяемую в качестве центральной линии окружности с диаметром менее 12 мм, рекомендуется заменять сплошной тонкой линией.

2.1.5. Шрифты чертежные

Размер шрифта определяется высотой прописных (заглавных) букв. Установлены следующие размеры шрифта: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14. Ширина буквы определяется по отношению к размеру шрифта или по отношению к толщине линии обводки d (рис. 4).

Стандарт устанавливает следующие типы шрифтов:



- тип А без наклона ($d=h/14$);
- тип А с наклоном около 75° ($d=h/14$);
- тип Б без наклона ($d=h/10$);
- тип Б с наклоном около 75° ($d=h/10$).

Рис. 4. Параметры размеров шрифтов

Форма и конструкция арабских цифр шрифта типа Б с наклоном приведены на рис. 5.

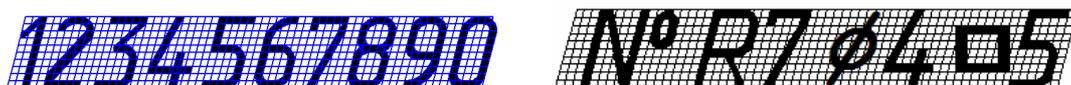


Рис. 5. Форма и конструкция арабских цифр и условных знаков

Форма прописных букв русского алфавита (кириллицы) шрифта типа Б с наклоном представлена на рис. 6. Ширина буквы зависит не только от размера шрифта, но и от конструкции самой буквы.



Рис. 6. Форма и конструкция прописных букв русского алфавита

Форма и конструкция строчных букв русского алфавита шрифта типа Б с наклоном приведены на рис. 7.



Рис. 7. Форма и конструкция строчных букв русского алфавита

2.2. Построение видов

Методические указания по выполнению

Вид – изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета [8, п. 1.5]. Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать необходимые невидимые части поверхности предмета штриховыми линиями.

В зависимости от определенных условий виды подразделяют, как показано на рис. 8.

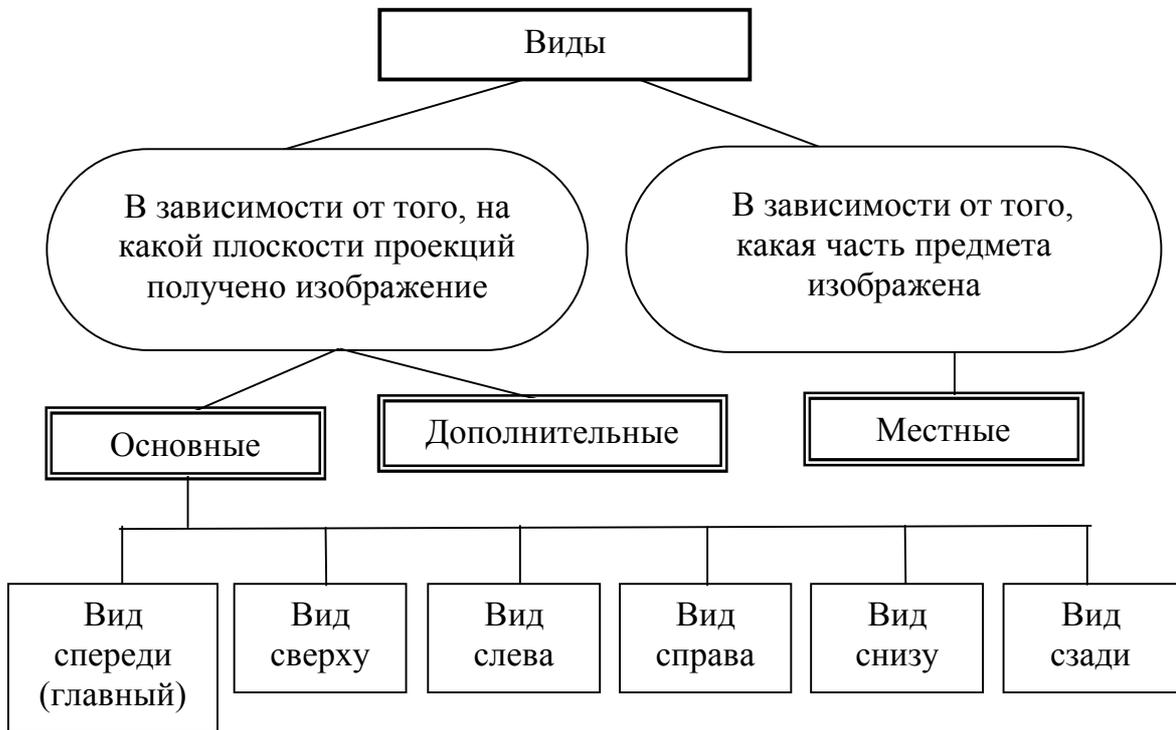


Рис. 8. Классификация видов

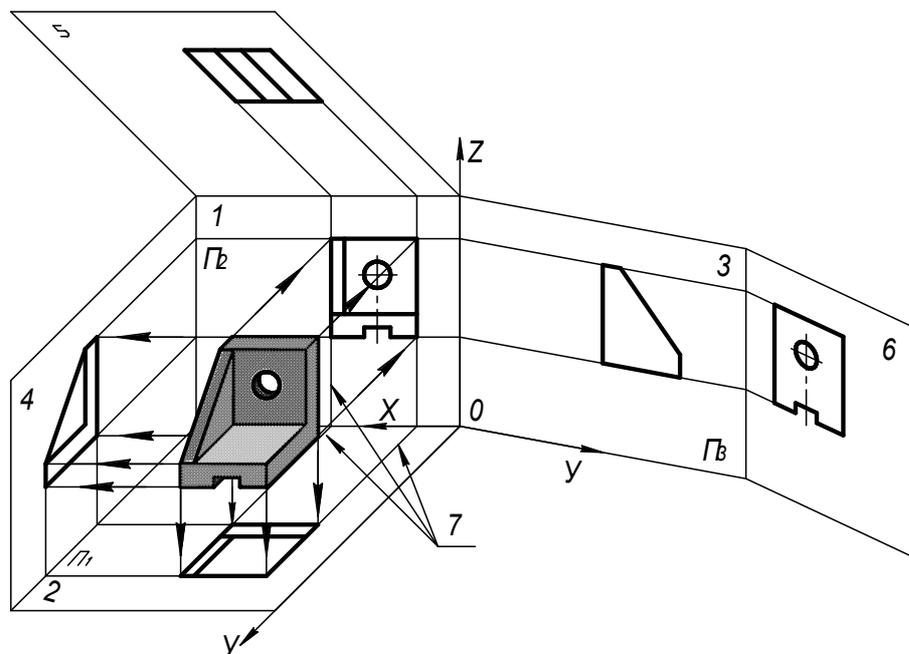


Рис. 9. Построение ортогональных проекций предмета

Изображения предметов должны выполняться по методу прямоугольного проецирования. При этом предмет предполагается расположенным между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций (рис. 9).

Изображение на фронтальной плоскости проекций (плоскость 1) принимается на чертеже в качестве главного вида (рис. 10).

Устанавливаются следующие названия видов, получаемых на основных плоскостях проекций (*основные виды*, см. рис. 9 и 10):

- 1 – вид сверху на горизонтальной плоскости проекций П1;
- 2 – вид спереди (главный вид) на фронтальной плоскости проекций П2;
- 3 – вид слева на профильной плоскости проекций ПЗ;
- 4 – вид справа;
- 5 – вид снизу;
- 6 – вид сзади.

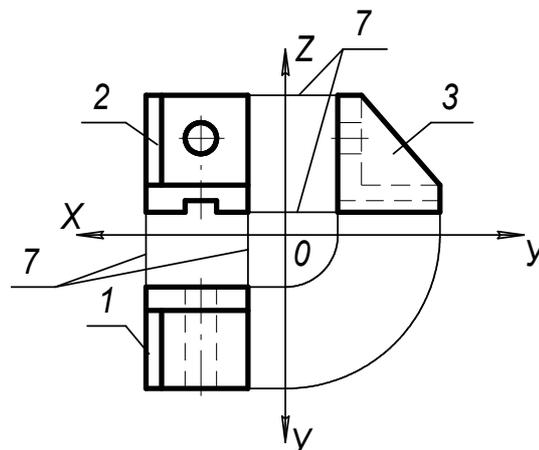


Рис. 10. Построение основных видов предмета

Предмет располагают относительно фронтальной плоскости проекций П2 так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета.

Все виды (проекции предмета) находятся в проекционной связи (7 – линии связи, см. рис. 9 и 10). В этом случае названия видов на чертежах надписывать не следует. Если же виды сверху, слева, справа, снизу, сзади смещены относительно главного изображения (изображено на фронтальной плоскости проекций), то они должны быть отмечены на чертеже надписью по типу "А" (рис. 11).

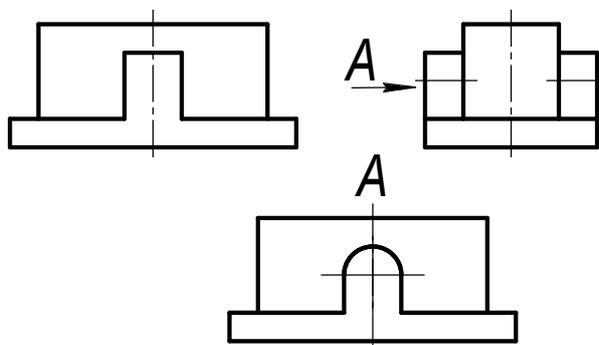


Рис. 11. Построение дополнительного вида предмета

Направление взгляда должно быть указано стрелкой (рис. 12), обозначенной прописной буквой.

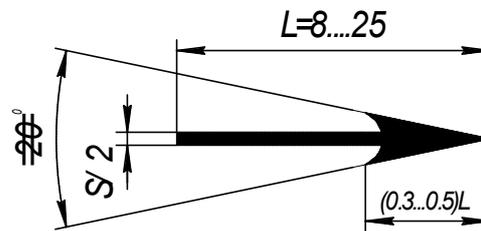


Рис. 12. Размеры стрелки, указывающей направление взгляда

Содержание и оформление:

1. По заданному аксонометрическому изображению детали выполнить чертеж детали в трех основных видах.
2. Нанести размеры.

Варианты задания приведены в табл. 5. Номер варианта задания соответствует порядковому номеру фамилии студента в списке группы.

Пример выполнения задания представлен на рис. 13.

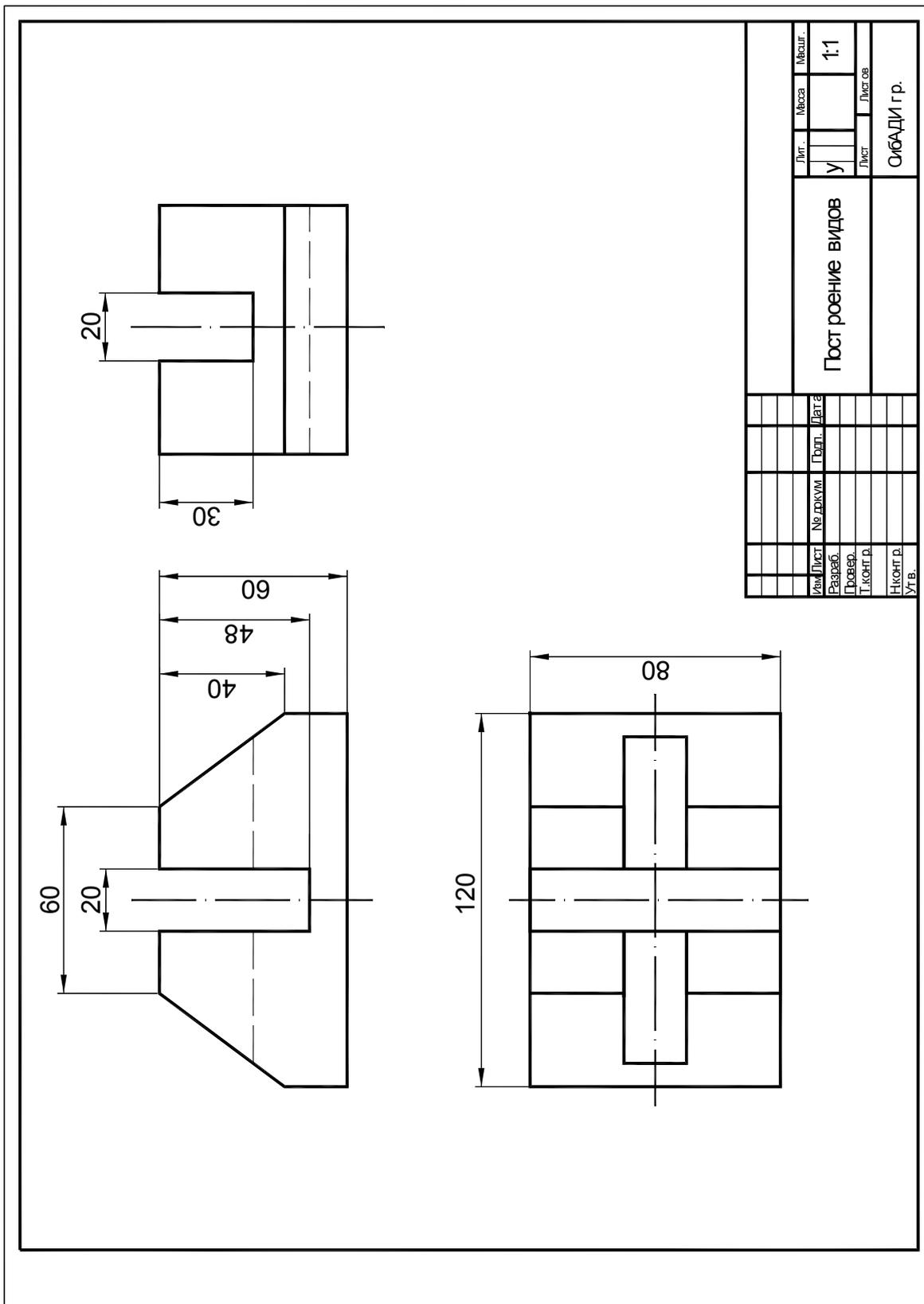


Рис. 13. Образец выполнения задания "Построение видов"

Варианты задания "Построение видов"

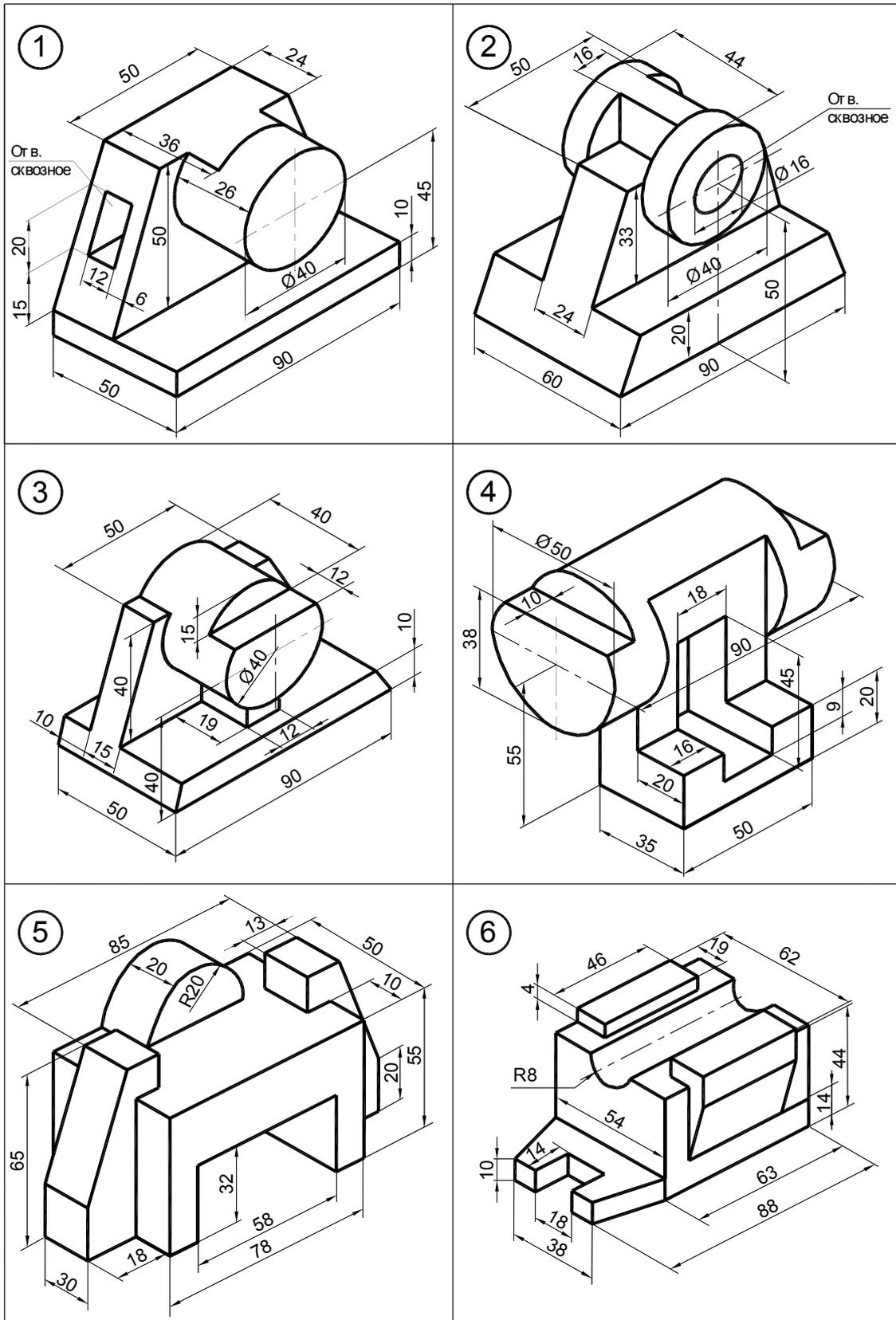


Таблица 5 (продолжение)

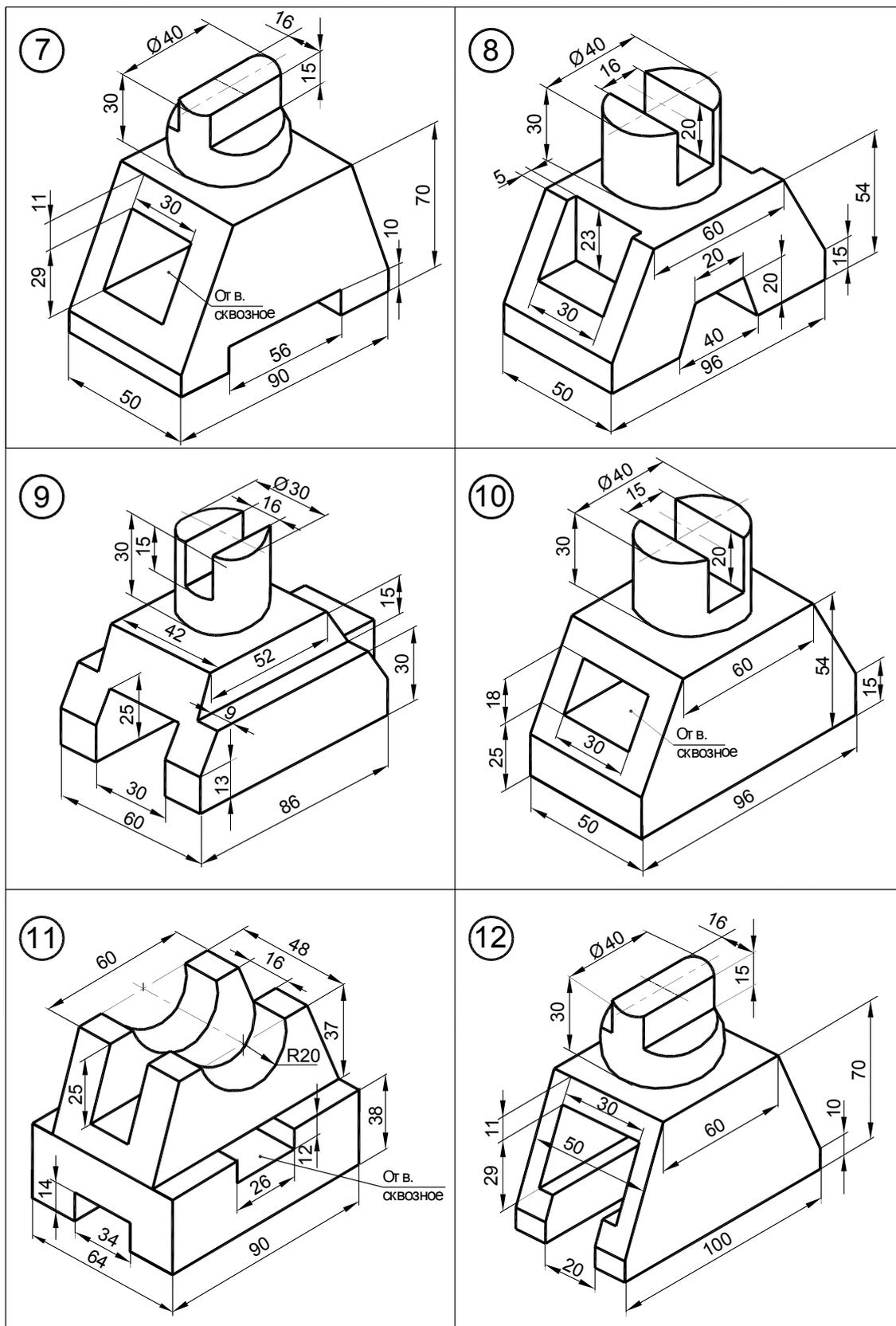


Таблица 5 (продолжение)

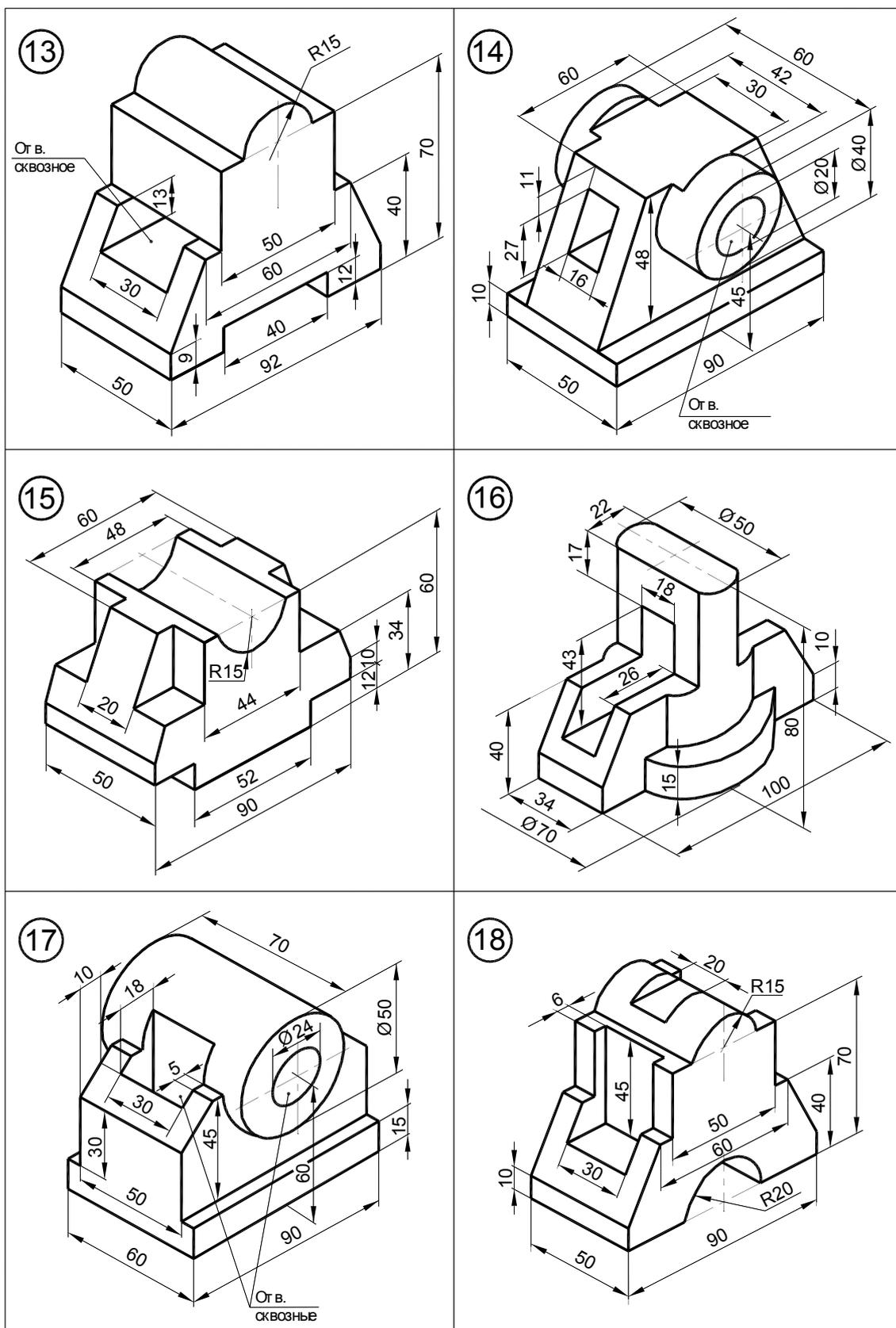


Таблица 5 (продолжение)

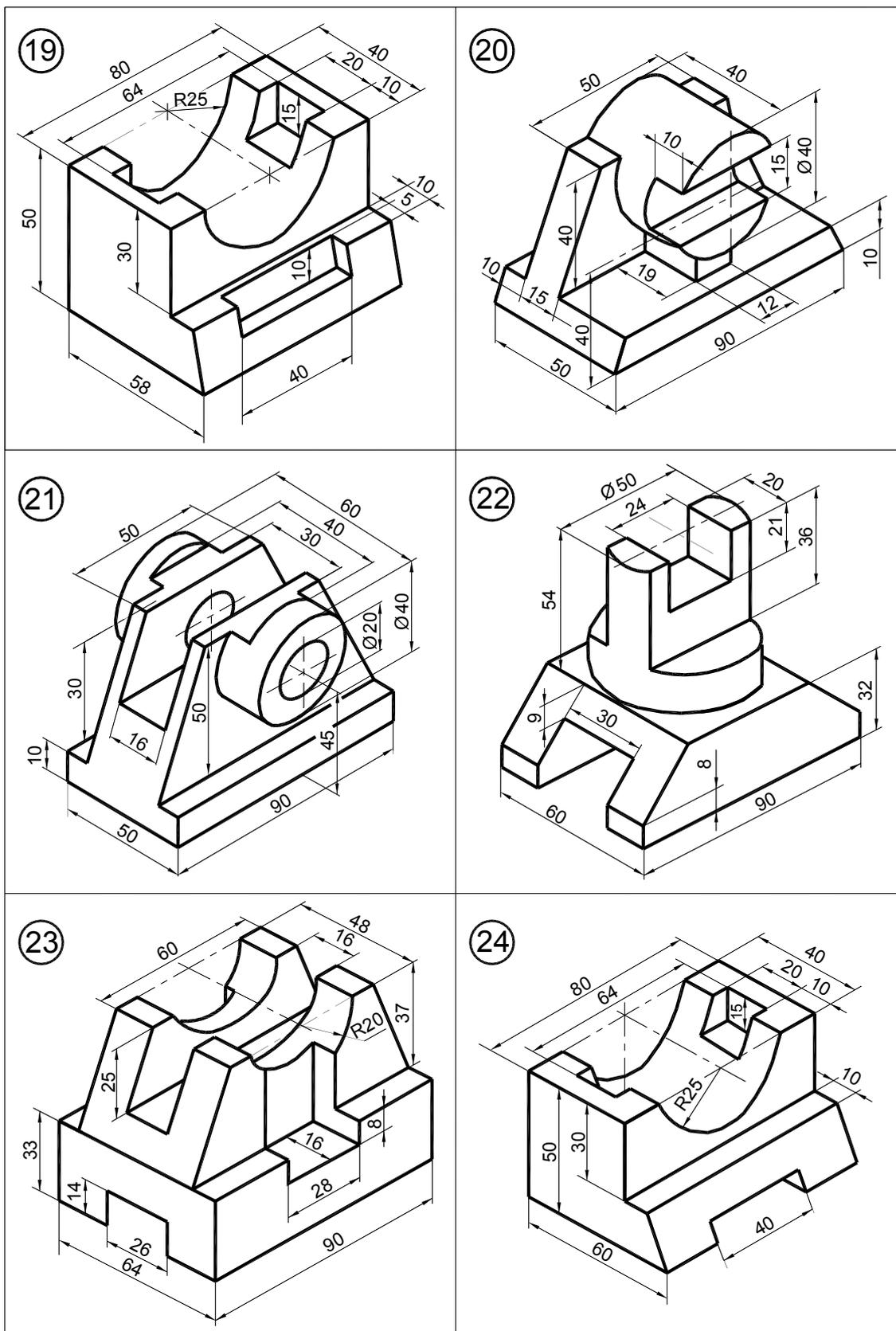
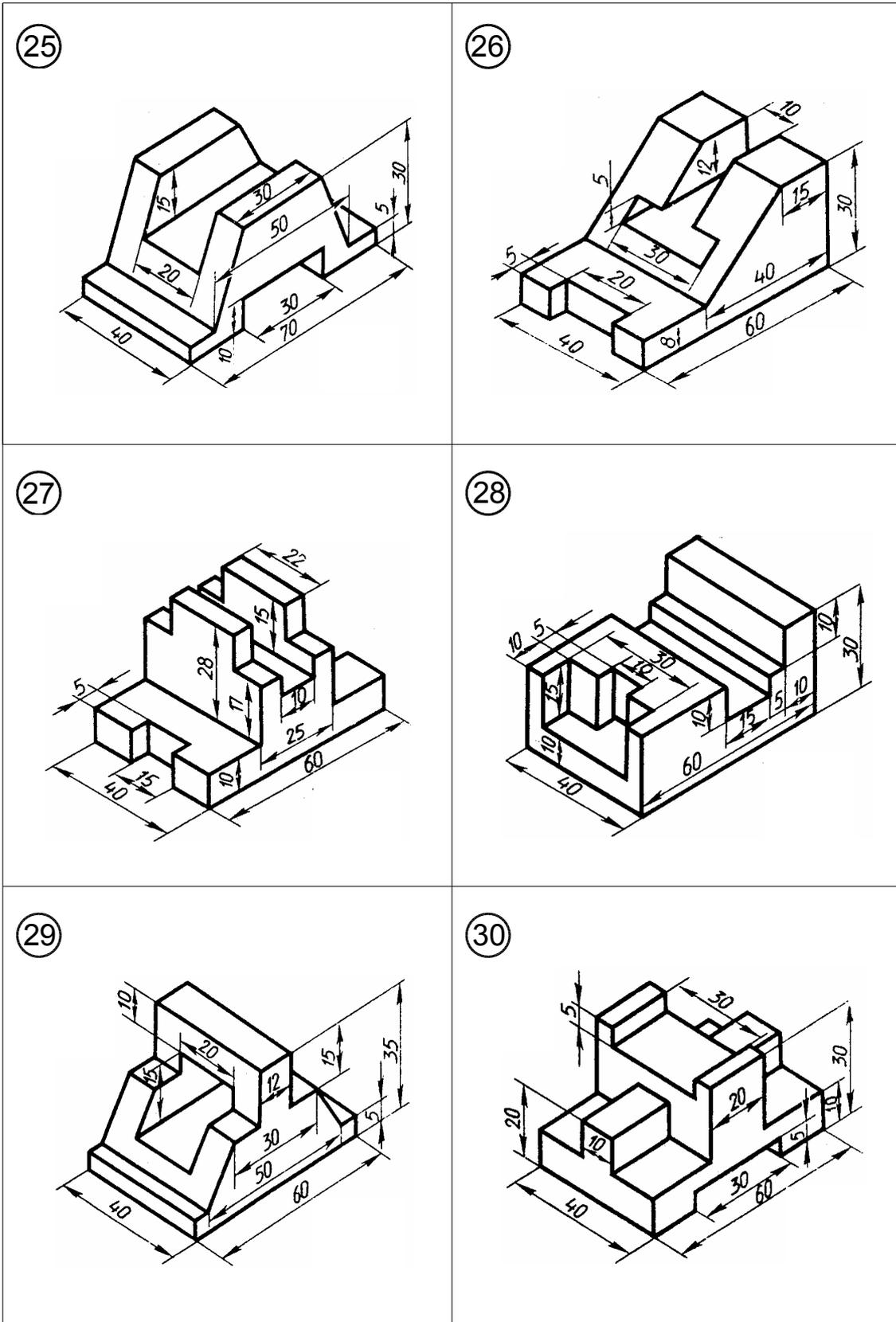


Таблица 5 (окончание)



Тема 3. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ПРОЕЦИРУЮЩЕЙ ПЛОСКОСТЬЮ

Цель работы: изучение и практическое применение метода образующих для решения задач по построению линий пересечения поверхностей с проецирующими плоскостями.

Алгоритм построения линии пересечения:

1. На поверхности выбирается дискретный ряд линий – образующих, обязательно прямых или окружностей.

2. Находятся точки пересечения выбранных линий с заданной плоскостью.

3. Построенные точки соединяются плавной кривой с учетом видимости и типа кривой.

Дополнительными требованиями к заданию могут быть: 1) построение натуральной величины полученного сечения; 2) построение развертки поверхности с линией сечения.

Варианты задания приведены в табл. 6. Номер варианта задания соответствует порядковому номеру фамилии студента в списке группы.

Пример выполнения задания представлен на рис. 14.

Методические указания по выполнению

Пример. Дан тор и плоскость $\Sigma \perp P_2$. Построить сечение тора плоскостью Σ (см. рис. 14).

Решение. Так как искомое сечение принадлежит плоскости Σ , а плоскость является фронтально проецирующей, то фронтальная проекция сечения будет лежать на вырожденной проекции этой плоскости. Горизонтальная проекция сечения определяется из условия принадлежности линии данной поверхности. В этом состоит суть метода образующих.

Тогда последовательность построений будет следующей:

а) определяются опорные точки сечения 1, 2, 3, 4, 5, 6, принадлежащие очерковым образующим поверхности;

б) определяются экстремальные точки сечения 7, 8, удаленные на кратчайшее расстояние от оси тора;

в) определяются промежуточные точки 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 (для их построения на торе проведены параллели);

г) полученные точки соединяются кривой линией с учётом видимости, при этом видимым участком линии пересечения будет участок,

полученный от пересечения видимой для данной проекции части поверхности с плоскостью. Полученное плоское сечение является кривой четвертого порядка. Поскольку плоскость сечения параллельна оси тора, то кривая носит название кривой Персея. В частных случаях могут получаться овалы Кассини, лемнискаты Бернулли и лемнискаты Бута.

Задачи для практических занятий

1. Дана сфера и фронтально проецирующая плоскость. Построить их линию пересечения.

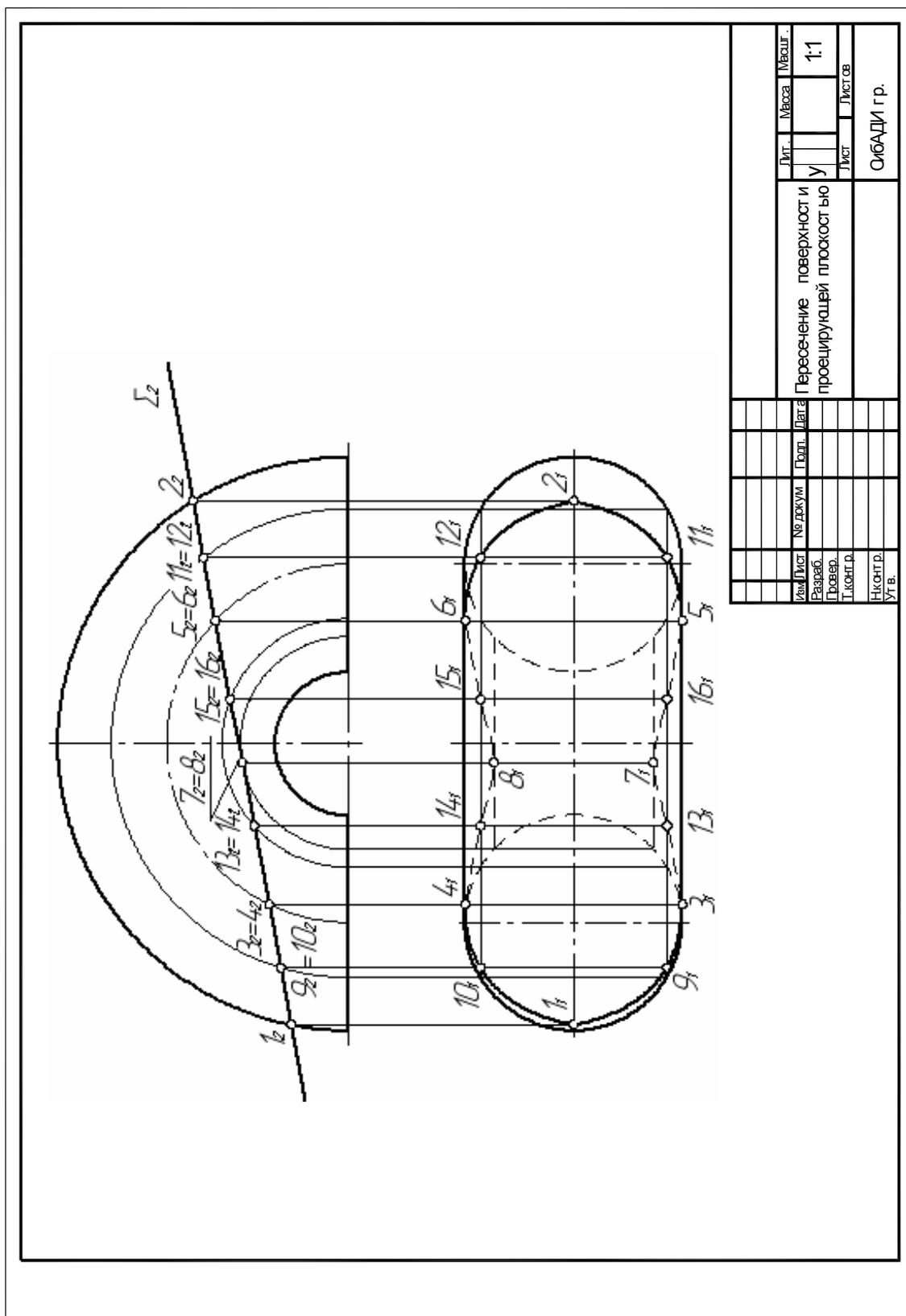
2. Дан прямой круговой конус, ось которого перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций. Дана горизонтально проецирующая плоскость. Построить линию пересечения конуса и плоскости.

3. Дан прямой круговой конус, ось которого перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций. Дана фронтально проецирующая плоскость. Построить линию пересечения конуса и плоскости.

4. Дан цилиндр, ось которого параллельна оси проекций, и горизонтально проецирующая плоскость. Построить их линию пересечения.

5. Дан прямой круговой конус, ось которого параллельна оси проекций, и горизонтально проецирующая плоскость. Построить их линию пересечения.

6. Дан прямой круговой конус, ось которого перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций. Дана профильно проецирующая плоскость. Построить линию пересечения конуса и плоскости.



Лит.	Масса	Масштаб
У		1:1
Лист	Листов	
Пересечение поверхности проецирующей плоскостью		
ОИБАДИ гр.		

Рис. 14. Образец выполнения задания "Пересечение поверхности проецирующей плоскостью"

Варианты задания "Пересечение поверхности проецирующей плоскостью"

<p>①</p>	<p>②</p>
<p>③</p>	<p>④</p>
<p>⑤</p>	<p>⑥</p> <p>R - δααεόν πῶδου ἢ οἰαί οἰήϊ ἀ ὀ.0</p>

Таблица 6 (продолжение)

<p>⑦</p>	<p>⑧</p>
<p>⑨</p>	<p>⑩</p>
<p>⑪</p>	<p>⑫</p> <p>R - διάφορη φορά ή αντίθετη ή ίδια</p>

Таблица 6 (продолжение)

<p>⑬</p>	<p>⑭</p>
<p>⑮</p>	<p>⑯</p>
<p>⑰</p>	<p>⑱</p> <p>R - ðààèóñ ñîàðòó ñ òáñ òðñ ð ò.0</p>

Таблица 6 (продолжение)

<p>①9</p>	<p>②0</p>
<p>②1</p>	<p>②2</p>
<p>②3</p>	<p>②4</p> <p>R - άάάάάά άάάάά ά άάά άάά ά άάά</p>

Таблица 6 (окончание)

<p>②5</p>	<p>②6</p>
<p>②7</p>	<p>②8</p>
<p>②9</p>	<p>③0</p>

Тема 4. РАЗРЕЗ ПРОСТОЙ

Цели работы:

1. Изучение и практическое применение правил изображения предметов с использованием простых разрезов в соответствии с ГОСТ 2.305-68 и правил нанесения штриховки по ГОСТ 2.306-68.

2. Приобретение навыков пространственного представления, позволяющих по заданному изображению предмета (чертежу) представить его форму (наружные и внутренние поверхности), взаимное расположение частей и ориентацию относительно плоскостей проекций.

3. Приобретение навыков определения симметрии детали и реализации соединения половины вида с половиной разреза.

4. Развитие навыков в простановке размеров детали на видах (наружная поверхность) и на разрезах (внутренняя поверхность) по ГОСТ 2.307-68.

Методические указания по выполнению

Разрезом называется изображение, полученное в результате мысленного рассечения детали или изделия одной плоскостью. На разрезе изображается то, что лежит в секущей плоскости и что лежит за секущей плоскостью.

В обозначения простого разреза входят: разомкнутая линия, стрелки – направление взгляда проектировщика и буквенное обозначение заглавными буквами русского алфавита: А–А, Б–Б, В–В и т.д. (рис. 15).

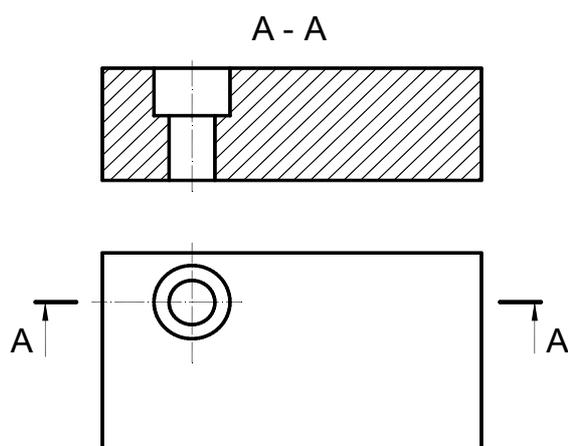


Рис. 15. Обозначение простого разреза

Простые разрезы, которые не обозначаются на чертеже:

1. Разрез-соединение части вида и части разреза (рис. 16,*а-в*).
2. Разрез, выполненный плоскостью симметрии (рис. 17).
3. Местный разрез (рис. 18).

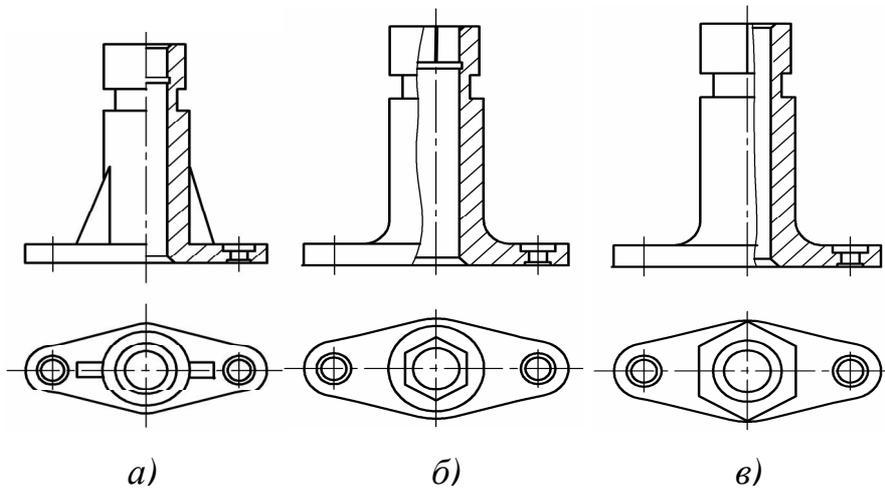


Рис. 16. Соединение части вида и части разреза

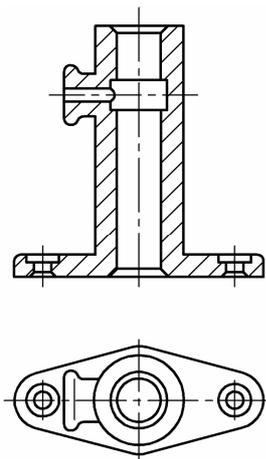


Рис. 17. Простой разрез плоскостью симметрии

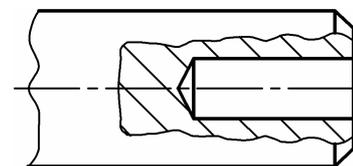


Рис. 18. Местный разрез

Содержание и оформление:

1. По двум проекциям детали построить третий вид – вид слева.
2. Для выявления внутреннего контура выполнить разрез на месте главного вида.
3. Нанести размеры.

Варианты задания приведены в табл. 7. Номер варианта задания соответствует порядковому номеру фамилии студента в списке группы.

Пример выполнения задания представлен на рис. 19.

Варианты задания "Разрез простой"

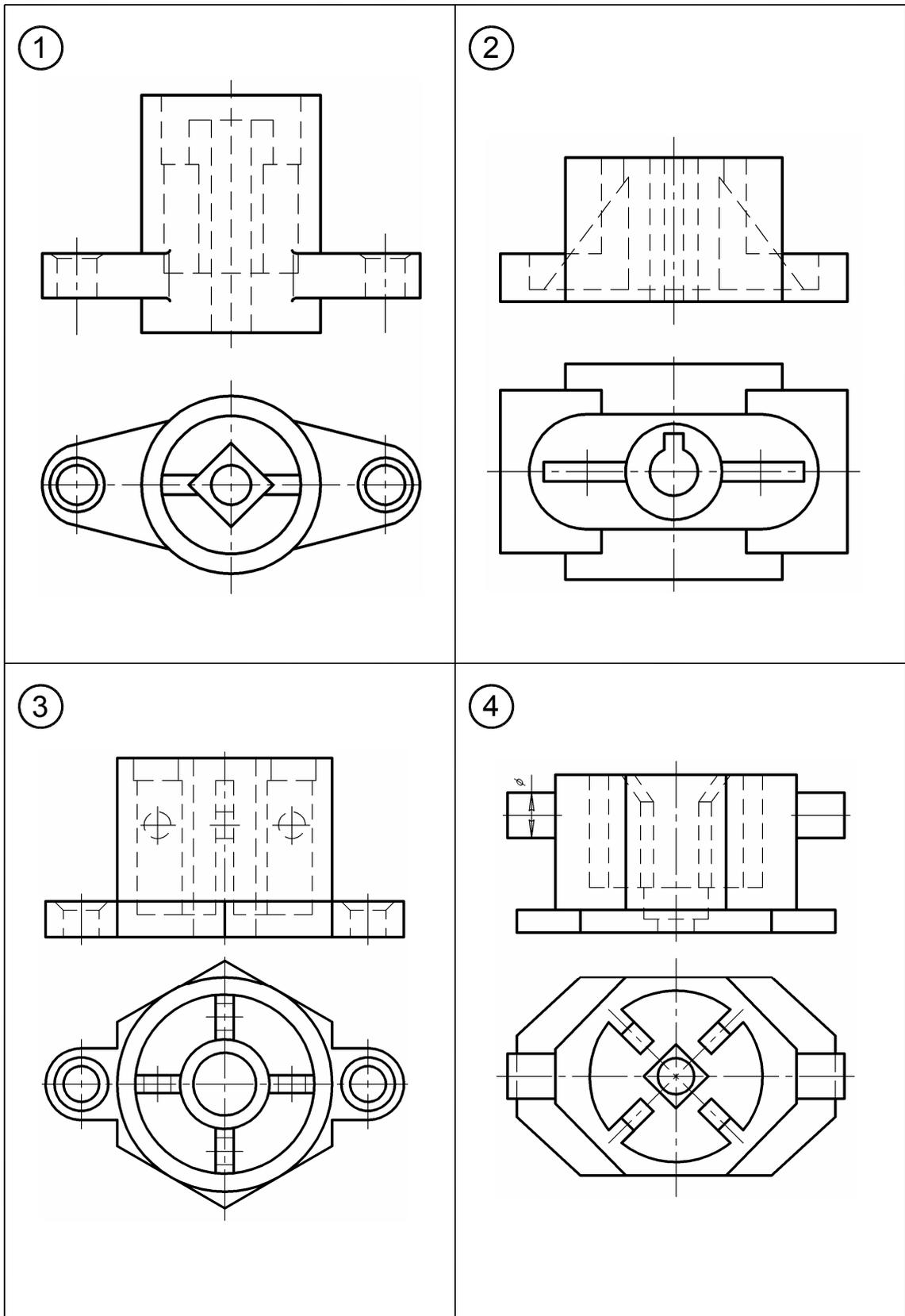


Таблица 7 (продолжение)

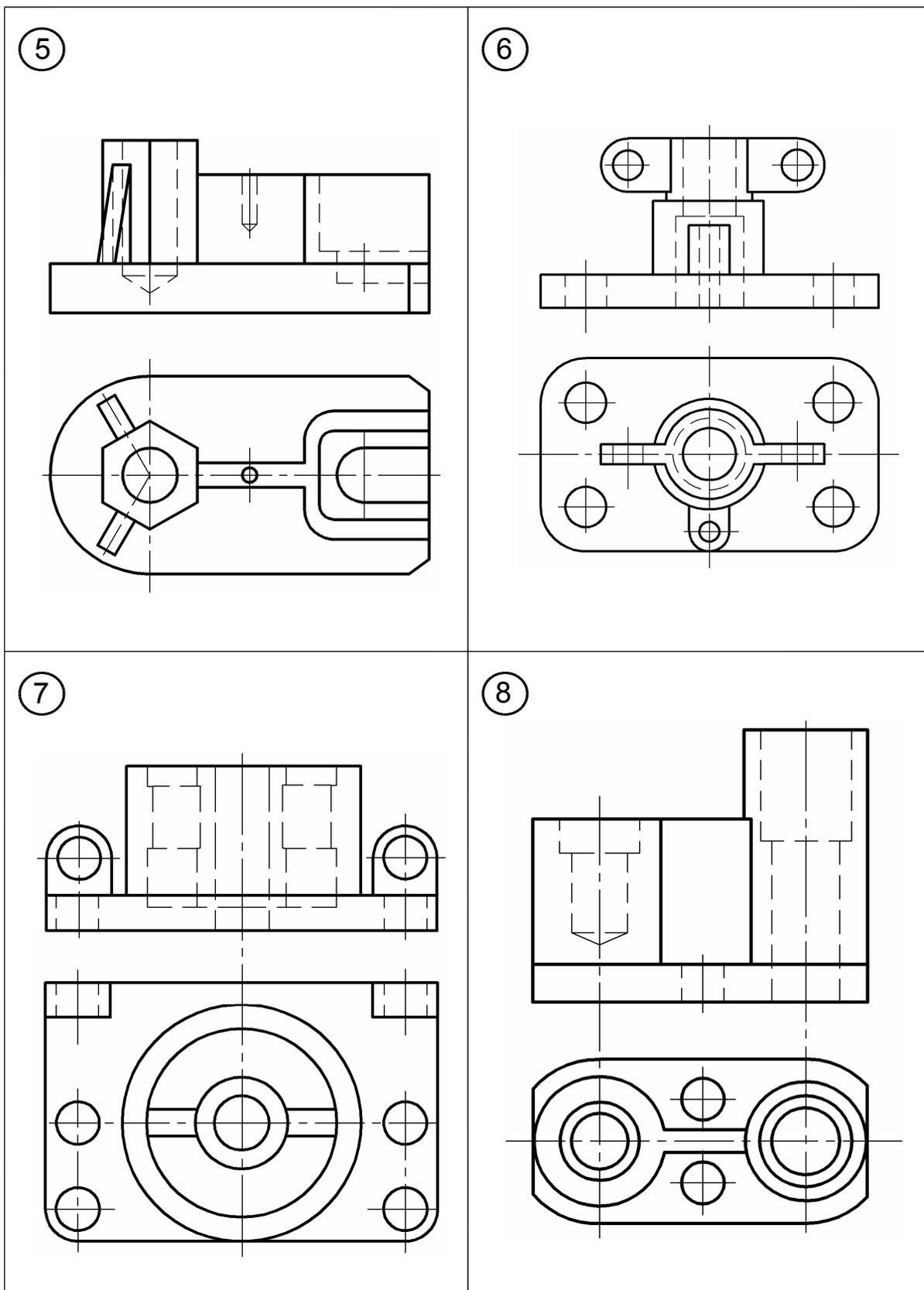


Таблица 7 (продолжение)

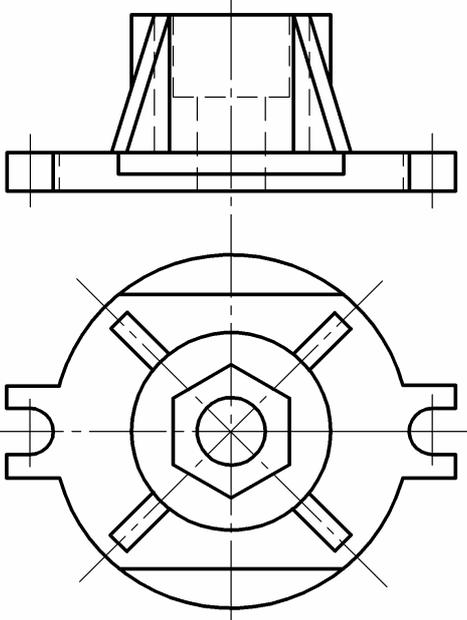
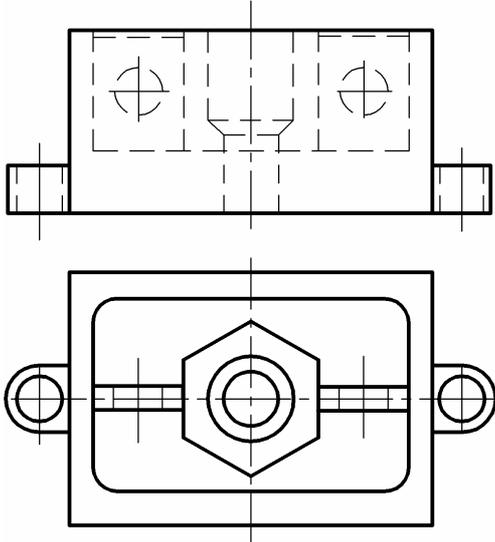
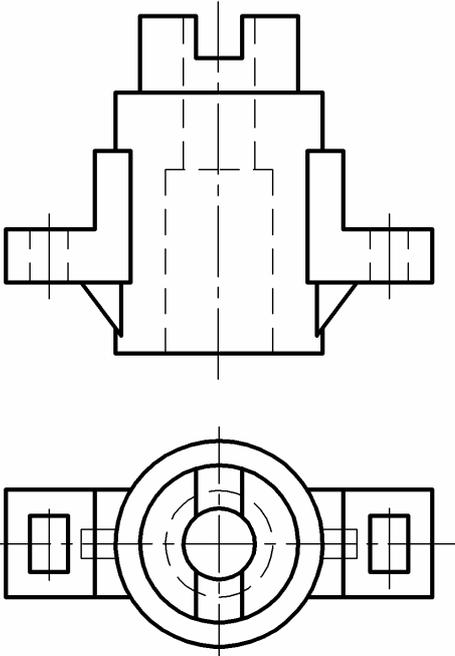
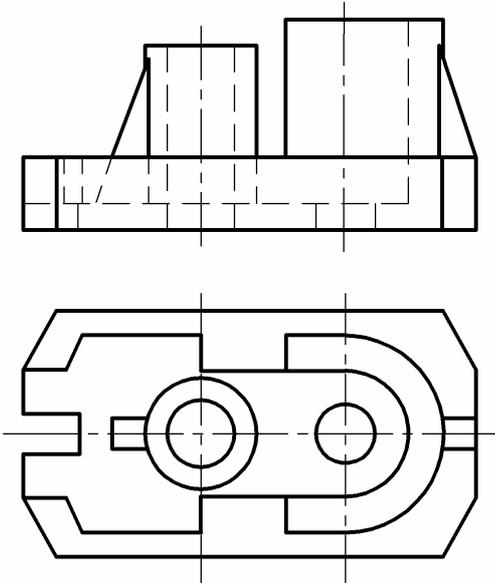
<p>9</p> 	<p>10</p> 
<p>11</p> 	<p>12</p> 

Таблица 7 (продолжение)

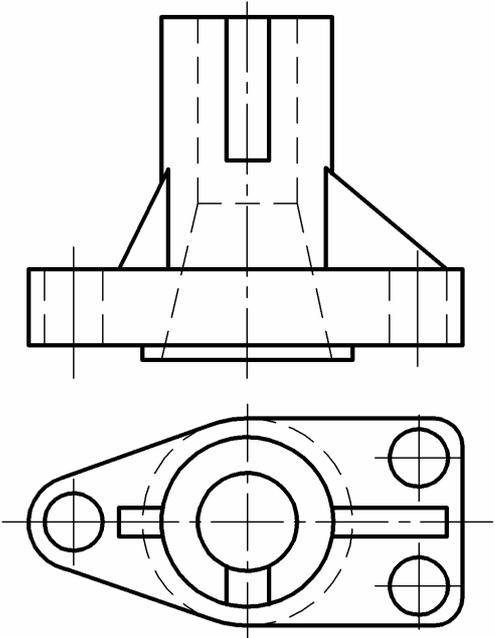
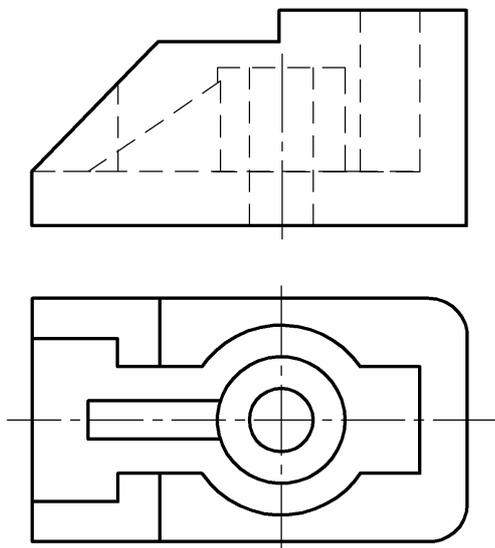
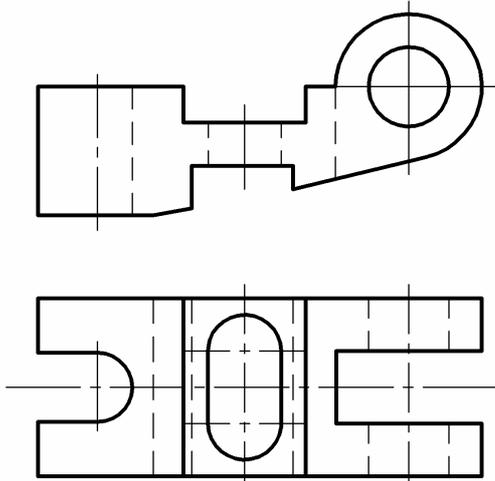
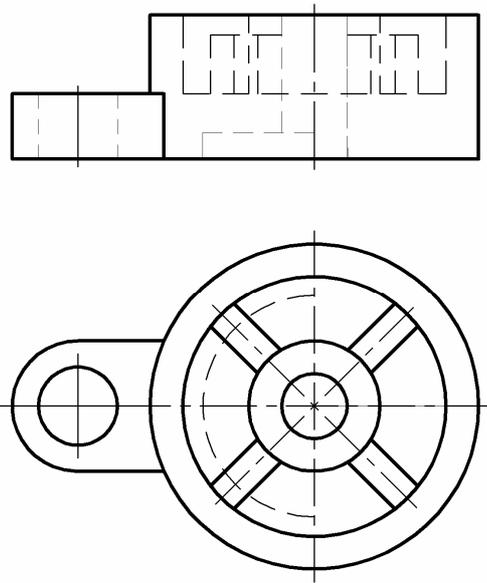
<p>13</p> 	<p>14</p> 
<p>15</p> 	<p>16</p> 

Таблица 7 (продолжение)

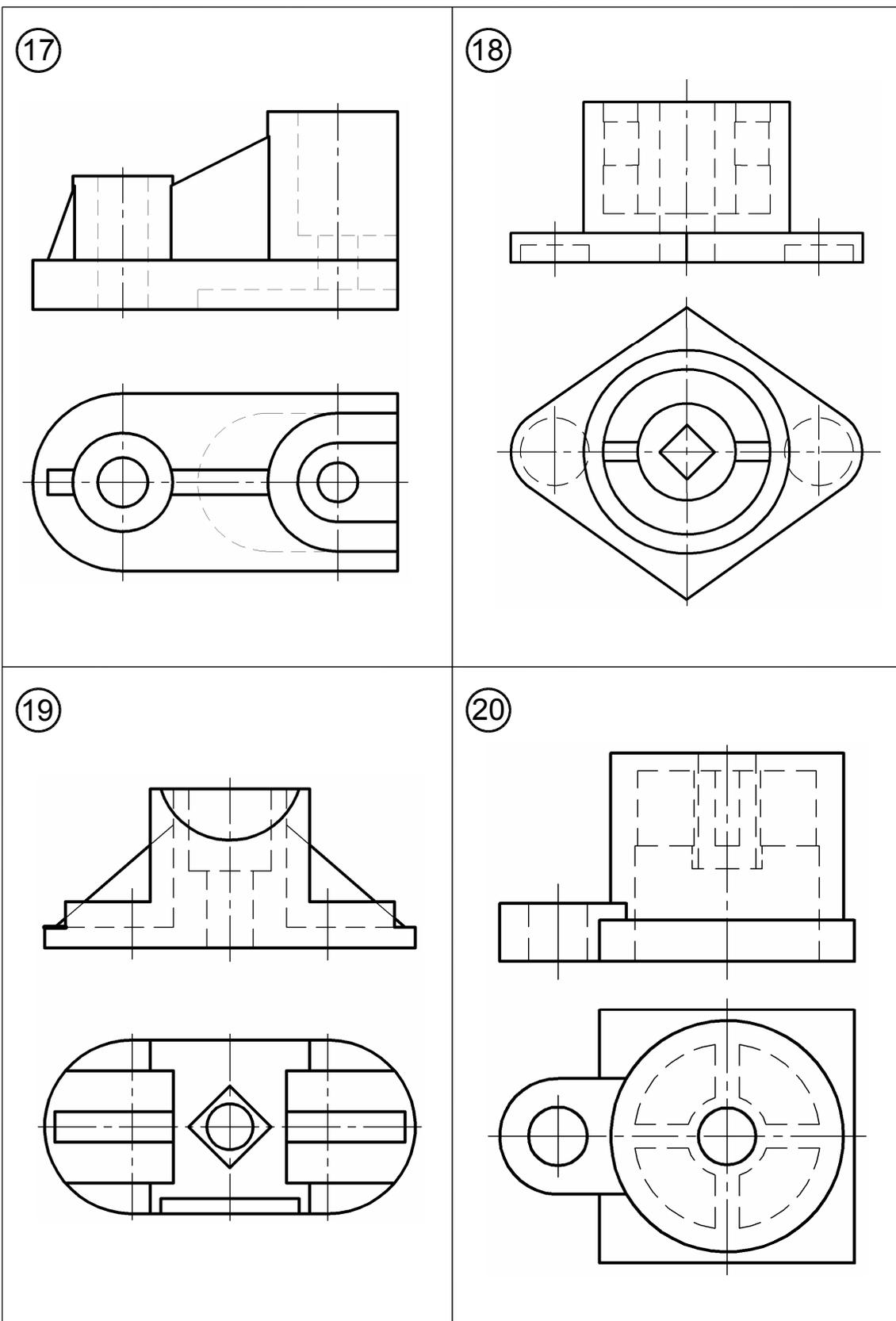


Таблица 7 (продолжение)

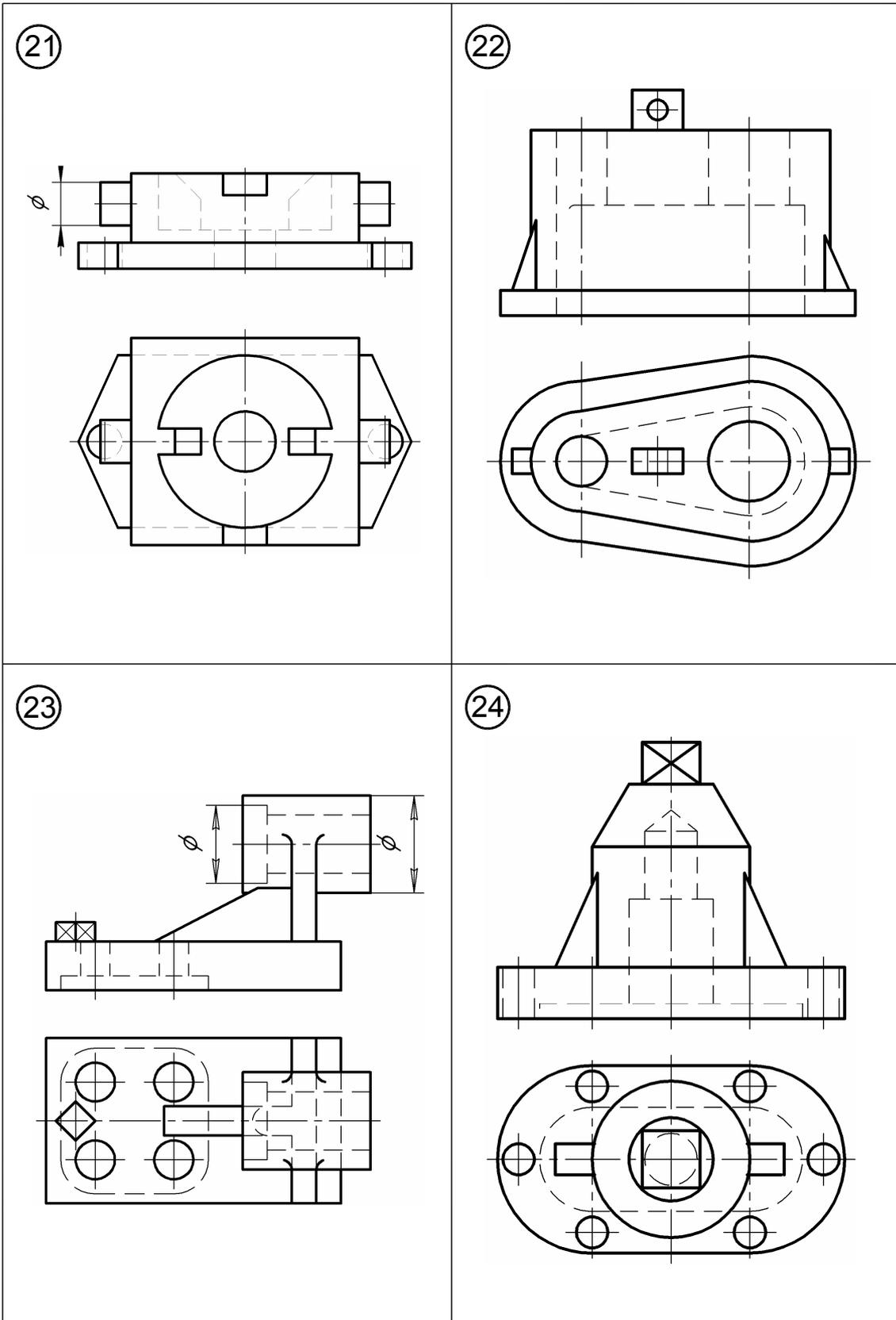


Таблица 7 (продолжение)

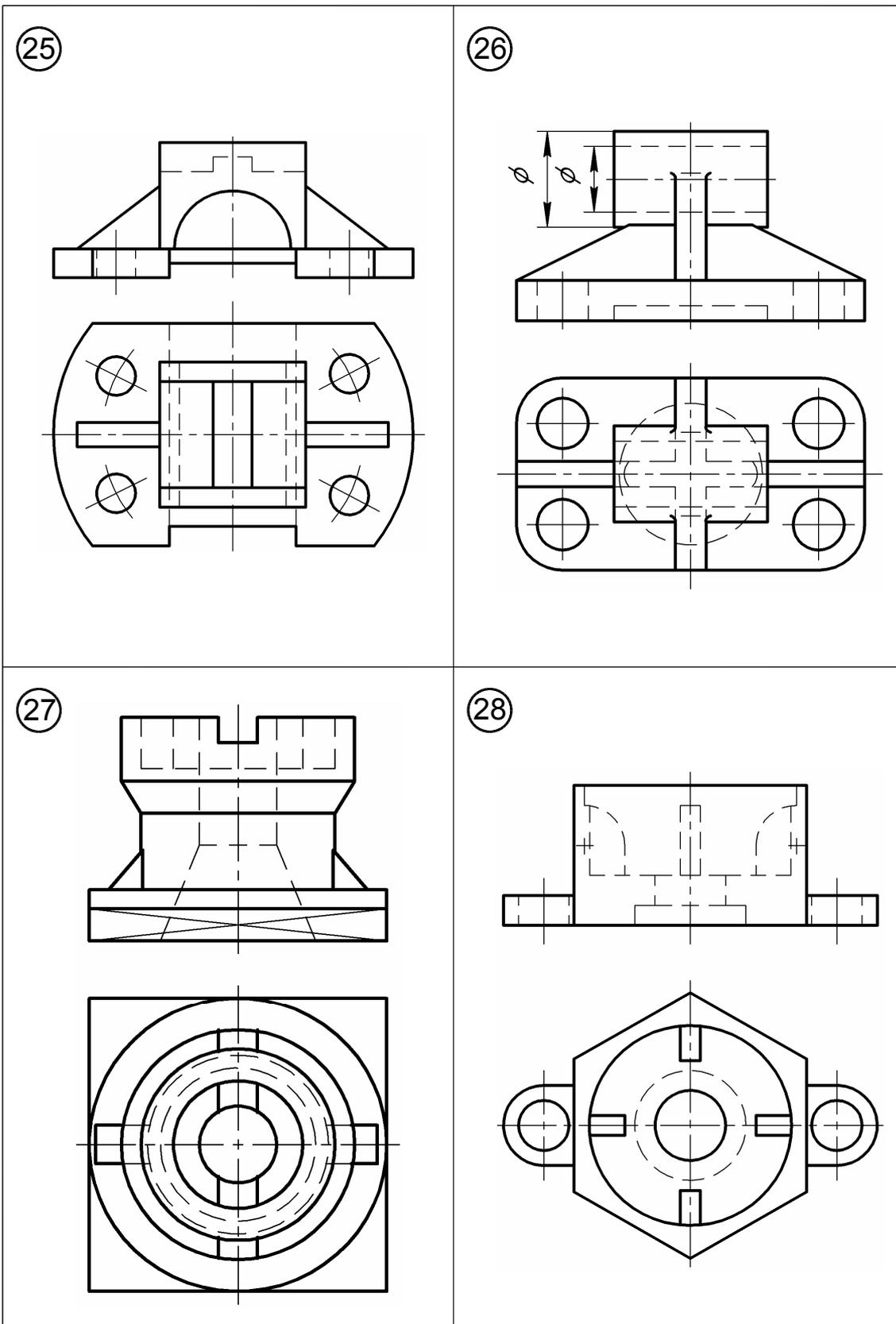
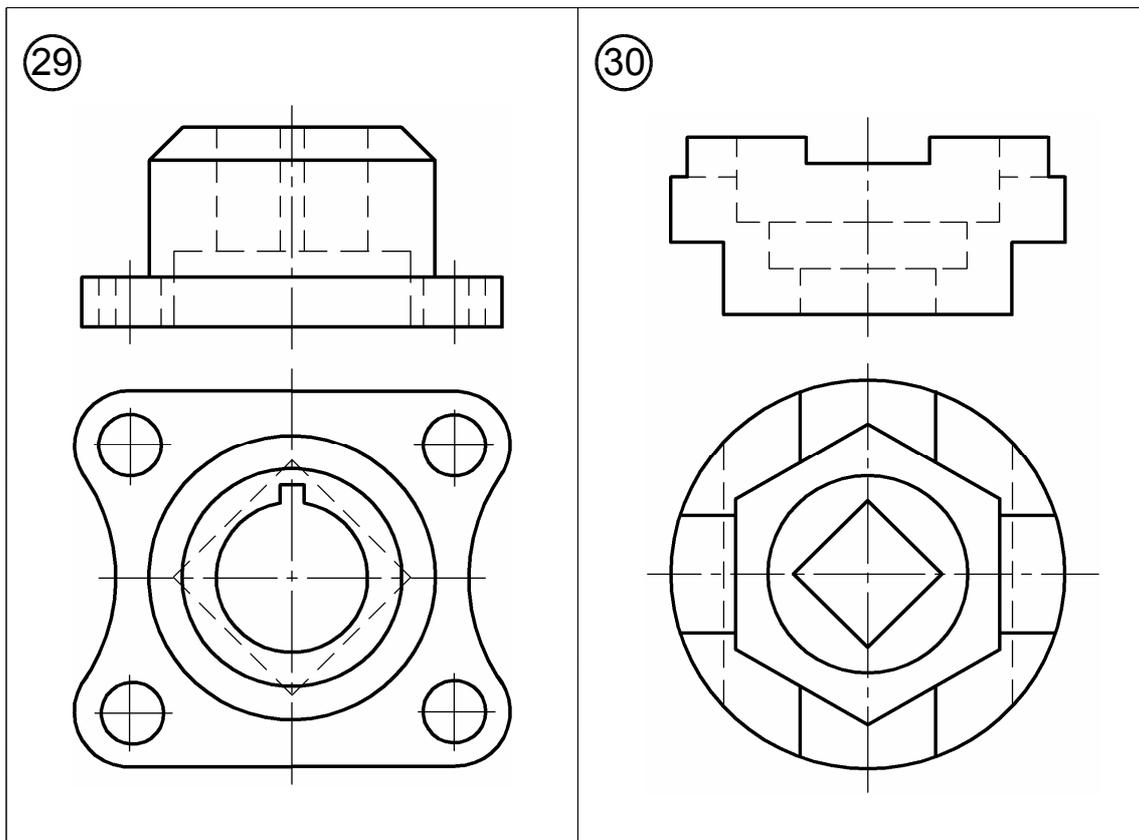


Таблица 7 (окончание)



Тема 5. РАЗРЕЗЫ СЛОЖНЫЕ

Цель работы: изучение и практическое применение правил изображения предметов с использованием сложных разрезов в соответствии с ГОСТ 2.305-68.

Методические указания по выполнению

Сложным разрезом называется разрез, выполненный двумя и более плоскостями. Разрез, выполненный двумя и более параллельными плоскостями, называется *ступенчатым* (рис. 20). Разрез, выполненный двумя и более плоскостями, пересекающимися под углом, отличным от 90° , называется *ломаным разрезом* (рис. 21).

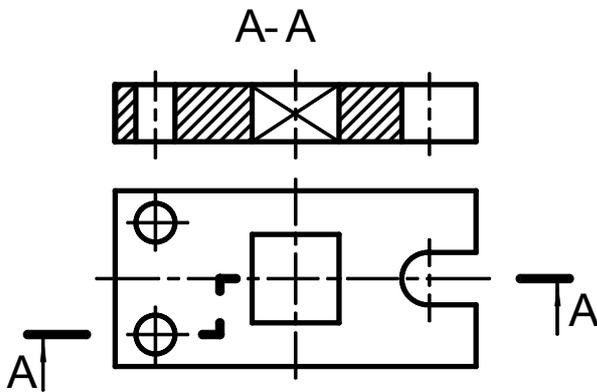


Рис. 20. Разрез ступенчатый

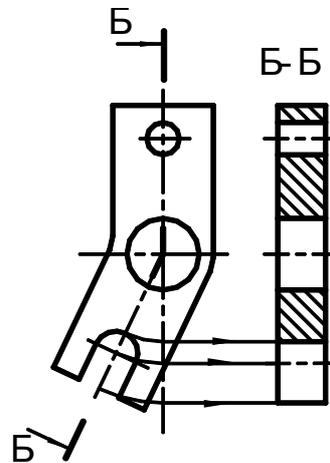


Рис. 21. Разрез ломаный

Содержание и оформление:

1. Перечертить в тонких линиях заданные виды деталей, увеличив размеры в три раза.
2. Достроить третий вид.
3. Построить ступенчатый разрез, совместив его с одним из основных видов. При необходимости воспользоваться местными разрезами.
4. Проставить размеры на форму элементов детали, их взаимное положение и габаритные размеры. Масштаб изображения считать равным 1:1.

Варианты задания приведены в табл. 8. Номер варианта задания соответствует порядковому номеру фамилии студента в списке группы.

Пример выполнения задания представлен на рис. 22.

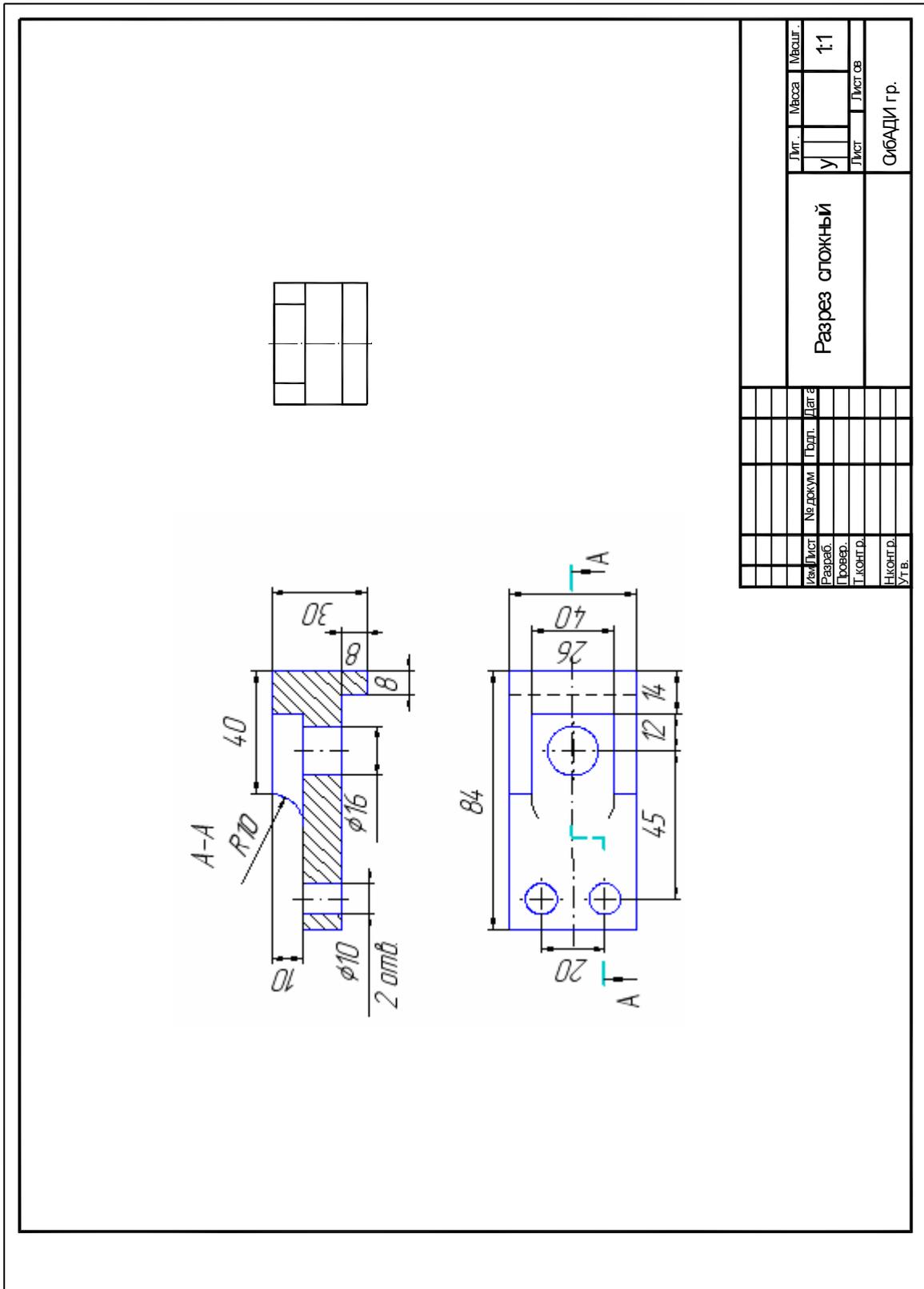


Рис. 22. Образец выполнения задания "Разрез сложный"

Варианты задания "Разрез сложный"

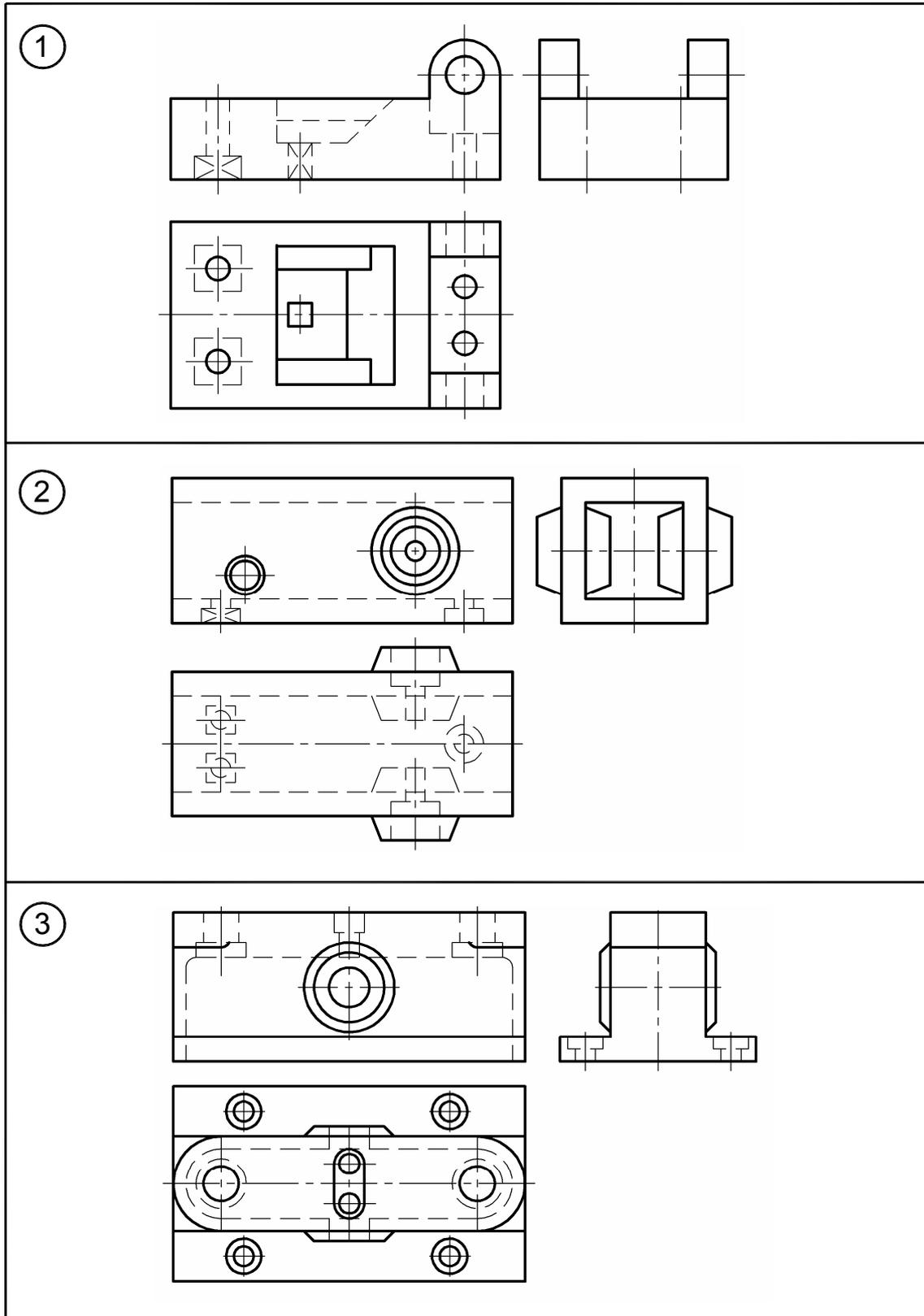


Таблица 8 (продолжение)

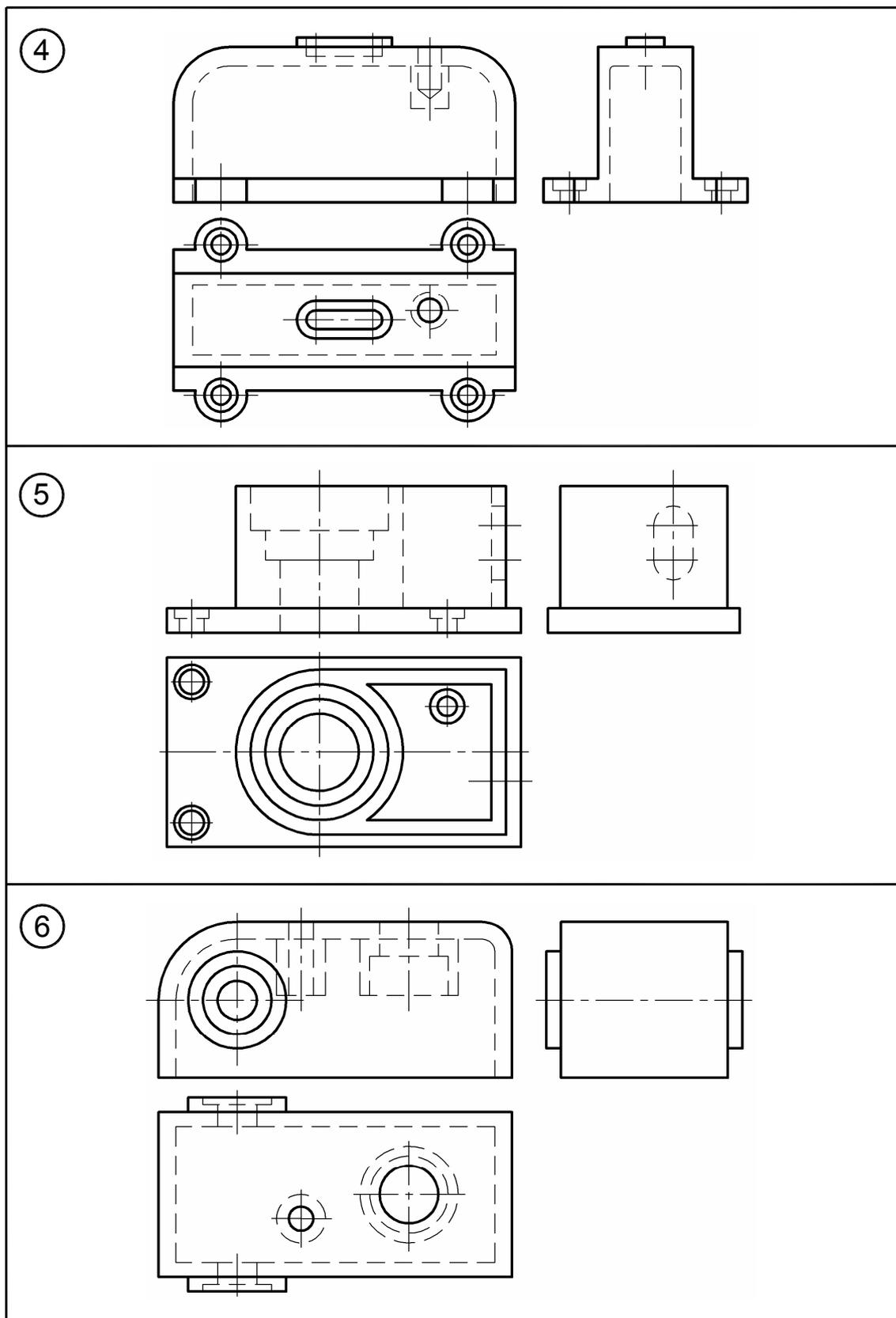


Таблица 8 (продолжение)

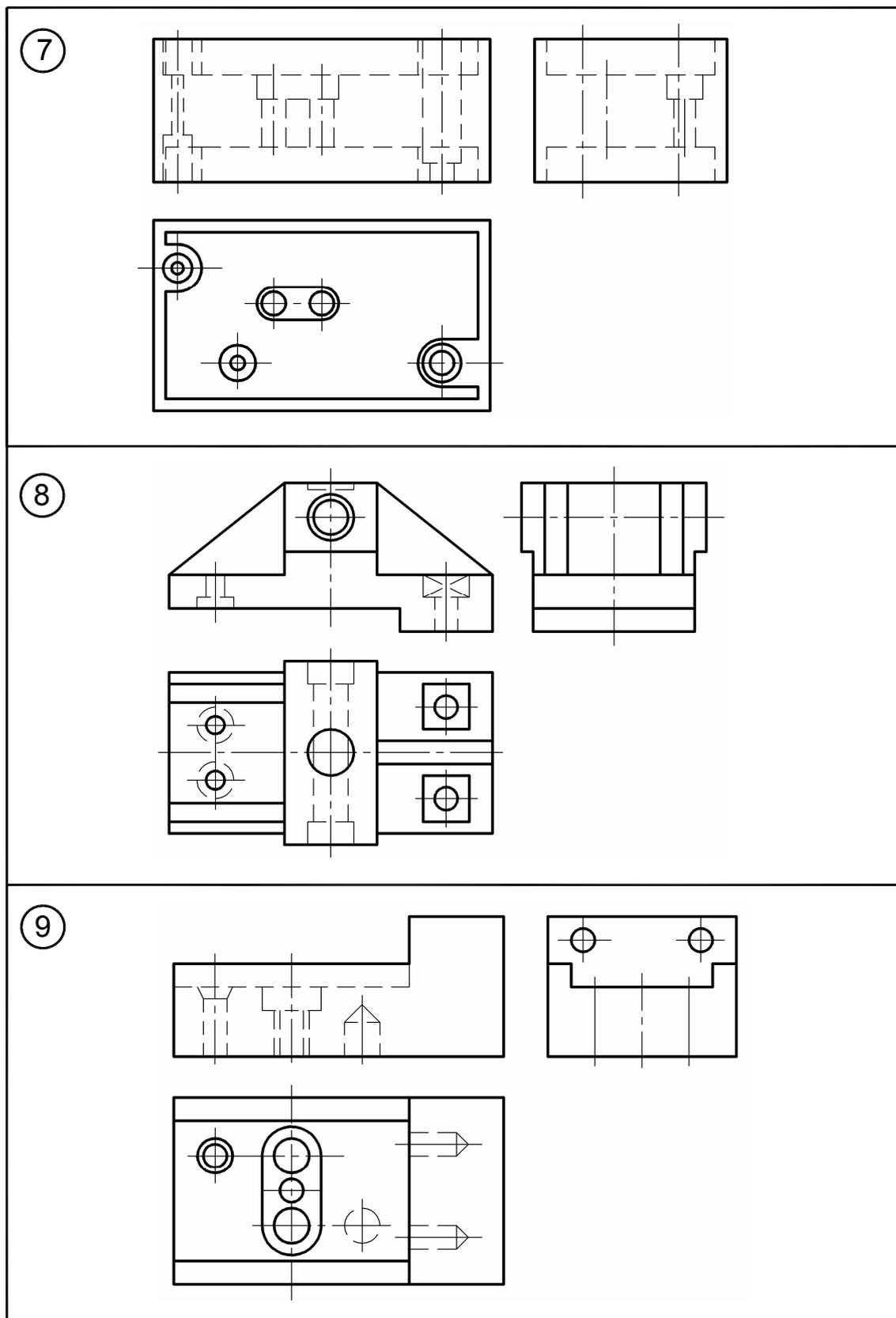


Таблица 8 (продолжение)

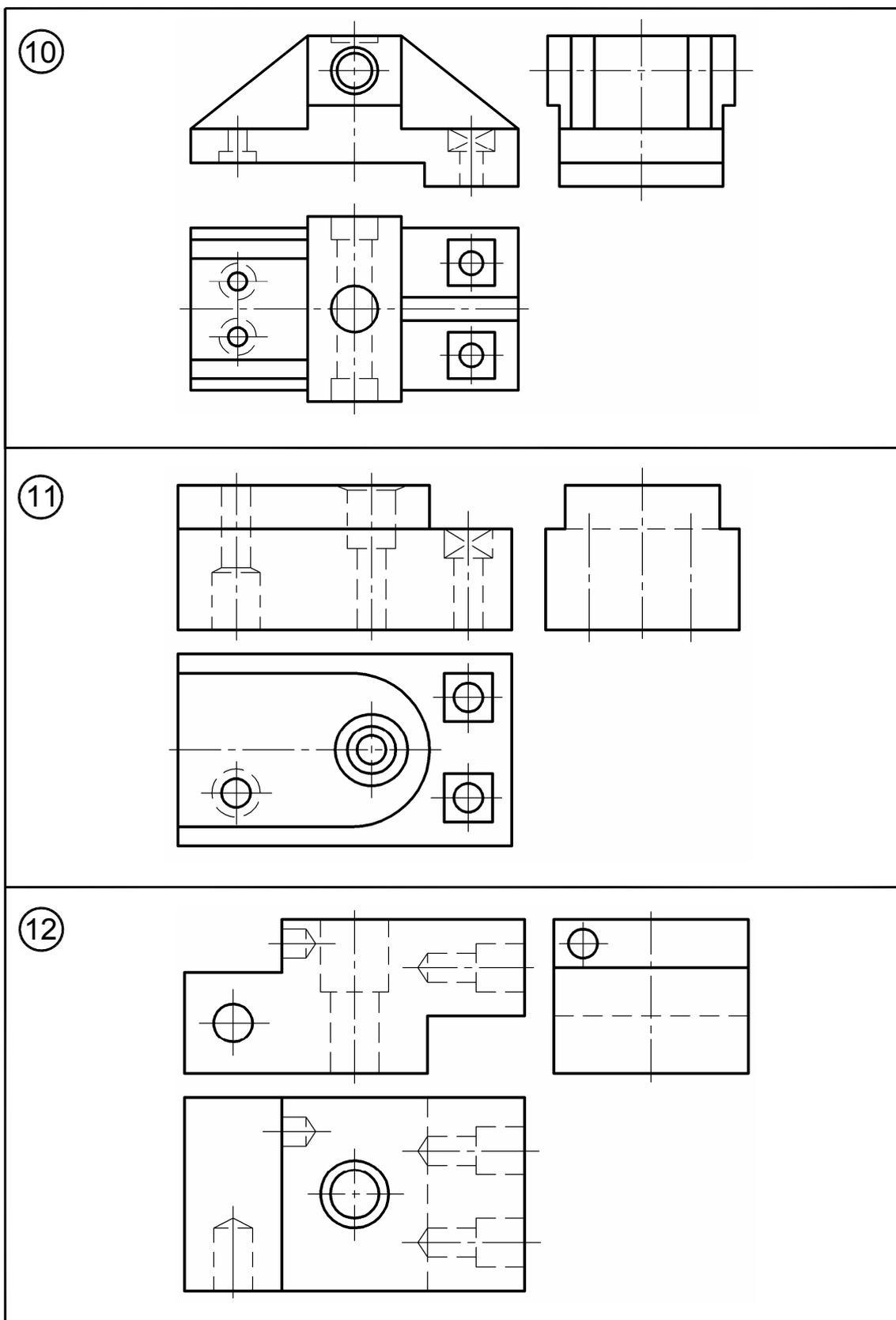


Таблица 8 (продолжение)

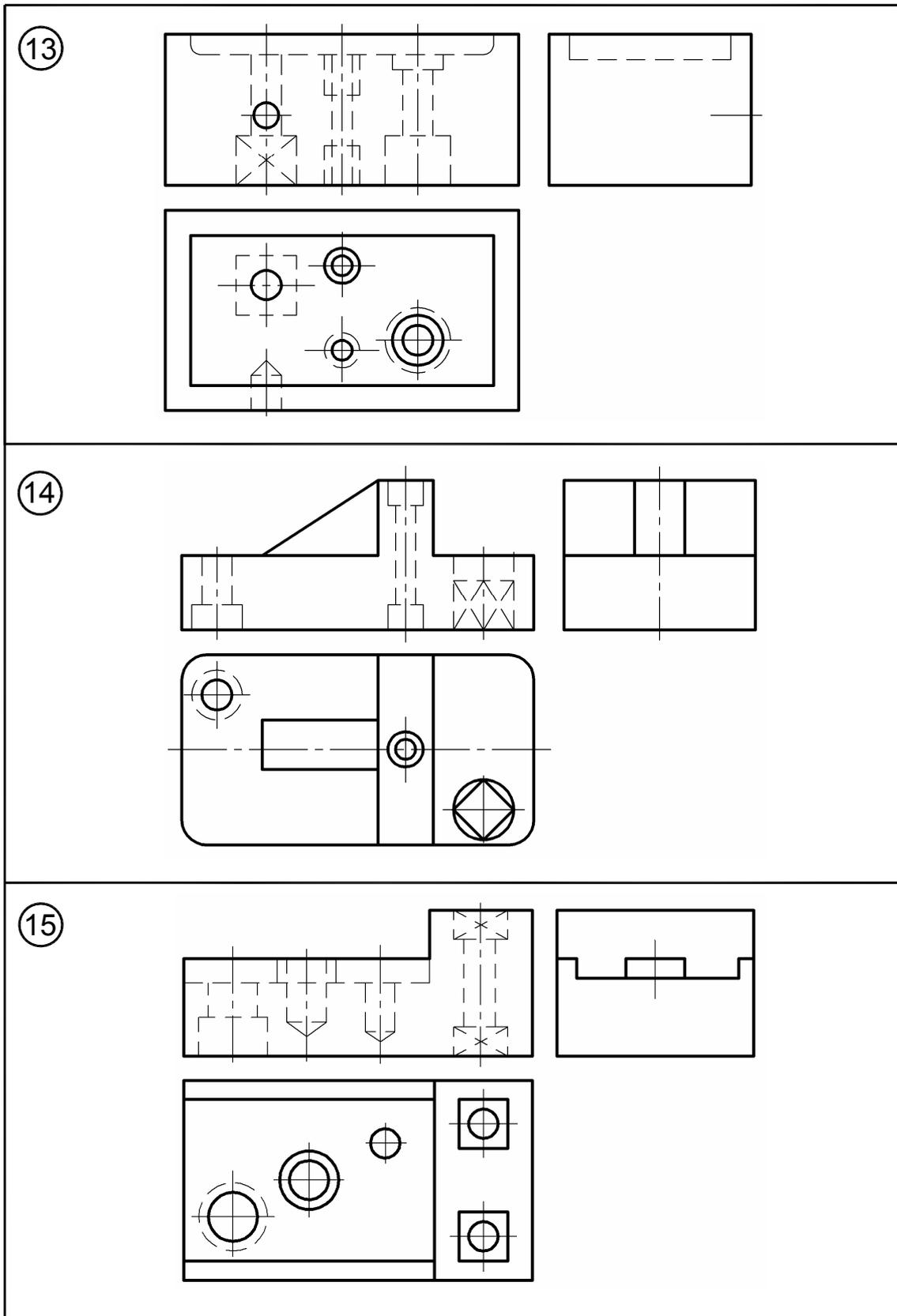


Таблица 8 (продолжение)

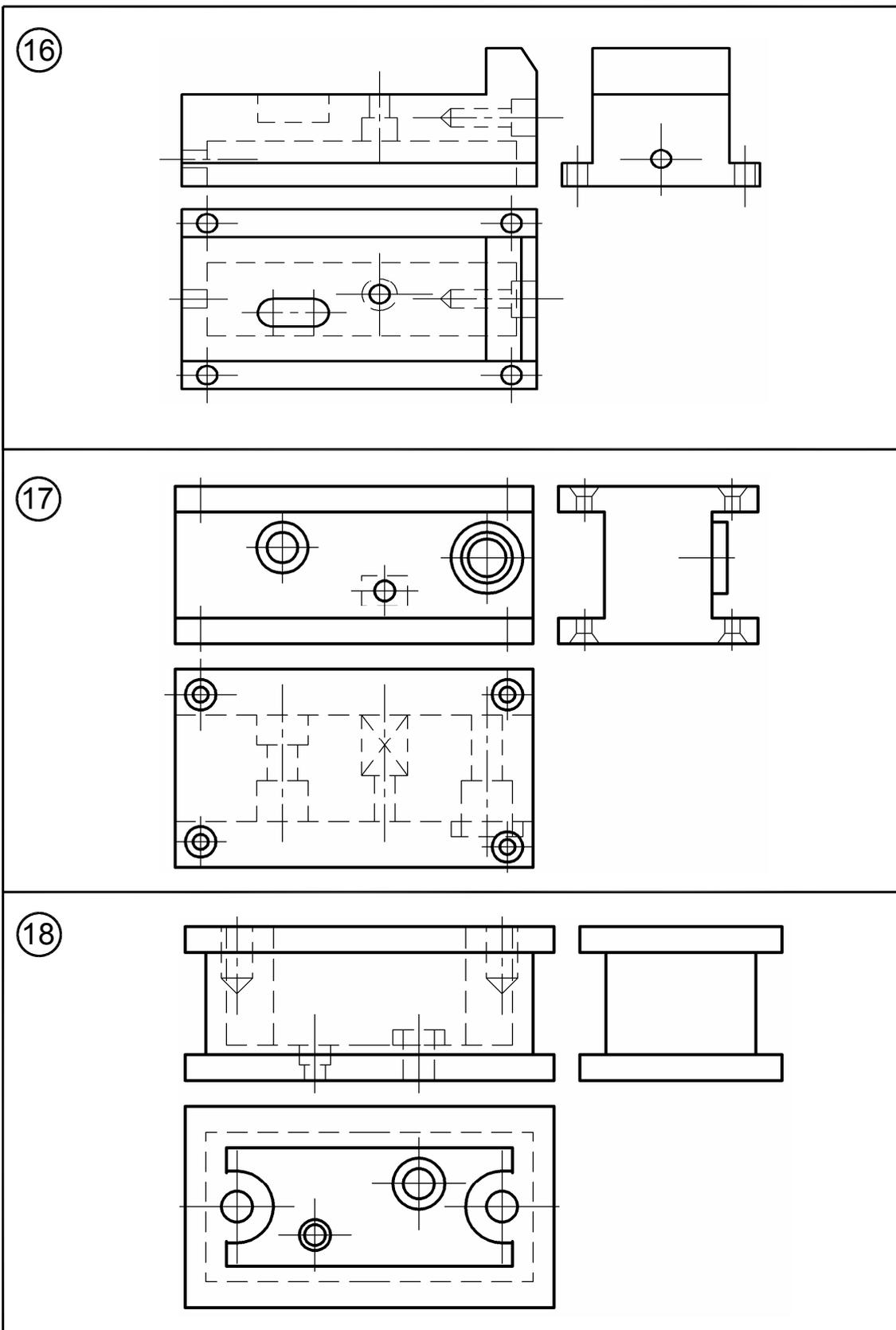


Таблица 8 (продолжение)

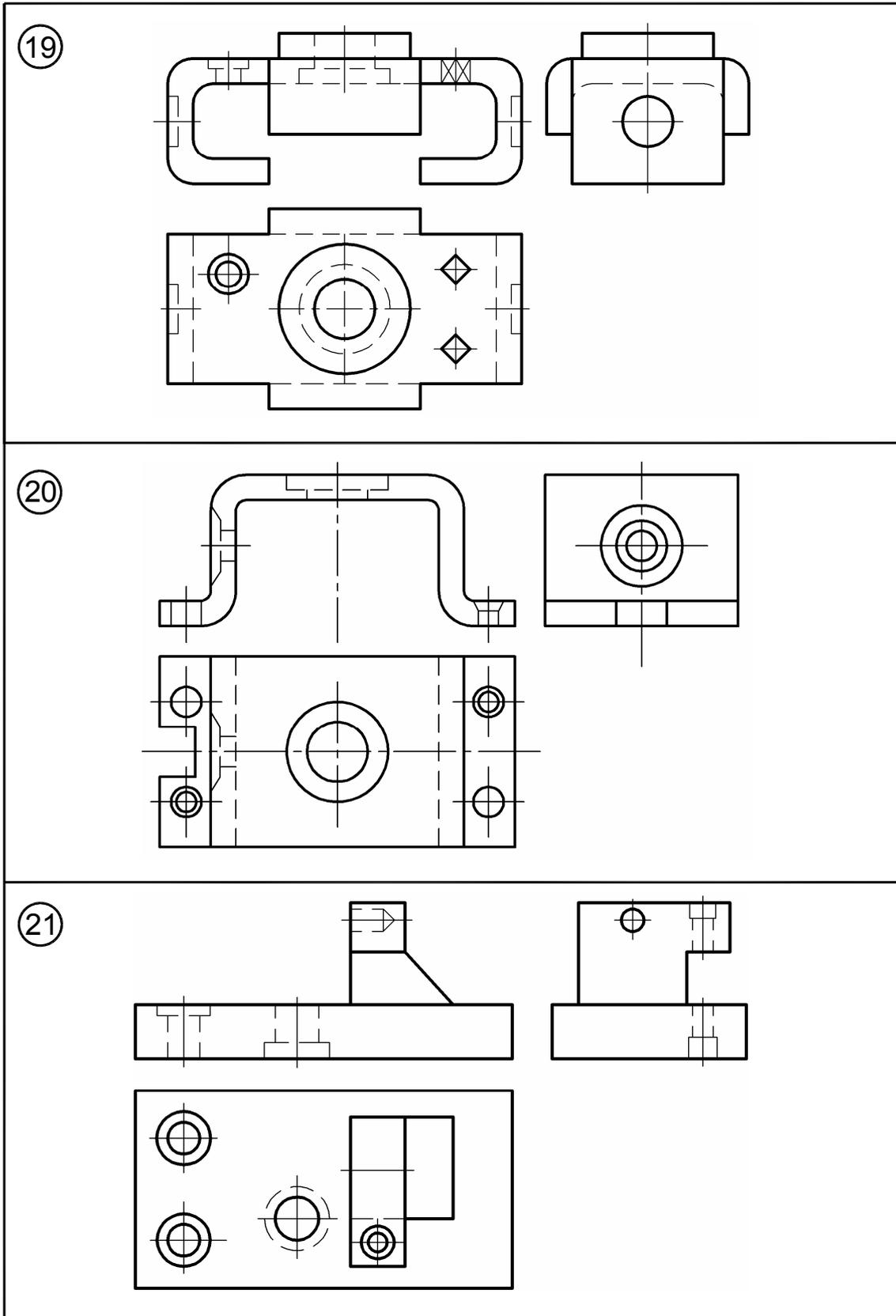


Таблица 8 (продолжение)

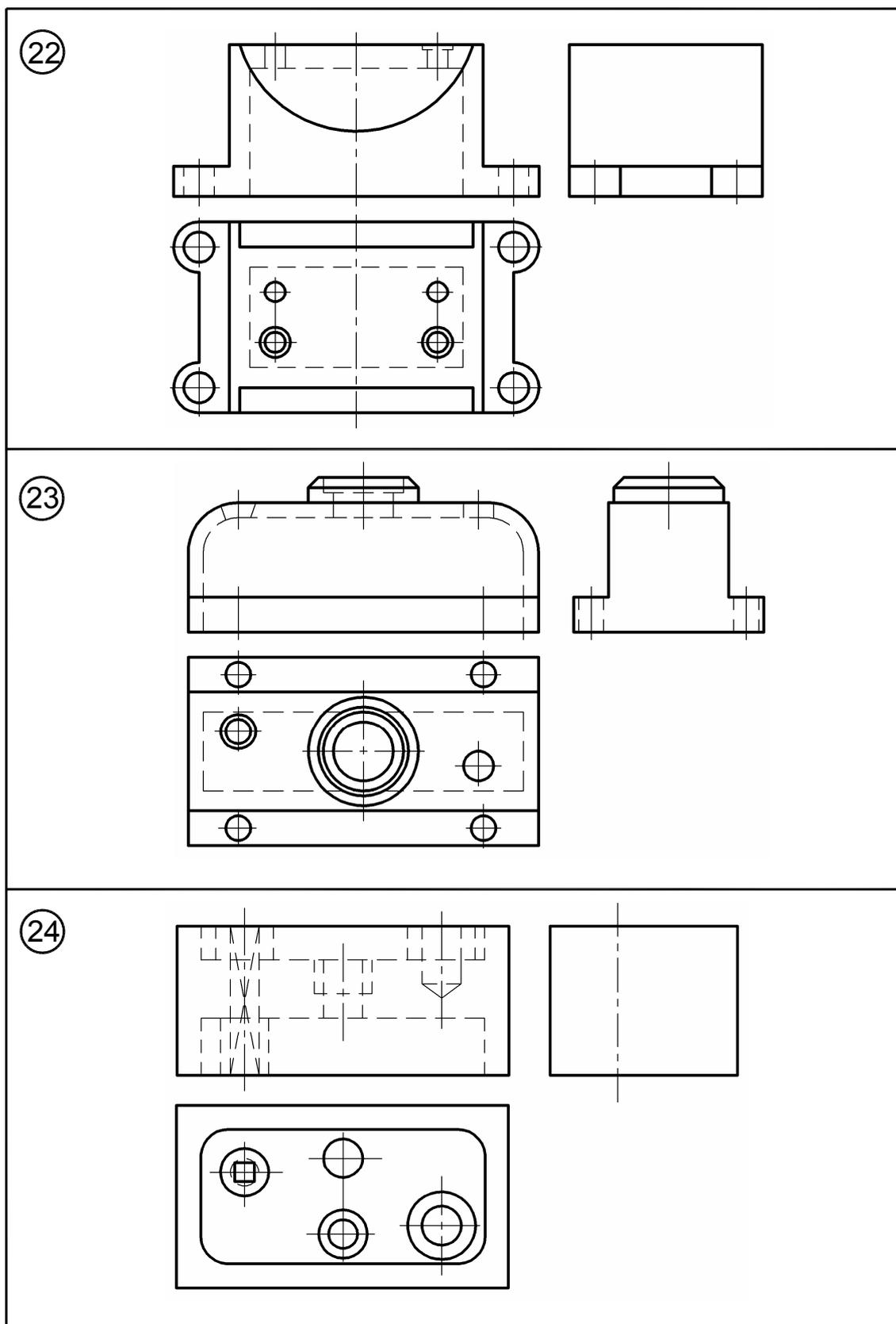
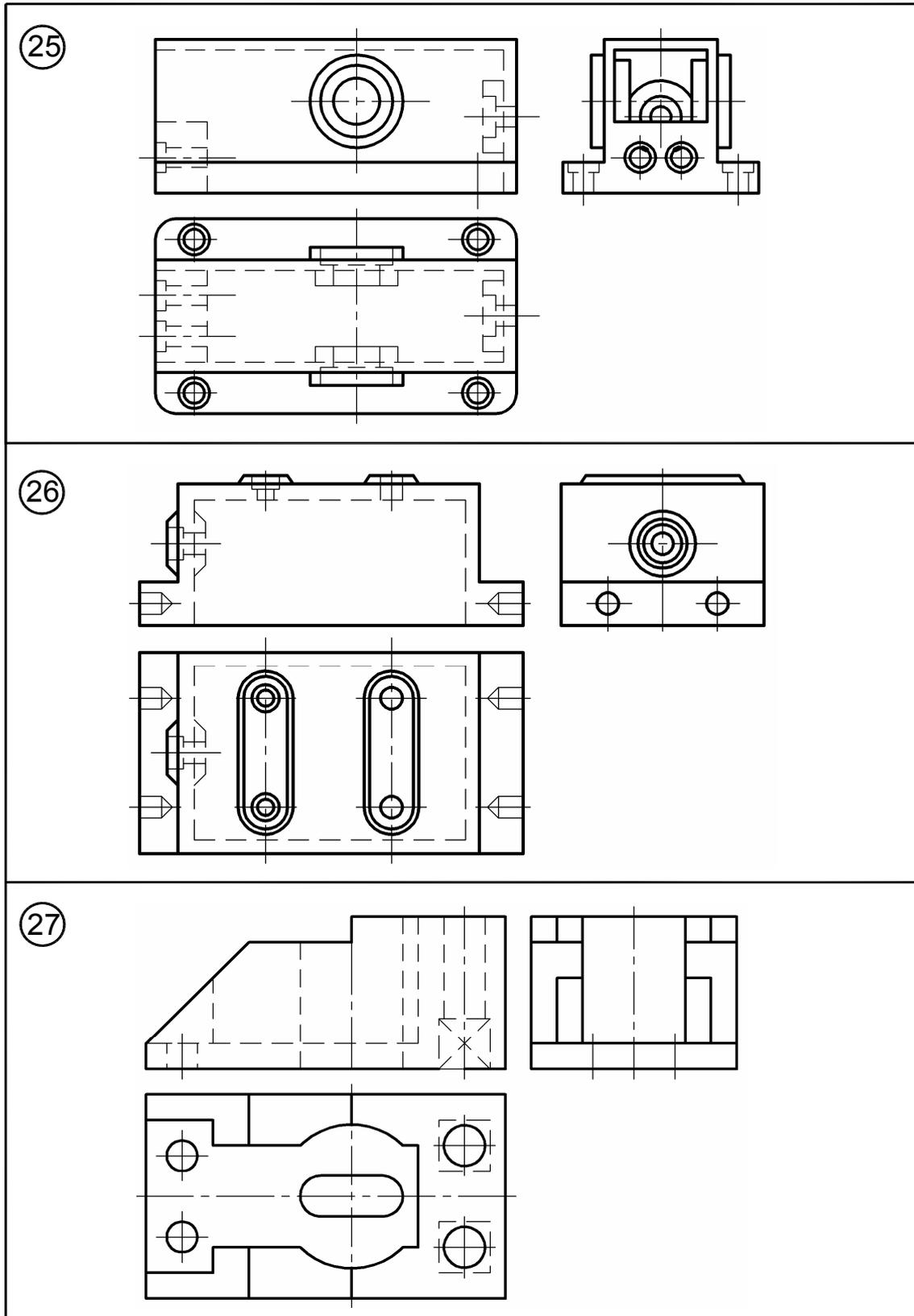
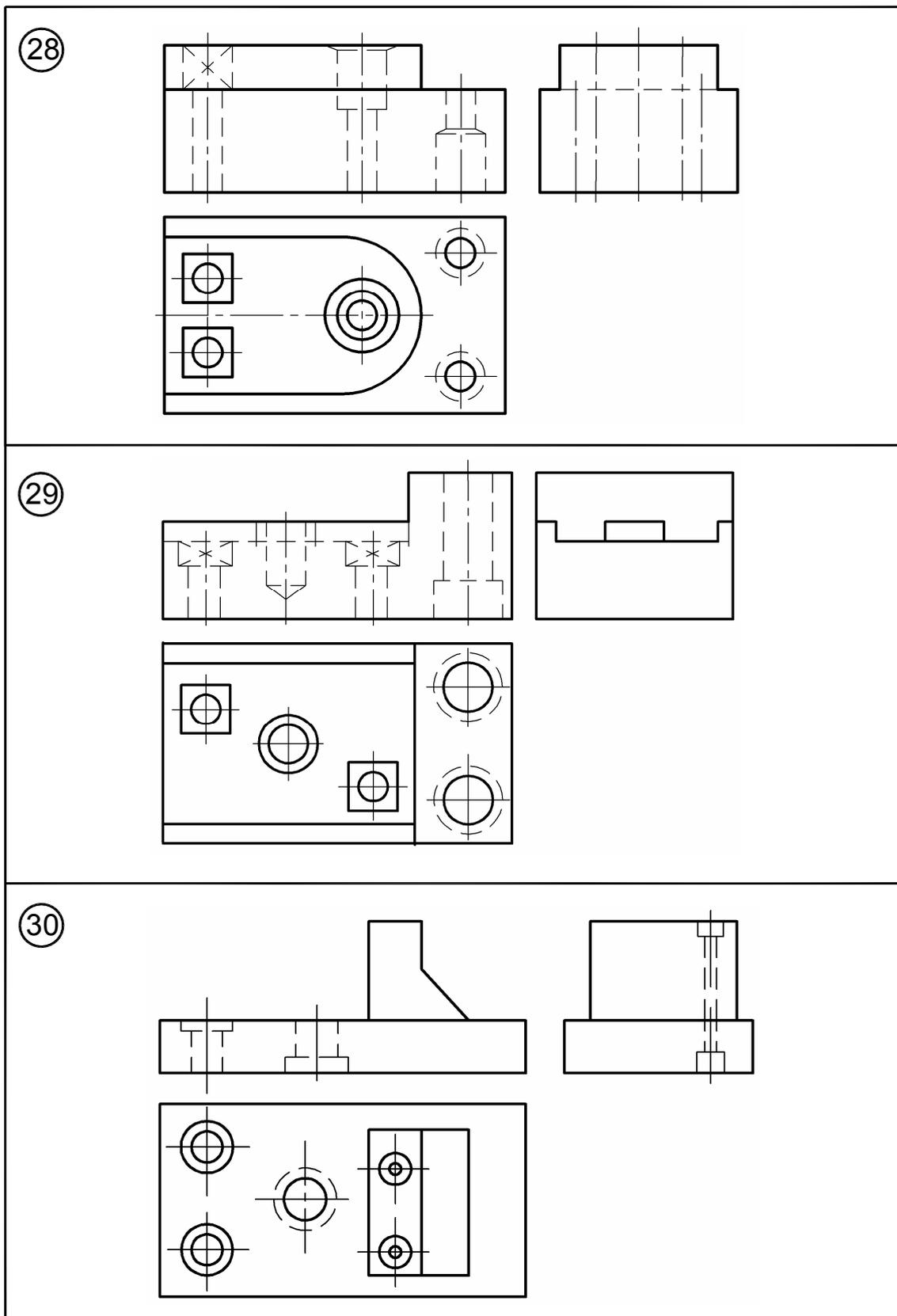


Таблица 8 (продолжение)





Тема 6. СЕЧЕНИЯ

Цели работы:

1. Изучение и практическое применение правил изображения предметов с использованием сечений в соответствии с ГОСТ 2.305-68.
2. Приобретение навыков пространственного представления, позволяющих по заданному аксонометрическому изображению предмета и чертежу представить его форму, взаимное расположение частей и ориентацию относительно плоскостей проекций.
3. Приобретение навыков выполнения и обозначения симметричных и несимметричных сечений.
4. Развитие навыков в простановке размеров на детали типа вал и на сечениях по ГОСТ 2.307-68.

Методические указания по выполнению

Сечение – изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывается только то, что лежит непосредственно в секущей плоскости.

В зависимости от определенных условий сечения подразделяют, как показано на рис. 23.

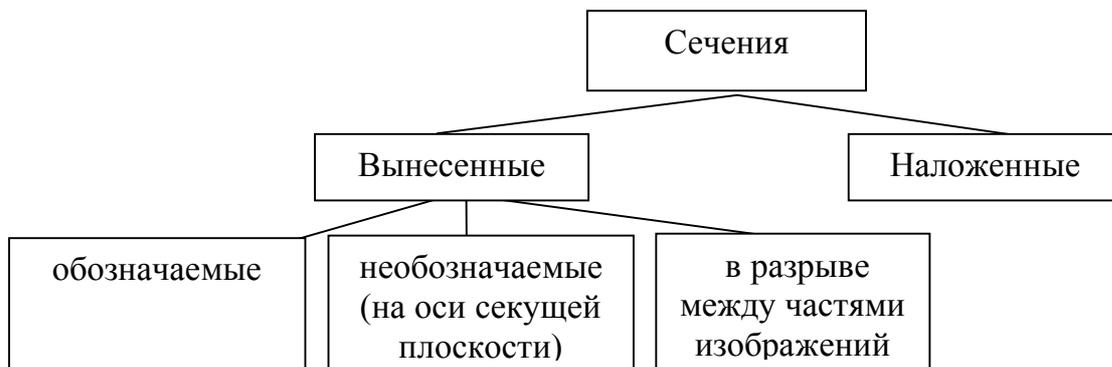


Рис. 23. Классификация сечений

Предпочтительными являются *вынесенные сечения*. Вынесенные сечения располагаются вне изображения детали: 1) в разрыве между частями одного и того же изображения (рис. 24,*a*); 2) на продолжении

следа секущей плоскости (рис. 24,б); 3) на свободном месте поля чертежа (рис. 24,в).

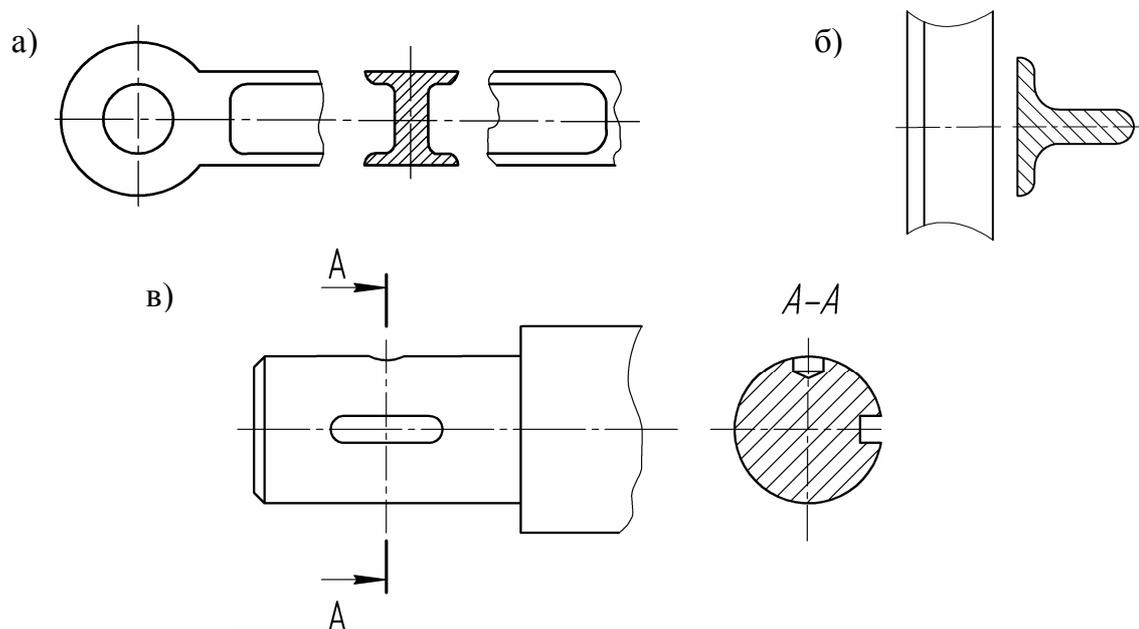


Рис. 24. Примеры вынесенных сечений

В разрыве между частями изображения и на продолжении следа секущей плоскости рекомендуется располагать симметричные сечения, тогда они не обозначаются (см. рис. 24,а). Если сечение располагается на свободном поле чертежа, то оно обозначается так же, как обозначаются разрезы (см. рис. 24,в). Для сечений всех видов, когда секущая плоскость проходит через ось вращения цилиндрического, конического, сферического углублений или сквозного отверстия, контуры углублений и отверстий должны быть вычерчены полностью (см. рис. 24,в).

Контур вынесенного сечения всегда обводится сплошной толстой линией.

Наложённые сечения вычерчиваются непосредственно на изображении детали. Контур его обводится сплошной тонкой линией ($S/2 - S/3$). В месте расположения наложенного сечения линии контура изображения детали не прерываются (рис. 25).

Наложённое сечение не обозначается, если оно симметрично (см. рис. 25,а).

Для несимметричных наложенных сечений указывают положение секущей плоскости и направление взгляда (см. рис. 25,б).

Наложенные сечения рекомендуется применять в тех случаях, когда контур его не пересекается никакими линиями видимого контура детали.

Если изображение сечения состоит из двух и более частей, то оно выполняется по типу разреза, т.е. на чертеже изображаются линии, которые лежат за секущей плоскостью, они соединяют отдельные части сечения.

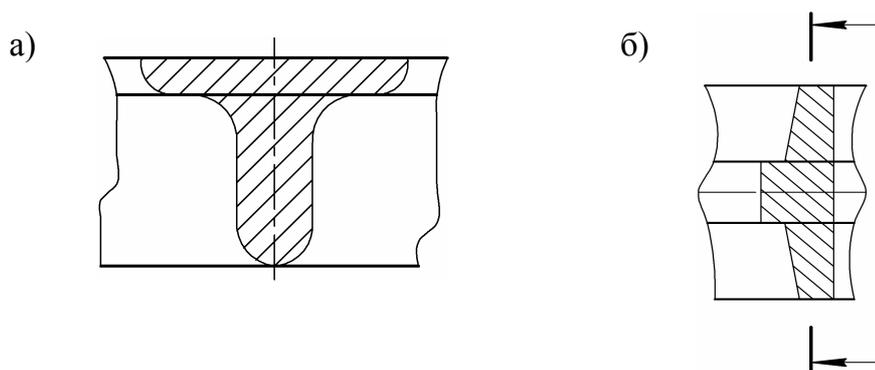


Рис. 25. Примеры наложенных сечений

Содержание и оформление:

1. Перечертить главный вид вала по размерам.
2. Для выявления внутреннего контура детали выполнить местные разрезы и сечения (по возможности используя различные типы сечений).
3. Проставить размеры.

Варианты задания приведены в табл. 9. Номер варианта задания соответствует порядковому номеру фамилии студента в списке группы.

Пример выполнения задания представлен на рис. 26.

Варианты задания "Сечения"

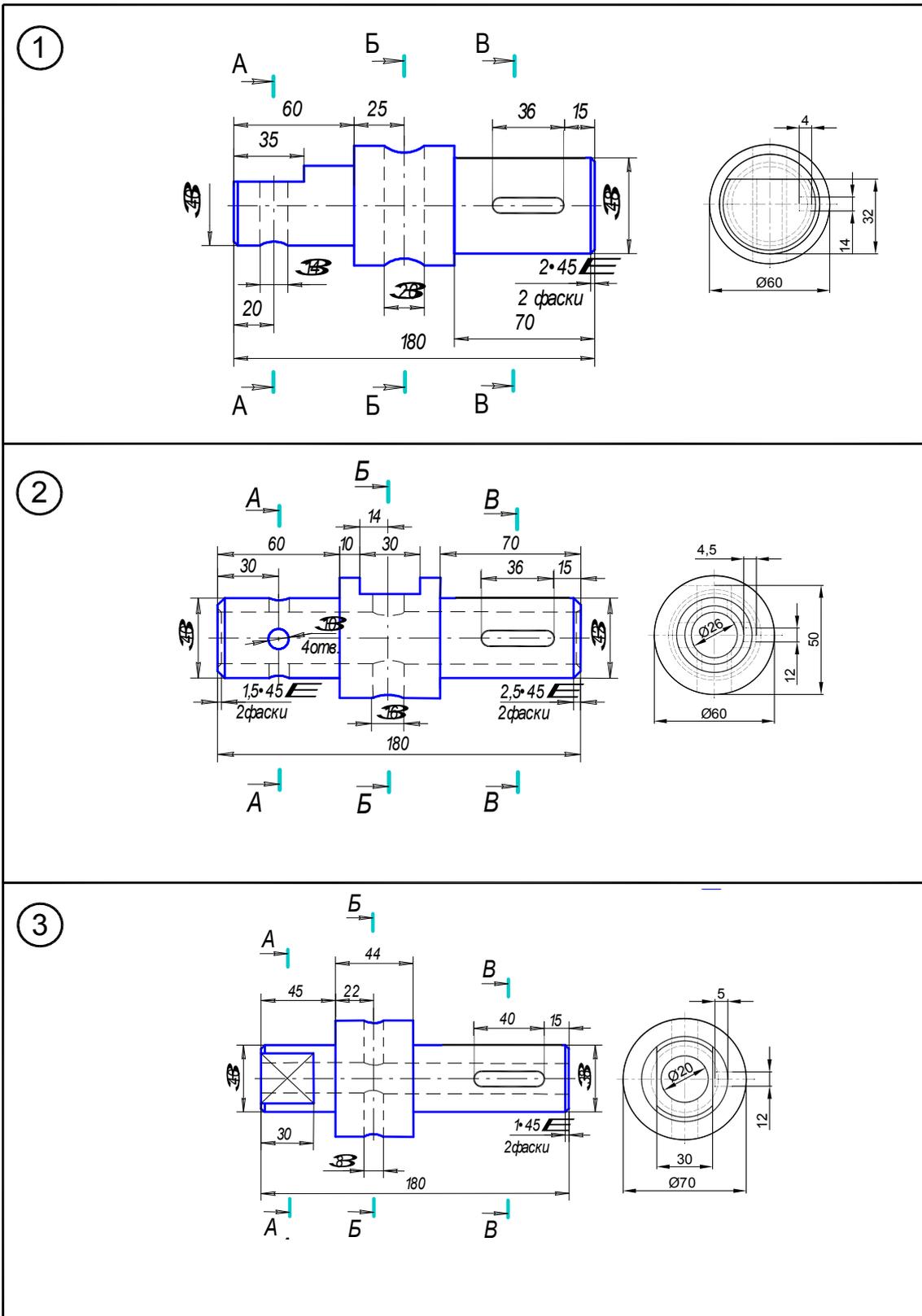


Таблица 9 (продолжение)

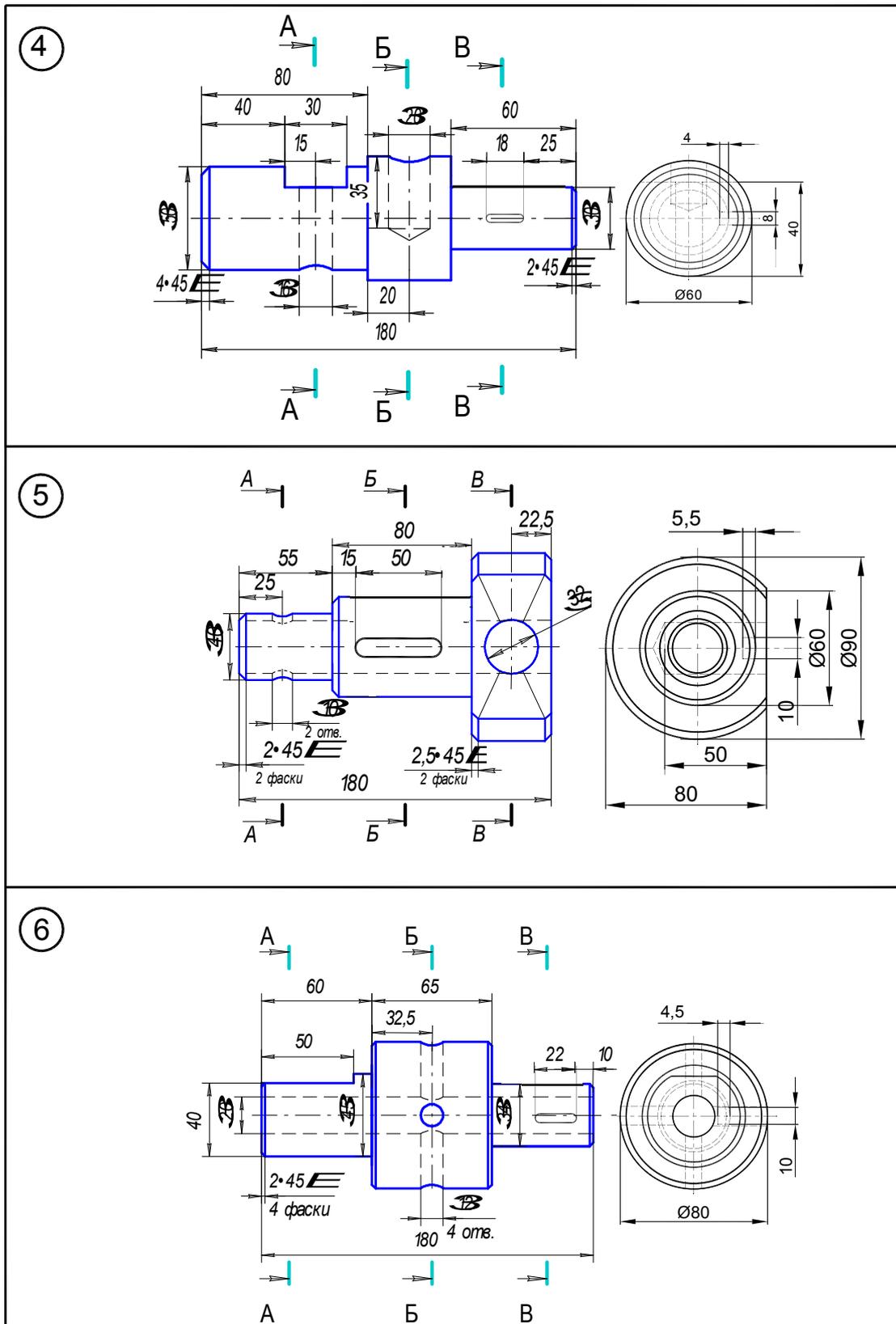


Таблица 9 (продолжение)

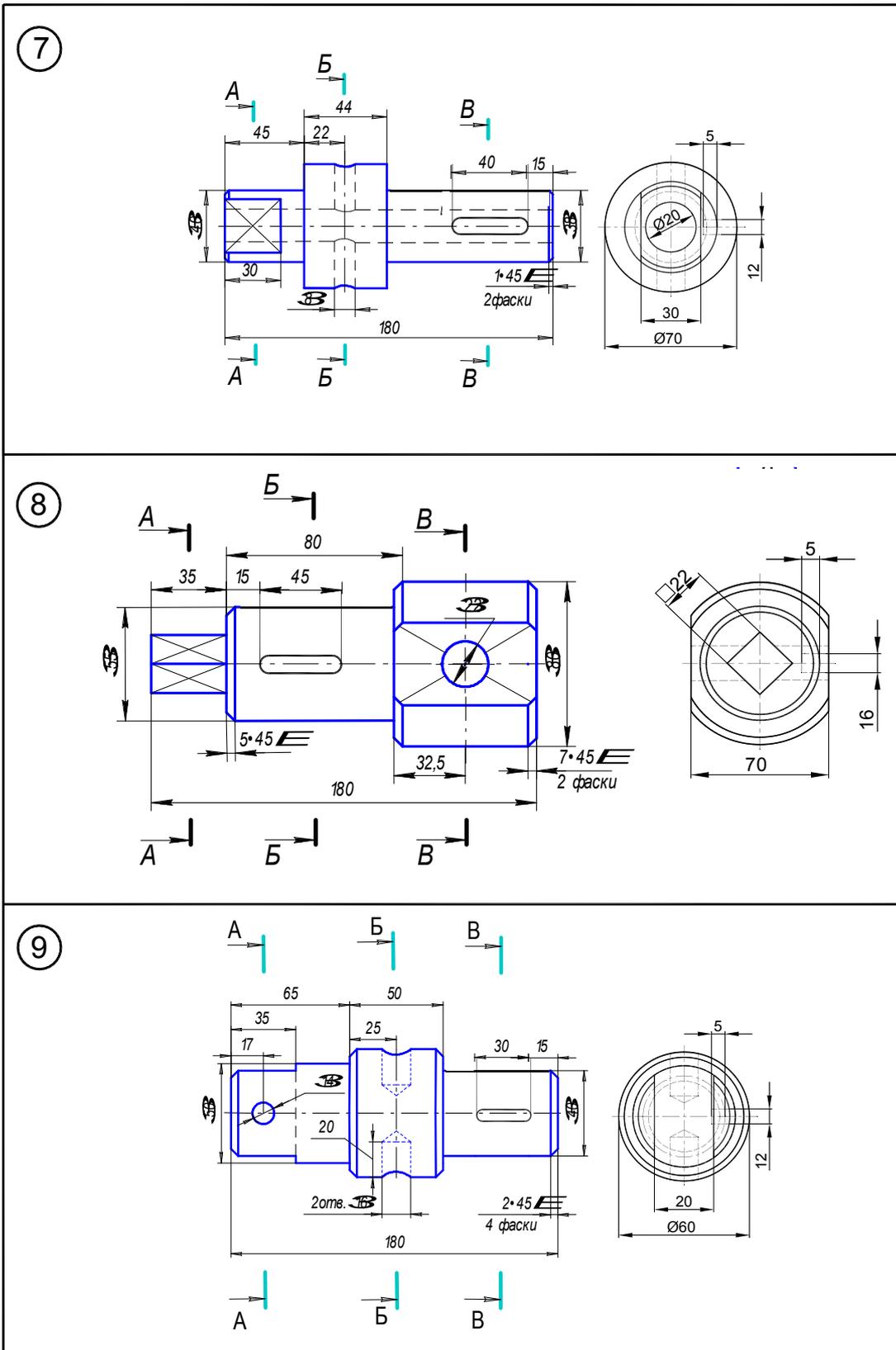


Таблица 9 (продолжение)

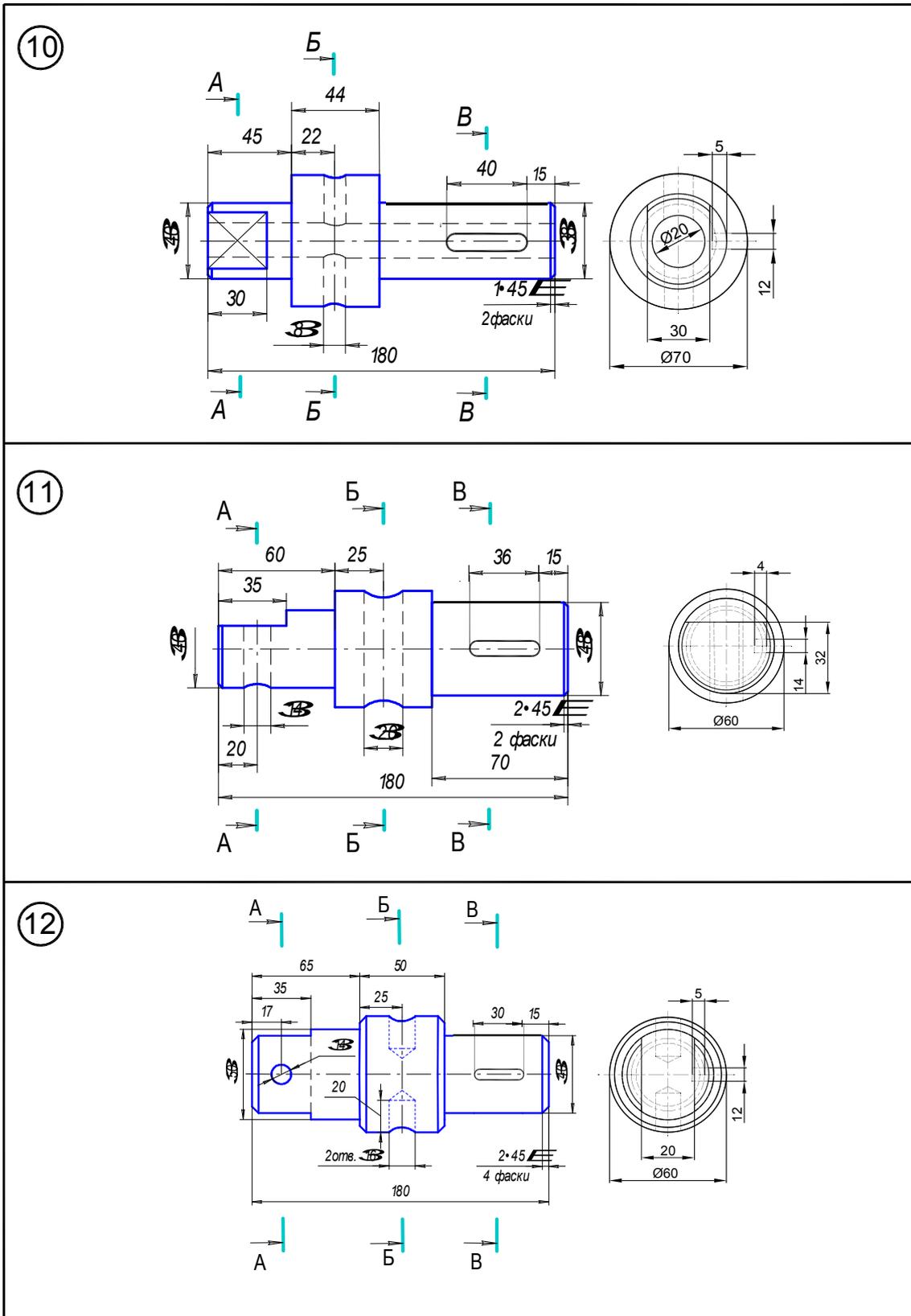


Таблица 9 (продолжение)

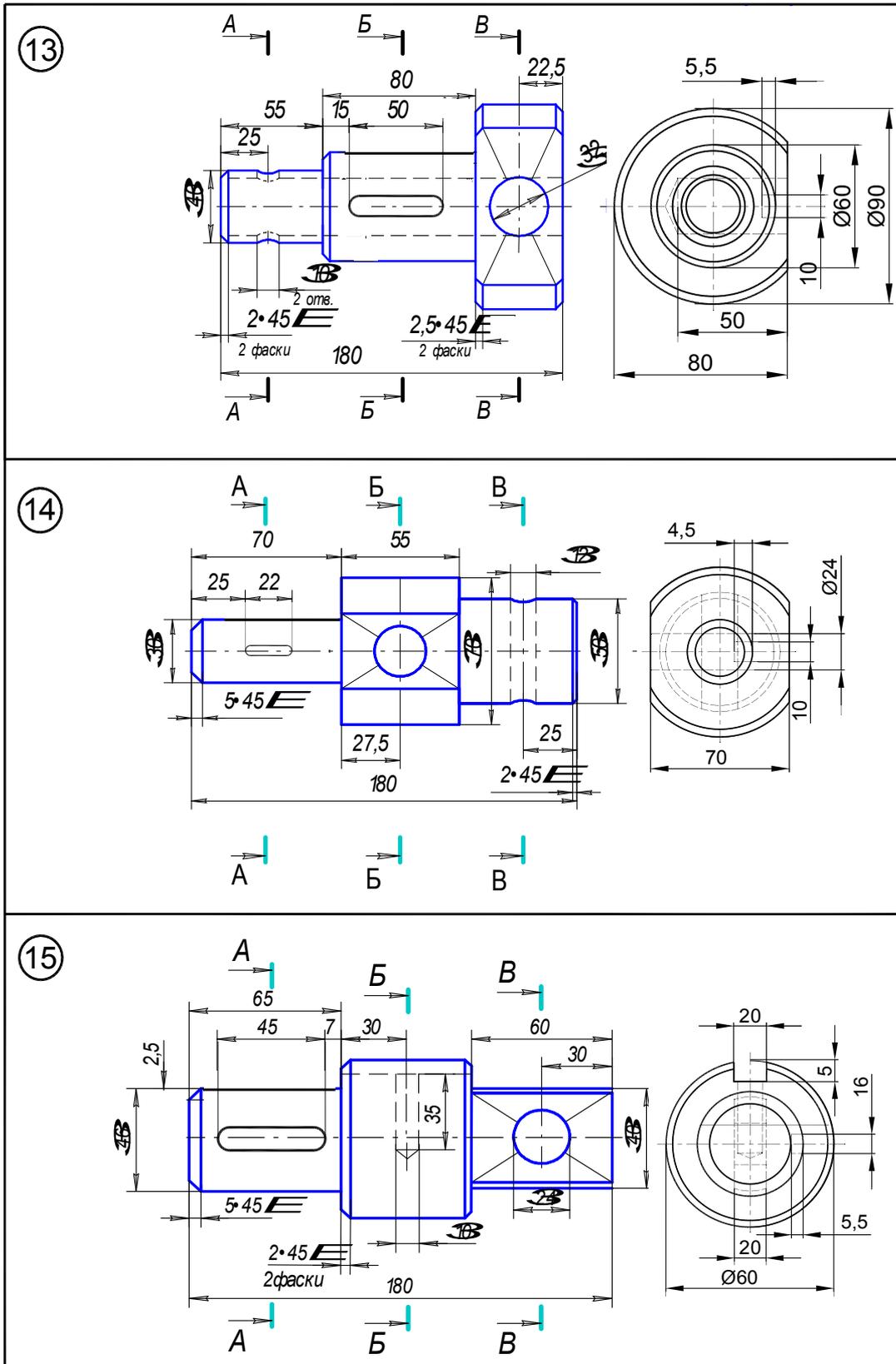


Таблица 9 (продолжение)

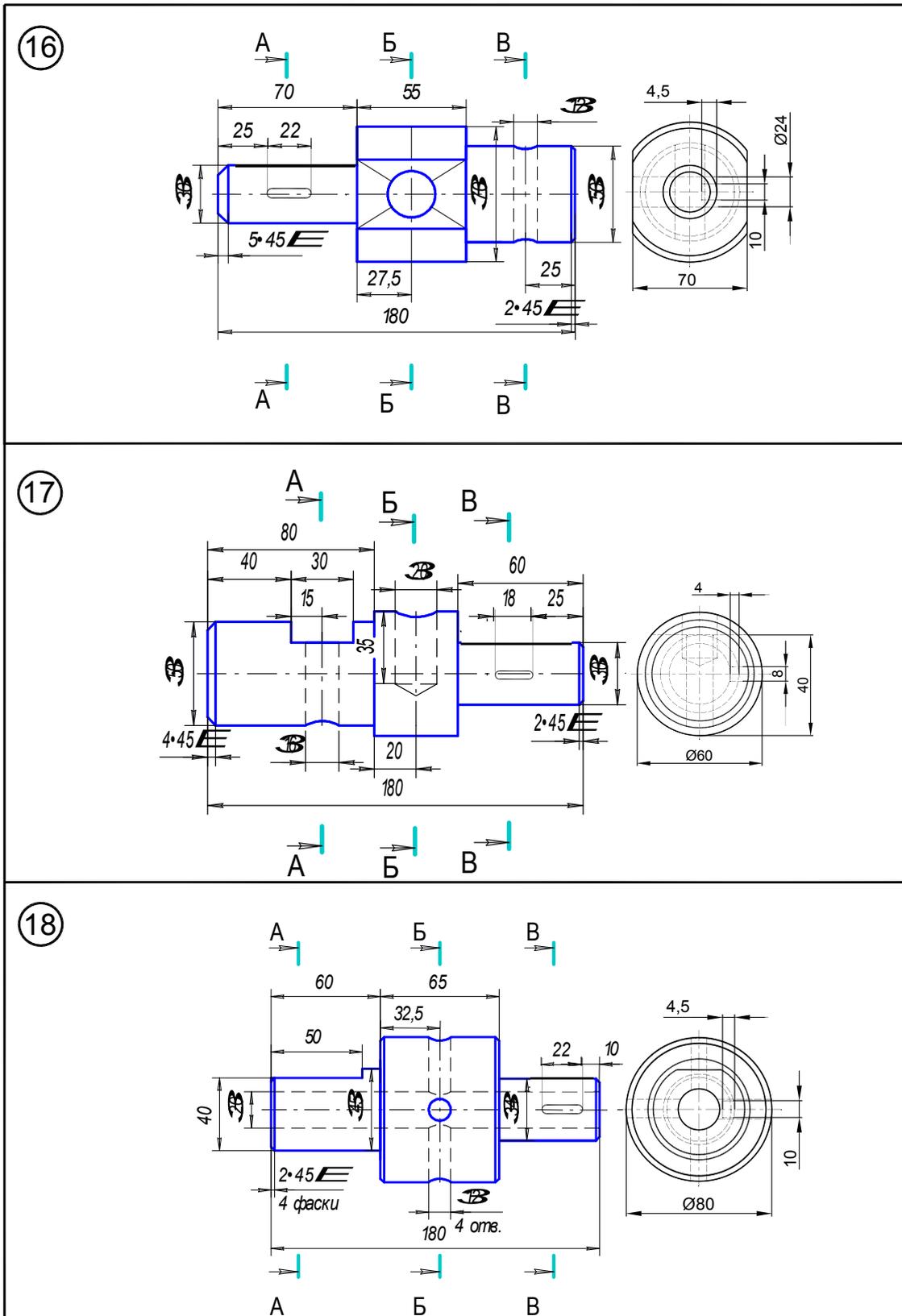


Таблица 9 (продолжение)

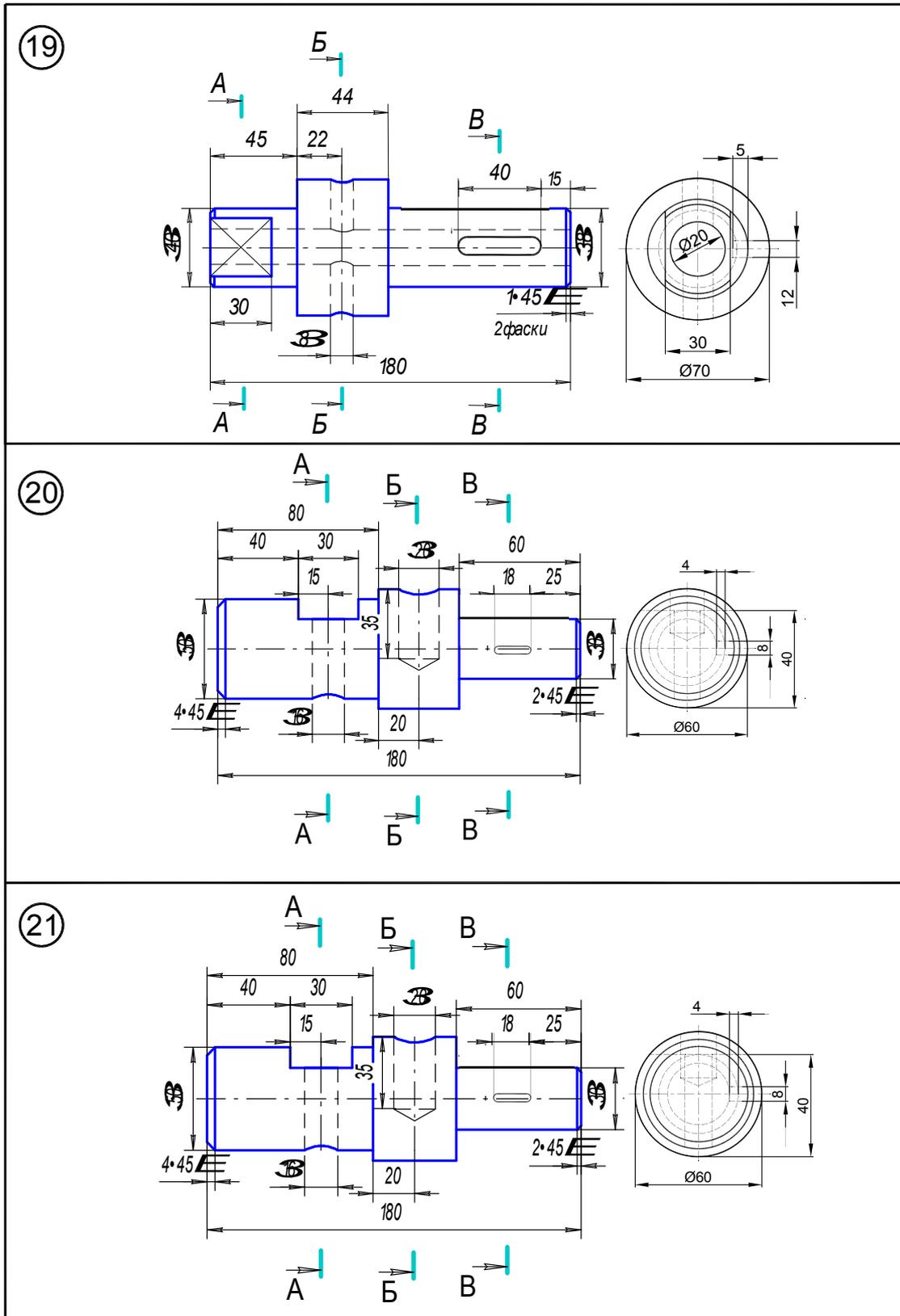


Таблица 9 (продолжение)

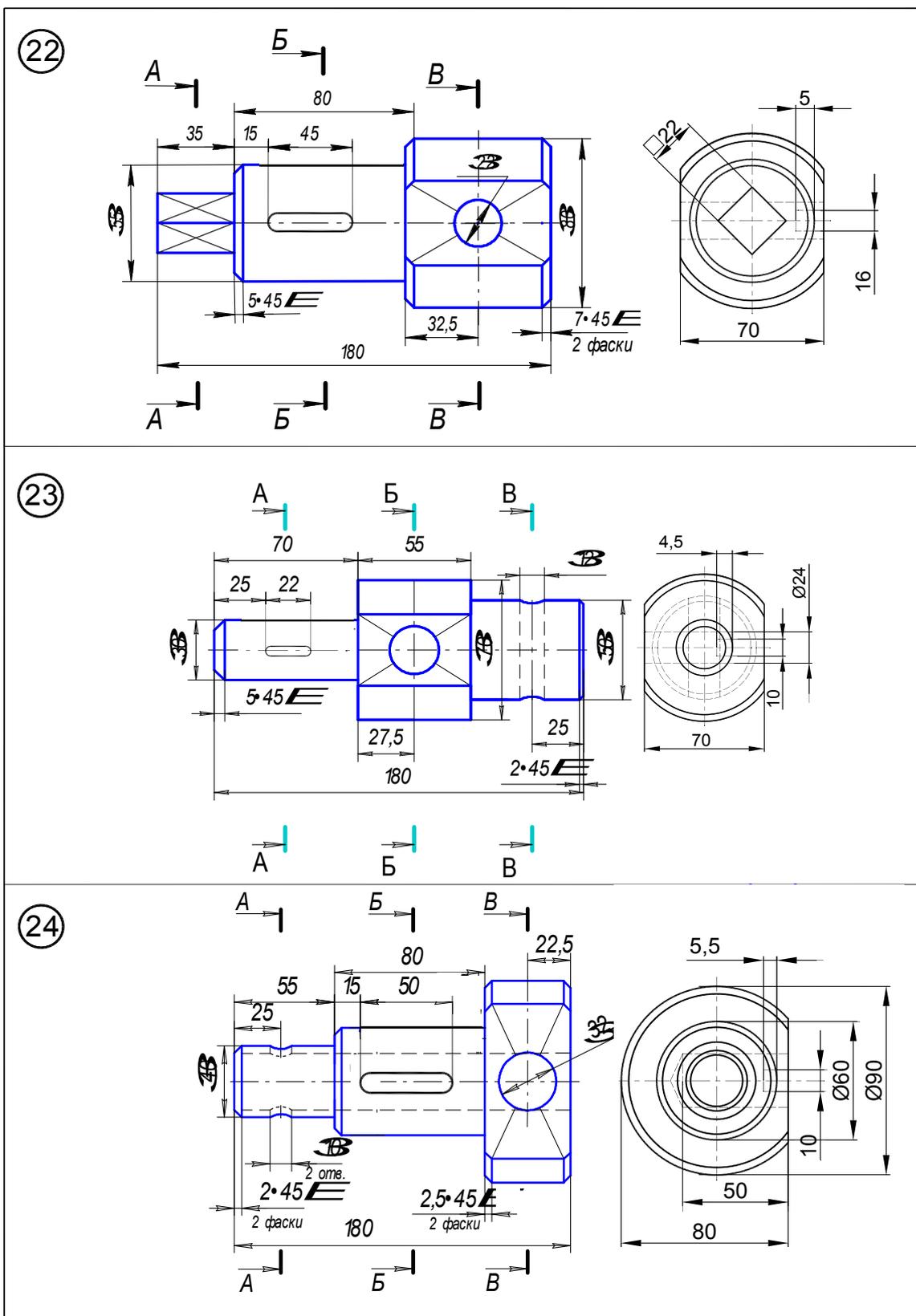


Таблица 9 (продолжение)

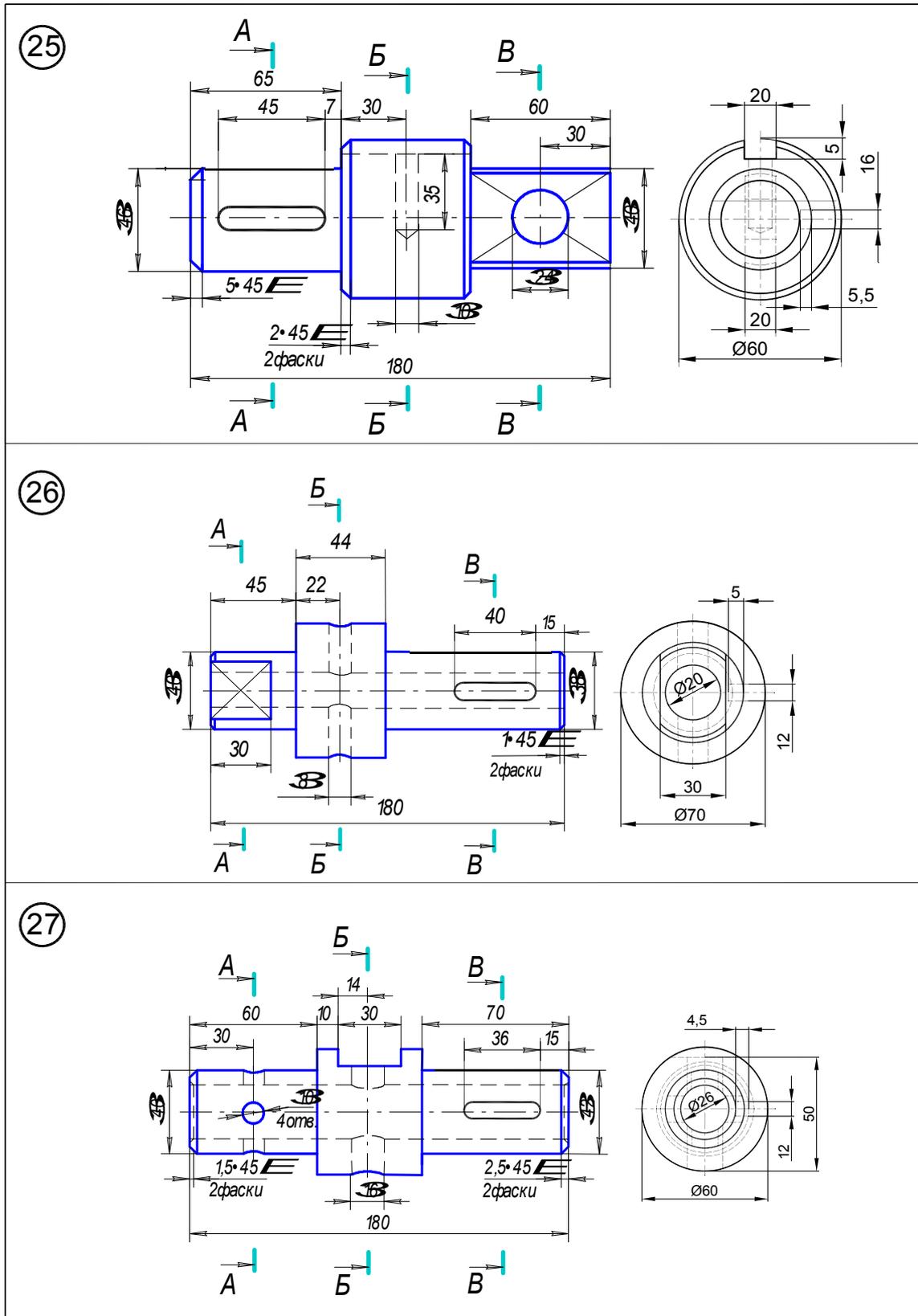
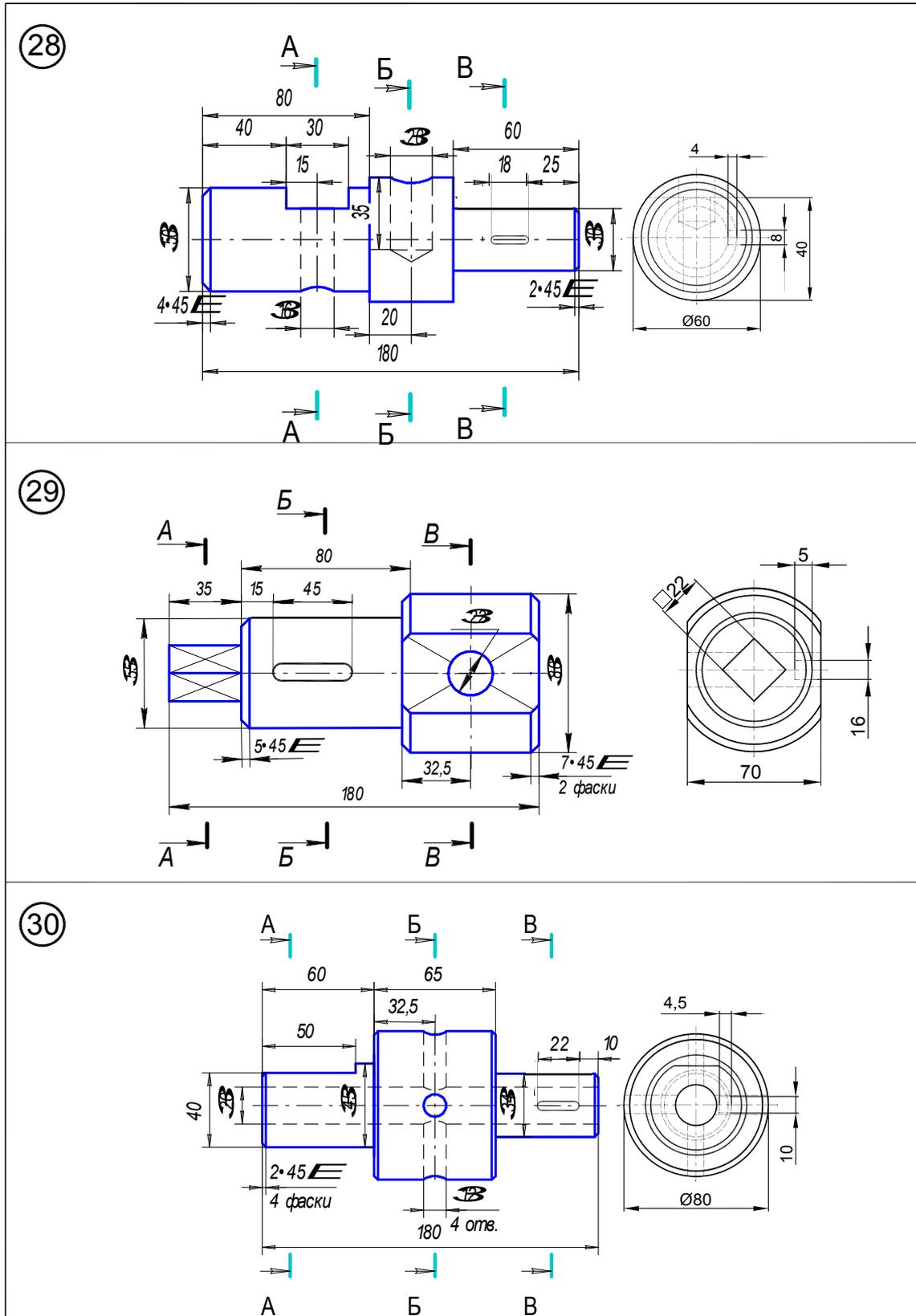


Таблица 9 (продолжение)



Тема 7. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ (ПЛОСКИЙ ПОСРЕДНИК)

Цели работы:

1. Приобретение навыков пространственного представления, позволяющих по изображениям объектов (чертежу) представить их форму и взаимное положение.
2. Приобретение навыков построения линии пересечения по заданным проекциям поверхностей.
3. Изучение и практическое применение методов решения задач на определение линий пересечения поверхностей методом вспомогательных плоскостей.

Методические указания по решению

Алгоритм построения линии пересечения поверхностей:

1. Выбрать поверхность (плоскость)-посредник, которая должна заданные поверхности пересекать по геометрически простым линиям (в задании – по прямым или окружностям).
2. Построить линии пересечения заданных поверхностей со вспомогательной поверхностью (плоскостью).
3. Найти точки пересечения построенных линий.
4. Построенные точки соединить плавной кривой с учетом видимости.

Варианты задания приведены в табл. 10 и на рис. 27.

Пример выполнения задания представлен на рис. 28, 29, 30.

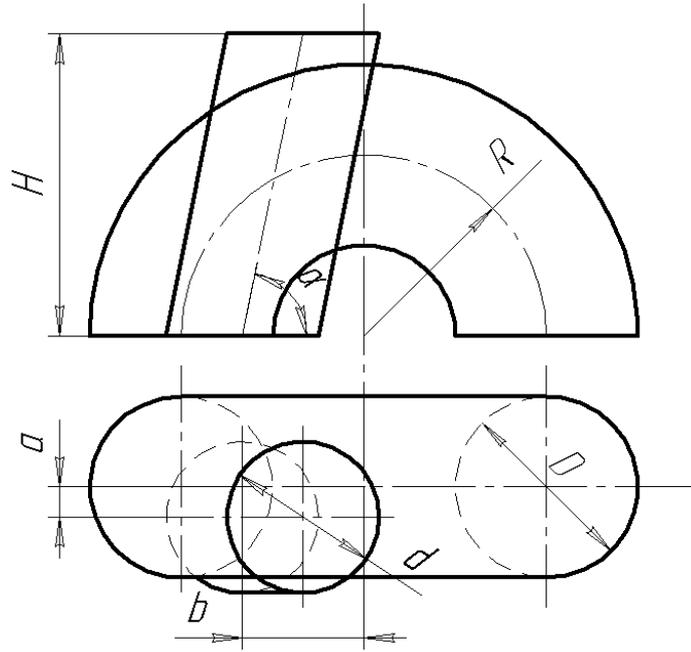
На рис. 28 применены фронтальные вспомогательные плоскости. Их выбор ограничен областью существования кривой пересечения. Выбор вспомогательных плоскостей произволен, но обязательно должны выбираться плоскости, проходящие через крайние образующие поверхностей и совпадающие с плоскостями симметрии цилиндра и тора. Крайние вспомогательные плоскости позволяют найти экстремальные точки кривой пересечения. Плоскости, совпадающие с плоскостями симметрии, позволяют найти точки касания кривой пересечения и очерковых кривых данных поверхностей. Эти точки являются точками изменения видимости кривой пересечения. Опорных точек может не быть, так как нет общей плоскости симметрии, но в данном примере опорными точками являются точки пересечения оснований тора и цилиндра.

Таблица 10

Варианты задания "Пересечение поверхностей (плоский посредник)"

№ вар.	Рис. 27	a , мм	b , мм	H , мм	h , мм	R , мм	α , град	D , мм	d , мм
1	а	0	80	120	-	80	45	80	70
2	б	0	20	110	100	-	60	110	60
3	в	50	20	120	60	-	120	120	90
4	а	0	70	130	-	70	60	70	80
5	б	10	10	110	90	-	45	120	80
6	в	60	30	120	70	-	135	110	100
7	а	0	60	140	-	80	60	90	70
8	б	20	30	110	100	-	45	120	60
9	в	70	40	120	40	-	135	100	110
10	а	10	80	120	-	70	120	90	80
11	б	0	10	120	90	-	60	130	70
12	в	50	50	130	50	-	120	100	100
13	а	10	70	130	-	80	120	80	70
14	б	10	30	120	100	-	60	110	60
15	в	60	50	120	60	-	120	110	110
16	а	10	60	140	-	70	45	70	80
17	б	20	20	120	90	-	45	120	80
18	в	70	40	120	60	-	120	110	90
19	а	10	0	120	-	80	60	80	70
20	б	0	30	130	100	-	45	130	60
21	в	50	30	120	40	-	135	110	90
22	а	10	10	130	-	70	60	70	80
23	б	10	20	130	90	-	60	120	70
24	в	60	20	130	50	-	135	120	100
25	а	10	20	140	-	80	120	90	70
26	б	20	10	130	100	-	60	110	80
27	в	70	30	120	60	-	120	100	100
28	а	20	0	130	-	70	120	90	80
29	б	20	30	110	90	-	45	110	70
30	в	50	40	120	70	-	135	110	90

a)



б)

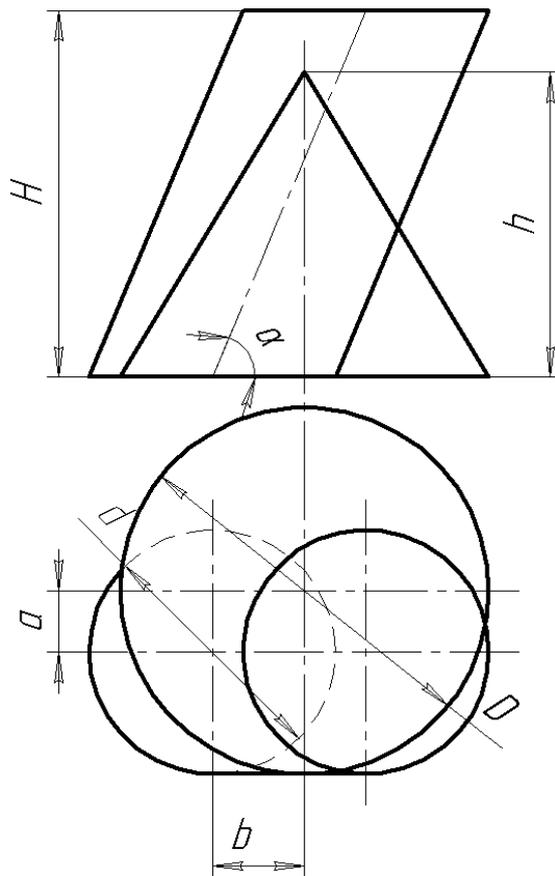


Рис. 27. Задания "Пересечение поверхностей (плоский посредник)" (начало)

в)

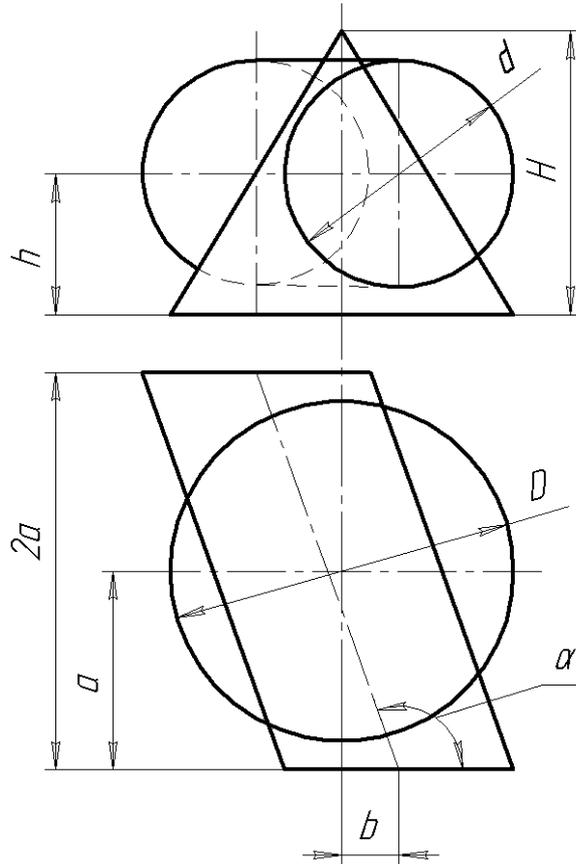


Рис. 27. Задания "Пересечение поверхностей (плоский посредник)" (окончание)

В примере на рис. 28 применены фронтальные плоскости уровня. Каждая такая плоскость пересекает цилиндр по двум прямолинейным образующим, параллельным оси цилиндра, а тор – по двум окружностям. Точки пересечения окружностей и прямых есть точки кривой пересечения тора и цилиндра.

Фронтальные плоскости симметрии цилиндра и тора нужно использовать обязательно. Эти плоскости позволяют найти точки касания кривой пересечения с очерковыми образующими данных поверхностей.

В примере на рис. 29 применены горизонтальные вспомогательные плоскости. Самая нижняя вспомогательная плоскость проходит через основания конуса и цилиндра. На ней располагаются опорные точки – точки пересечения основания конуса и цилиндра. Поскольку общей плоскости симметрии данные поверхности не имеют, то опорных точек больше нет.

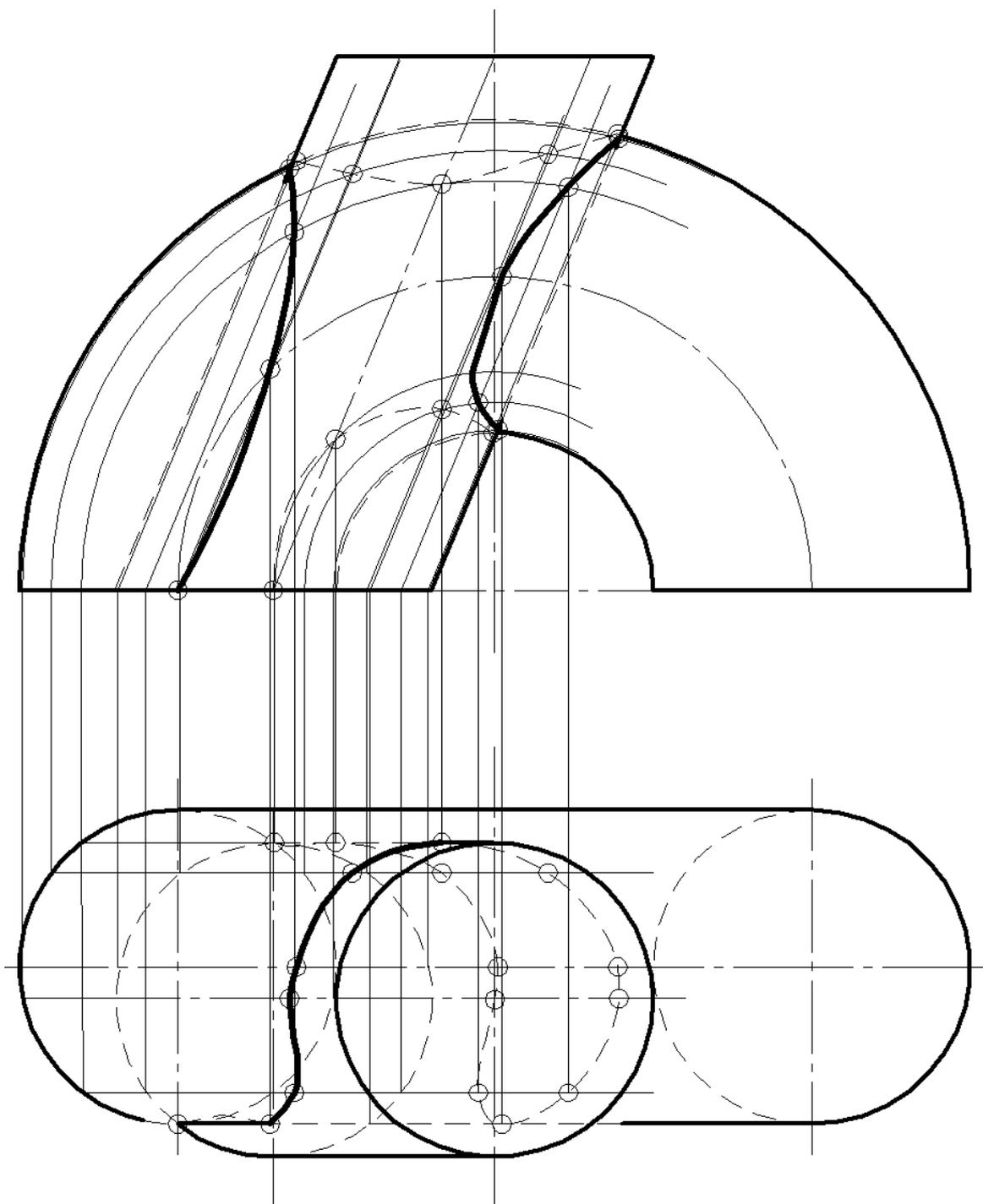


Рис. 28. Построение линии пересечения тора и цилиндра

Для определения положения верхней вспомогательной плоскости и экстремальной точки на ней применено дополнительное построение (см. рис.30). Оно заключается в повороте нескольких произвольно взятых на цилиндре горизонтальных окружностей вокруг оси конуса до положения, при котором центры этих окружностей окажутся во фронтальной плоскости симметрии конуса (главной меридиональной плоскости). На рис. 30 выбраны три такие окружности, две – ниже предполагаемой экстремальной точки и одна – выше. Диаметральные точки этих окружностей, лежащие во фронтальной плоскости симметрии конуса, опишут отрезки гипербол. Пересечение одного из них с главным полумеридианом конуса определит положение крайней вспомогательной плоскости. Сама экстремальная точка определяется как точка касания параллели конуса и окружности цилиндра, лежащих в этой плоскости.

После построения множества точек линии пересечения их необходимо обвести плавной кривой. Обводку точек необходимо начать с горизонтальной проекции. При этом определяются точки пересечения кривой с фронтальными плоскостями симметрии цилиндра и конуса. Эти точки на фронтальной проекции являются точками касания линии пересечения с очерковыми образующими данных поверхностей.

В примере на рис. 31 применены горизонтальные плоскости уровня. Каждая такая плоскость пересекает конус по окружности, а цилиндр – по двум прямолинейным образующим. Точки пересечения получающихся окружностей и прямых есть точки линии пересечения конуса и цилиндра.

Для построения экстремальных точек использовано параллельное проецирование конуса на плоскость основания цилиндра. Проекцией конуса на ней является треугольник, а проекцией цилиндра – окружность основания. Точки пересечения проекций являются проекциями экстремальных точек. Их может быть 2 ... 4. Сами экстремальные точки лежат на плоскости симметрии, общей для заданных поверхностей.

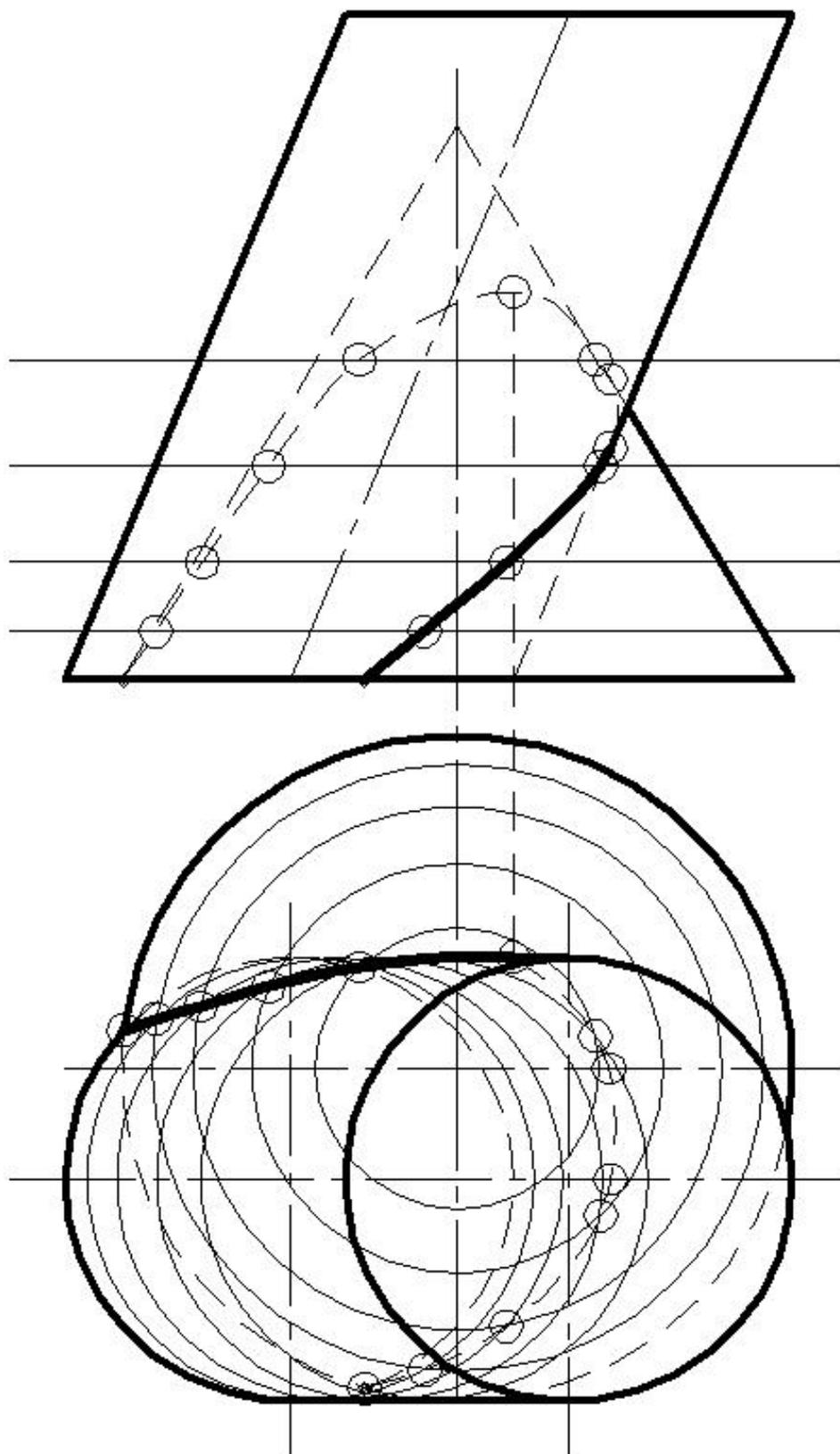


Рис. 29. Построение линии пересечения конуса и цилиндра

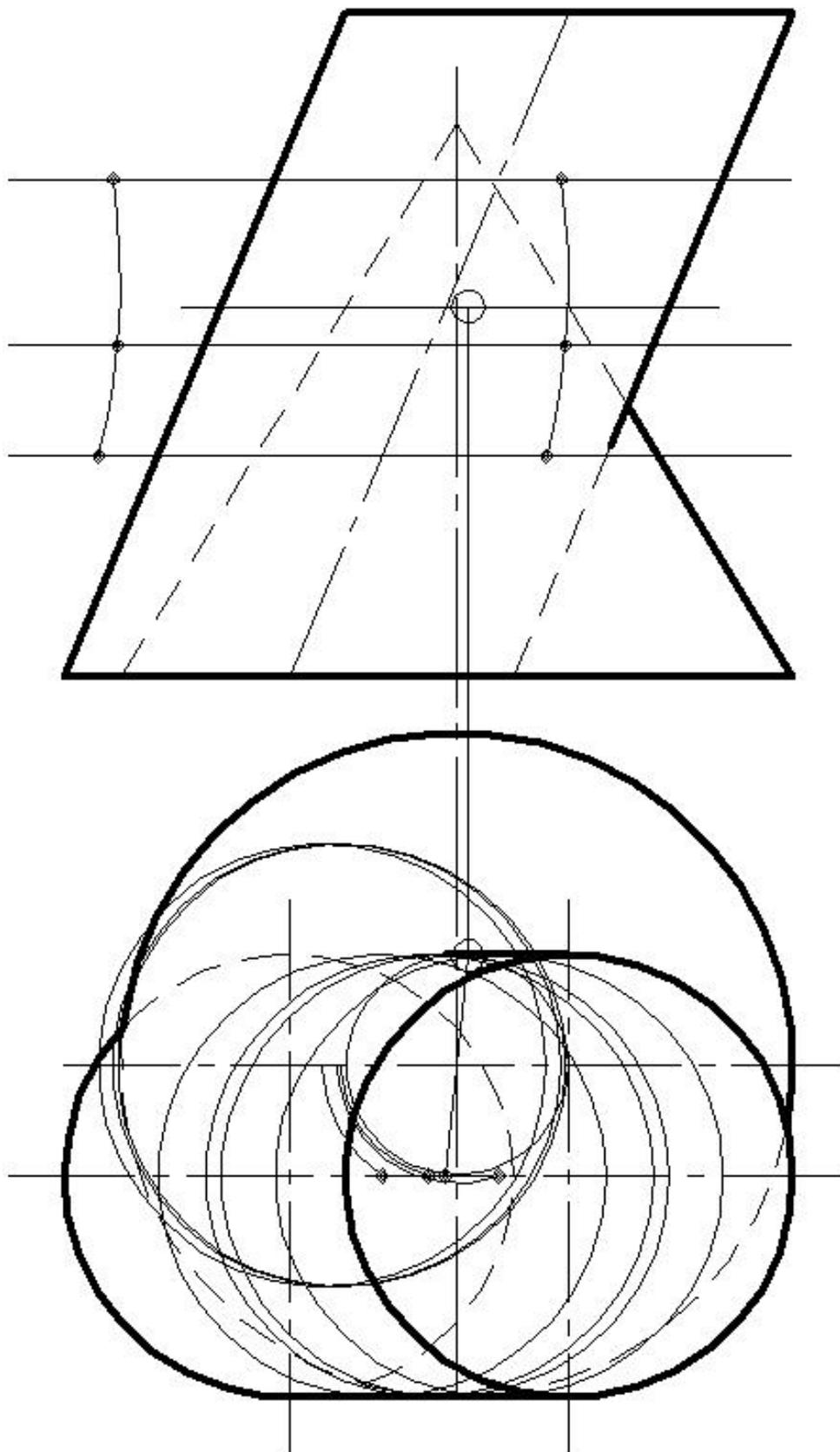


Рис. 30. Построение экстремальных точек линии пересечения конуса и цилиндра

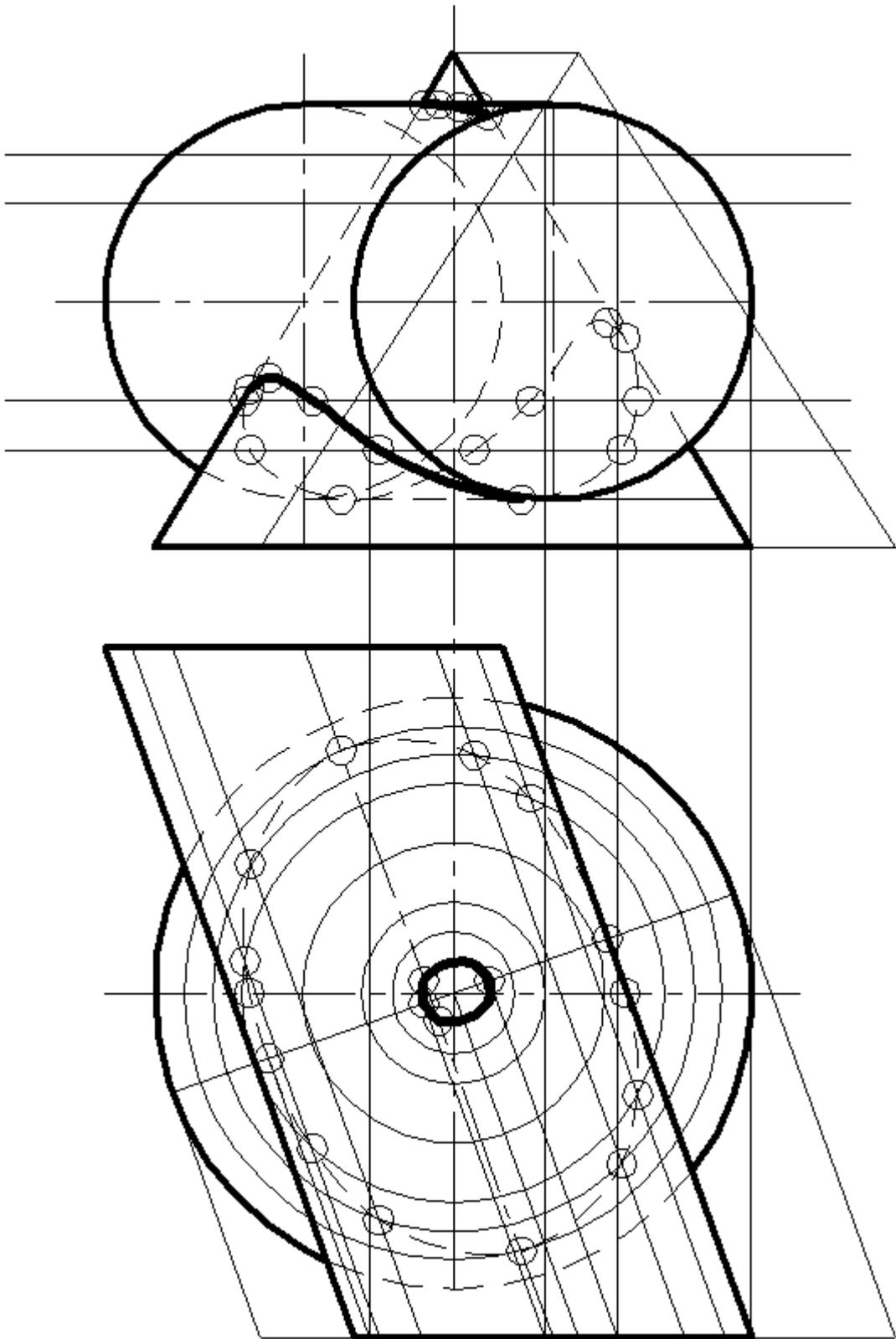


Рис. 31. Построение линии пересечения конуса и цилиндра

Тема 8. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ (СФЕРИЧЕСКИЙ ПОСРЕДНИК)

Цели работы:

1. Приобретение навыков пространственного представления, позволяющих по изображениям объекта (чертежу) представить его форму.
2. Изучение и практическое применение методов решения задач на определение линий пересечения поверхностей методом вспомогательных сфер.

Пересечение поверхностей вращения

Применение метода концентрических сфер возможно при соблюдении следующих условий:

- обе заданные поверхности – поверхности вращения;
- оси поверхностей пересекаются, образуя общую плоскость симметрии;
- общая плоскость симметрии совпадает или параллельна плоскости проекций.

Алгоритм построения линии пересечения поверхностей методом концентрических сфер:

1. Выбрать сферу-посредник, которая должна заданные поверхности пересекать по окружностям.
2. Построить окружности пересечения заданных поверхностей со вспомогательной сферой.
3. Найти точки пересечения построенных окружностей.
4. Построенные точки соединить плавной кривой с учетом видимости и типа кривой.

Варианты задания приведены в табл. 11 и на рис. 32.

Пример выполнения задания приведен на рис. 33.

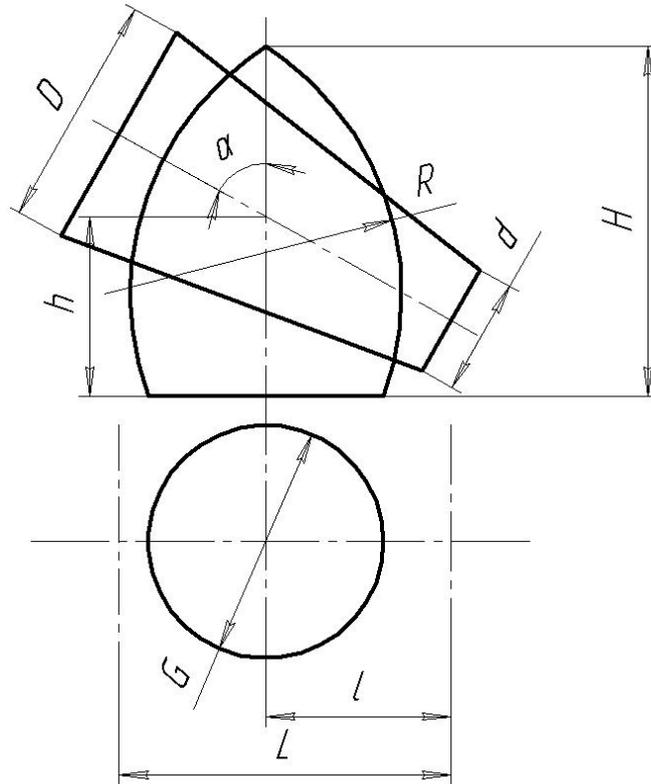
Центры сфер-посредников находятся в точке пересечения осей данных поверхностей. Максимальный радиус сферы-посредника равен расстоянию от центра до наиболее удаленной от центра опорной точки. Минимальный радиус сферы равен большему из двух расстояний от центра до главного меридиана каждой из поверхностей.

Таблица 11

Варианты задания "Пересечение поверхностей (сферический посредник)"

№ вар.	Рис. 32, 34	L , мм	l , мм	H , мм	h , мм	R , мм	α , град	D , мм	d , мм	G , мм
1	а	120	60	100	40	110	45	120	30	80
2	б	130	70	110	50	120	60	90	40	110
3	а	140	80	120	60	130	60	120	60	90
4	б	150	60	130	70	140	45	100	50	80
5	а	120	70	110	40	120	45	90	30	100
6	б	130	80	120	70	110	60	110	0	90
7	а	140	60	100	50	130	60	90	40	110
8	б	150	70	130	60	140	45	120	60	100
9	а	120	80	120	40	150	45	100	30	80
10	б	130	60	100	70	120	60	90	50	110
11	а	140	70	110	60	110	60	100	0	90
12	б	150	80	130	50	140	45	100	40	80
13	а	120	60	100	40	130	45	110	30	100
14	б	130	70	110	50	150	60	110	60	90
15	а	140	80	120	60	120	60	110	50	110
16	б	150	60	130	70	130	45	120	0	100
17	а	120	70	110	40	140	45	120	30	80
18	б	130	80	120	60	110	60	90	40	110
19	а	140	60	100	50	150	60	120	60	90
20	б	150	70	130	70	120	45	100	50	80
21	а	120	80	120	40	130	45	90	30	100
22	б	130	60	100	70	110	60	110	0	90
23	а	140	70	110	60	140	60	90	40	110
24	б	150	80	130	50	120	45	120	60	100
25	а	120	60	100	40	150	45	100	30	80
26	б	130	70	110	50	110	60	90	50	110
27	а	140	80	120	60	130	60	100	0	90
28	б	150	60	130	70	140	45	100	40	80
29	а	120	70	110	40	120	45	110	30	100
30	б	130	80	120	60	110	60	110	60	90

a)



б)

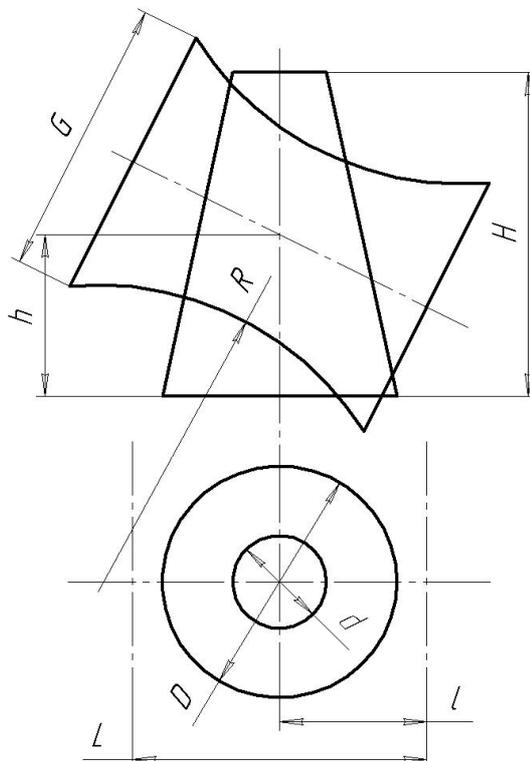


Рис. 32. Задания "Пересечение поверхностей (метод концентрических сфер)"

<i>Перб. примен.</i>			
<i>Справ. №</i>			
<i>Подп. и дата</i>	<i>Инв. № дубл.</i>	<i>Взам. инв. №</i>	<i>Инв. № подл.</i>
<i>Подп. и дата</i>	<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>
<i>Инв. № подл.</i>	<i>Разраб.</i>	<i>Проб.</i>	<i>Т.контр.</i>
<i>Изм.</i>	<i>Н.контр.</i>	<i>Утв.</i>	<i>Дата</i>
		<i>Лит.</i>	<i>Масса</i>
		<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Копировал</i>		<i>Формат</i>	

Рис. 33. Образец выполнения задания "Пересечение поверхностей (метод концентрических сфер)"

Пересечение поверхности вращения и циклической поверхности

Применение метода эксцентрических сфер возможно при соблюдении следующих условий:

- одна из заданных поверхностей – поверхность вращения, вторая – циклическая;
- оси поверхностей пересекаются, образуя общую плоскость симметрии;
- общая плоскость симметрии совпадает или параллельна плоскости проекций.

Алгоритм построения линии пересечения поверхностей методом эксцентрических сфер

1. На циклической поверхности выбрать окружность.
2. Построить сферу-посредник с центром на оси поверхности вращения, проходящую через построенную окружность.
3. Построить окружности пересечения сферы-посредника с поверхностью вращения.
4. Построить точки пересечения окружностей из пп. 1 и 3.
5. Построенные точки соединить плавной кривой с учетом видимости и типа кривой.

Варианты задания приведены в табл. 11 и на рис. 34.

Пример выполнения задания приведен на рис. 35.

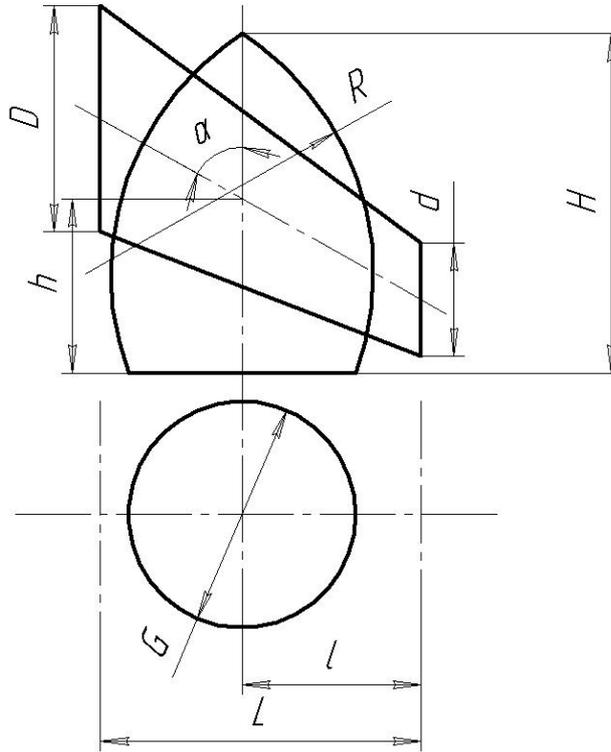
В данных вариантах окружность на циклической поверхности выбирается в плоскости, параллельной основанию поверхности. Центр окружности должен быть на оси поверхности.

Центр сферы-посредника лежит в точке пересечения оси поверхности вращения с перпендикуляром к плоскости окружности, проведенным из её центра. Радиус сферы-посредника равен расстоянию от центра до крайней точки проекции окружности. Искомая точка линии пересечения есть точка пересечения двух окружностей на вспомогательной сфере.

Для поиска экстремальных точек использовано дополнительное построение. Оно заключается в проведении через вершину конуса плоскости, касательной к цилиндру. Экстремальные точки лежат на прямой касания плоскости и цилиндра.

Построение экстремальных точек может быть различным и зависит от заданных поверхностей и их взаимного положения.

a)



b)

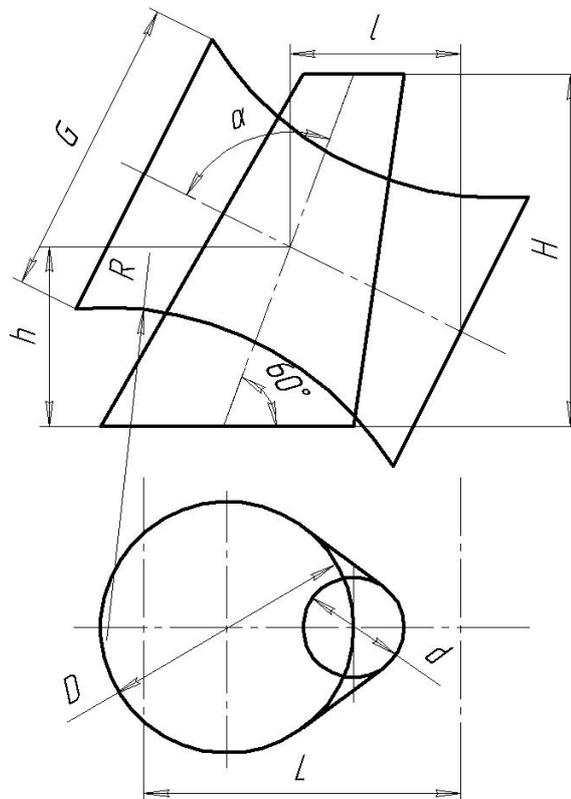


Рис. 34. Задания "Пересечение поверхностей (метод эксцентрических сфер)"

Библиографический список

1. *Гордон В.О.* Курс начертательной геометрии: Учебное пособие / В.О. Гордон, М.А. Семенцов-Огиевский. – 26-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2004. – 271 с.
2. *Гордон В.О.* Сборник задач по курсу начертательной геометрии: Учебное пособие / В.О. Гордон, Ю.Б. Иванов, Т.Е. Солнцева. – 12-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2006. – 320 с.
3. ЕСКД ГОСТ 2.104-68. Основные надписи. – М.: Изд-во стандартов, 1995. – 144 с.
4. ЕСКД ГОСТ 2.301-68. Форматы. – М.: Изд-во стандартов, 1995. – 144 с.
5. ЕСКД ГОСТ 2.302-68. Масштабы. – М.: Изд-во стандартов, 1995. – 144 с.
6. ЕСКД ГОСТ 2.303-68. Линии. – М.: Изд-во стандартов, 1995. – 144 с.
7. ЕСКД ГОСТ 2.304-81. Шрифты чертежные. – М.: Изд-во стандартов, 1995. – 144 с.
8. ЕСКД ГОСТ 2.305-68. Изображения – виды, разрезы, сечения. – М.: Изд-во стандартов, 1995. – 144 с.
9. Инженерная и компьютерная графика: Учебник / Б.Г. Миронов и др. – 4-е изд., испр. и доп. – М.: Высшая школа, 2004. – 335 с.
10. Инженерная графика. Конструкторская информатика в машиностроении: Учеб. для вузов / А.К. Болтухин, С.А. Васин, Г.П. Вяткин, А.В. Пуш. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 520 с.
11. Компас - 3D V6. Руководство пользователя: В 2 т. / АО АСКОН. – Омск: АСКОН, 2003. – Т. 1. – 386 с.
12. Компас - 3D V6. Руководство пользователя: В 2 т. / АО АСКОН. – Омск: АСКОН, 2003. – Т. 2. – 220 с.
13. *Лагерь А. И.* Инженерная графика: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2003. – 271 с.
14. *Левецкий В.С.* Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: Учеб. для вузов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2002. – С. 425–426.
15. *Миронова Р. С.* Инженерная графика: Учебник / Р.С. Миронова, Б.Г. Миронов. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Высшая школа, 2003. – 287 с.
16. Начертательная геометрия: Учеб. для вузов / Н.Н. Крылов, Г.С. Иконникова, В.Л. Николаев, В.Е. Васильев. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2000. – 224 с.

17. *Попова Г.Н., Алексеев С.Ю.* Машиностроительное черчение: Справ. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Политехника, 1999. – 453 с.

18. Справочное руководство по черчению: Справ. пособ. / В.Н. Богданов, И.Ф. Малезик, А.П. Верхола и др. – М.: Машиностроение, 1989. – 864 с.

19. *Чекмарев А. А.* Инженерная графика: Учебник. – 7-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2006. – 365 с.

20. *Чекмарев А. А.* Задачи и задания по инженерной графике: Учеб. пособие. – М.: Академия, 2003. – 125 с.

21. *Чекмарев А. А.* Инженерная графика: Справочные материалы / А.А. Чекмарев, В.К. Осипов. – М.: ВЛАДОС, 2002. – 416 с.

Учебное издание

Наталья Викторовна Кайгородцева,
Виктор Юрьевич Юрков,
Владимир Яковлевич Волков

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА
И ЭЛЕМЕНТЫ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Учебное пособие

Редактор И.Г. Кузнецова

Подписано к печати 10.12.07
Формат 60×90 1/16. Бумага писчая
Оперативный способ печати
Гарнитура Times New Roman
Усл. п. л. 5,75, уч.-изд. л. 5,75
Тираж 200 экз. Заказ № _____
Цена договорная

Издательство СибАДИ
644099, г. Омск, ул. П. Некрасова, 10

Отпечатано в ПЦ издательства СибАДИ
644099, г. Омск, ул. П. Некрасова, 10