



**Негосударственное частное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Технический университет УГМК»**

Засыпкина Светлана Александровна

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ  
КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**ДЕТАЛИ МАШИН И ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Для студентов направления подготовки  
**15.03.02** Технологические машины и оборудование

**г. Верхняя Пышма  
2021**

*Засыпкина Светлана Александровна*

Методические рекомендации по выполнению контрольной работы по дисциплине  
Детали машин и основы проектирования. НЧОУ ВО «ТУ УГМК». Верхняя Пышма,  
2021. \_\_с.

Автор – разработчик	Засыпкина Светлана Александровна, канд. техн. наук
Рецензент	Федорова Светлана Владимировна, канд. техн. наук, доцент

Одобрены на заседании кафедры Механики и автоматизации  
технологических процессов и производств. Протокол от «\_\_»\_\_\_\_\_2021 г. № \_\_.

Заведующий кафедрой

П.Ю. Худяков

Рекомендованы к печати Методическим советом НЧОУ ВО «ТУ УГМК».  
Протокол от «\_\_»\_\_\_\_\_2020 г. № \_\_.

Рекомендованы к печати Редакционно – издательским советом НЧОУ ВО  
«ТУ УГМК». Протокол от «\_\_»\_\_\_\_\_2020 г. № \_\_.

Председатель Методического Совета

Т.В. Гурская

Председатель Редакционно –  
издательского совета

Н.В. Белозерова

СОГЛАСОВАНО:

Заместитель директора по ВО

С.В. Федорова

© НЧОУ ВО «Технический университет  
УГМК», 2021

© *Засыпкина Светлана Александровна*, 2021

## Оглавление

1 Неразъемные соединения .....	4
1.1. Расчет деталей, работающих на срез и на смятие. Расчет заклепочных и сварных соединений.....	5
1.2. Освоение методики разработки моделей и чертежей неразъемных соединений .....	11
2 Резьбовые соединения .....	48
3 Соединения шлицевые и шпоночные .....	53
Приложение № 1 .....	60
Приложение № 2 .....	63
Приложение № 3 .....	66

## 1 Неразъемные соединения

*1.1. Расчет деталей, работающих на срез и на смятие. Расчет заклепочных и сварных соединений.*

В задании 1.1 необходимо решить 2 задачи: 1 расчет заклепочного соединения и 2 расчет сварного соединения. Методика расчетов и примеры решения задач представлены на страницах 5-9.

Вариант для расчета выбирается в соответствии с последней цифрой варианта по списку.

**ТЕМА:** расчеты деталей, работающих на срез и смятие. Расчет заклепочных и сварных соединений.

**1. Цель работы:** иметь представление об основных предпосылках и условиях расчетов на сдвиг (срез) и смятие.

Знать внутренние силовые факторы, напряжения и деформации при сдвиге и смятии. Уметь проводить проектировочные и проверочные расчеты деталей работающих на сдвиг и смятие.

**2. Оборудование, материалы:** интернет-ресурсы, учебники.

**3. Задание.**

**3.1.** Провести проектировочный расчет заклепочного соединения на сдвиг (срез) и смятие

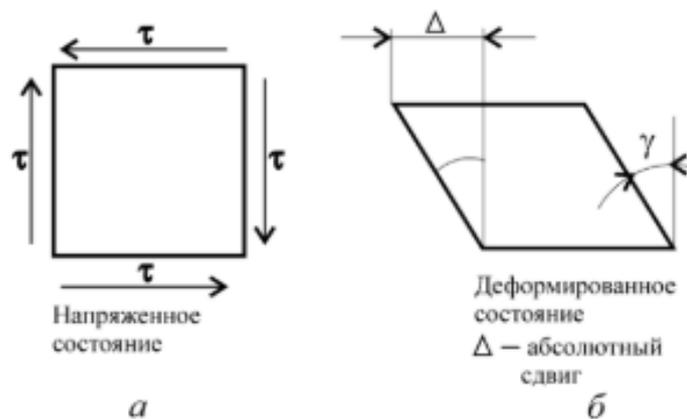
**3.2.** Проверить прочность сварного соединения угловыми швами.

**4. Пояснения к работе. Краткие теоретические сведения.**

**4.1.** Сдвигом называется нагружение, при котором в поперечном сечении бруса возникает внутренний силовой фактор — поперечная сила  $Q$ .

При сдвиге в окрестностях точки на взаимно перпендикулярных

площадках возникают равные по величине касательные напряжения, направленные от ребра или к ребру. В результате площадки сдвигаются на угол  $\gamma$  — угол сдвига (рис. 11.1).



**Рис. 11.1**

При сдвиге выполняется закон Гука:

$$\tau = G\gamma,$$

где  $\tau$  — касательное напряжение;

$G$  — модуль упругости при сдвиге;

$\gamma$  — угол сдвига в радианах.

При расчете на сдвиг принимают упрощения:

- при расчете на сдвиг изгиб не учитывается;
- считаем, что силы упругости распределяются по сечению равномерно;
- при расчете на сдвиг группы деталей считаем, что внешняя сила распределяется между ними поровну.

Формула для расчета напряжений имеет вид:

$$\tau = Q / A_c; \quad Q = F / z.$$

Условие прочности при сдвиге:

$$\tau = Q / A_c \leq [\tau_c],$$

---

где  $Q$  — поперечная сила в сечении;

$F$  — внешняя сдвигающая сила;

$z$  — количество деталей;

$A_c$  — площадь сдвига;

$[\tau_c]$  — допускаемое напряжение при сдвиге.

**4.2.** На поверхности детали одновременно со сдвигом часто возникают напряжения смятия боковой поверхности.

При расчете на смятие принимаются допущения, подобные принятым при расчете на сдвиг.

Условие прочности при смятии можно представить в виде:

$$\sigma_{см} = F / A_{см} \leq [\sigma_{см}],$$

где  $A_{см}$  — расчетная площадь смятия детали, для цилиндрических поверхностей  $A_{см} = d\delta$ ;  $d$  — диаметр детали;  $\delta$  — наименьшая толщина соединяемых деталей;

$F$  — внешняя сила, приходящаяся на одну деталь;

$[\sigma_{см}]$  — допускаемое напряжение смятия.

**4.3.** При расчете *сварных соединений* угловыми швами (рис. 11.2.) необходимо учитывать, что такие швы испытывают напряжения сдвига и могут срезаться по площадке, расположенной под  $45^\circ$  к сварочной поверхности детали. Поперечное сечение углового шва — прямо-

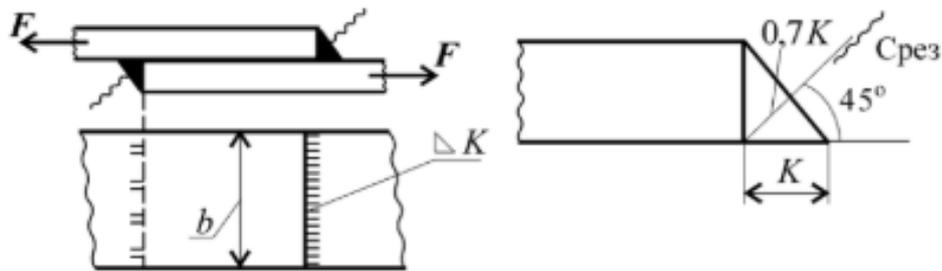


Рис. 11.2

угольный равнобедренный треугольник с катетом  $K$ , наименьшее сечение совпадает с биссектрисой прямого угла.

Условие прочности на сдвиг углового лобового сварного шва:

$$\tau'_c = F/2 \cdot 0,7 \cdot K \cdot l_{\text{шва}} \leq [\tau'_c],$$

где  $l_{\text{шва}}$  — длина сварного шва;

$K$  — катет шва, часто равный меньшей толщине свариваемых деталей.

### 5. Примеры решения задач.

**Пример 1.** Определить потребное количество заклепок для передачи внешней нагрузки 120 кН. Заклепки расположить в один ряд. Проверить прочность соединяемых листов. Известно:  $[\sigma] = 160$  МПа;  $[\sigma_{\text{см}}] = 300$  МПа;  $[\tau_c] = 100$  МПа; диаметр заклепок 16 мм.

*Решение*

1. Определить количество заклепок из расчета на сдвиг.

Условие прочности на сдвиг:

$$\tau_c = \frac{Q}{A_c} \leq [\tau_c]; \quad Q = \frac{F}{z}; \quad \tau_c = \frac{F}{z A_c} \leq [\tau_c],$$

где  $A_c = \pi r^2$ ;  $z$  — количество заклепок.

Откуда

$$z \geq \frac{F}{A_c [\tau_c]}; \quad z = \frac{120 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 8^2 \cdot 100} = 5,97 \approx 6.$$

Таким образом, необходимо 6 заклепок.

2. Определить количество заклепок из расчета на смятие.

Условие прочности на смятие:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{F'}{A_{\text{см}}} \leq [\sigma_{\text{см}}]; \quad F' = \frac{F}{z}; \quad z \geq \frac{F}{A_{\text{см}} [\sigma_{\text{см}}]},$$

где  $A_{\text{см}} = d \delta_{\text{min}}$ ;  $F'$  — нагрузка на одну заклепку.

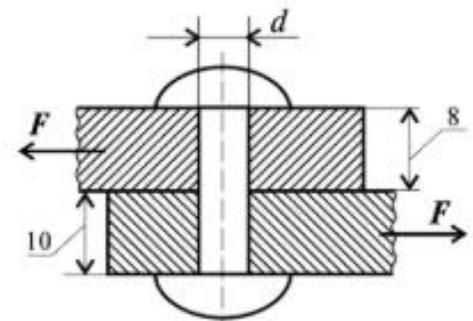


Рис. 11.3

Откуда

$$z \geq \frac{120 \cdot 10^3}{8 \cdot 16 \cdot 300} = 3,12.$$

**Пример 2.** Проверить прочность сварного соединения угловыми швами с накладкой. Действующая нагрузка 60 кН, допускаемое напряжение металла шва на сдвиг 80 МПа.

*Решение*

1. Нагрузка передается последовательно через два шва слева, а далее — два шва справа (рис. 11.4). Разрушение угловых швов происходит по площадкам, расположенным под углом  $45^\circ$  к поверхности соединяемых листов.

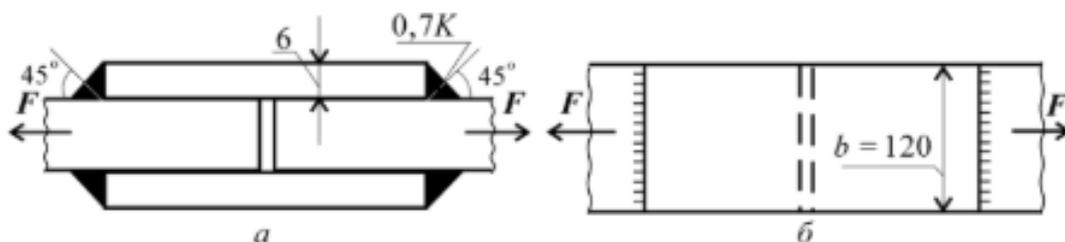


Рис. 11.4

2. Проверим прочность сварного соединения на срез. Двухсторонний угловой шов можно рассчитать по формуле

$$\tau_c = \frac{Q}{A_c} \leq [\tau_c],$$

где  $Q = F$ ;  $A_c = 2 \cdot 0,7Kb$ ;

$A_c$  — расчетная площадь среза шва;

$K$  — катет шва, равен толщине накладки;

$b$  — длина шва.

Следовательно,

$$\tau_c = \frac{60 \cdot 10^3}{2 \cdot 0,7 \cdot 6 \cdot 120} = 59,5 \text{ МПа},$$

59,5 МПа < 80 МПа. Расчетное напряжение меньше допускаемого, прочность обеспечена.

#### 6. Задания для студентов.

**6.1.** Провести расчет на прочность заклепочного соединения.

Определить потребное количество заклепок для передачи внешней силы  $F$  из расчета на срез (сдвиг) и смятие.

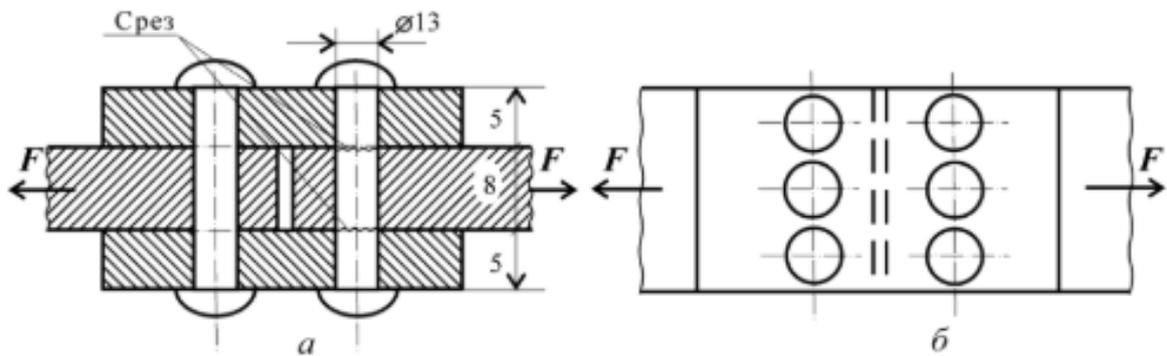


Рис. 11.5

Проверить прочность соединяемых листов. Допускаемые напряжения материалов  $[\sigma] = 160$  МПа;  $[\sigma_{см}] = 200$  МПа;  $[\tau_c] = 100$  МПа.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$F, \text{кН}$	40	50	70	80	90	100	120	140	160	180

**6.2.** Определить необходимую длину сварного шва. Электродуговая сварка производится электродами Э42А, допускаемое напряжение на растяжение для материала свариваемых деталей 160 МПа, допускаемые напряжения для шва на растяжение 140 МПа, на срез 100 МПа.  $F$  — внешняя сдвигающая нагрузка;  $\delta$  — толщина соединяемых листов;  $l_{л}$  — ширина листа, равная длине лобового шва;  $k$  — катет шва.

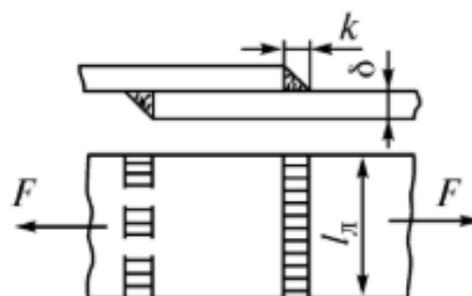


Рис. 11.6

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$F, \text{кН}$	11	21	34	45	50	65	85	105	120	140
$\delta, \text{мм}$	2	3	4	5	6	7	8	9	9,5	10

*Рекомендации.* Величину катета шва принять равной толщине свариваемого листа. Полученную длину сварного шва округлить до числа, оканчивающегося на 5 или 10.

При защите работы ответить на вопросы тестового задания. Записать условия прочности при сдвиге и смятии.

## *1.2. Освоение методики разработки моделей и чертежей неразъемных соединений*

В задании 1.2. необходимо выполнить чертежи следующих неразъемных соединений:

- 1.2.1 – заклепочное соединение
- 1.2.2 – сварное соединение
- 1.2.3 – клееное соединение (всего 12 вар., 13 вар. выполняет 1 задание и тд.)
- 1.2.4 – паяное соединение

Все чертежи выполняются на одном листе. Примеры выполнения задания 1.2. представлены в **приложении 1**.

Вариант для выполнения работы выбирается в соответствии с вариантом по списку.

## Соединения заклепочные

1. Цель работы.

1.1. Освоить методику разработки моделей и чертежей заклепочных соединений.

2. Требования к выполнению работы.

2.1. Задание устанавливается индивидуально для каждого студента по порядковому номеру его фамилии в соответствии с табл.1. В таблице представлены двухпроекционные изображения сборочных узлов и показаны характерные размеры.

2.2. На основе задания необходимо разработать модели деталей и модель сборочной единицы, выпустить чертеж.

2.3. Перед простановкой заклепок выполнить расчет конструктивных размеров в соответствии с рис. 1.

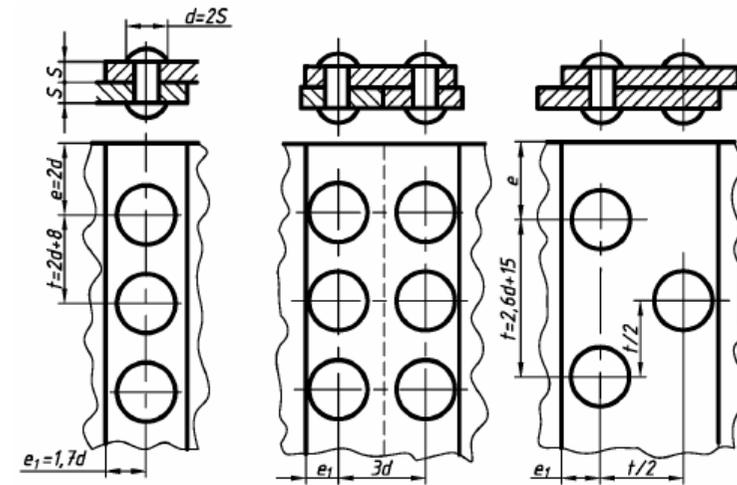
2.4. На чертеже клепаного соединения показать все виды, необходимые для изготовления изделия, номера позиций, проставить все необходимые размеры конструктивных элементов обозначить заклепочные соединения.

Пример оформления чертежа представлен в Приложении 1.

2.5. По окончании работы представить преподавателю в электронном виде папку с моделями разработанных стандартных деталей и чертежом.

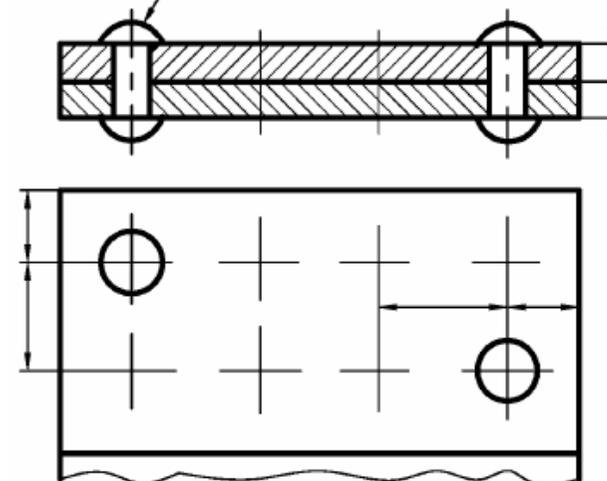
Изображение заклепки	Наименование и номер стандарта	Изображение соединения
	Заклепка с полукруглой головкой ГОСТ 10299-80	
	Заклепка с потайной головкой ГОСТ 10300-80	
	Заклепка с полупотайной головкой ГОСТ 10301-80	
	Заклепка с полукруглой низкой головкой ГОСТ 10302-80	
	Заклепка с плоской головкой ГОСТ 10303-80	

*a*



*б*

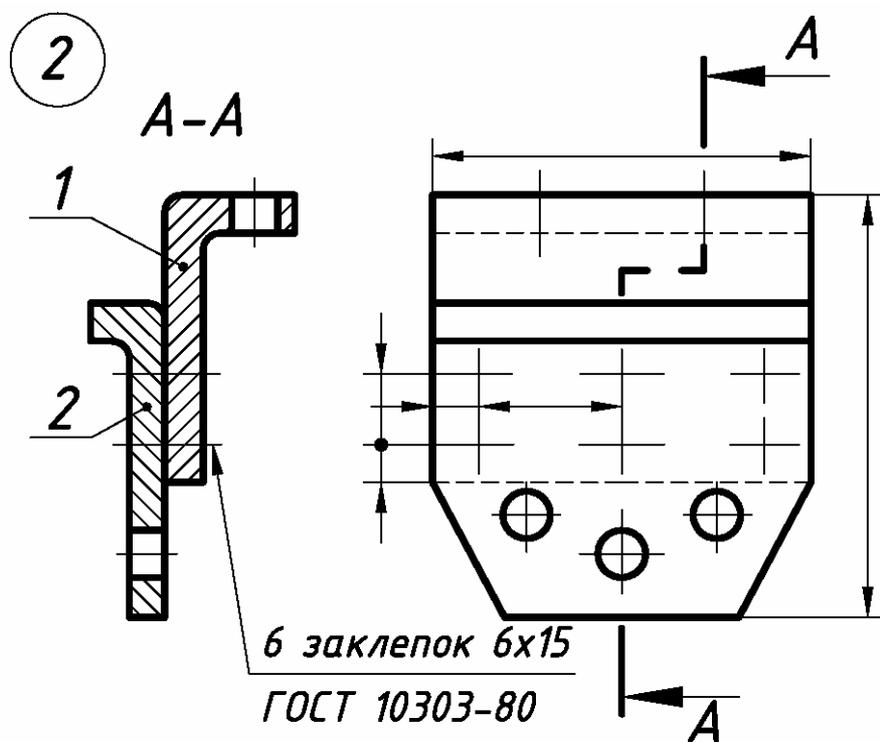
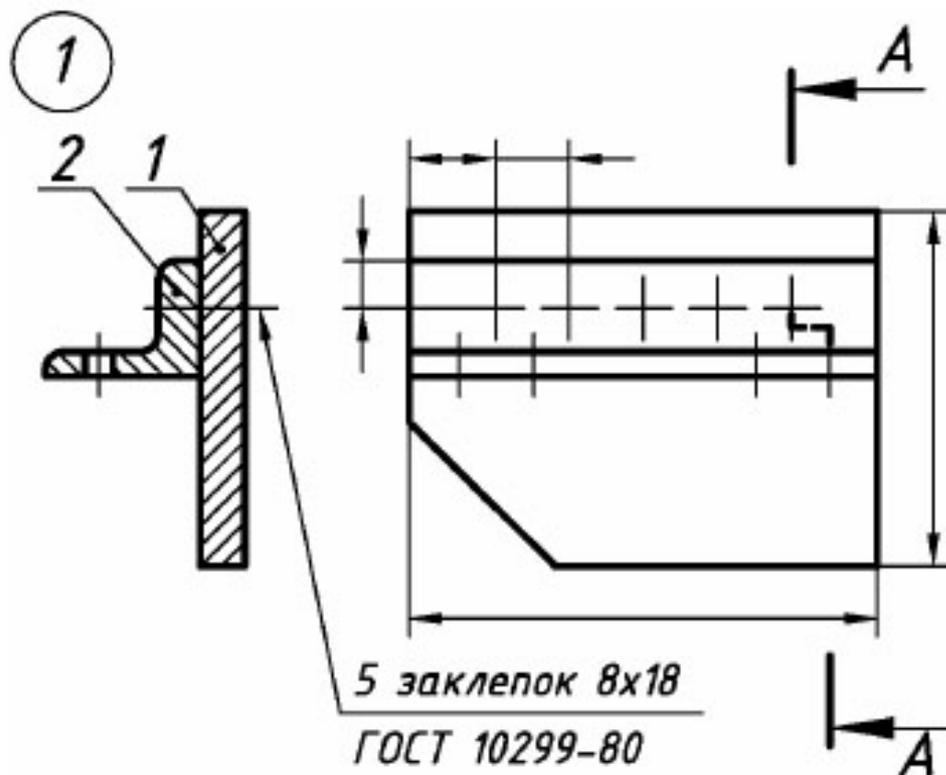
*в* заклепок 10x24 ГОСТ



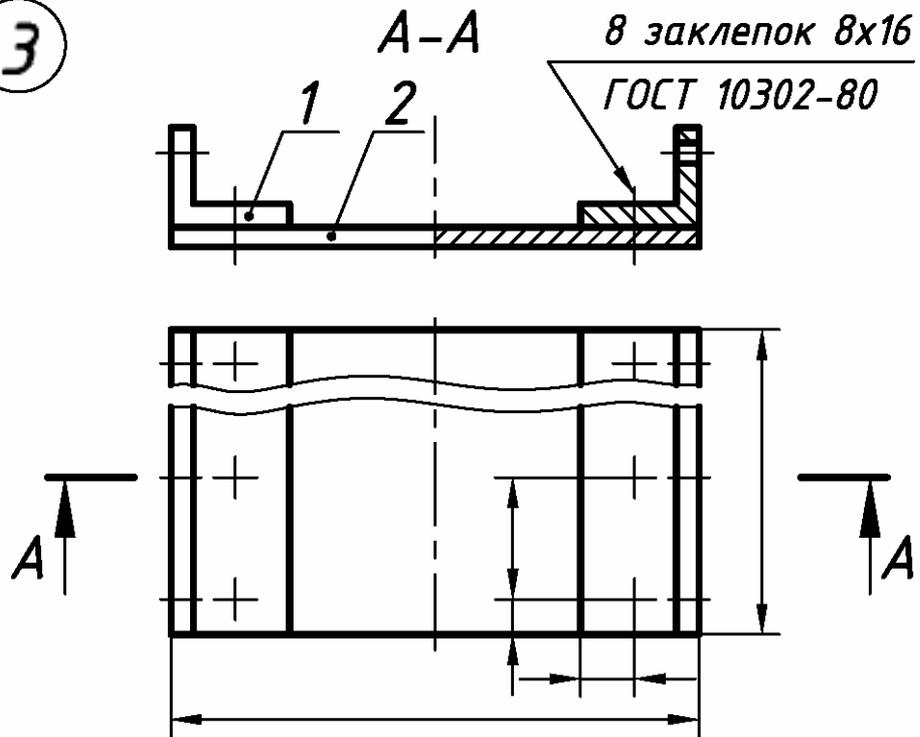
*в*

Рис. 1. Заклепочные соединения: *a* – типы заклепок, *б* – типы соединений; *в* – простановка размеров

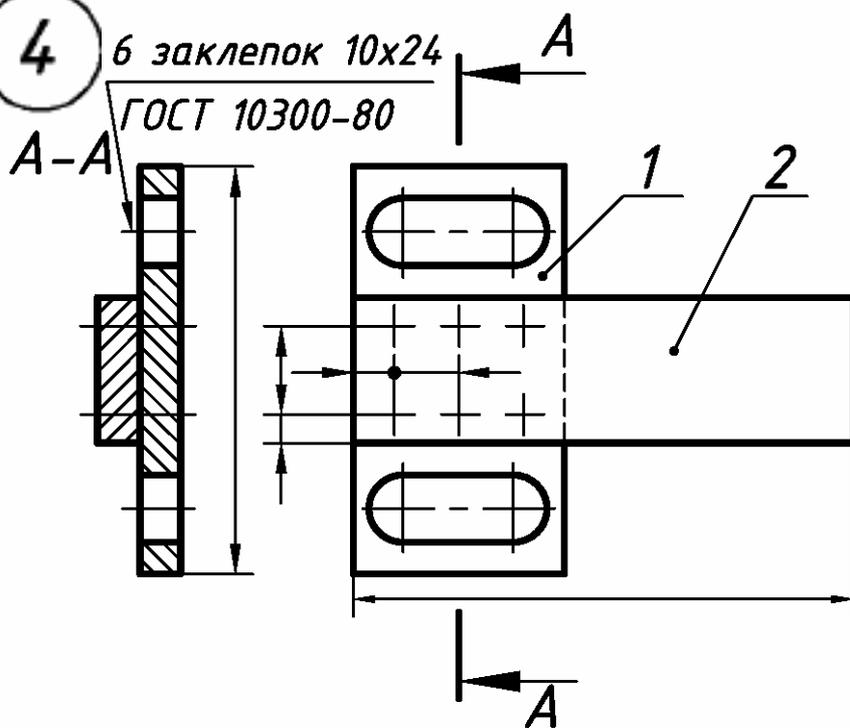
Соединения заклепочные



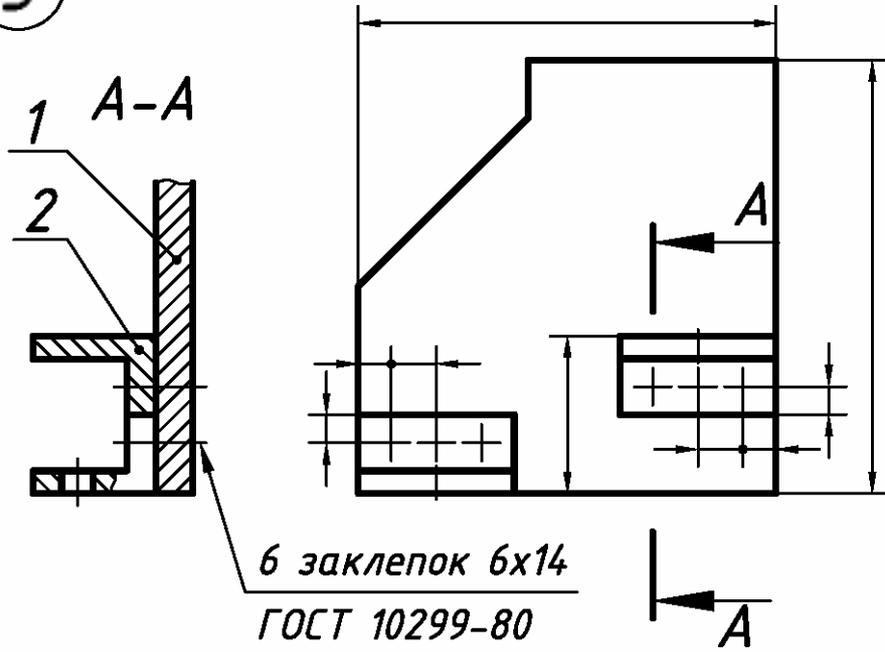
3



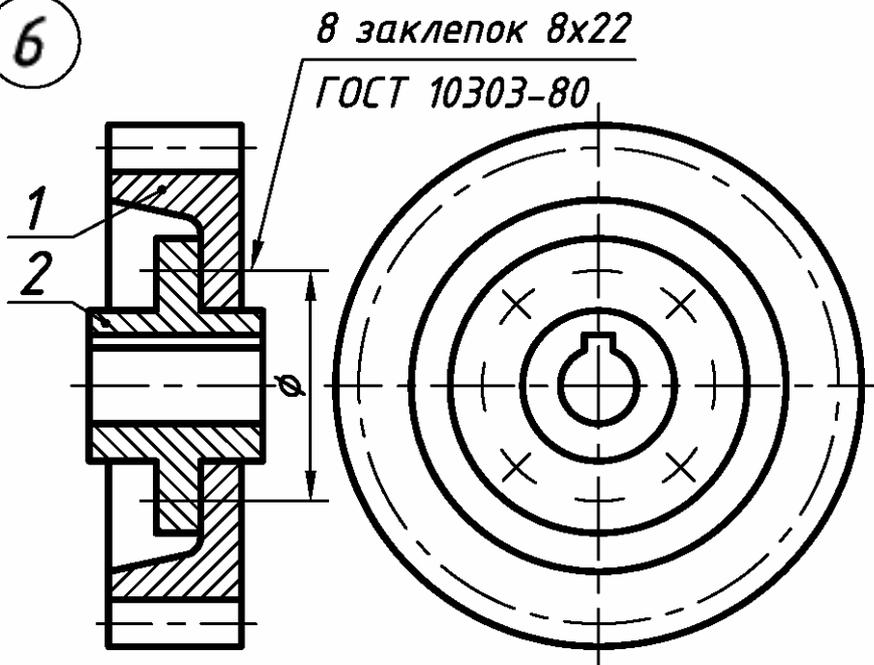
4

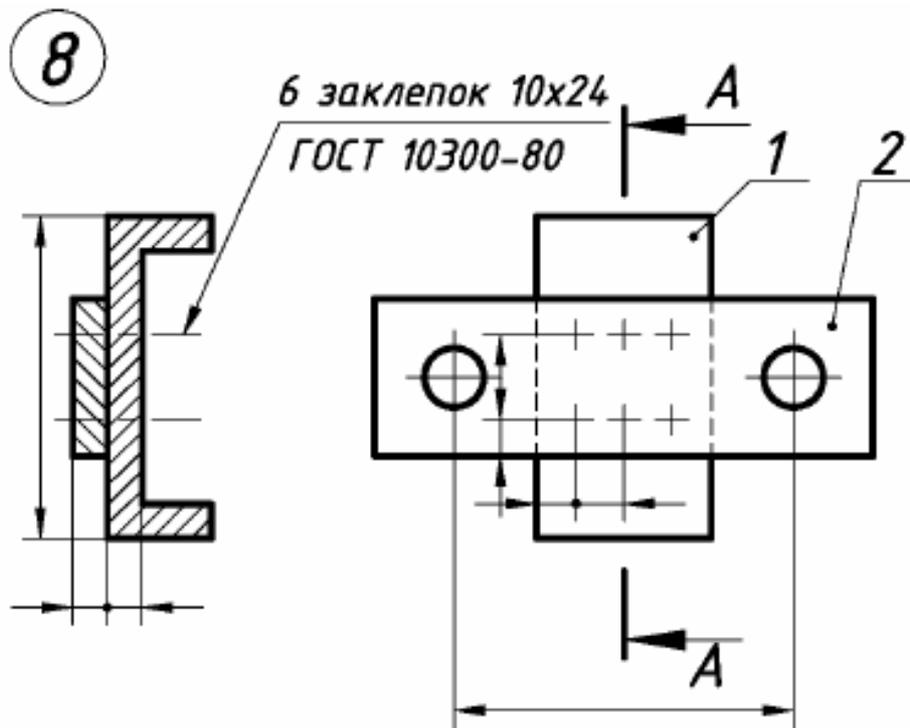
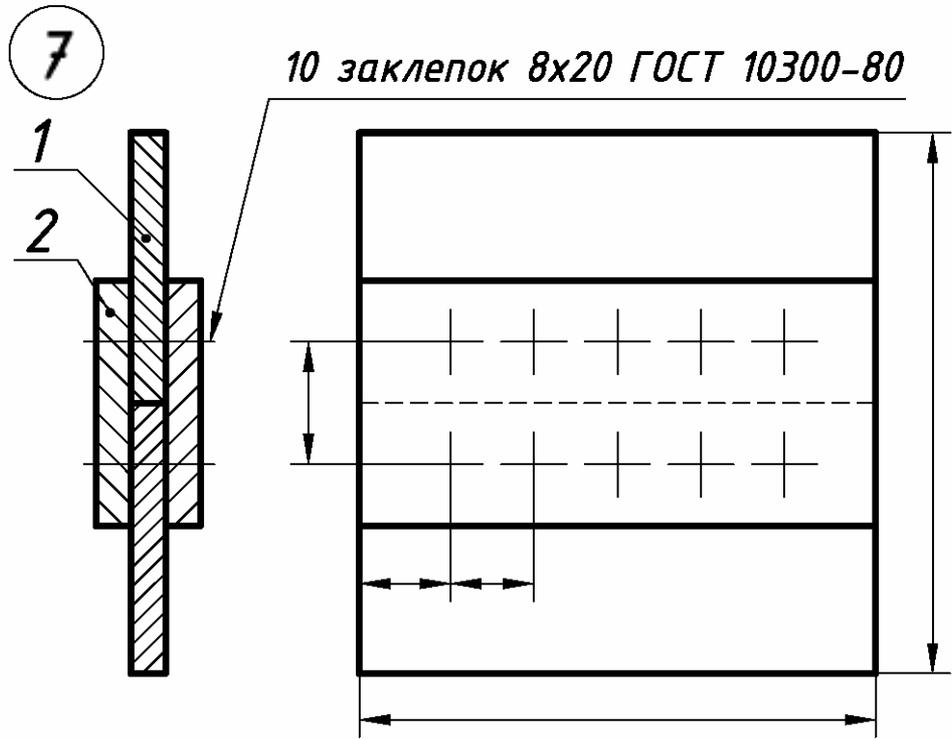


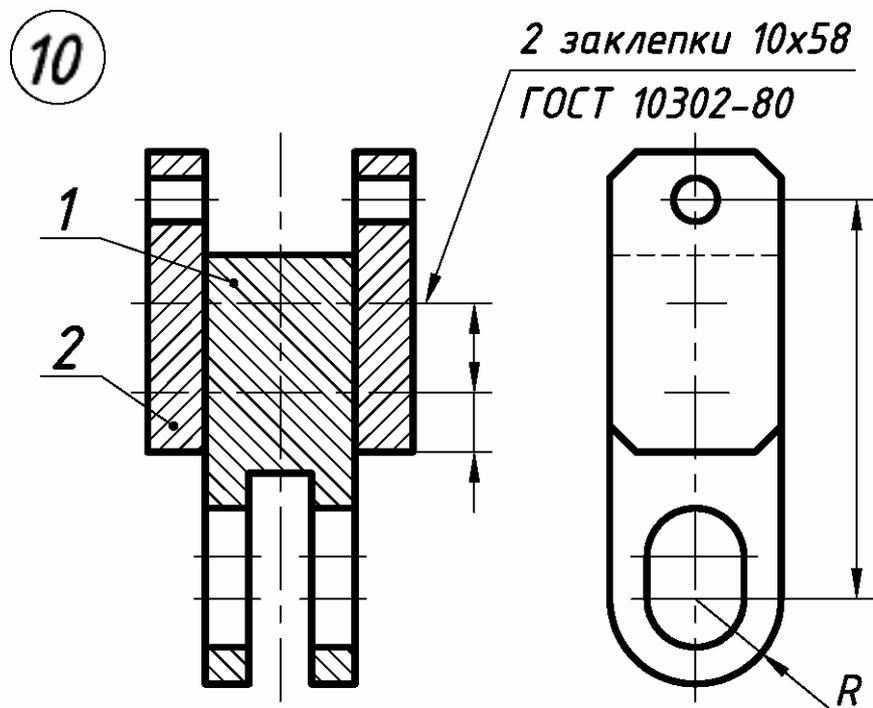
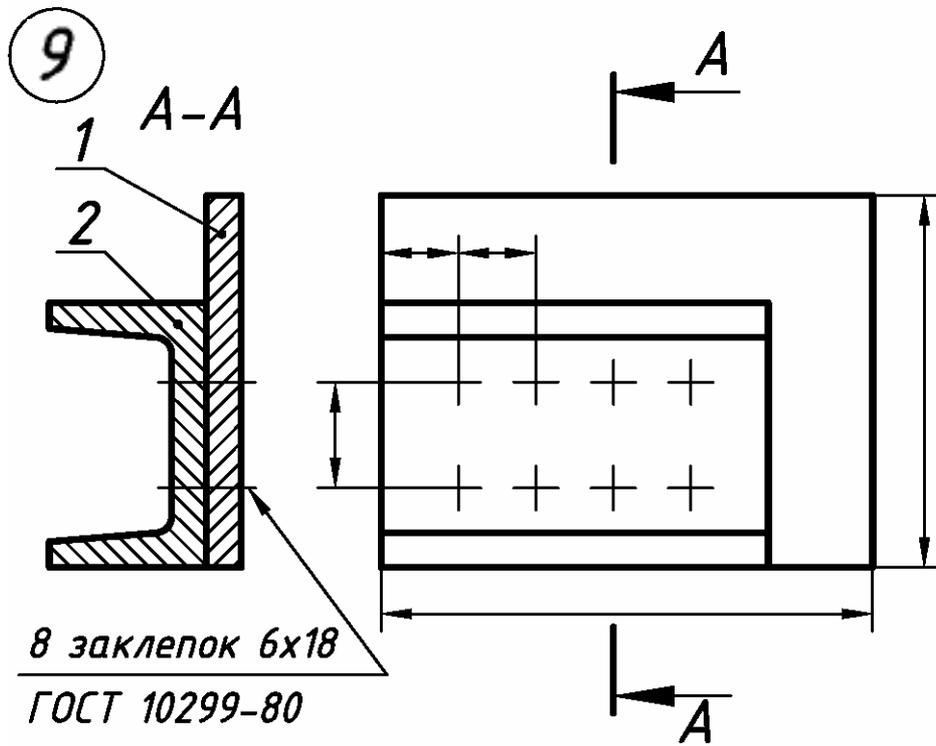
5

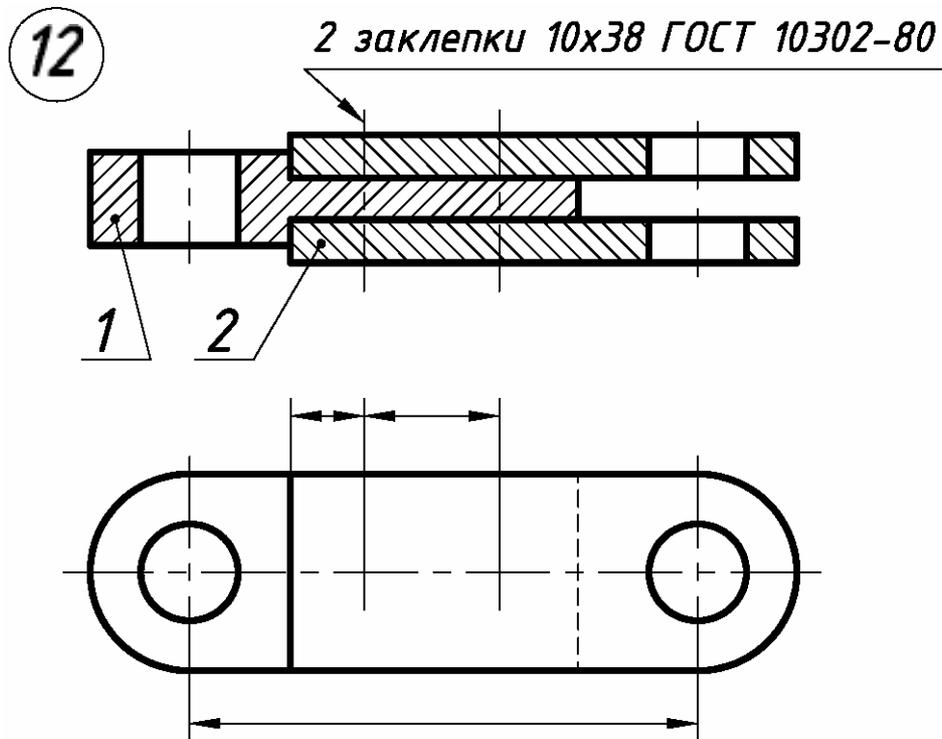
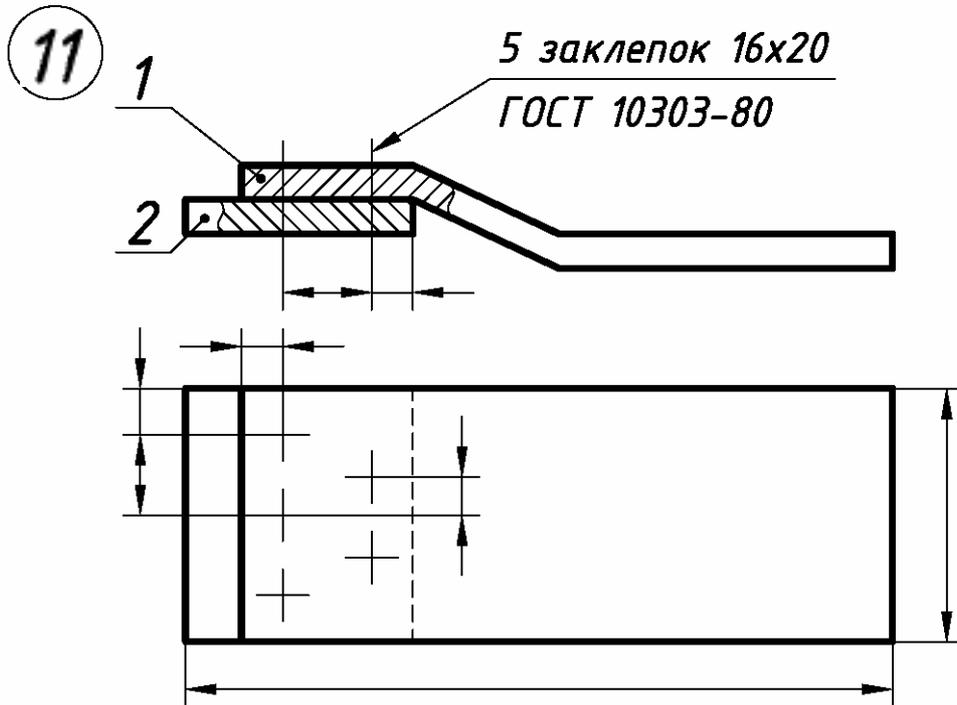


6



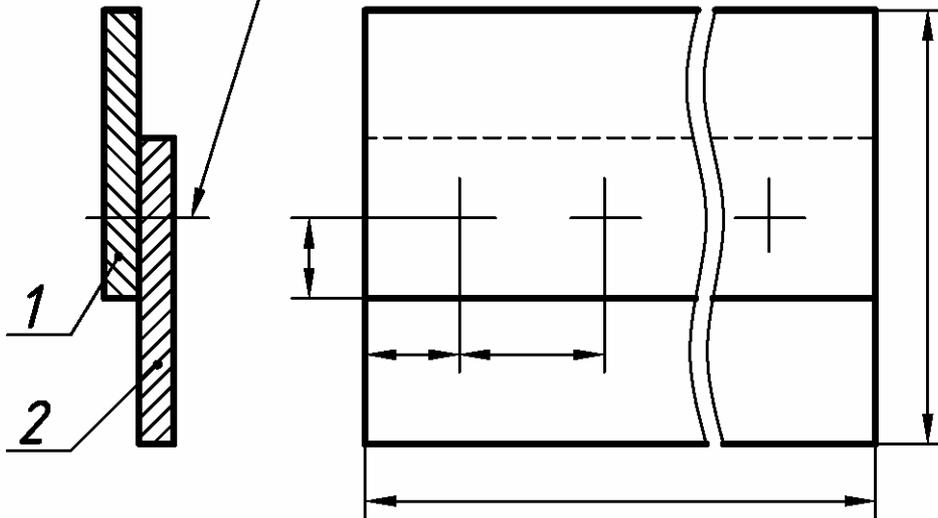






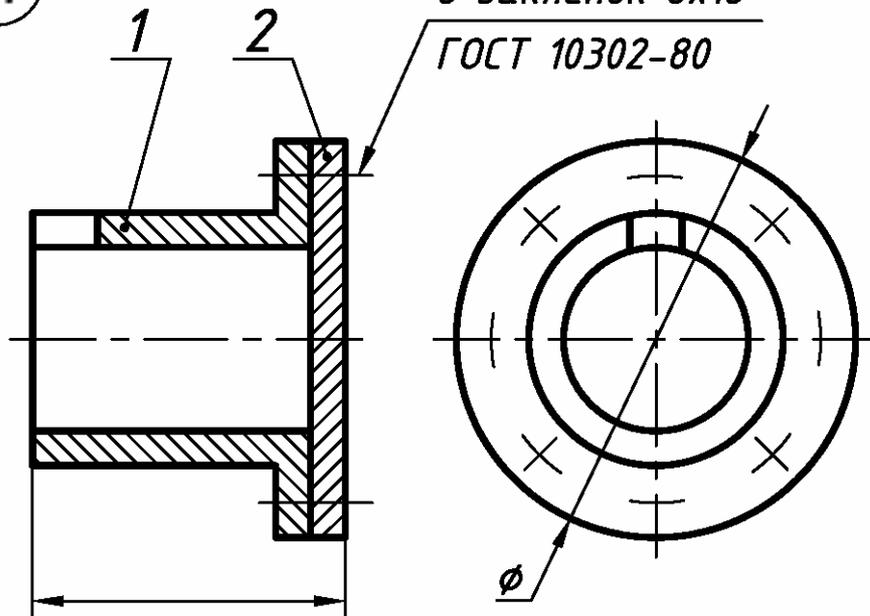
13

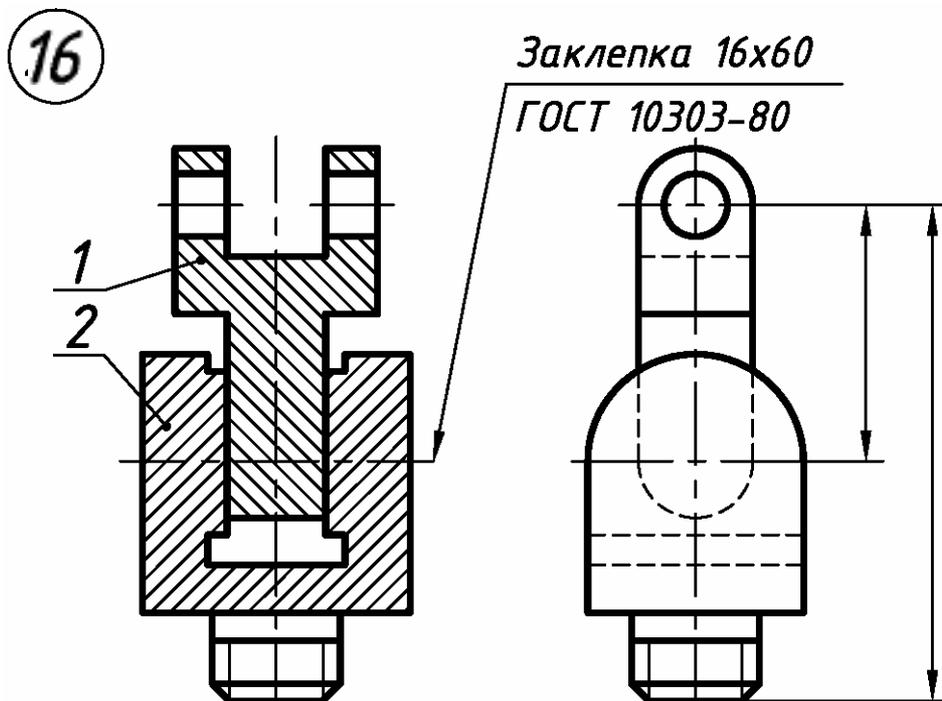
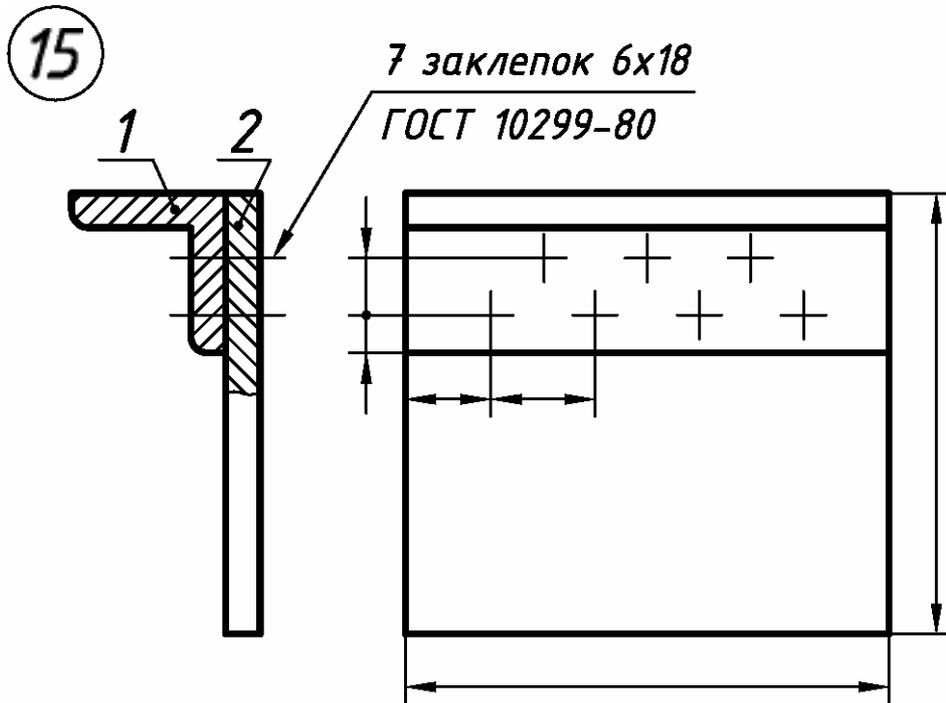
6 заклепок 10x20  
ГОСТ 10303-80

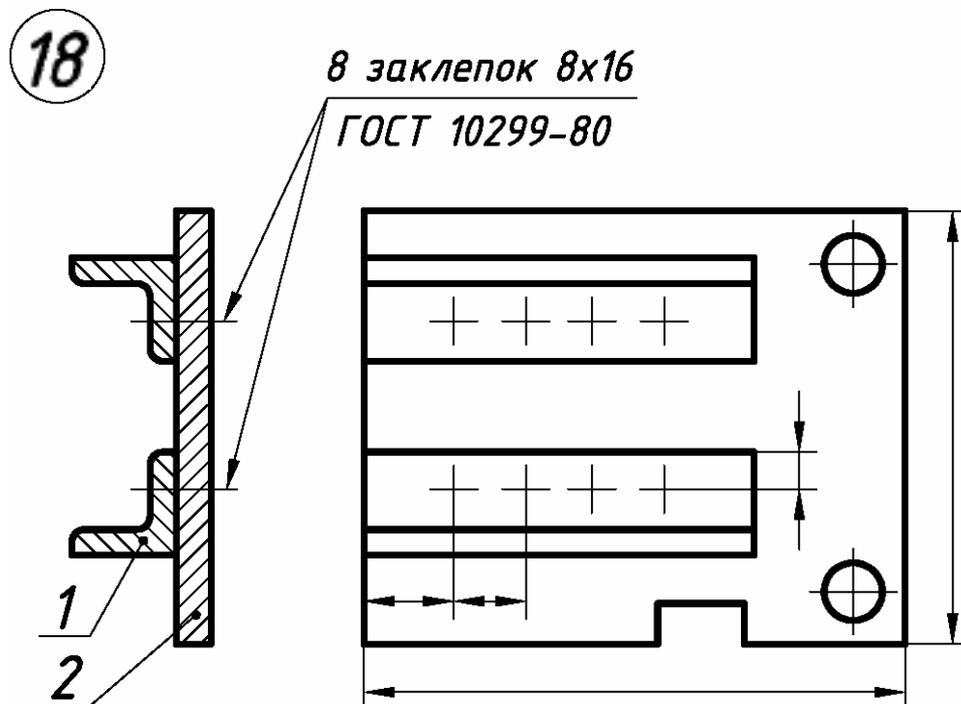
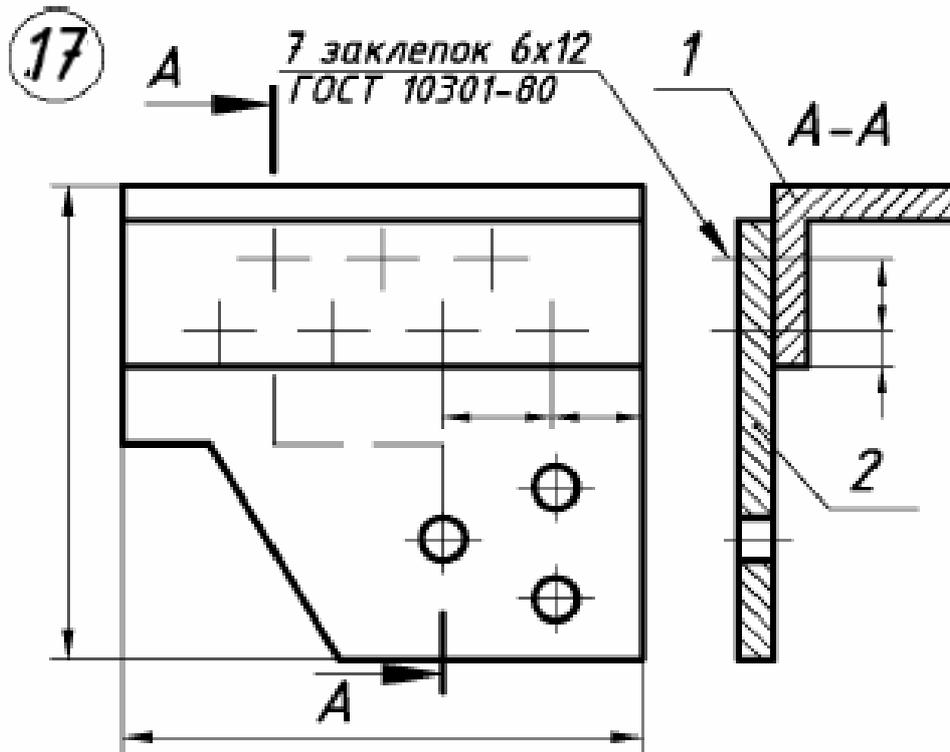


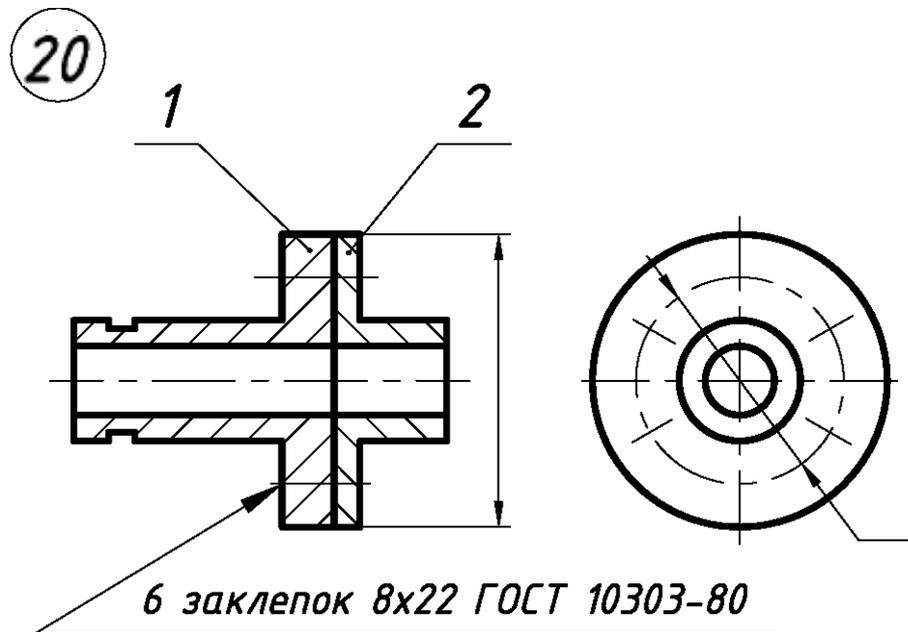
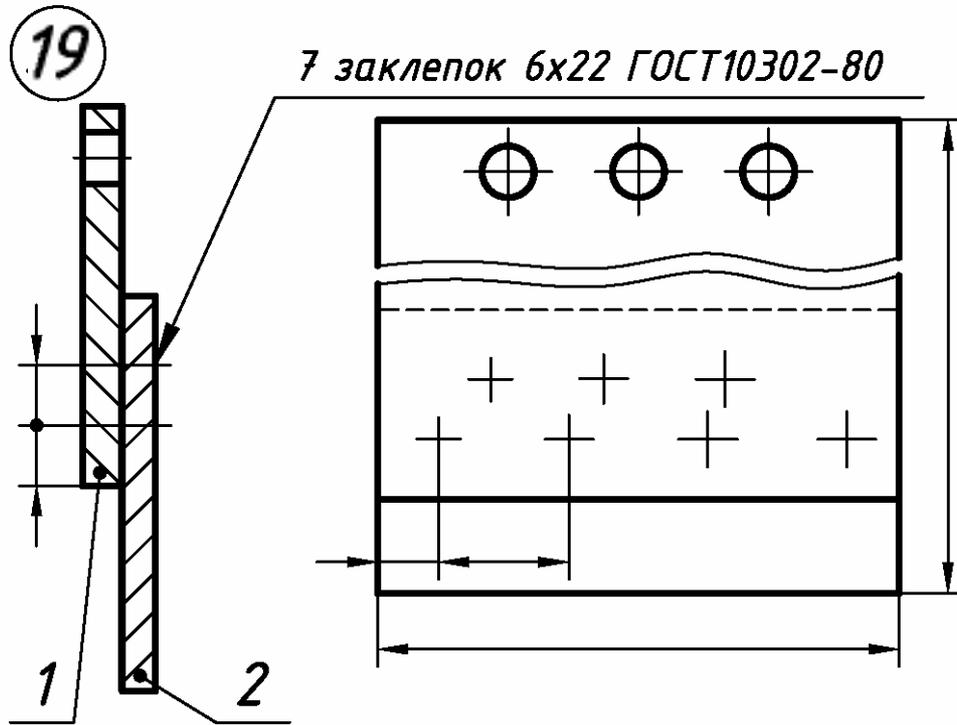
14

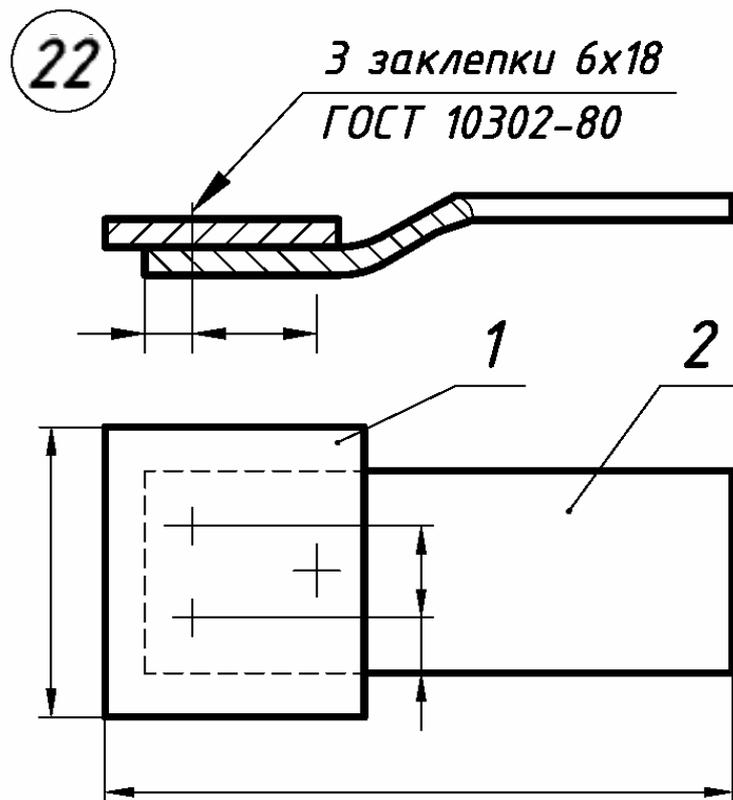
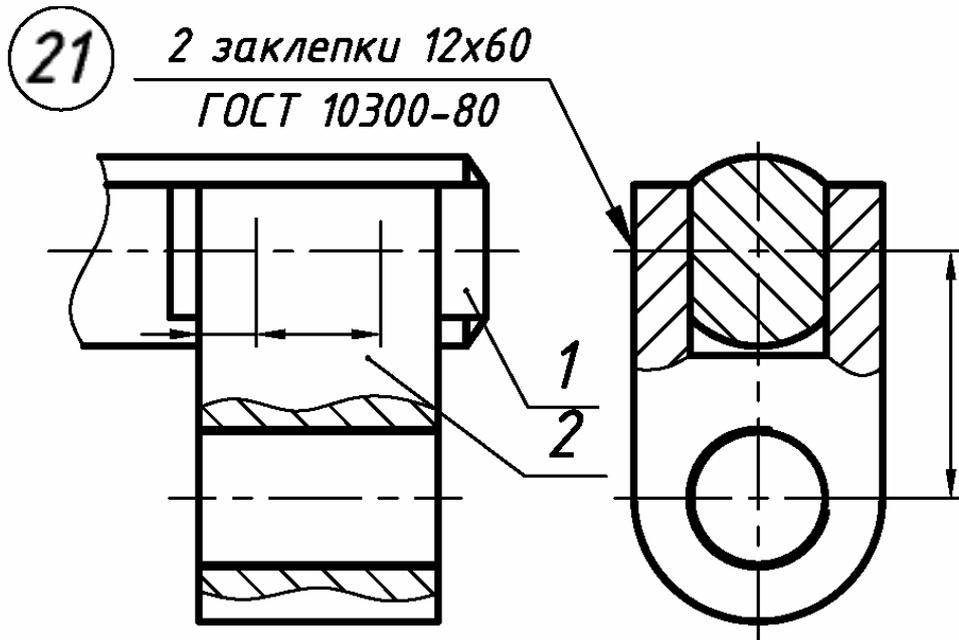
8 заклепок 6x18  
ГОСТ 10302-80

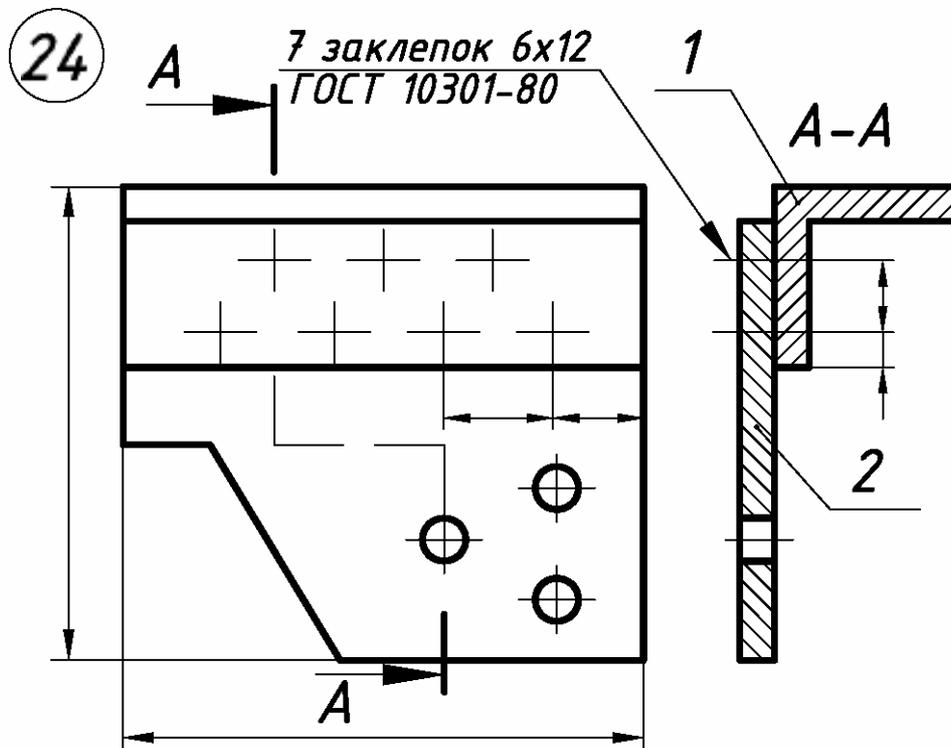
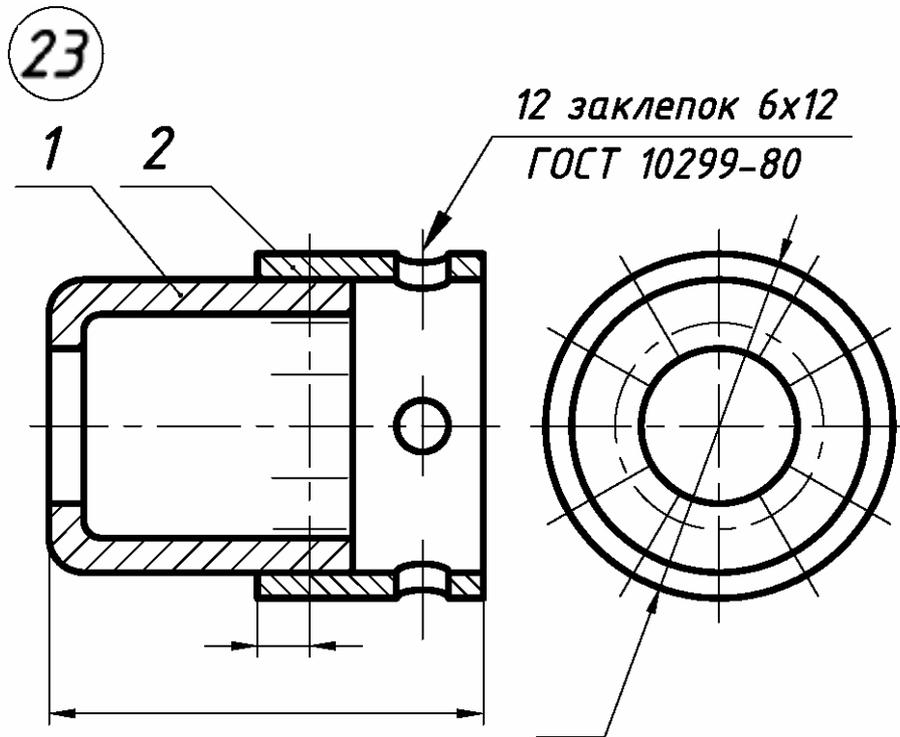












## Библиографический список

1. ГОСТ 10299-80 Заклепки с полукруглой головкой. Технические условия.
2. ГОСТ 10300-80 Заклепки с потайной головкой. Технические условия.
3. ГОСТ 10301-80 Заклепки с полупотайной головкой. Технические условия.
4. ГОСТ 10302-80 Заклепки с полукруглой низкой головкой. Технические условия.
5. ГОСТ 10303-80 Заклепки с плоской головкой. Технические условия.
6. ГОСТ 2.313-82 Условные изображения и обозначения неразъемных соединений.

## Соединения сварные

1. Цель работы.

1.1. Освоить методику разработки моделей и чертежей сварных соединений.

2. Требования к выполнению работы.

2.1. Задание устанавливается индивидуально для каждого студента по порядковому номеру его фамилии в соответствии с табл.1. В таблице представлены аксонометрические изображения сборочных узлов и показаны характерные размеры.

2.2. На основе задания необходимо разработать модели деталей и модель сборочной единицы, выпустить чертеж.

2.3. На чертеже показать все виды, необходимые для изготовления изделия, обозначить стандартизованные швы сварных соединений, нанести габаритные, установочные и присоединительные размеры.

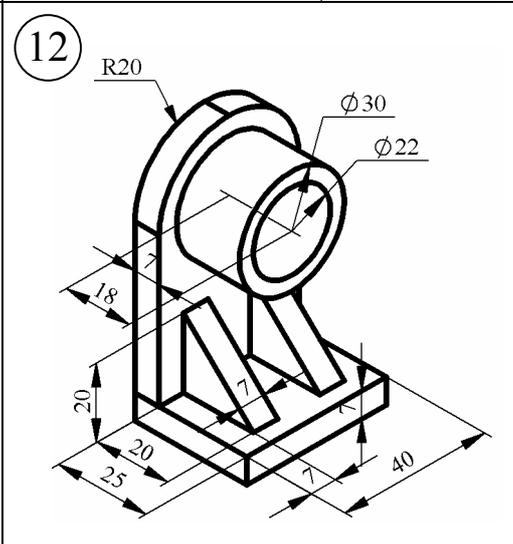
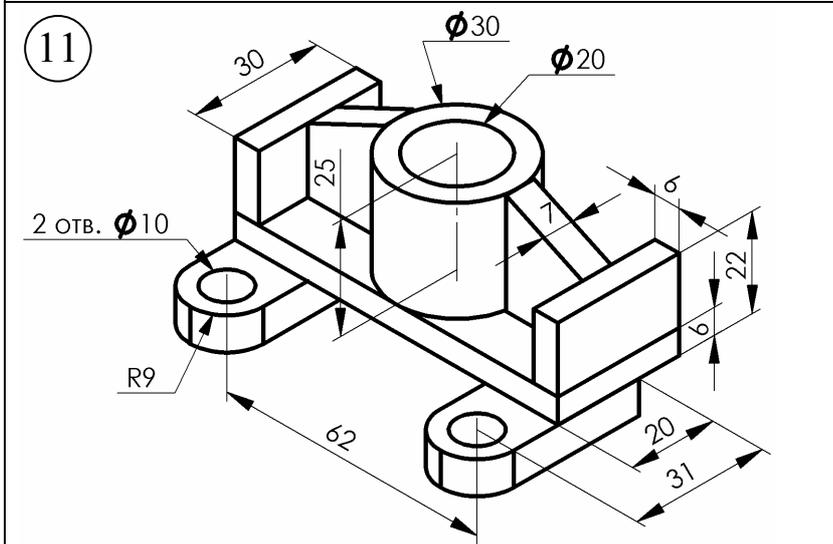
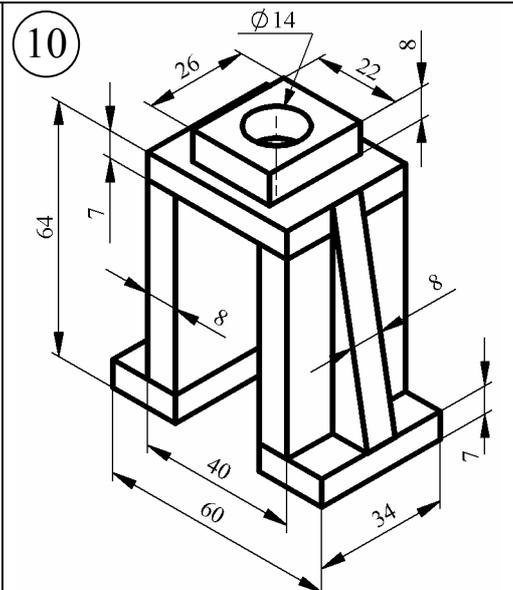
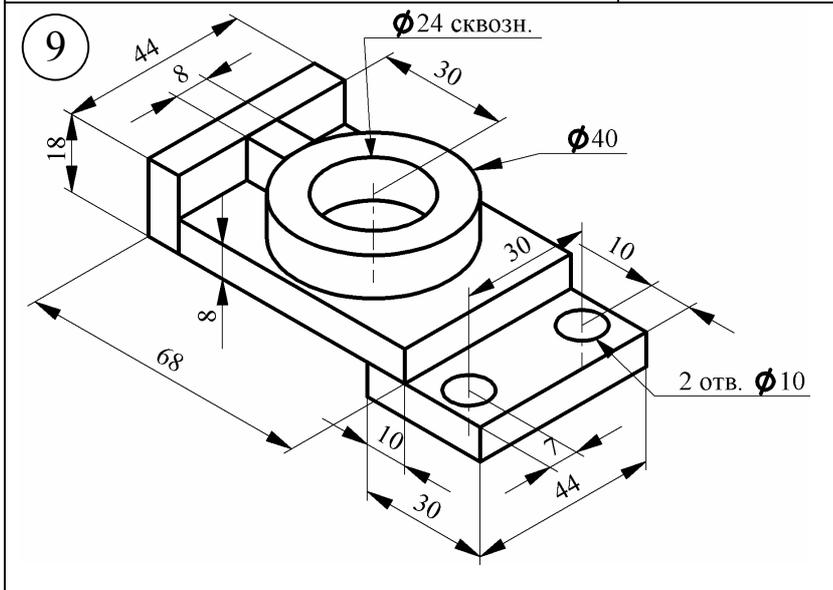
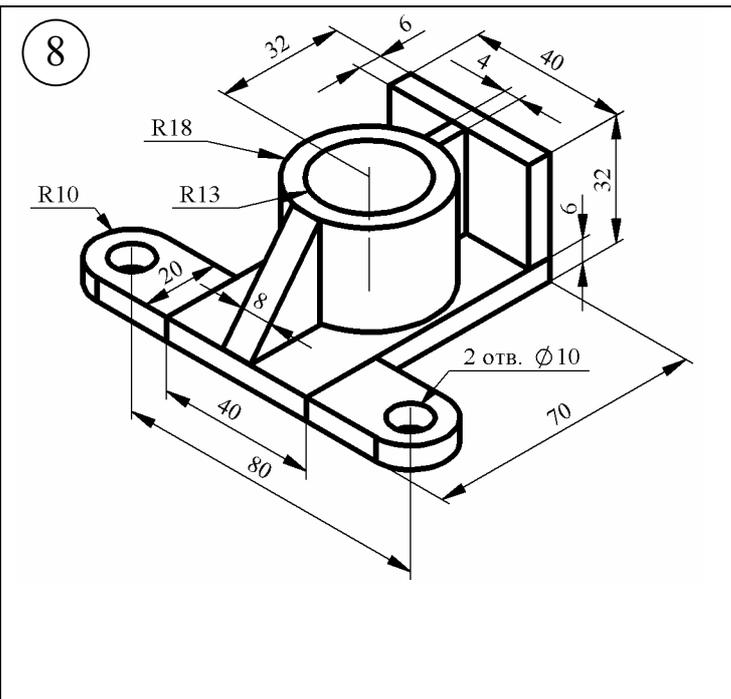
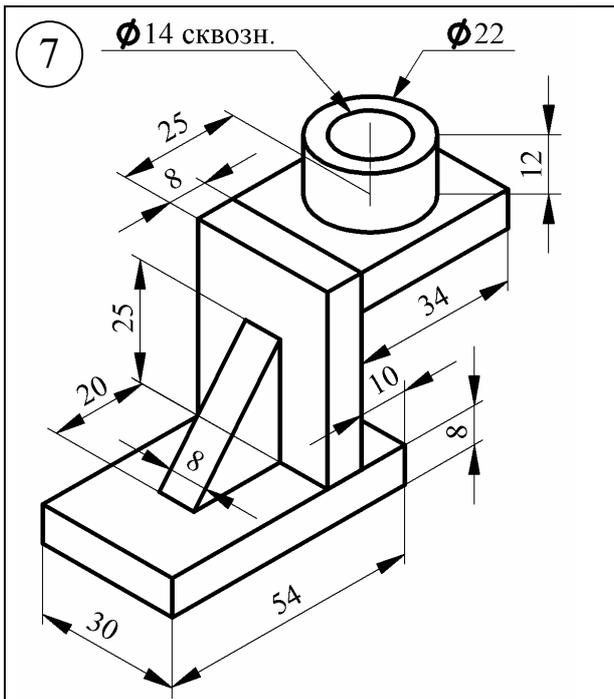
2.4. Швы выполнять ручной дуговой сваркой в соответствии с [2]. Правила нанесения сварных швов на чертежах [1].

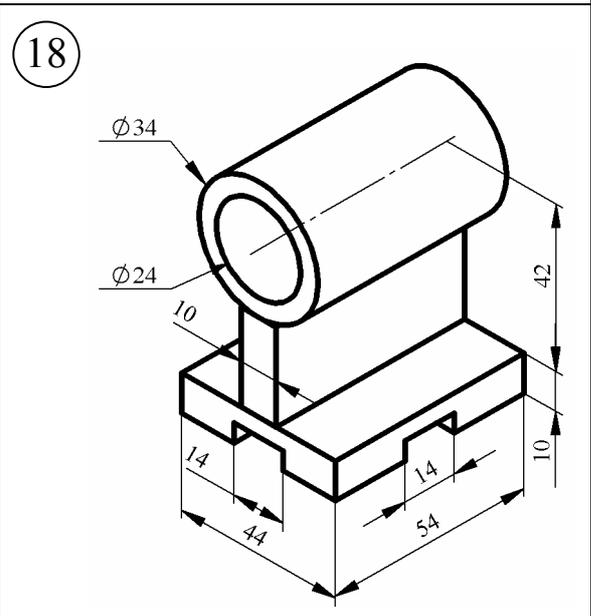
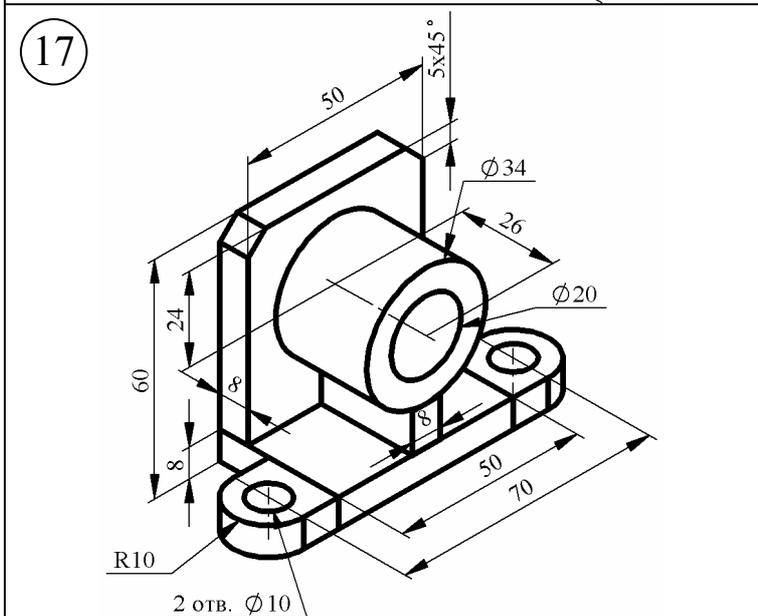
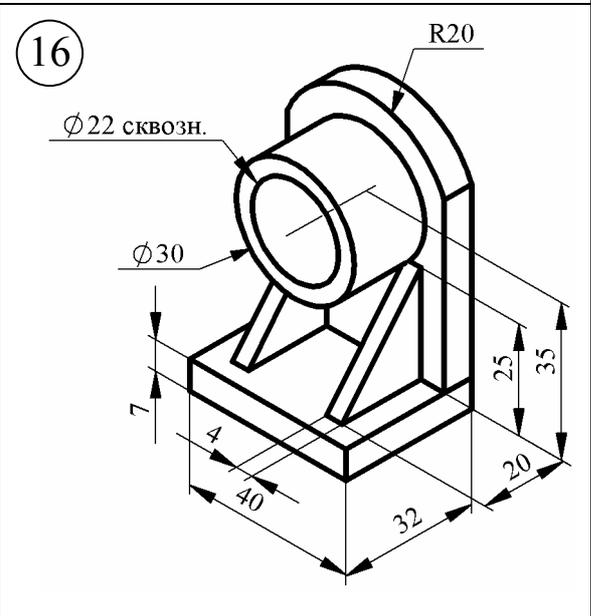
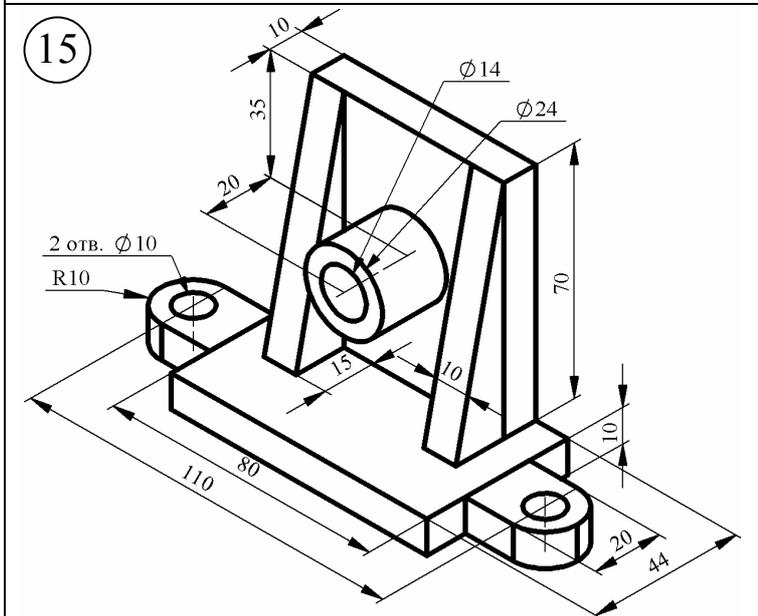
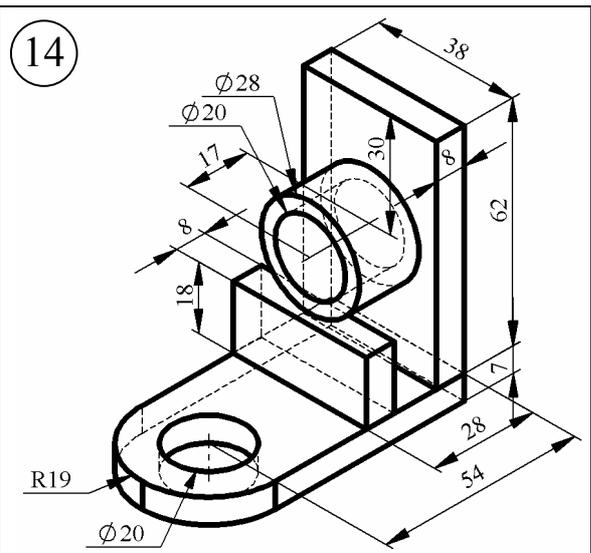
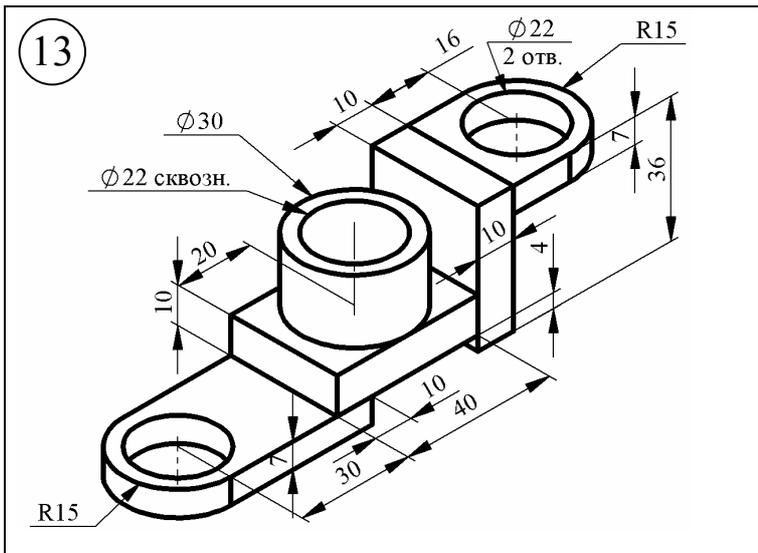
Пример оформления чертежа представлен в Приложении 1.

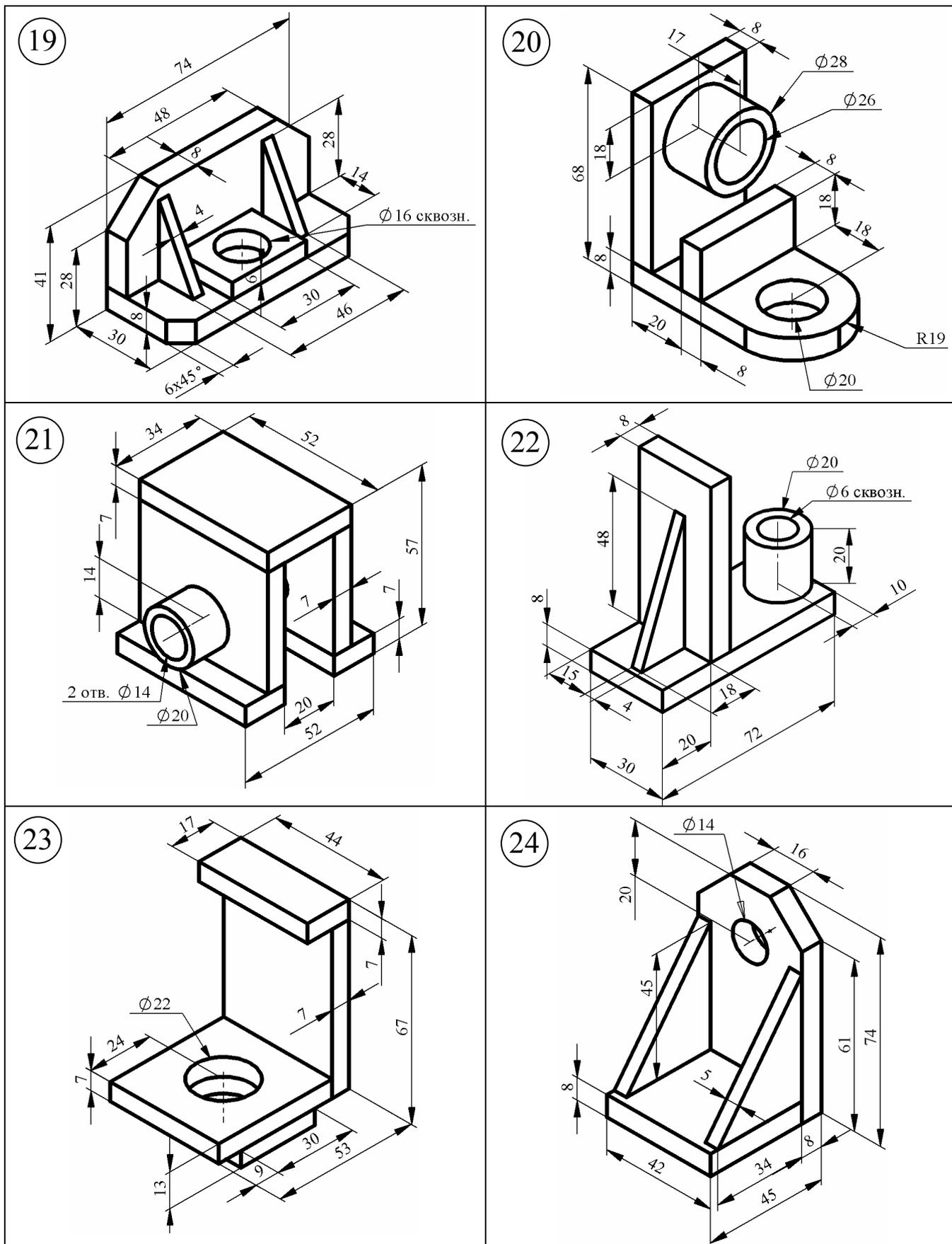
2.5. По окончании работы представить преподавателю в электронном виде папку с моделями разработанных стандартных деталей и чертежом.

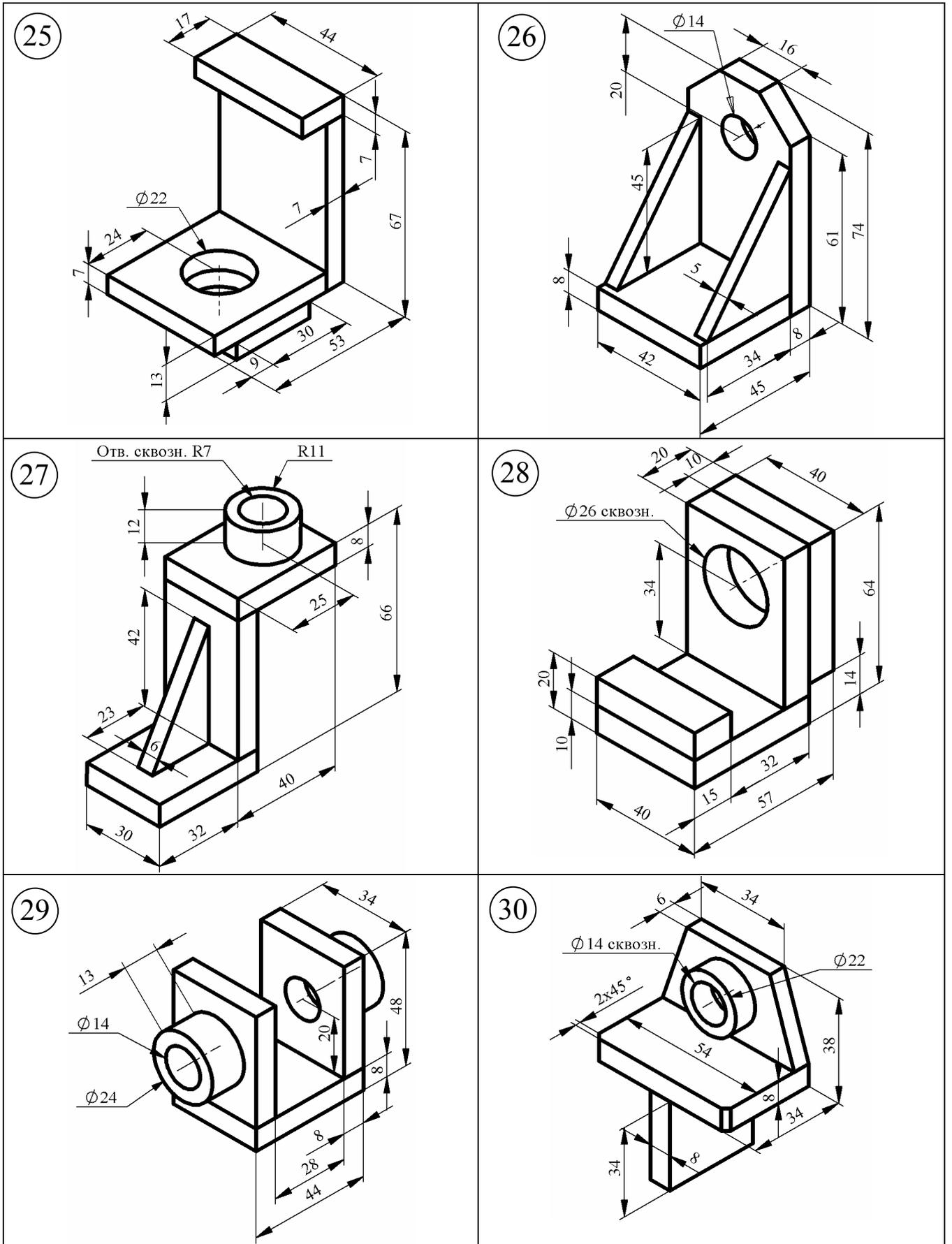
Задание на разработку моделей и чертежа

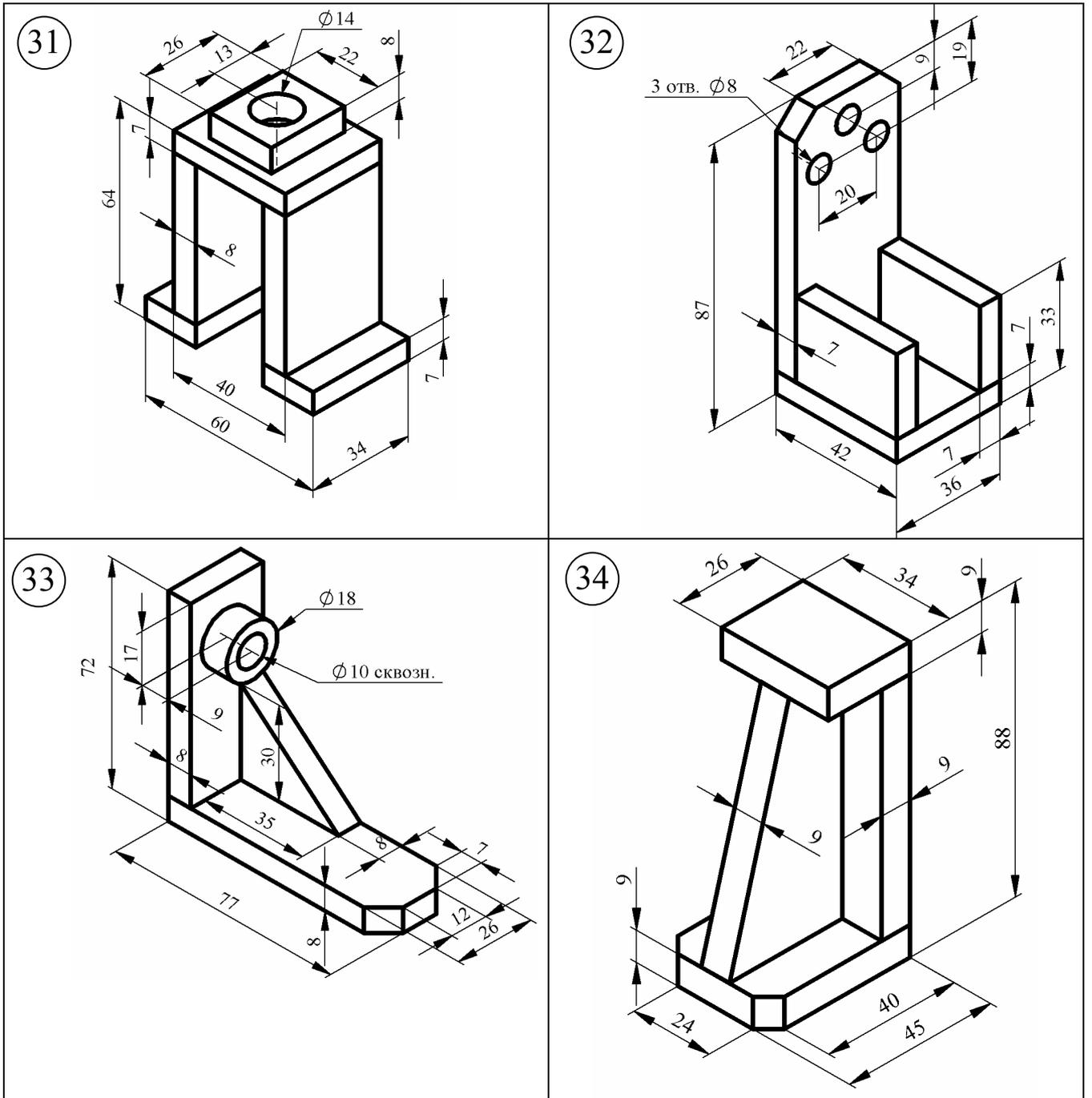
<p>1</p> <p>Technical drawing of a mechanical part. It features a cylindrical top with a diameter of <math>\Phi 30</math> and a height of 20. The top has a central hole with a diameter of <math>\Phi 18</math>, labeled as "сквозное" (through). The base is a rectangular block with a width of 40 and a height of 40. A hole with a diameter of <math>\Phi 10</math> is located on the front face, also labeled as "сквозное". The base has a thickness of 8. A horizontal flange with a width of 25 and a thickness of 8 is attached to the side of the base. The distance from the front edge of the base to the center of the <math>\Phi 10</math> hole is 20. The distance from the front edge to the center of the <math>\Phi 18</math> hole is 25. The distance from the front edge to the center of the <math>\Phi 10</math> hole is 20.</p>	<p>2</p> <p>Technical drawing of a mechanical part. It has a rectangular base with a width of 40 and a height of 20. Two cylindrical protrusions are on top. The left one has a diameter of <math>\Phi 26</math> and a height of 24. The right one has a diameter of <math>\Phi 10</math> and a height of 10. The distance between the centers of these two cylinders is 34. There are two holes with a diameter of <math>\Phi 14</math> on the top surface, labeled as "2 сквозн. отв. <math>\Phi 14</math>". The base has a thickness of 6. A hole with a diameter of <math>\Phi 10</math> is located on the front face. The distance from the front edge to the center of this hole is 20. The distance from the front edge to the center of the <math>\Phi 10</math> cylinder is 80.</p>
<p>3</p> <p>Technical drawing of a mechanical part. The base has a width of 60 and a height of 10. It features a semi-circular cutout with a radius of <math>R12</math>. Two vertical posts are attached to the base. Each post has a height of 20 and a thickness of 8. The top of each post is rounded with a radius of <math>R8</math>. There are two holes with a diameter of <math>\Phi 6</math> on the top surface of the posts, labeled as "2 отв. <math>\Phi 6</math>". The distance between the centers of the two posts is 44. The distance from the front edge of the base to the center of the first post is 16. The distance from the front edge to the center of the second post is 42. The base has a thickness of 10.</p>	<p>4</p> <p>Technical drawing of a mechanical part. The base has a width of 40 and a height of 8. A large cylindrical protrusion is on top with a diameter of <math>\Phi 30</math> and a height of 18. The top of the cylinder is rounded with a radius of <math>R20</math>. There is a hole with a diameter of <math>\Phi 22</math> on the top surface, labeled as "<math>\Phi 22</math> сквозн.". The base has a thickness of 8. The distance from the front edge to the center of the hole is 50. The distance from the front edge to the center of the cylinder is 8.</p>
<p>5</p> <p>Technical drawing of a mechanical part. The base has a width of 80 and a height of 20. It features a U-shaped top with a width of 35 and a height of 20. The top has rounded corners with a radius of <math>R20</math>. The base has a thickness of 6. There are two holes with a diameter of <math>\Phi 10</math> on the front face, labeled as "2 отв. <math>\Phi 10</math>". The distance between the centers of these holes is 55. The distance from the front edge to the center of the first hole is 30. The distance from the front edge to the center of the second hole is 80. The base has a thickness of 6.</p>	<p>6</p> <p>Technical drawing of a mechanical part. The base has a width of 80 and a height of 20. It features a U-shaped top with a width of 30 and a height of 10. The top has rounded corners with a radius of <math>R27</math>. The base has a thickness of 10. There are two holes with a diameter of <math>\Phi 10</math> on the front face, labeled as "2 отв. <math>\Phi 10</math>". The distance between the centers of these holes is 54. The distance from the front edge to the center of the first hole is 10. The distance from the front edge to the center of the second hole is 80. The base has a thickness of 10.</p>











### Библиографический список

1. ГОСТ 2.312-72 Условные изображения и обозначения швов сварных соединений.
2. ГОСТ 5264-80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

## Соединения клееные

### 1. Цель работы.

1.1. Освоить методику разработки моделей и чертежей клееных соединений.

### 2. Требования к выполнению работы.

2.1. Задание устанавливается индивидуально для каждого студента по порядковому номеру его фамилии в соответствии с табл.1. В таблице представлены однопроекционные изображения сборочных узлов. Стрелками обозначены места расположения клееных швов.

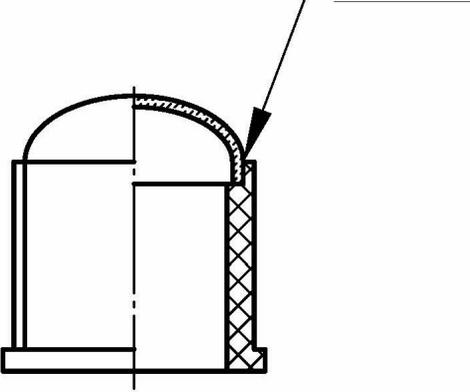
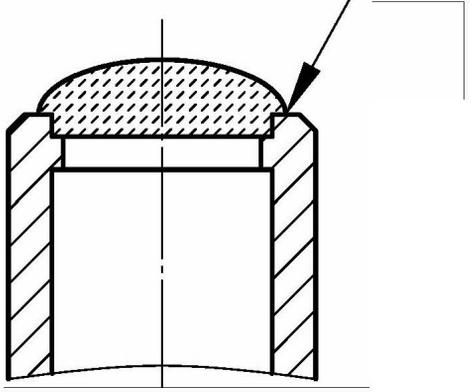
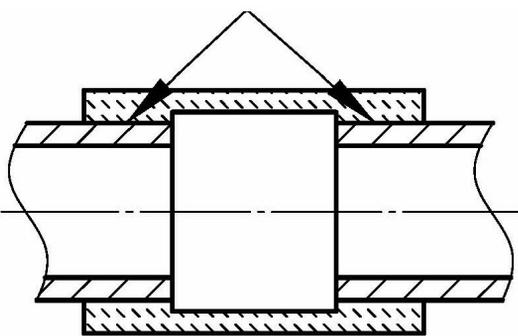
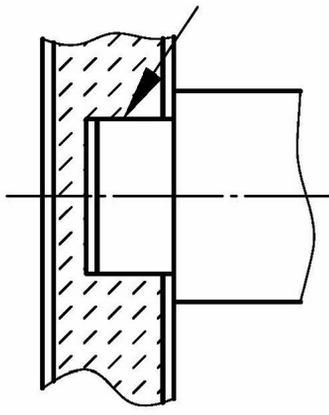
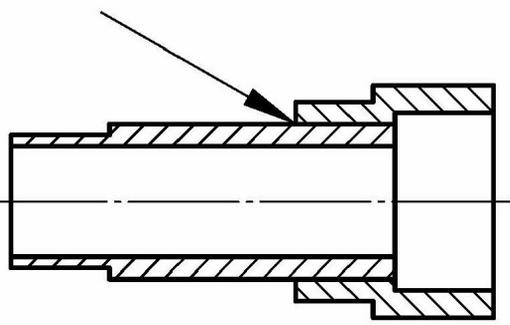
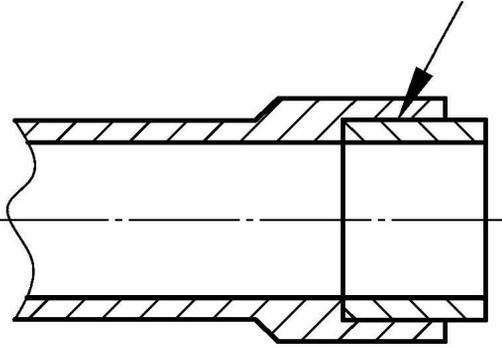
2.2. На основе задания необходимо разработать модели деталей и модель сборочной единицы, выпустить чертеж.

2.3. Чертеж выпускается общим на все лабораторные работы по неразъемным соединениям. На чертеже клееного соединения показать основную проекцию, содержащую полную графическую информацию о швах. Габаритные размеры изделия следует принимать из расчета рационального размещения выбранного изображения на свободном поле чертежа.

Пример оформления чертежа представлен в Приложении 1.

2.4. По окончании работы представить преподавателю в электронном виде папку с моделями разработанных стандартных деталей и чертежом.

Соединения клееные

<p>1</p> 	<p>2</p> 
<p>3</p> 	<p>4</p> 
<p>5</p> 	<p>6</p> 

<p>7</p>	<p>8</p>
<p>9</p>	<p>10</p>
<p>11</p>	<p>12</p>

## Библиографический список

1. ГОСТ 2.313-82 Условные изображения и обозначения неразъемных соединений

## Соединения паяные

1. Цель работы.

1.1. Освоить методику разработки моделей и чертежей паяных соединений.

2. Требования к выполнению работы.

2.1. Задание устанавливается индивидуально для каждого студента по порядковому номеру его фамилии в соответствии с табл.1. В таблице представлены однопроекционные изображения сборочных узлов и показаны характерные размеры. Стрелками обозначены места расположения паяных швов.

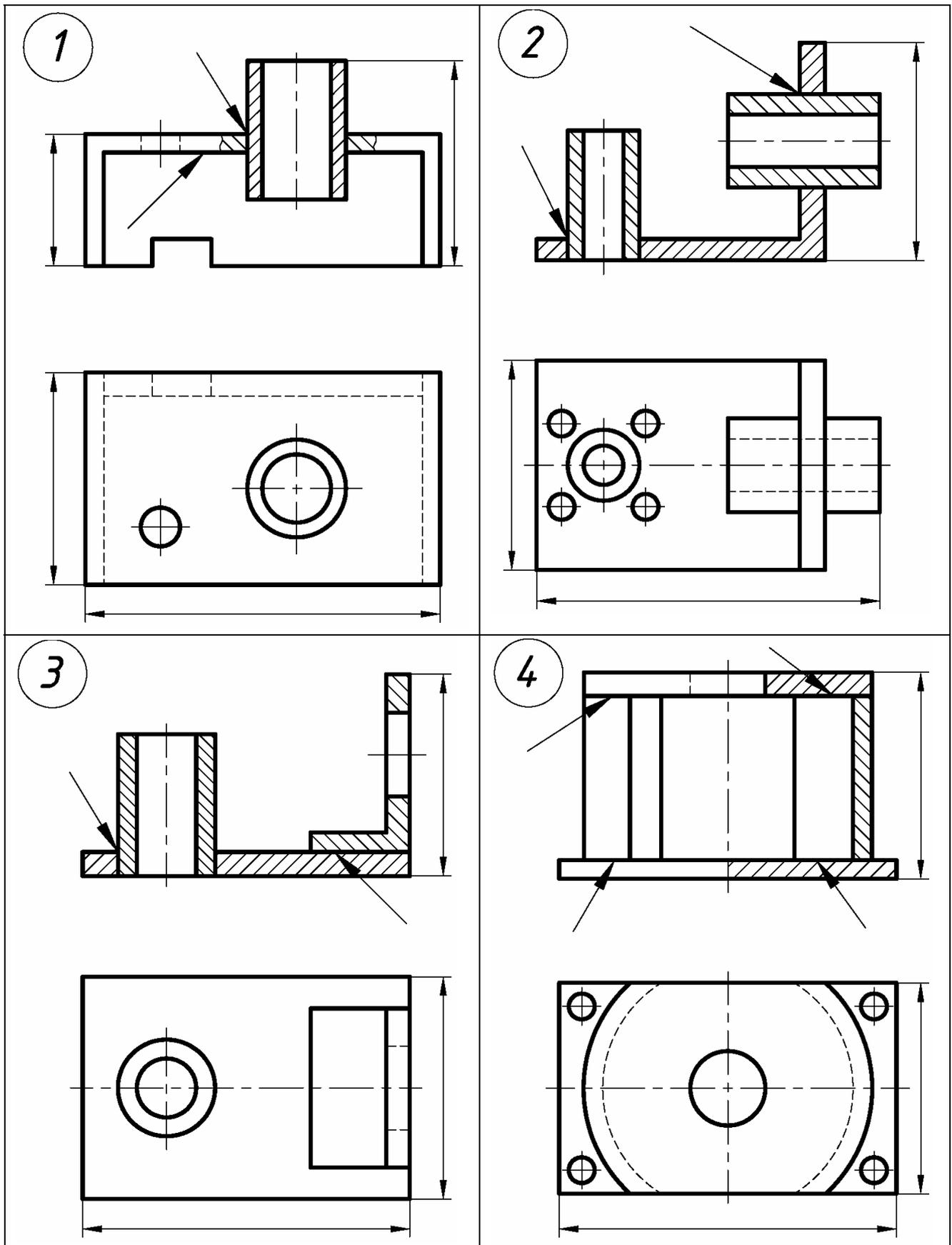
2.2. На основе задания необходимо разработать модели деталей и модель сборочной единицы, выпустить чертеж.

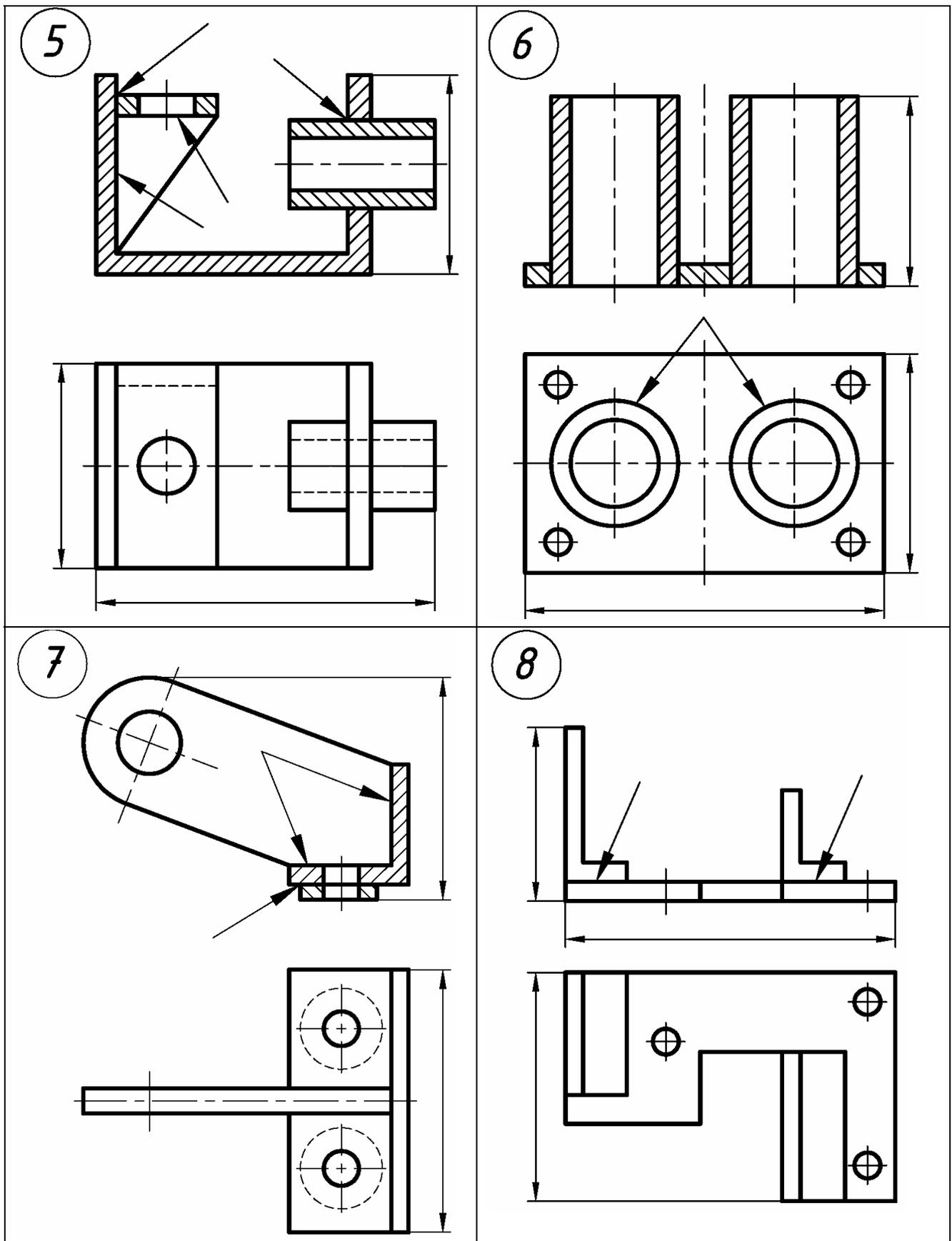
2.3. На чертеже паяного соединения показать все виды, необходимые для изготовления изделия и содержащие полную графическую информацию о швах. Габаритные размеры изделия следует принимать из расчета рационального размещения выбранного изображения на свободном поле чертежа.

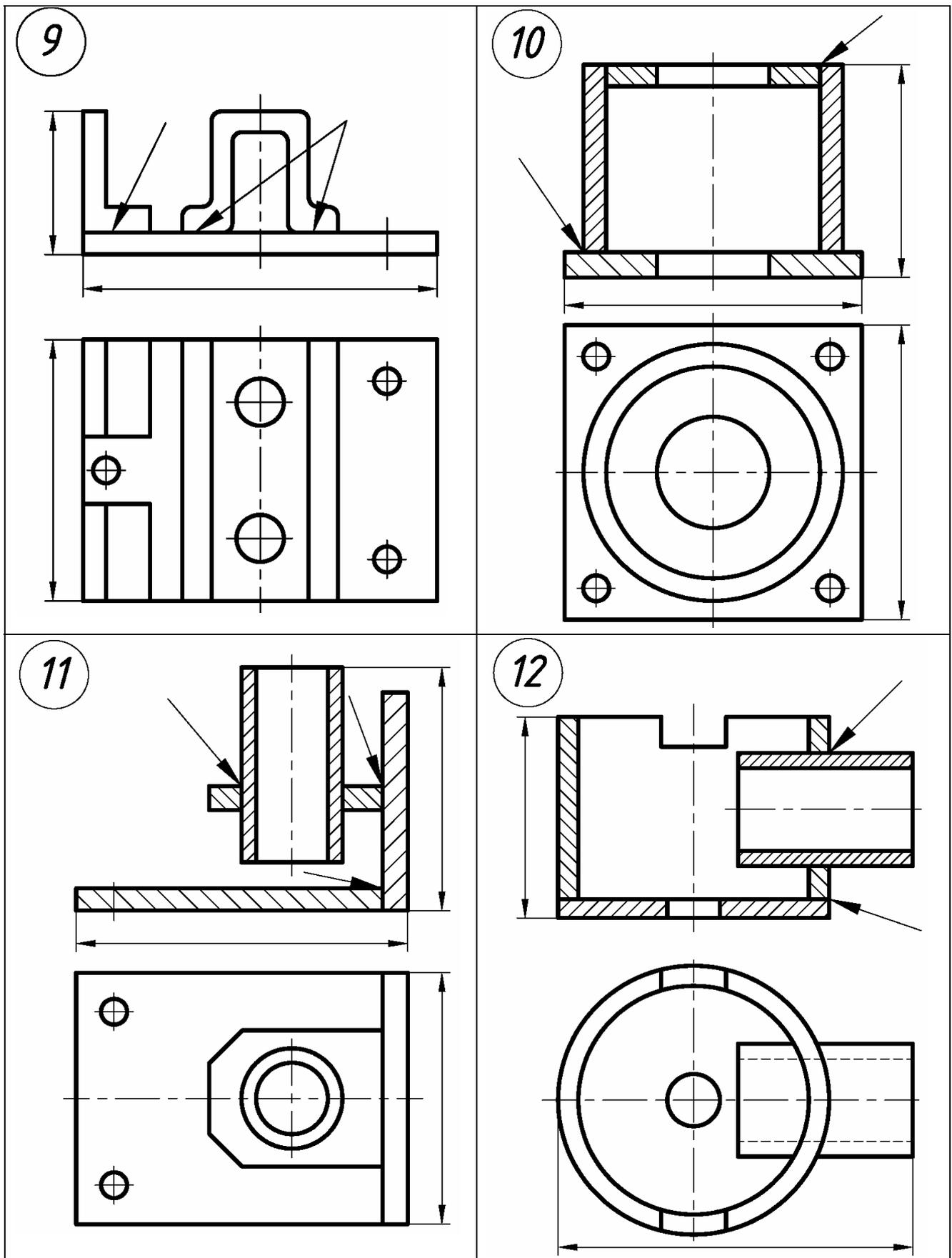
Пример оформления чертежа представлен в Приложении 1.

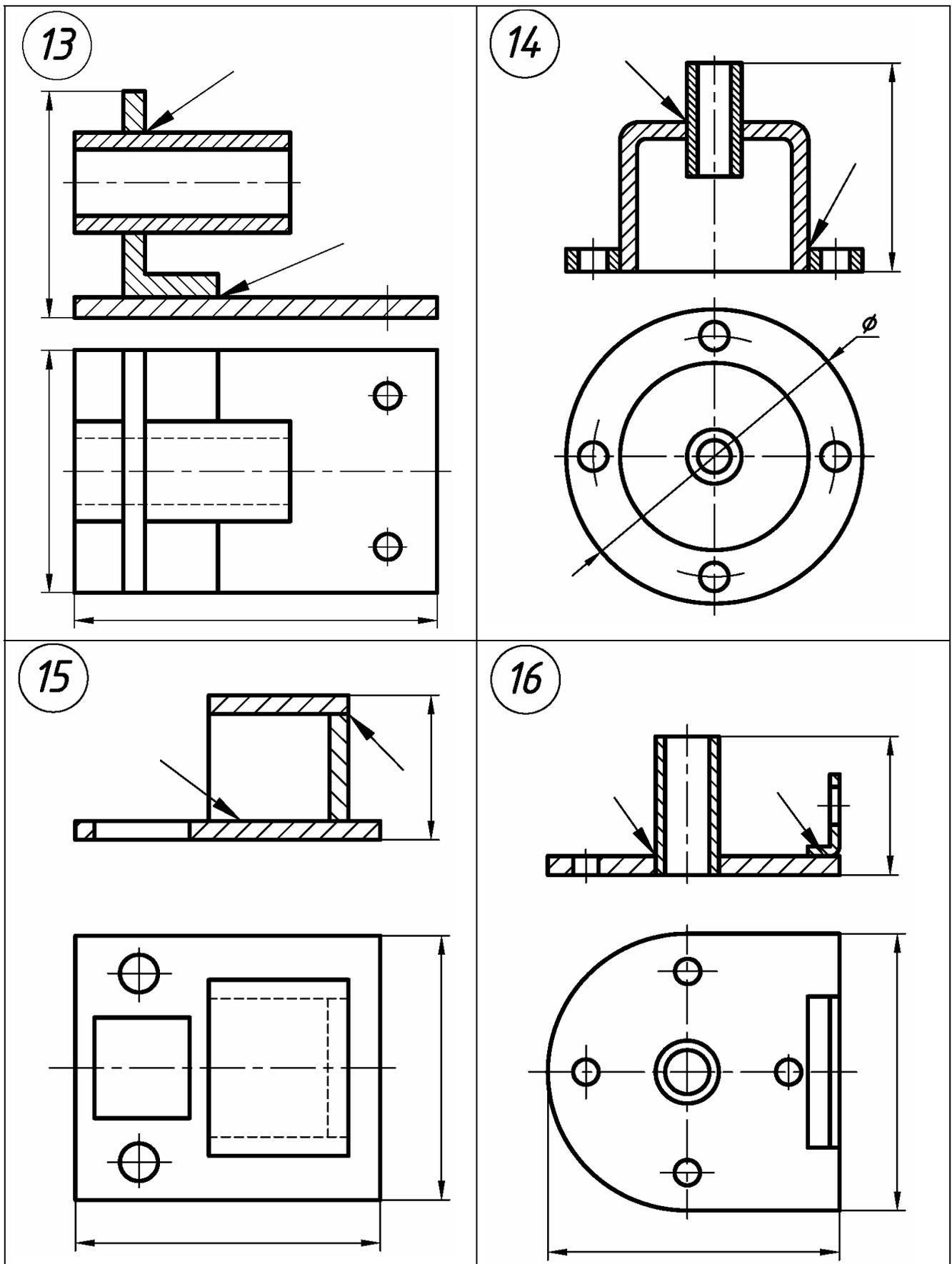
2.4. По окончании работы представить преподавателю в электронном виде папку с моделями разработанных стандартных деталей и чертежом.

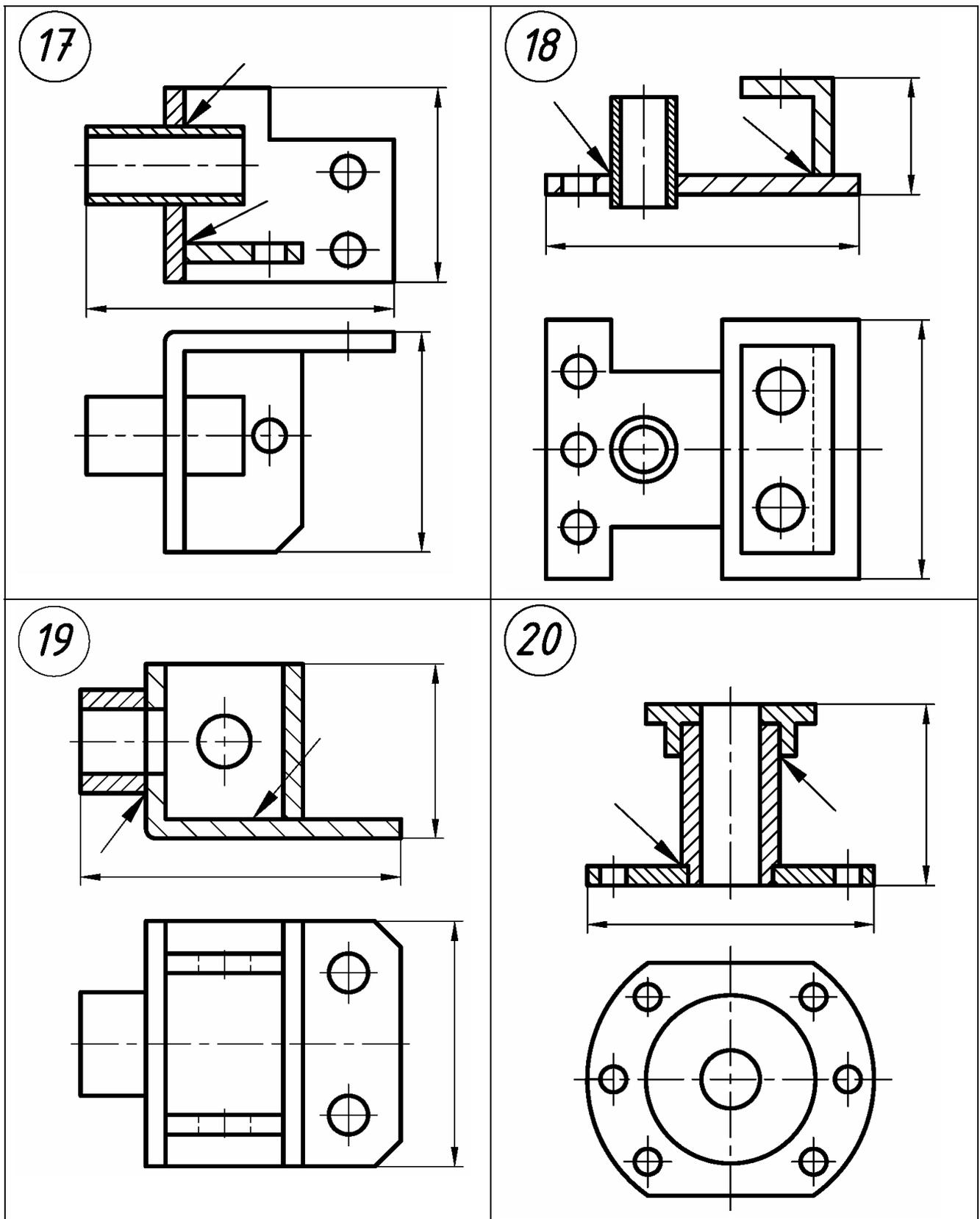
Соединения паяные

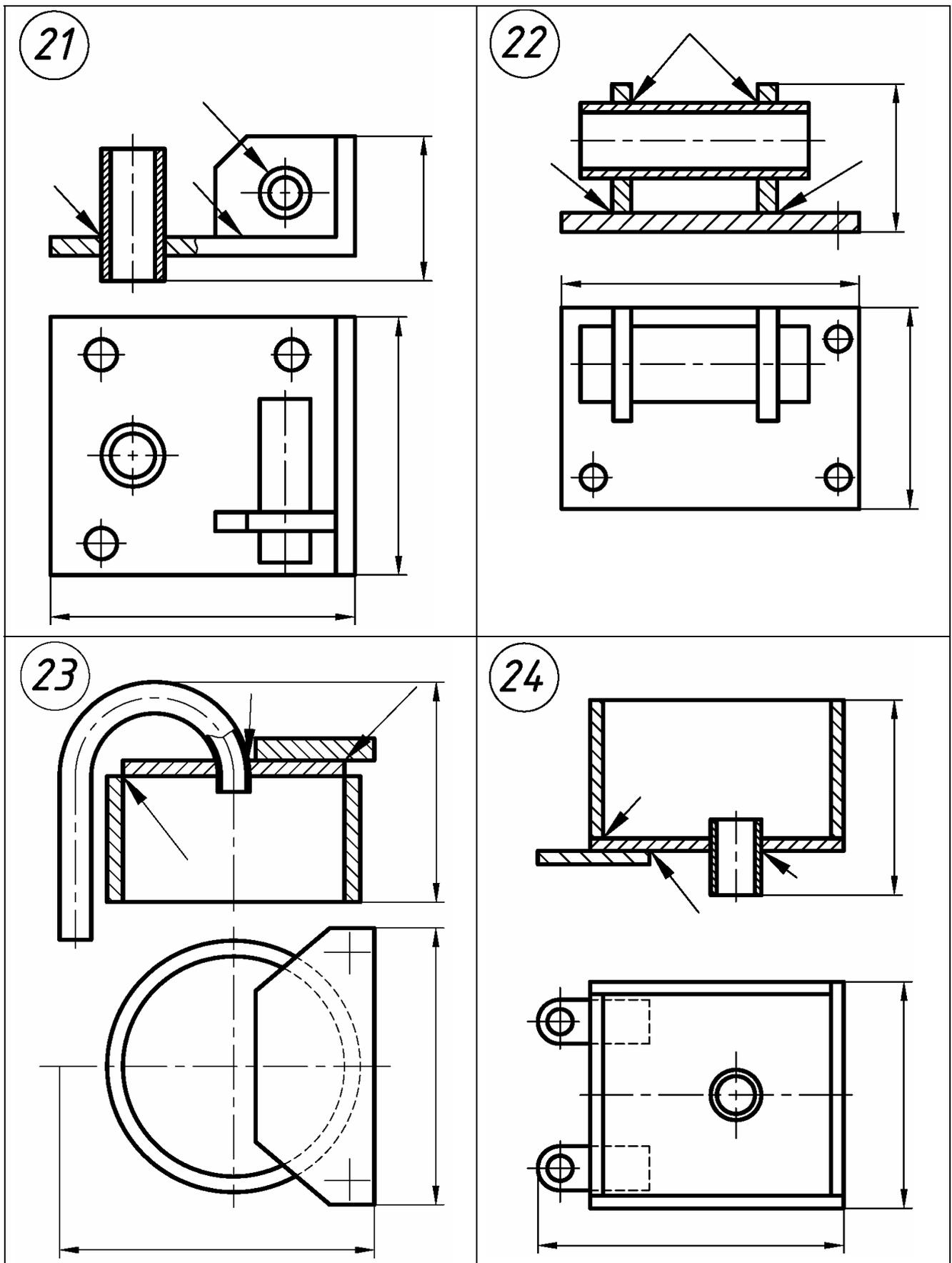


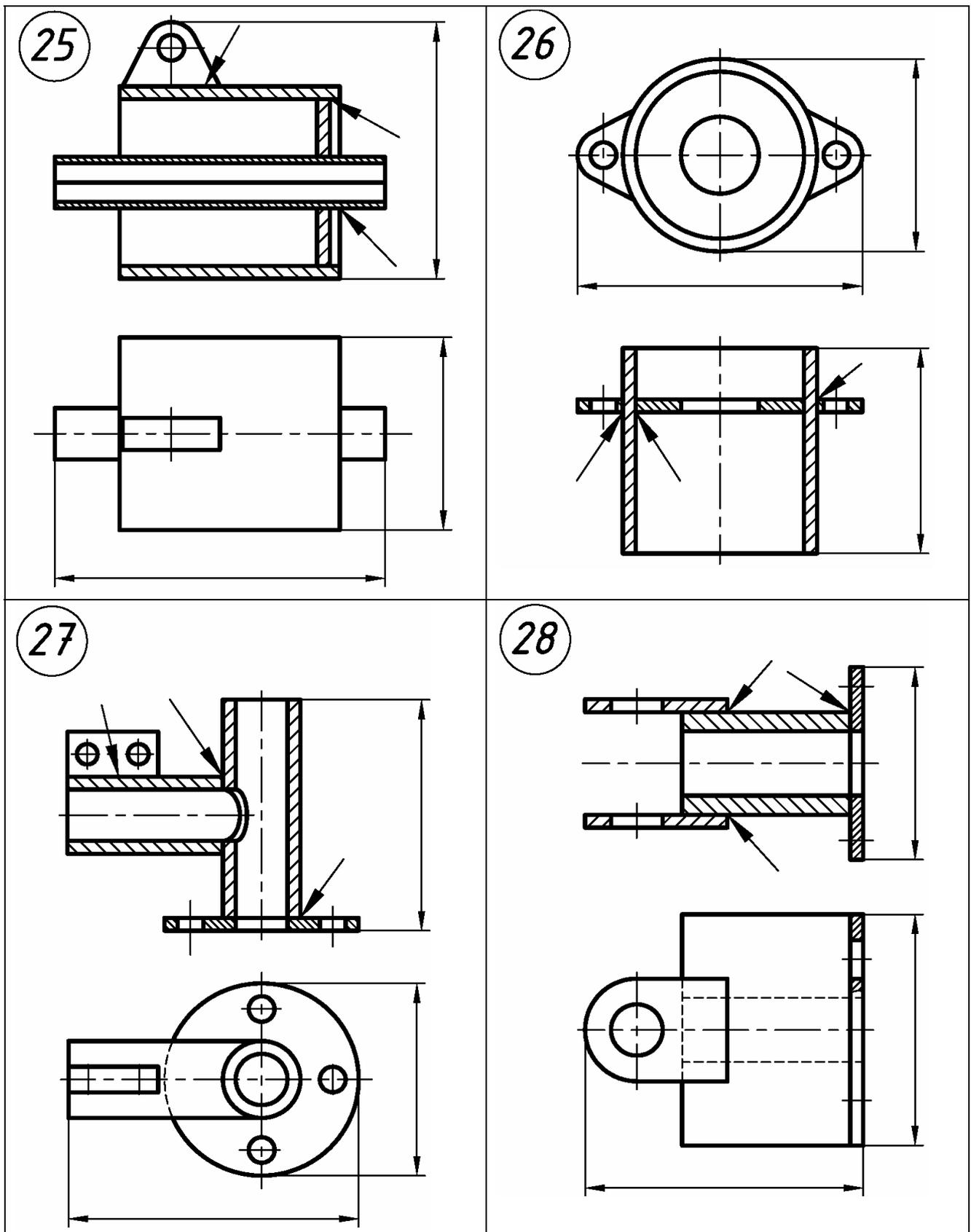


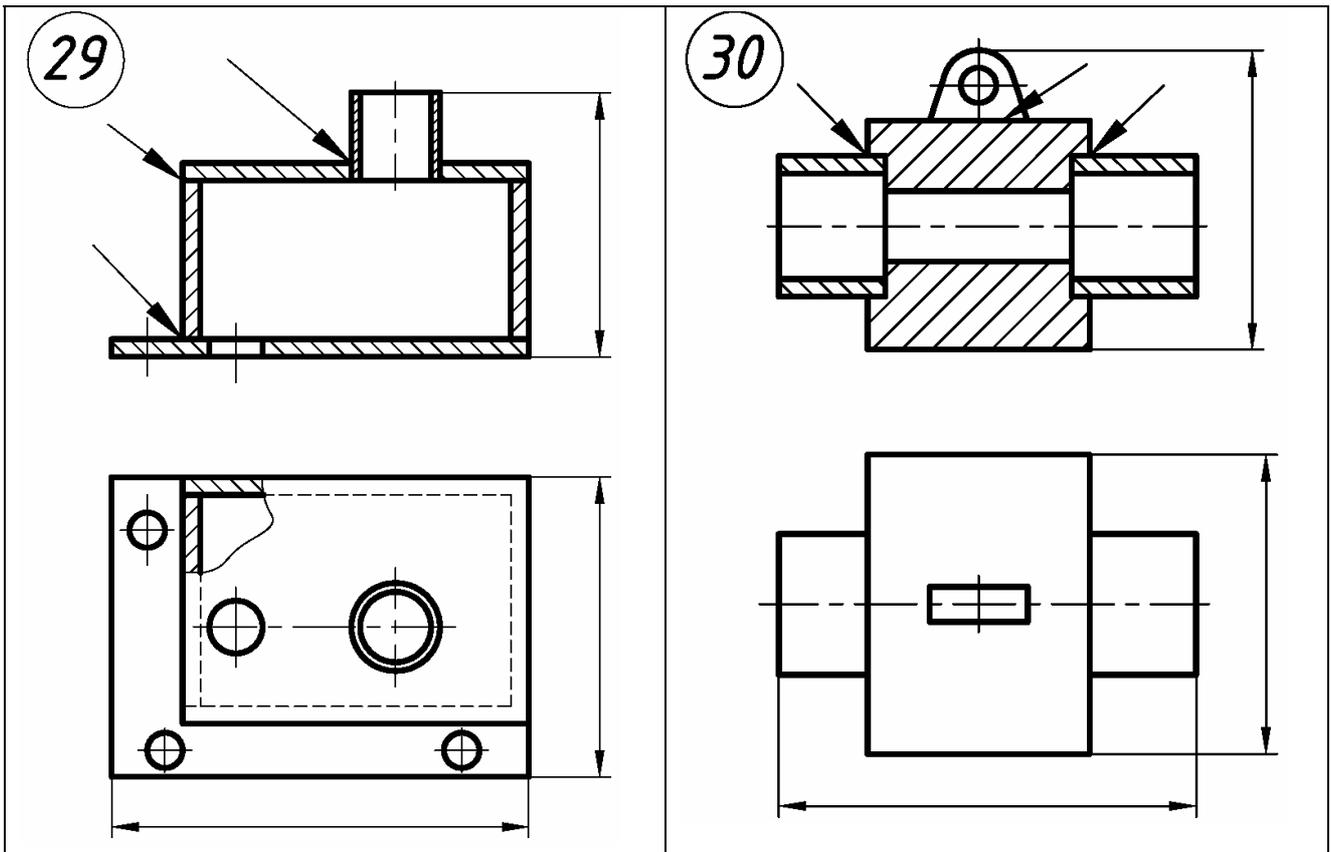












## Библиографический список

1. ГОСТ 2.313-82 Условные изображения и обозначения неразъемных соединений

## 2 Резьбовые соединения

В задании 2 необходимо выполнить следующие чертежи:

- 2.1. Элементы крепежа

- 2.2. Элементы крепежа в сборе (резьбовые соединения)

Пример выполнения задания 2. представлен в **приложении 2**.

Вариант для выполнения работы выбирается в соответствии с вариантом по списку.

## **Модели и чертежи стандартных изделий**

1. Цель работы.

1.1. Освоить методику разработки моделей крепежных стандартных изделий и построения основных проекционных видов чертежа.

2. Требования к выполнению работы.

2.1. Разработать модели болта, шпильки, винта, двух гаек, двух шайб, а также модель основания с гнездом (резьбовым отверстием) под шпильку. Все резьбы выполнить с крупным шагом.

2.2. Оформить чертеж формата А2/А3, включающий все проекционные виды, дающие наглядное представление о каждом изделии и содержащие все необходимые для изготовления размеры.

Пример оформления чертежа представлен в Приложении 2.

2.3. Задание устанавливается индивидуально для каждого студента по порядковому номеру его фамилии в соответствии с табл. 1.

2.4. По окончании работы представить преподавателю в электронном виде папку с моделями разработанных стандартных деталей и чертежом.

## Задание на разработку моделей и чертежа

Порядковый № студента	Болтовое соединение			Шпильчное соединение			Винтовое соединение
	Болт	Гайка	Шайба	Шпилька	Гайка	Шайба	
1.	Болт М14х90 ГОСТ 7798-70	Гайка М14 ГОСТ 5915-70	Шайба 14 ГОСТ 6402-70	Шпилька М22х80 ГОСТ 22032-76	Гайка 2М22 ГОСТ 5918-73	Шайба 22 ГОСТ 11371-78	Винт М8 х60 ГОСТ 1491-80
2.	Болт 2М16х110 ГОСТ 7798-70	Гайка М16 ГОСТ 5918-73	Шайба 16 ГОСТ 11371-78	Шпилька М20х90 ГОСТ 22034-76	Гайка М20 ГОСТ 5927-70	Шайба 20 ГОСТ 6402-70	Винт М10х55 ГОСТ 17473-80
3.	Болт 3М18х100 ГОСТ 7798-70	Гайка 2М18 ГОСТ 5915-70	Шайба 18 ГОСТ 6402-70	Шпилька М22х90 ГОСТ 22036-76	Гайка М22 ГОСТ 5918-73	Шайба 2.22 ГОСТ 11371-78	Винт М12х50 ГОСТ 17475-80
4.	Болт 4М20х90 ГОСТ 7798-70	Гайка М20 ГОСТ 15523-70	Шайба 20 ГОСТ 6402-70	Шпилька М14х110 ГОСТ 22038-76	Гайка 2М14 ГОСТ 5918-73	Шайба 14 ГОСТ 11371-78	Винт М14х45 ГОСТ 17474-80
5.	Болт М22х80 ГОСТ 7798-70	Гайка 2М22 ГОСТ 5918-73	Шайба 2.22 ГОСТ 11371-78	Шпилька М16х100 ГОСТ 22036-76	Гайка М16 ГОСТ 15523-70	Шайба 16 ГОСТ 6402-70	Винт М10х50 ГОСТ 1491-80
6.	Болт 2М24х70 ГОСТ 7798-70	Гайка М24 ГОСТ 5927-70	Шайба 24 ГОСТ 6402-70	Шпилька М18х95 ГОСТ 22032-76	Гайка М18 ГОСТ 5918-73	Шайба 2.18 ГОСТ 11371-78	Винт М8 х55 ГОСТ 17473-80
7.	Болт 3М14х80 ГОСТ 7798-70	Гайка М14 ГОСТ 5918-73	Шайба 2.14 ГОСТ 11371-78	Шпилька М20х105 ГОСТ 22034-76	Гайка М20 ГОСТ 5915-70	Шайба 20 ГОСТ 6402-70	Винт М12х40 ГОСТ 17474-80
8.	Болт 4М16х85 ГОСТ 7798-70	Гайка М16 ГОСТ 5915-70	Шайба 16 ГОСТ 6402-70	Шпилька М22х110 ГОСТ 22036-76	Гайка 2М22 ГОСТ 5918-73	Шайба 2.22 ГОСТ 11371-78	Винт М10х45 ГОСТ 17475-80
9.	Болт М18х90 ГОСТ 7798-70	Гайка 2М18 ГОСТ 5918-73	Шайба 18 ГОСТ 11371-78	Шпилька М24х100 ГОСТ 22038-76	Гайка 2М24 ГОСТ 5915-70	Шайба 24 ГОСТ 6402-70	Винт М12х50 ГОСТ 1491-80
10.	Болт 2М20х95 ГОСТ 7798-70	Гайка 2М20 ГОСТ 5915-70	Шайба 20 ГОСТ 6402-70	Шпилька М16х105 ГОСТ 22036-76	Гайка М16 ГОСТ 5918-73	Шайба 16 ГОСТ 11371-78	Винт М8 х50 ГОСТ 17474-80
11.	Болт 3М22х100 ГОСТ 7798-70	Гайка М22 ГОСТ 5918-73	Шайба 2.22 ГОСТ 11371-78	Шпилька М14х95 ГОСТ 22032-76	Гайка М14 ГОСТ 5927-70	Шайба 14 ГОСТ 6402-70	Винт М10х45 ГОСТ 17473-80
12.	Болт 4М24х105 ГОСТ 7798-70	Гайка М24 ГОСТ 15523-70	Шайба 24 ГОСТ 6402-70	Шпилька М18х85 ГОСТ 22034-76	Гайка 2М18 ГОСТ 5918-73	Шайба 18 ГОСТ 11371-78	Винт М12х55 ГОСТ 17475-80
13.	Болт М14х100 ГОСТ 7798-70	Гайка М14 ГОСТ 5918-73	Шайба 2.14 ГОСТ 11371-78	Шпилька М22х75 ГОСТ 22036-76	Гайка М22 ГОСТ 15523-70	Шайба 22 ГОСТ 6402-70	Винт М14х45 ГОСТ 1491-80
14.	Болт 2М16х90	Гайка М16	Шайба 16	Шпилька М20х115	Гайка М20	Шайба 2.20	Винт М8 х55

	ГОСТ 7798-70	ГОСТ 5927-70	ГОСТ 6402-70	ГОСТ 22038-76	ГОСТ 5918-73	ГОСТ 11371-78	ГОСТ 17475-80
15.	Болт 3М18х85 ГОСТ 7798-70	Гайка М18 ГОСТ 5918-73	Шайба 2.18 ГОСТ 11371-78	Шпилька М22х105 ГОСТ 22036-76	Гайка 2М22 ГОСТ 5915-70	Шайба 22 ГОСТ 6402-70	Винт М12х40 ГОСТ 17473-80
16.	Болт 4М20х95 ГОСТ 7798-70	Гайка 2М20 ГОСТ 5918-73	Шайба 20 ГОСТ 11371-78	Шпилька М18х100 ГОСТ 22032-76	Гайка М18 ГОСТ 5915-70	Шайба 18 ГОСТ 6402-70	Винт М10х60 ГОСТ 1491-80
17.	Болт М22х75 ГОСТ 7798-70	Гайка М22 ГОСТ 5915-70	Шайба 22 ГОСТ 6402-70	Шпилька М16х85 ГОСТ 22034-76	Гайка 2М16 ГОСТ 5918-73	Шайба 16 ГОСТ 11371-78	Винт М12х55 ГОСТ 17473-80
18.	Болт 2М24х100 ГОСТ 7798-70	Гайка М24 ГОСТ 5918-73	Шайба 2.24 ГОСТ 11371-78	Шпилька М18х90 ГОСТ 22036-76	Гайка М18 ГОСТ 5927-70	Шайба 18 ГОСТ 6402-70	Винт М10х50 ГОСТ 17475-80
19.	Болт 3М14х110 ГОСТ 7798-70	Гайка 2М14 ГОСТ 5918-73	Шайба 14 ГОСТ 11371-78	Шпилька М22х75 ГОСТ 22038-76	Гайка М22 ГОСТ 15523-70	Шайба 22 ГОСТ 6402-70	Винт М12х50 ГОСТ 17474-80
20.	Болт 4М16х90 ГОСТ 7798-70	Гайка 2М16 ГОСТ 5915-70	Шайба 16 ГОСТ 64027-0	Шпилька М24х115 ГОСТ 22036-76	Гайка М24 ГОСТ 5918-73	Шайба 24 ГОСТ 11371-78	Винт М14х45 ГОСТ 1491-80
21.	Болт М18х105 ГОСТ 7798-70	Гайка М18 ГОСТ 5918-73	Шайба 2.18 ГОСТ 11371-78	Шпилька М20х75 ГОСТ 22032-76	Гайка М20 ГОСТ 5915-70	Шайба 20 ГОСТ 6402-70	Винт М8 х50 ГОСТ 17473-80
22.	Болт 2М20х85 ГОСТ 7798-70	Гайка М20 ГОСТ 15523-70	Шайба 20 ГОСТ 6402-70	Шпилька М18х115 ГОСТ 22034-76	Гайка 2М18 ГОСТ 5918-73	Шайба 18 ГОСТ 11371-78	Винт М10х55 ГОСТ 17474-80
23.	Болт 3М22х95 ГОСТ 7798-70	Гайка 2М22 ГОСТ 5918-73	Шайба 22 ГОСТ 11371-78	Шпилька М18х100 ГОСТ 22036-76	Гайка 2М18 ГОСТ 5915-70	Шайба 18 ГОСТ 6402-70	Винт М12х60 ГОСТ 17475-80
24.	Болт 4М24х105 ГОСТ 7798-70	Гайка М24 ГОСТ 5927-70	Шайба 24 ГОСТ 6402-70	Шпилька М16х90 ГОСТ 22038-76	Гайка М16 ГОСТ 5918-73	Шайба 2.16 ГОСТ 11371-78	Винт М14х45 ГОСТ 1491-80
25.	Болт М18х110 ГОСТ 7798-70	Гайка М18 ГОСТ 5918-73	Шайба 2.18 ГОСТ 11371-78	Шпилька М20х85 ГОСТ 22036-76	Гайка М20 ГОСТ 15523-70	Шайба 20 ГОСТ 6402-70	Винт М8 х55 ГОСТ 17473-80
26.	Болт 2М22х90 ГОСТ 7798-70	Гайка М22 ГОСТ 5915-70	Шайба 22 ГОСТ 6402-70	Шпилька М14х105 ГОСТ 22032-76	Гайка 2М14 ГОСТ 5918-73	Шайба 14 ГОСТ 11371-78	Винт М10х50 ГОСТ 17474-80
27.	Болт 3М20х100 ГОСТ 7798-70	Гайка 2М20 ГОСТ 5915-70	Шайба 20 ГОСТ 6402-70	Шпилька М16х95 ГОСТ 22034-76	Гайка М16 ГОСТ 5918-73	Шайба 2.16 ГОСТ 11371-78	Винт М12х60 ГОСТ 17475-80
28.	Болт 4М24х85 ГОСТ 7798-70	Гайка 2М24 ГОСТ 5918-73	Шайба 24 ГОСТ 11371-78	Шпилька М18х100 ГОСТ 22036-76	Гайка М18 ГОСТ 5915-70	Шайба 18 ГОСТ 6402-70	Винт М14х45 ГОСТ 1491-80
29.	Болт М14х100 ГОСТ 7798-70	Гайка М14 ГОСТ 15523-70	Шайба 14 ГОСТ 6402-70	Шпилька М20х90 ГОСТ 22038-76	Гайка 2М20 ГОСТ 5918-73	Шайба 20 ГОСТ 11371-78	Винт М10х55 ГОСТ 17473-80
30.	Болт 2М16х115 ГОСТ 7798-70	Гайка М16 ГОСТ 5918-73	Шайба 2.16 ГОСТ 11371-78	Шпилька М22х90 ГОСТ 22036-78	Гайка М22 ГОСТ 15523-70	Шайба 22 ГОСТ 6402-70	Винт М12х50 ГОСТ 17474-80

### **Модели и чертежи резьбового соединения**

1. Цель работы.

1.1. Освоить методику разработки моделей и чертежей резьбовых соединений.

2. Требования к выполнению работы.

2.1. Разработать модели сквозных и глухих резьбовых соединений. Для глухих резьбовых соединений использовать шпильку и винт из работы 2.1; для сквозного соединения использовать болт.

2.2. Оформить чертеж формата А3 со спецификацией. На чертеже показать все необходимые виды, дающие наглядное представление о каждом типе соединения и содержащие все необходимые для изготовления размеры. Положения на чертеже должны быть связаны со спецификацией.

Пример оформления чертежа представлен в Приложении 2.

2.3. По окончании работы представить преподавателю в электронном виде папку с моделями разработанных стандартных деталей и чертежом.

### **3 Соединения шлицевые и шпоночные**

В задании 3 необходимо выполнить чертеж шлицевого и шпоночного соединения.

Пример выполнения задания 3. представлен в **приложении 3**.

Вариант для выполнения работы выбирается в соответствии с вариантом по списку.

### Соединения шпоночные и шлицевые

1. Цель работы.

1.1. Освоить методику разработки моделей и чертежей шпоночных и шлицевых соединений.

2. Требования к выполнению работы.

2.1. Задание устанавливается индивидуально для каждого студента по порядковому номеру его фамилии в соответствии с табл.1. В таблице представлены схематические изображения соединений вала с двумя втулками и показаны характерные размеры.

2.2. На основе задания необходимо разработать модели деталей и модель сборочной единицы, выпустить чертеж и спецификацию. Положения на чертеже должны быть связаны со спецификацией.

2.3. На чертеже вычерчивают:

- шпоночное (с одного конца вала) и шлицевое (с другого конца вала) соединения вала с двумя втулками и соответствующими сечениями;
- чертеж вала с сечениями по шпоночному пазу и шлицевой части;
- продольные (фронтальные) разрезы обеих втулок;
- местные виды отверстий втулок на плоскость, перпендикулярную их осям.

Изображения, размещенные на листе, сопровождаются поясняющими надписями и следующими размерами.

На валу и втулке шпоночного соединения с призматической шпонкой:

- а) длина  $l$  шпоночного паза;
- б) ширина  $b$  шпоночного паза вала и втулки;
- в) глубина пазов – на валу размер  $t_1$ , во втулке размер  $d+t_2$ ;
- г) диаметр вала и отверстие втулки.

Пазы не доводят до торца вала на расстояния, равные 3...5 мм при  $d \leq 30$  мм и 5...7 мм при  $d \geq 30$  мм.

На валу и втулке шпоночного соединения с сегментной шпонкой:

- а) диаметр шпоночного паза и расстояния от оси паза до торца вала;
- б) размеры, перечисленные в п.п. б, в, г для соединения с призматической шпонкой.

Основные сведения о шпоночных и шлицевых соединениях, а также правила их графического исполнения изложены в библиографическом списке.

Пример оформления чертежа представлен в Приложении 3.

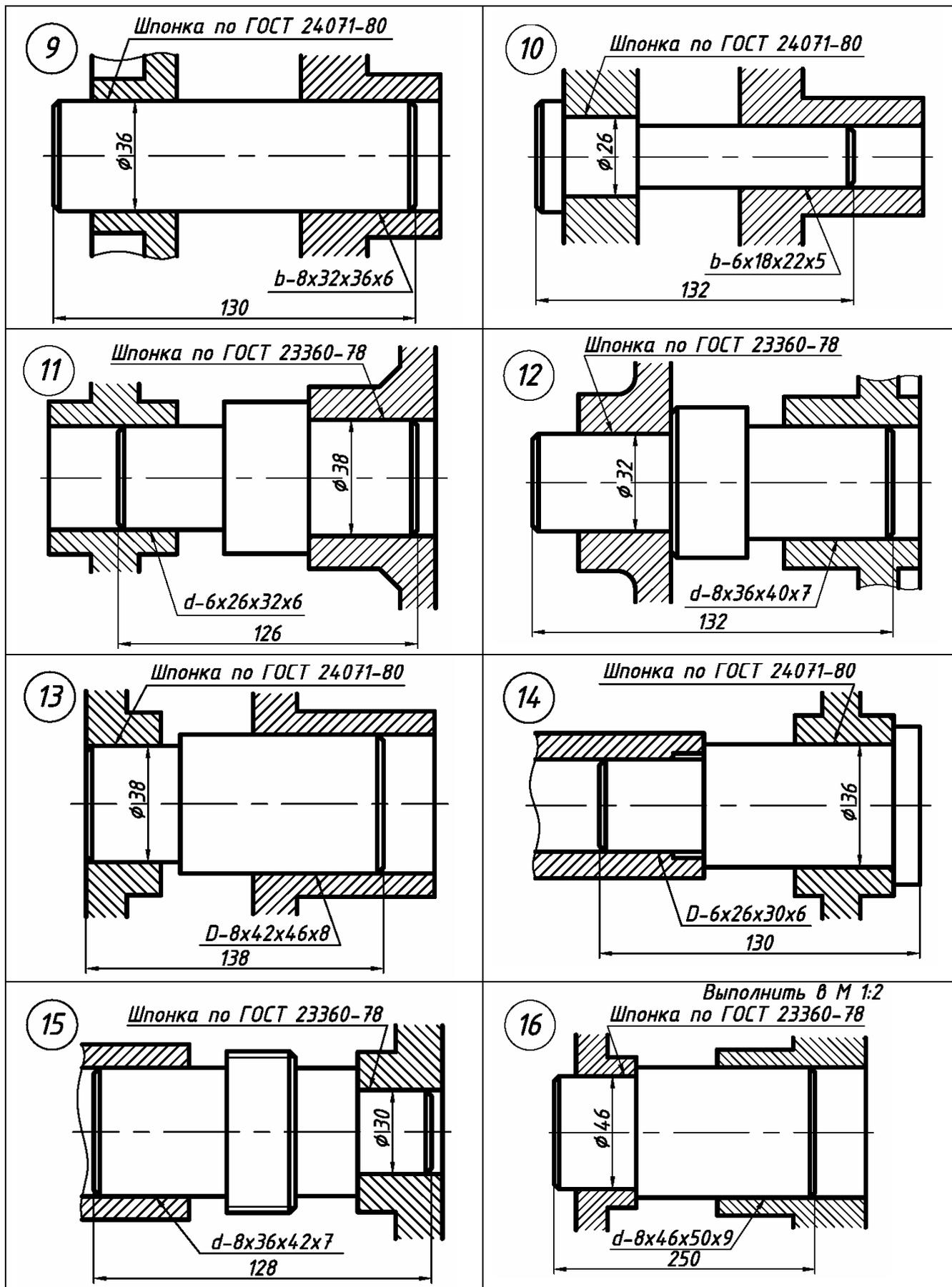
2.4. По окончании работы представить преподавателю в электронном виде папку с моделями разработанных стандартных деталей и чертежом.

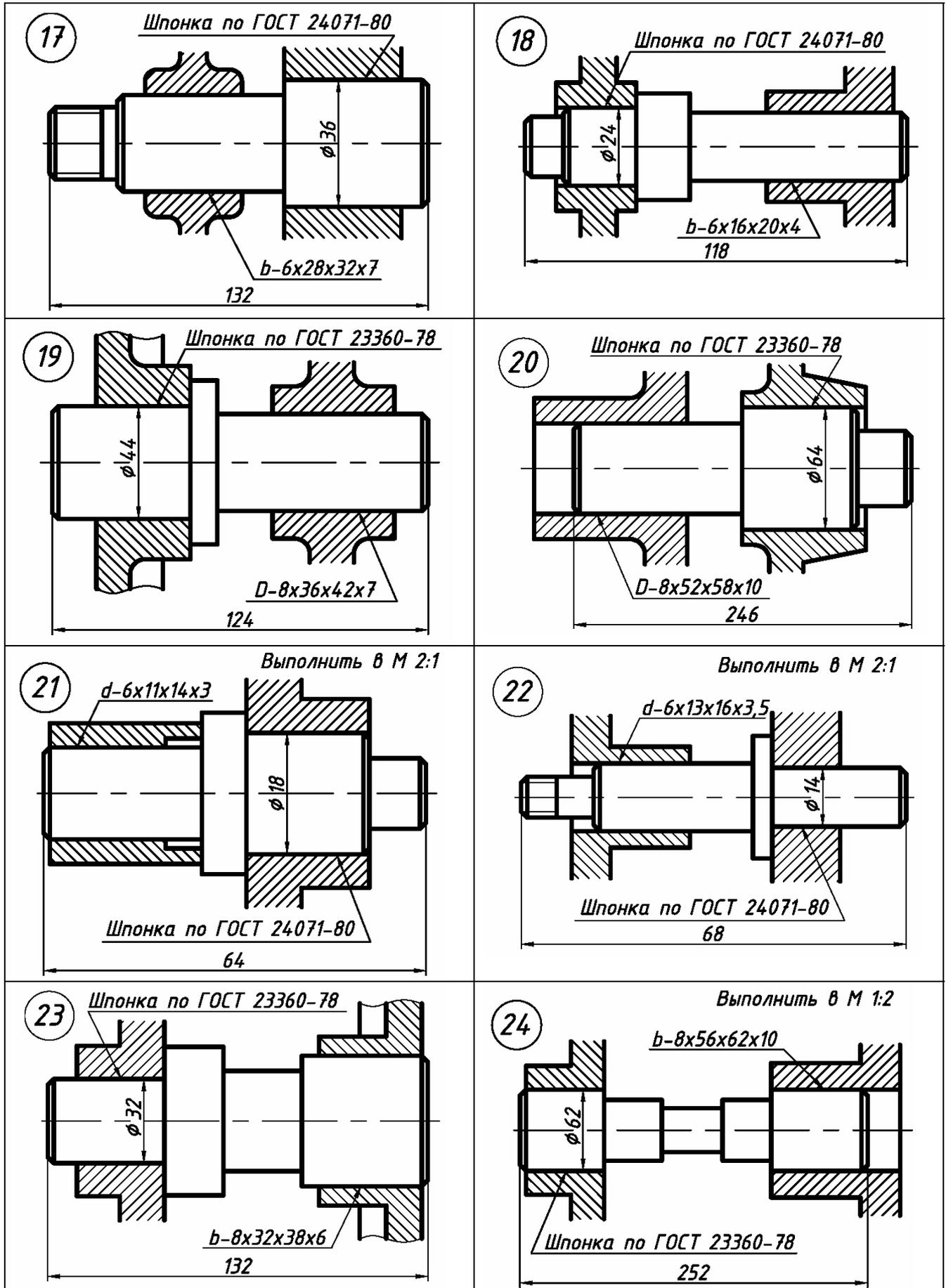
#### Библиографический список

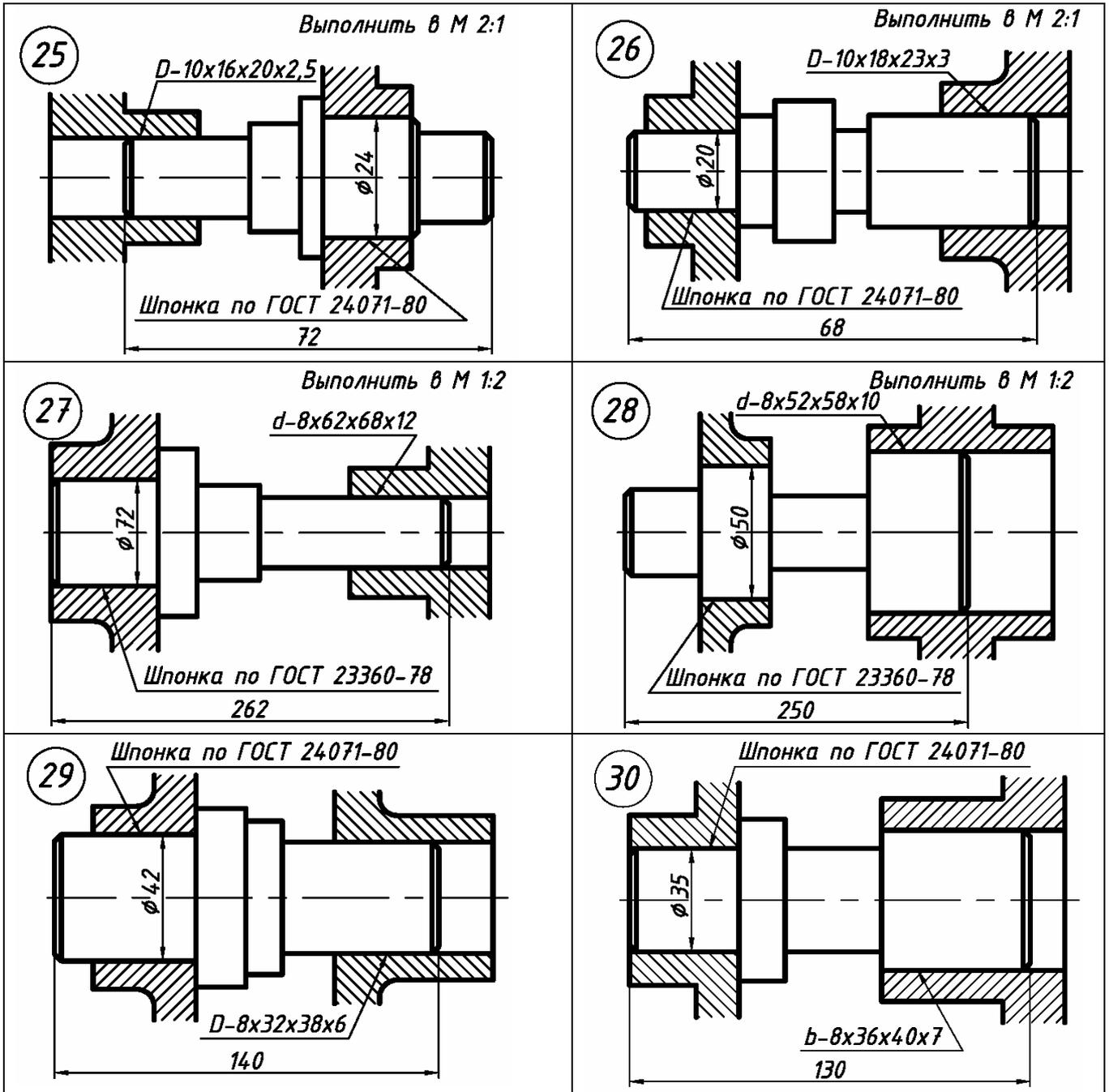
1. ГОСТ 1139-80 Соединения шлицевые прямобочные. Размеры и допуски.
2. ГОСТ 23360-78 Соединения шпоночные с призматическими шпонками. Размеры шпонок и сечений пазов. Допуски и посадки.
3. ГОСТ 24071-97 Сегментные шпонки и шпоночные пазы.

Задание на разработку моделей и чертежа

<p>1 Шпонка по ГОСТ 23360-78</p> <p><math>\phi 24</math></p> <p><math>d-6x23x26x6</math></p> <p>120</p>	<p>2 Шпонка по ГОСТ 24071-80</p> <p><math>\phi 26</math></p> <p><math>D-6x16x20x4</math></p> <p>120</p>
<p>3 Шпонка по ГОСТ 24071-80</p> <p><math>\phi 30</math></p> <p><math>d-6x23x28x6</math></p> <p>130</p>	<p>4 Шпонка по ГОСТ 23360-78</p> <p><math>\phi 22</math></p> <p><math>b-6x21x25x5</math></p> <p>122</p>
<p>5 Шпонка по ГОСТ 24071-80</p> <p>Выполнить в М 2:1</p> <p><math>\phi 18</math></p> <p><math>d-6x13x16x3,5</math></p> <p>64</p>	<p>6 Шпонка по ГОСТ 24071-80</p> <p><math>\phi 28</math></p> <p><math>D-6x26x30x6</math></p> <p>Шпонка по ГОСТ 24071-80</p> <p>130</p>
<p>7 Шпонка по ГОСТ 23360-78</p> <p><math>\phi 28</math></p> <p><math>d-6x28x32x7</math></p> <p>126</p>	<p>8 Шпонка по ГОСТ 23360-78</p> <p>Выполнить в М 2:1</p> <p><math>\phi 23</math></p> <p>Шпонка по ГОСТ 23360-78</p> <p><math>d-6x11x14x3</math></p> <p>62</p>

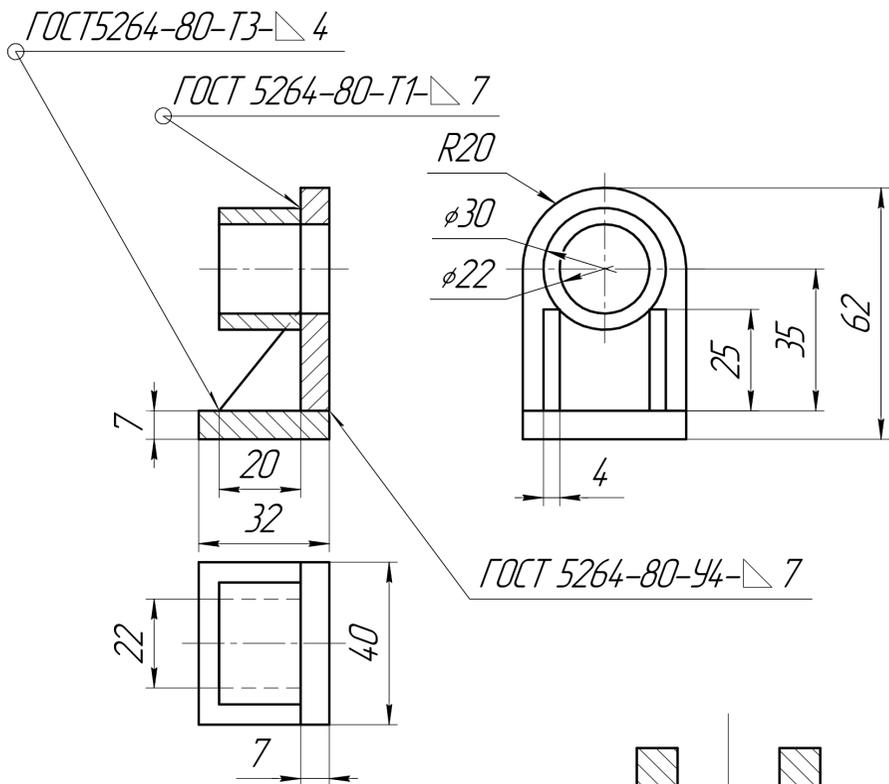




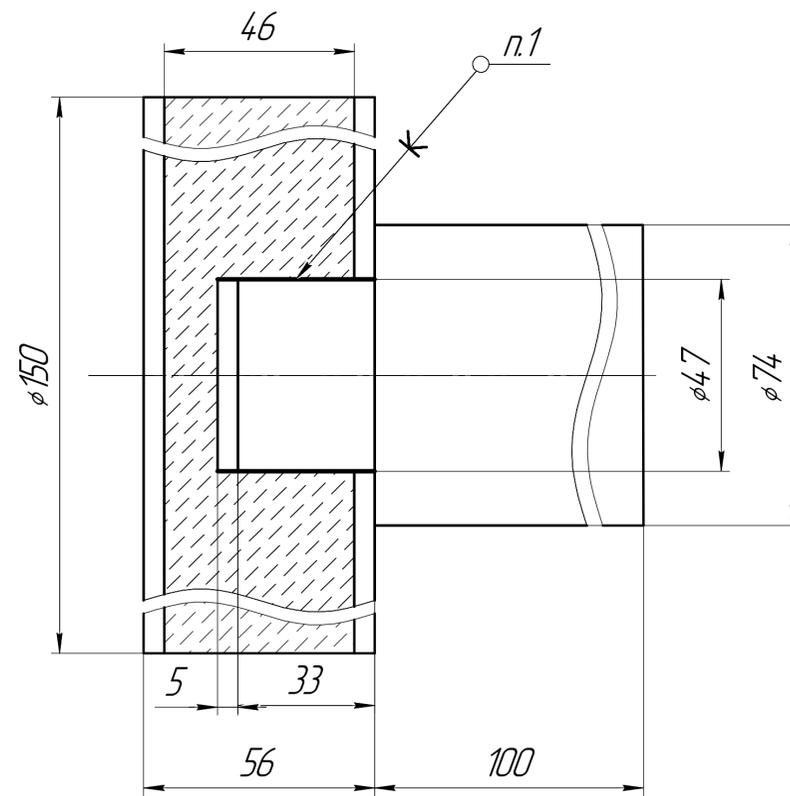


## **Приложение № 1**

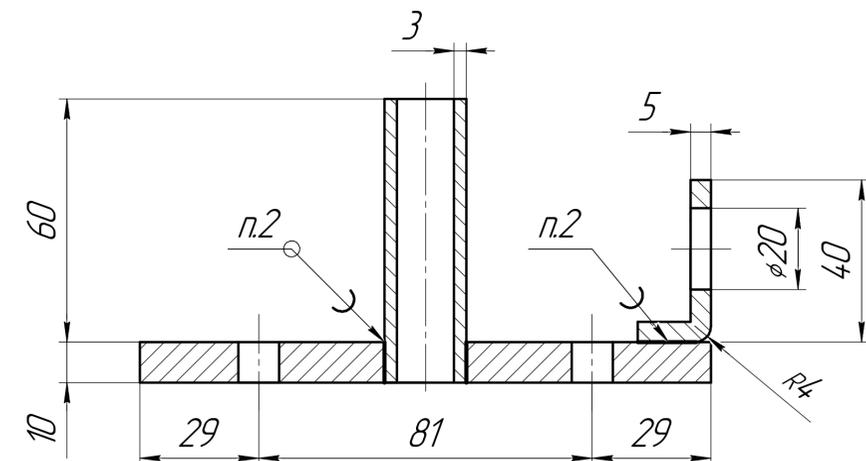
Соединения сварные



Соединение клееное

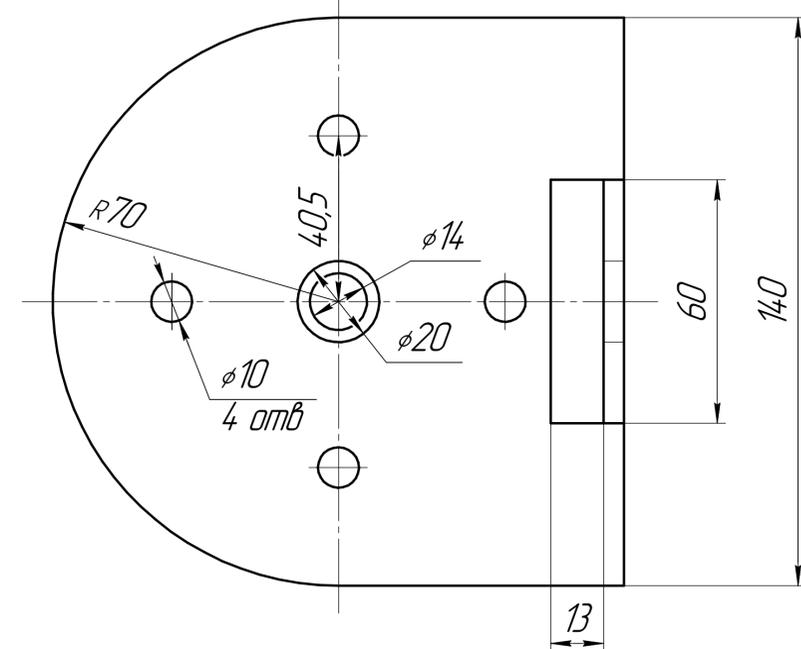
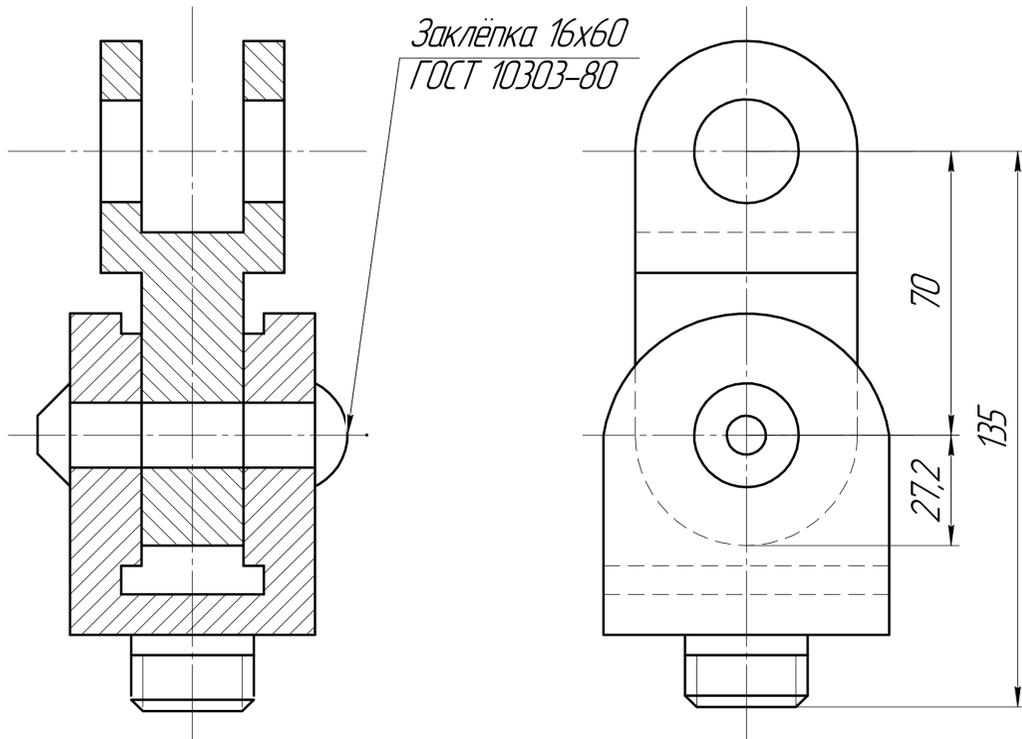


Соединение паяное



Соединение клепаное

Заклёпка 16x60  
ГОСТ 10303-80



1. Клей БФ-2 ГОСТ 12172-2016
2. ПОС 40 ГОСТ 21930-76

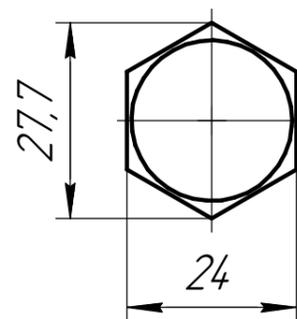
				ПР-1016.20		
Изм/Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Соединения неразъёмные		
Разработ	Туров П.И.		25.09			
Проект	Засыпкина С.А.			Лист	Листов	1
Инженер				ТУ УГМК Т-18105		
Утв.				Копировал		

КОМПАС-3D v11 Чертёж выполнен © 2019 ООО "АКОН-Системы проектирования". Распространение без права заимствования. Имя, № листа, Лист и дата, Вес, шифр, №, Имя, № файла, Лист и дата, Справ. №, Лист, примеч.

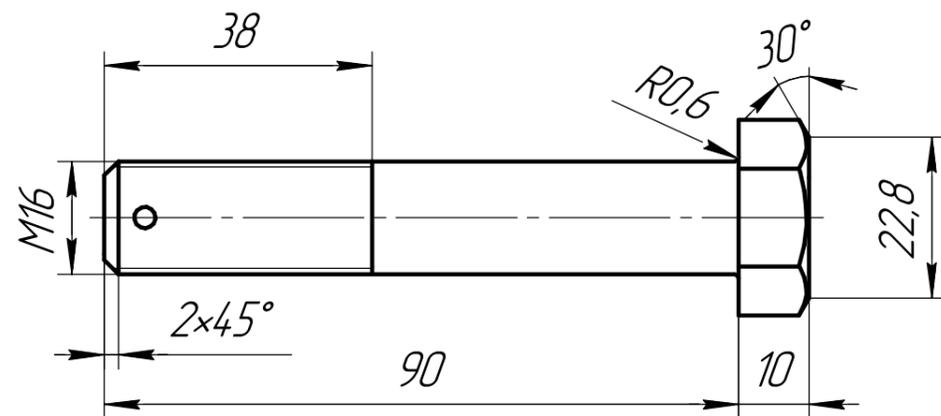


## **Приложение № 2**

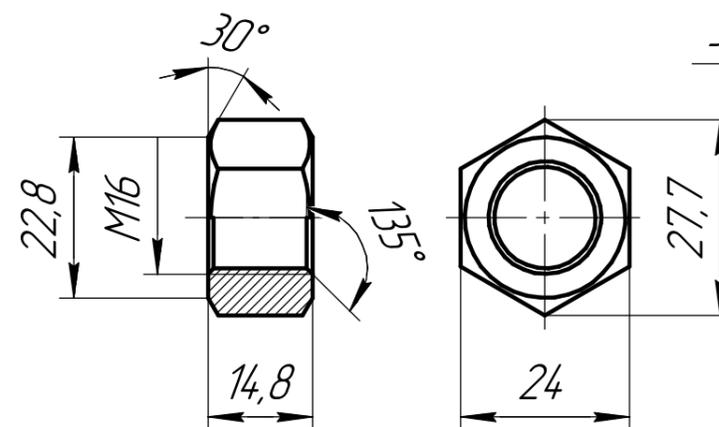
ПР-2.14.20



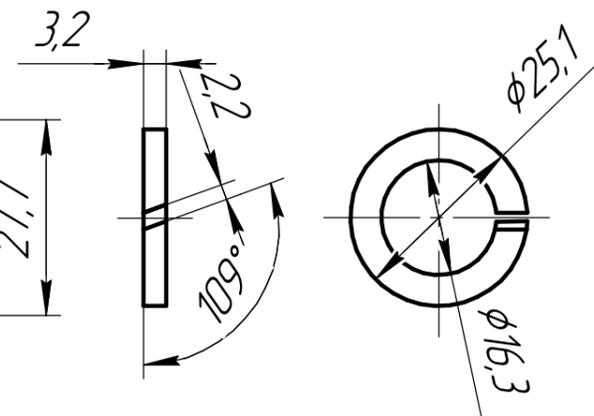
Болт 2М16х90 ГОСТ 7798-70



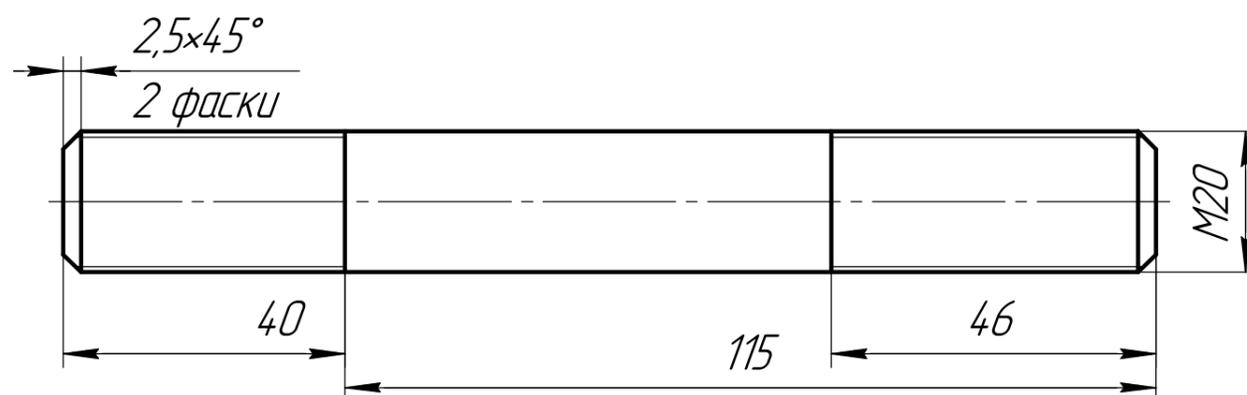
Гайка М16 ГОСТ 5927-70



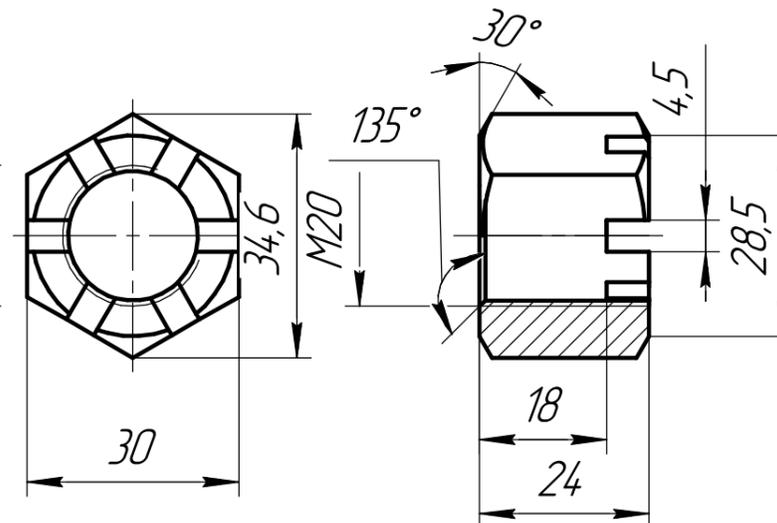
Шайба 16 ГОСТ 6402-70



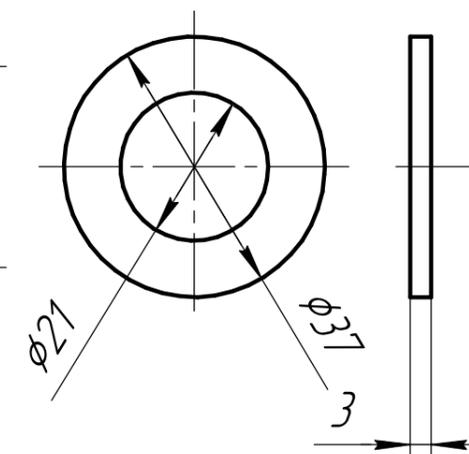
Шпилька М20х115 ГОСТ 22038-76



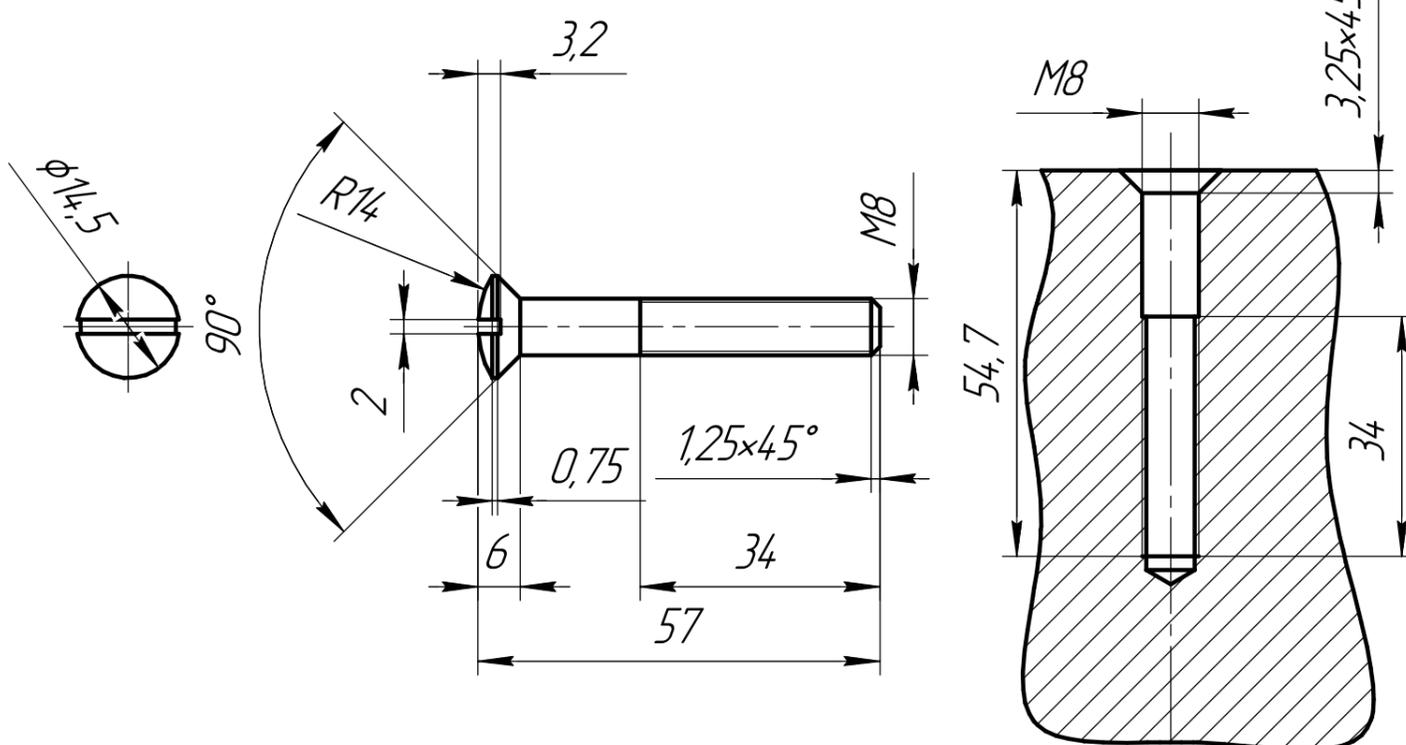
Гайка М20 ГОСТ 5918-73



Шайба 20 ГОСТ 11371-78



Винт М8х55 ГОСТ 17475-80



				ПР-2.14.20				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Крепежные детали	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.		Полномарёв М.В.		02.10.20		У	0,18	1:1
Проб.		Засыпкина С.А.		02.10.20		Лист	Листов	1
Т.контр.						ТУ УГМК Т-18105		
Н.контр.								
Утв.								

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № д-ла

Подп. и дата

Инв. № подл.

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

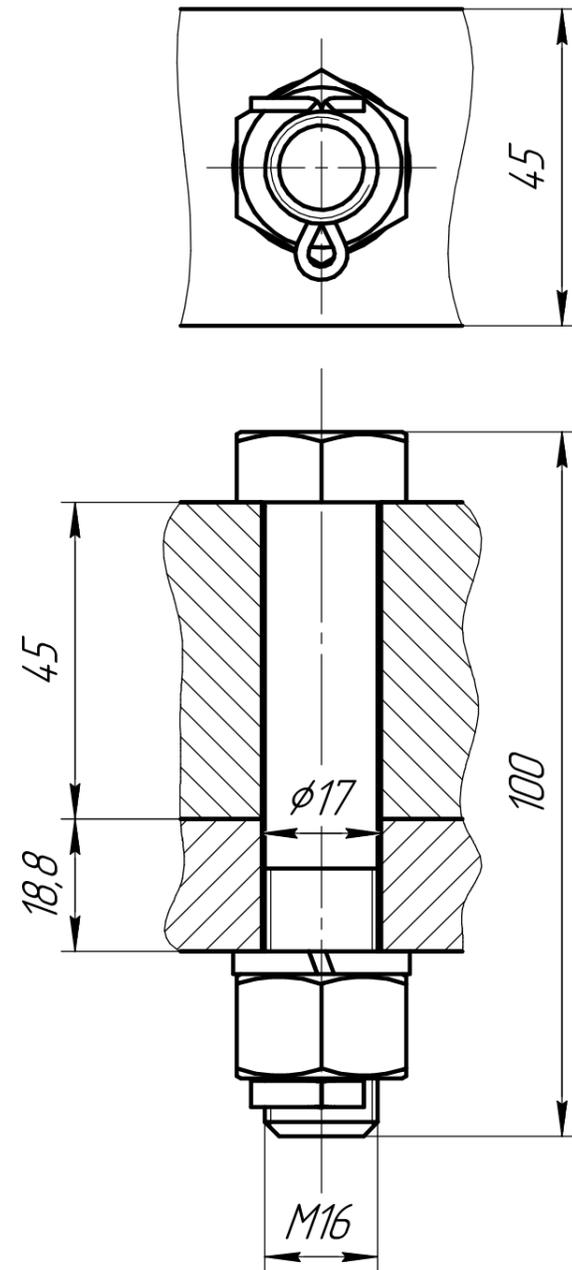
Инв. № дцкл.

Взам. инв. №

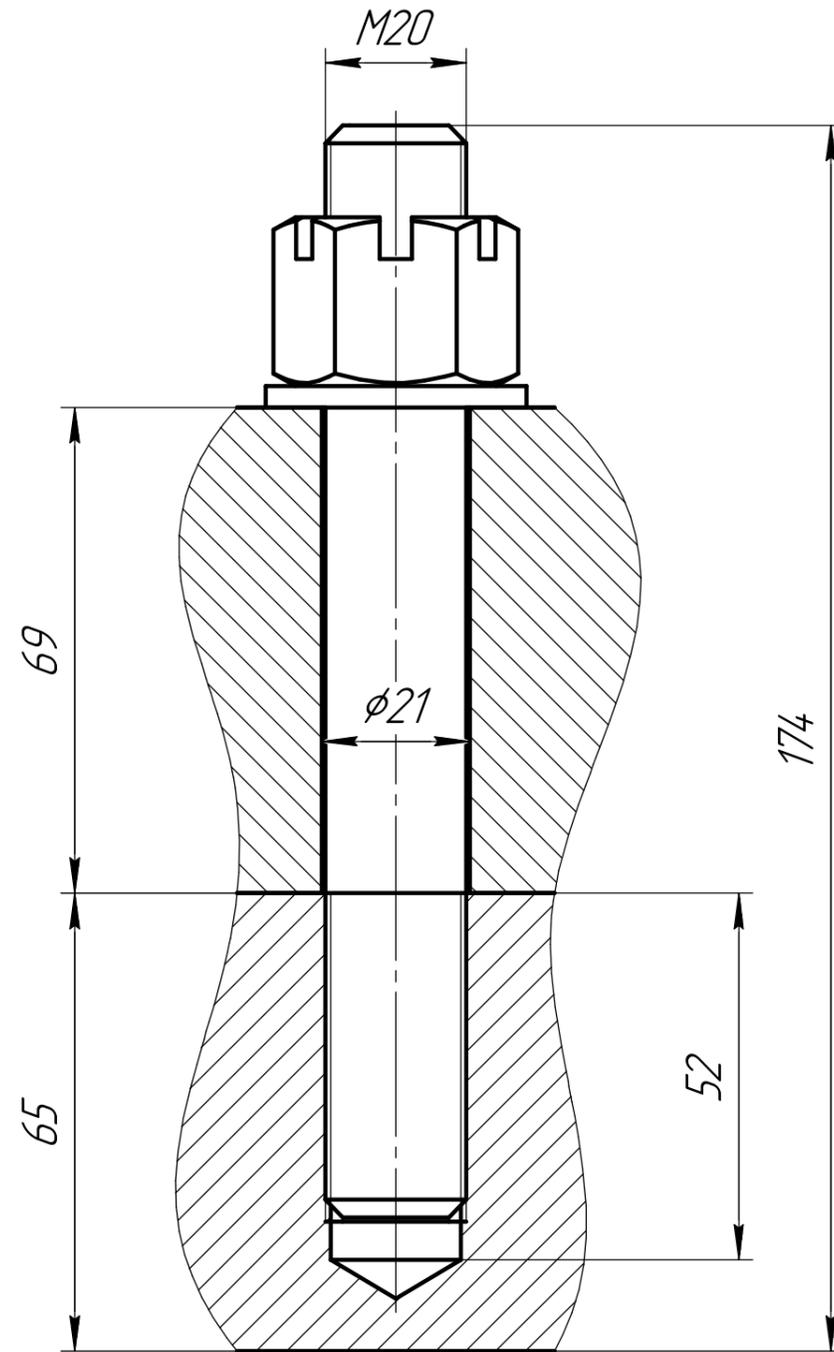
Подп. и дата

Инв. № подл.

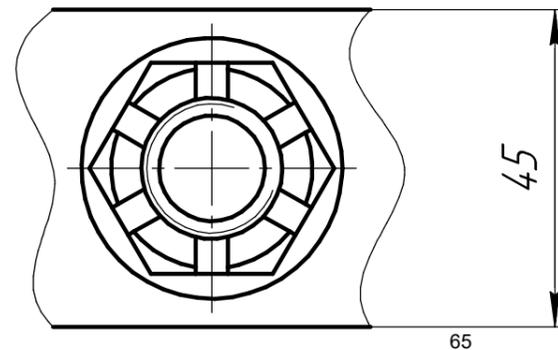
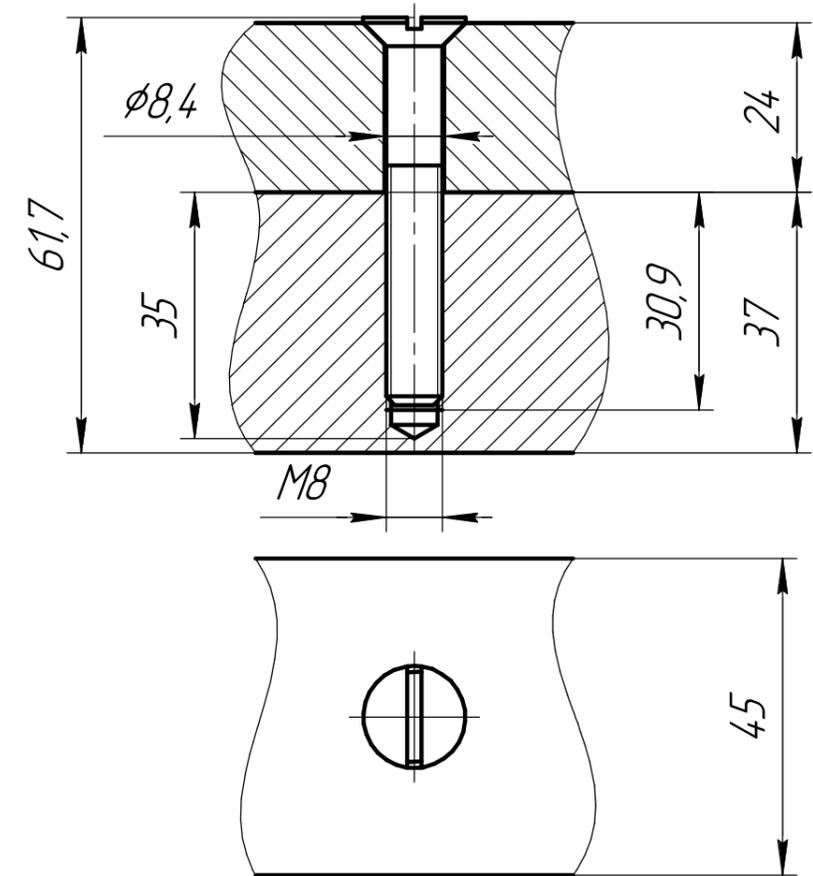
Соединение болтовое сквозное



Соединение шпильное глухое



Соединение винтовое глухое



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Пономарёв М.В.		13.10.20
Проб.		Засыпкина С.А.		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

Соединения резьбовые

Лит.	Масса	Масштаб
У	0,96	1:1
Лист	Листов 1	

ТУ УГМК Т-18105

### **Приложение № 3**

