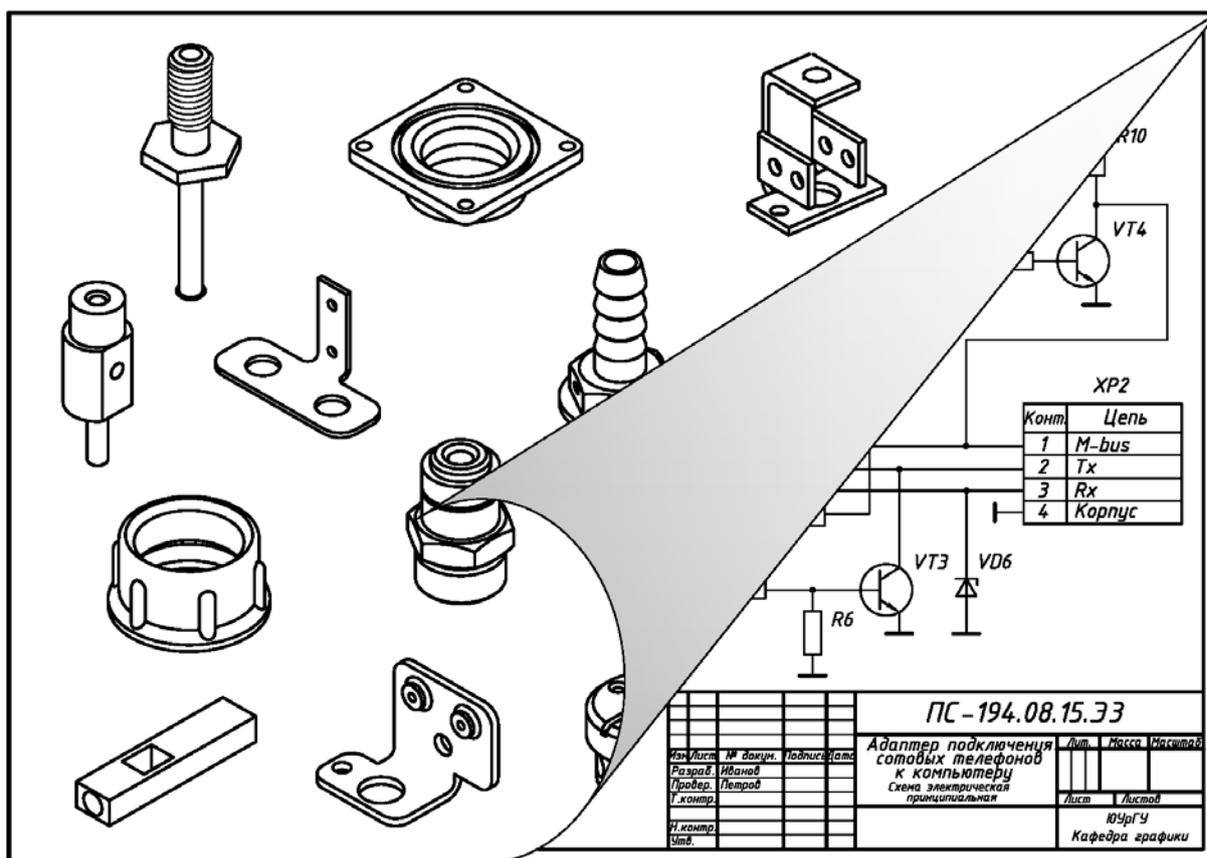


Н.С. Кувшинов  
Т.Н. Скоцкая

744(07)  
K885

# Инженерная графика в приборостроении



Челябинск  
2015

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Южно-Уральский государственный университет  
Кафедра графики

744(07)  
К885

**Н.С. Кувшинов, Т.Н. Скоцкая**

# **ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА В ПРИБОРОСТРОЕНИИ**

**Учебное пособие  
2-е издание, переработанное и дополненное**

Челябинск  
Издательский центр ЮУрГУ  
2015

УДК 744(075.8)  
К885

*Одобрено  
учебно-методической комиссией  
архитектурно-строительного факультета*

*Рецензенты:*

проф., д.т.н. С.В. Евсеенков, доц., к.т.н. И.Г. Торбеев

**Кувшинов, Н. С.**

К885      Инженерная графика в приборостроении: учебное пособие /  
Н.С. Кувшинов, Т.Н. Скоцкая. – 2-е изд., перераб. и доп. – Челя-  
бинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – 143 с.

Работа содержит методические указания для выполнения заданий по учебной дисциплине «Инженерная графика». Рассмотрены вопросы проекционного черчения на основе примеров выполнения и оформления эскизов, учебных чертежей, аксонометрических проекций, рабочих чертежей деталей и сборочных единиц из реальных изделий приборостроения, детализирования чертежей общего вида, а также методика вычерчивания схем электрических принципиальных. Приложения содержат основные положения ГОСТ ЕСКД, необходимые для выполнения учебных заданий.

Учебное пособие соответствует требованиям современных государственных образовательных стандартов для вузов. Оно предназначено для самостоятельной работы студентов, обучающихся по укрупненной группе специальностей «Инженерное дело, технологии и технические науки» и направлений подготовки: 24.03.02 – «Системы управления движением и навигация»; 24.05.06 – «Системы управления летательными аппаратами»; 12.03.01 – «Приборостроение»; 11.05.01 – «Радиоэлектронные системы и комплексы»; 11.03.01 – «Радиотехника»; 11.03.03 – «Конструирование и технология электронных средств»; 27.03.04 – «Управление в технических системах»; 15.03.06 – «Мехатроника и робототехника»; 09.03.01 – «Информатика и вычислительная техника»; 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника».

Работа может быть рекомендована для преподавателей и аспирантов высших учебных заведений.

УДК 744(075.8)

© Издательский центр ЮУрГУ, 2015

# ОГЛАВЛЕНИЕ

|  |     |
|--|-----|
| <b>Введение</b> .....  | 5   |
| <b>Раздел 1. Оформление семестровой работы</b> .....   | 7   |
| <b>Раздел 2. Эскизирование натуральных учебных моделей. Аксонометрические проекции</b> .....                                   | 8   |
| 2.1. Эскизирование моделей с двумя плоскостями симметрии .....   | 8   |
| 2.2. Эскизирование моделей с одной плоскостью симметрии.....   | 15  |
| 2.3. Построение моделей в аксонометрических проекциях .....  | 22  |
| <b>Раздел 3. Построение простых разрезов в деталях</b> .....   | 28  |
| <b>Раздел 4. Конструирование деталей</b> .....   | 33  |
| <b>Раздел 5. Построение сложных разрезов в деталях</b> .....   | 37  |
| <b>Раздел 6. Наименования деталей приборостроения и материалы для их изготовления</b>  |     |
| 6.1. Основные наименования деталей приборостроения .....   | 43  |
| 6.2. Основные материалы деталей приборостроения .....  | 44  |
| <b>Раздел 7. Эскизирование деталей приборостроения с учетом их конструктивных особенностей и технологии изготовления</b> ..... | 48  |
| 7.1. Эскизирование деталей .....   | 48  |
| 7.2. Эскизирование единиц сборочных .....  | 57  |
| 7.2.1. Единицы сборочные, образованные технологической операцией «Расклепка».....  | 58  |
| 7.2.2. Единицы сборочные, образованные технологической операцией «Развальцовка» .....  | 64  |
| 7.2.3. Единицы сборочные, образованные технологической операцией «Контактная точечная сварка» .....                            | 69  |
| 7.2.4. Единицы сборочные, образованные технологической операцией «Пайка».....  | 74  |
| 7.2.5. Единицы сборочные, образованные технологической операцией «Опрессовка». Армированные изделия.....                       | 79  |
| <b>Раздел 8. Детализация чертежей общего вида</b> .....  | 90  |
| 8.1. Выполнение рабочих чертежей деталей и их аксонометрических проекций по чертежам общего вида .....                         | 90  |
| 8.2. Расчет параметров и оформление глухих резьбовых отверстий под винты в деталях чертежей общего вида.....                   | 103 |
| <b>Раздел 9. Чертежи схем электрических принципиальных</b> .....   | 106 |
| <b>Приложения</b>  |     |
| Приложение 1. Форматы А3 и А4. Извлечение из ГОСТ 2.301–68.....  | 117 |
| Приложение 2. Основная надпись формы «1». Извлечение из ГОСТ 2.104–2006 .....  | 117 |
| Приложение 3. Масштабы. Извлечение из ГОСТ 2.302–68 .....  | 118 |
| Приложение 4. Линии. Извлечение из ГОСТ 2.303–68 .....   | 118 |
| Приложение 5. Шрифты чертежные. Извлечение из ГОСТ 2.304–81.....   | 119 |
| Приложение 6. Изображения. Основные виды. Извлечение из ГОСТ 2.305–2008.....   | 120 |
| Приложение 7. Обозначения графические материалов. Извлечение из ГОСТ 2.306–68 .....  | 120 |
| Приложение 8. Простановка размеров. Краткие положения. Извлечение из ГОСТ 2.307–2011 .....                                     | 121 |
| Приложение 9. Диаметры и шаги резьбы метрической для деталей из металлов и сплавов. Извлечение из ГОСТ 8724–2002.....          | 122 |
| Приложение 10. Диаметры и шаги резьбы для деталей из пластмасс. Извлечение из ГОСТ 11709–81 .....                              | 123 |

|   |            |
|---|------------|
| Приложение 11. Классы точности и поля допусков резьбы метрической для деталей из металлов и сплавов. Извлечение из ГОСТ 16093–2002 .....                | 124        |
| Приложение 12. Классы точности и поля допусков резьбы метрической для деталей из пластмасс. Извлечение из ГОСТ 16093–2002 .....                         | 124        |
| Приложение 13. Размеры фасок и шага резьбы метрической цилиндрической общего назначения. Извлечение из ГОСТ 10549–80 .....                              | 124        |
| Приложение 14. Размеры наружных кольцевых проточек в деталях из металлов и сплавов с наружной резьбой метрической. Извлечение из ГОСТ 27148–86.....     | 125        |
| Приложение 15. Размеры внутренних кольцевых проточек в деталях из металлов и сплавов с внутренней резьбой метрической. Извлечение из ГОСТ 27148–86..... | 126        |
| Приложение 16. Фаски (с), скосы (b) и закругления (R) на поверхностях деталей. Извлечение из ГОСТ 10948–64 .....  | 127        |
| Приложение 17. Рифления на поверхностях деталей из металлов, сплавов и пластмасс. Извлечение из ГОСТ 21474–75.....                                      | 128        |
| Приложение 18. Обозначение шероховатости поверхности. Извлечение из ГОСТ 2.309–73 .....   | 129        |
| Приложение 19. Значения шероховатости поверхности деталей приборостроения .....   | 130        |
| Приложение 20. Простановка размеров с учетом технологии изготовления деталей и изделий приборостроения .....  | 131        |
| Приложение 21. Взаимосвязь технологии изготовления, простановки размеров и шероховатости поверхности деталей .....                                      | 132        |
| Приложение 22. Заглавный (первый) лист спецификации с основной надписью формы «2». Извлечение из ГОСТ 2.108–68 .....                                    | 133        |
| Приложение 23. Последующие за заглавным листы спецификации с основной надписью формы «2 а». Извлечение из ГОСТ 2.108–68.....                            | 134        |
| Приложение 24. Совмещение сборочного чертежа формата А4 со спецификацией.....   | 135        |
| Приложение 25. Условные графические обозначения элементов для схем электрических принципиальных .....   | 136        |
| <b>Библиографический список .....</b>   | <b>143</b> |

## ВВЕДЕНИЕ

В современном понимании учебная дисциплина «**Инженерная графика**» – это совокупность трех структурно и методически согласованных разделов: I – «**Начертательная геометрия**»; II – «**Черчение**»; III – «**Компьютерная графика**».

В учебном пособии рассматриваются вопросы, относящиеся к разделу II «**Инженерной графики**» – «**Черчению**».

«**Черчение**» относится к числу основных общетехнических дисциплин в системе подготовки инженерных кадров. Студенты приобретают знания, необходимые для изучения других общенаучных и специальных дисциплин.

«**Черчение**» формирует практические навыки выполнения чертежно-графических работ на основе соответствующих ГОСТ ЕСКД (Единой Системы Конструкторской Документации). К ним относятся: изображения, надписи, обозначения, аксонометрические проекции, изображения и обозначения элементов деталей, изображение и обозначение резьбы, выполнение эскизов деталей приборов, выполнение и оформление рабочих чертежей схем, деталей, сборочных единиц и сборочных чертежей изделий (таблица). То есть все то, что имеет отношение к проектно-конструкторской документации.

**Проекционное черчение** – основная часть раздела «**Черчения**». В нем изучаются правила и приемы построения изображений в ортогональных и аксонометрических проекциях на основе ГОСТ ЕСКД.

**Построение изображений предметов на плоскости** – основано на методе проецирования из раздела I «**Начертательная геометрия**»: через каждую точку геометрической фигуры проводится проецирующая прямая перпендикулярно к плоскости проекций и точка пересечения ее с этой плоскостью принимается за ортогональную проекцию точки.

**Проекционный чертеж** – чертеж предмета на плоскости, полученный с использованием метода проецирования.

Целью данного пособия является самостоятельное изучение раздела II «**Черчение**» дисциплины «**Инженерная графика**» студентами электротехнических приборостроительных специальностей вузов.

Для достижения указанной цели в пособии представлены: **1)** методические указания по выполнению учебных заданий; **2)** многочисленные примеры выполнения и оформления заданий; **3)** необходимые нормативно-справочные материалы; **4)** библиографический список литературы.

Учебное пособие соответствует требованиям государственных образовательных стандартов для вузов. Оно предназначено для студентов, обучающихся по укрупненной группе специальностей «**Инженерное дело, технологии и технические науки**» и направлений подготовки: **24.03.02** – «Системы управления движением и навигация»; **24.05.06** – «Системы управления летательными аппаратами»; **12.03.01** – «Приборостроение»; **11.05.01** – «Радиоэлектронные системы и комплексы»; **11.03.01** – «Радиотехника»; **11.03.03** – «Конструирование и технология электронных средств»; **27.03.04** – «Управление в технических системах»; **15.03.06** – «Мехатроника и робототехника»; **09.03.01** – «Информатика и вычислительная техника»; **13.03.02** – «Электроэнергетика и электротехника».

Работа может быть рекомендована для преподавателей и аспирантов высших учебных заведений.

**Основные ГОСТ ЕСКД для выполнения конструкторской документации деталей, изделий и схем**

| № п/п | ГОСТ ЕСКД       | Наименование  |
|-------|-----------------|---|
| 1     | ГОСТ 2.001–2013 | Общие положения   |
| 2     | ГОСТ 2.102–2013 | Виды и комплектность конструкторских документов                         |
| 3     | ГОСТ 2.104–2006 | Основные надписи  |
| 4     | ГОСТ 2.108–68   | Спецификации сборочных чертежей   |
| 5     | ГОСТ 2.109–73   | Чертежи сборочные – правила оформления                                  |
| 6     | ГОСТ 2.301–68   | Форматы   |
| 7     | ГОСТ 2.302–68   | Масштабы  |
| 8     | ГОСТ 2.303–68   | Линии   |
| 9     | ГОСТ 2.304–81   | Шрифты чертежные  |
| 10    | ГОСТ 2.305–2008 | Изображения – виды, разрезы, сечения                                    |
| 11    | ГОСТ 2.306–68   | Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах   |
| 12    | ГОСТ 2.307–2011 | Нанесение размеров и предельных отклонений                              |
| 13    | ГОСТ 2.309–73   | Обозначение шероховатости поверхности                                   |
| 14    | ГОСТ 2.311–68   | Изображение резьбы и резьбовых соединений                               |
| 15    | ГОСТ 2.313–82   | Условные изображения и обозначения неразъемных соединений               |
| 16    | ГОСТ 2.316–2008 | Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц |
| 17    | ГОСТ 2.317–2011 | Аксонметрические проекции   |
| 18    | ГОСТ 2.702–2011 | Правила выполнения электрических схем                                   |

## Раздел 1

### ОФОРМЛЕНИЕ СЕМЕСТРОВОЙ РАБОТЫ

**Общие требования.** Все задания выполнить на листах ватмана и оформить в виде альбома эскизов и чертежей с титульным листом формата А3 (рис. 1.1).

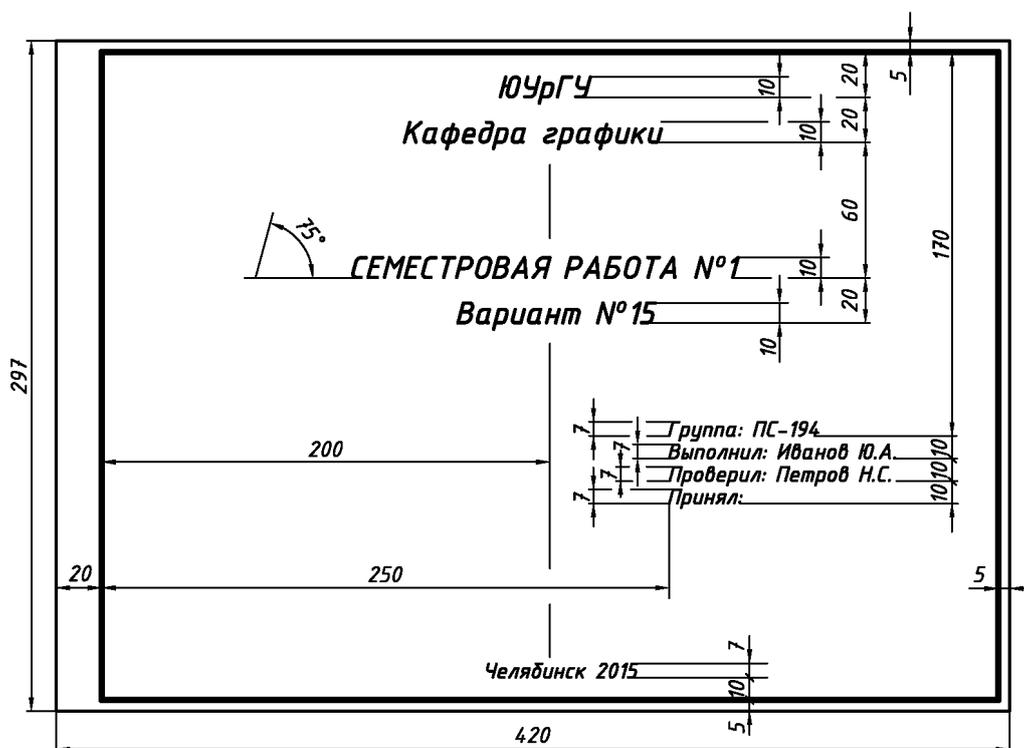


Рис. 1.1. Образец выполнения титульного листа формата А3

**Требования к заданиям.** Эскизы и чертежи выполнить в соответствии с требованиями ГОСТ ЕСКД [1, 2] на листах ватмана, формат которых указан в методических рекомендациях к заданиям. Для эскизов и чертежей в правом нижнем углу использовать основную надпись формы «1» в соответствии с ГОСТ 2.104–2006 (Приложение 4). При ее заполнении использовать упрощенную систему обозначения деталей и изделий (рис. 1.2), принятую на кафедре графики ЮУрГУ [5, 6, 10].

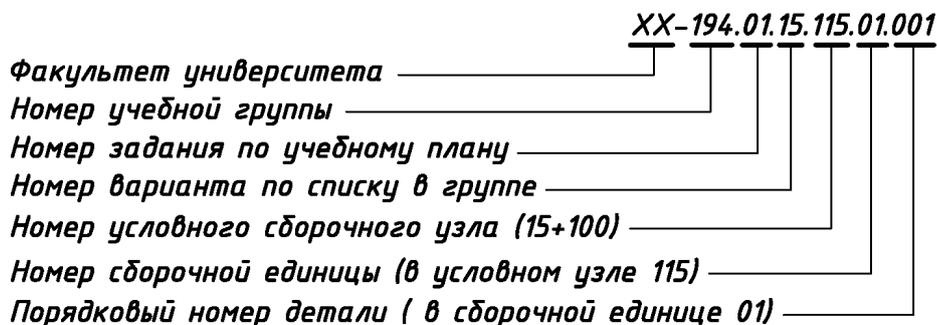


Рис. 1.2. Упрощенная система обозначения деталей и изделий

## Раздел 2

### ЭСКИЗИРОВАНИЕ НАТУРНЫХ УЧЕБНЫХ МОДЕЛЕЙ. АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

**Эскиз** – чертёж, выполненный от руки без помощи чертёжных инструментов в глазомерном масштабе, с обеспечением пропорций детали и всех ее элементов на всех изображениях. **Эскизирование** – процесс выполнения эскизов на листах бумаги стандартного формата, в том числе на клетчатой бумаге или ватмане.

**Натурные учебные модели:**

1) представляют собой совокупность стандартных геометрических поверхностей: призмы, пирамиды, цилиндры, конусы, сферы и т.п.;

2) модели могут иметь две или одну плоскость симметрии.

#### 2.1. Эскизирование моделей с двумя плоскостями симметрии

**Исходные условия работы.** Даны различные варианты натурных учебных моделей, имеющих две плоскости симметрии  $\Delta$  и  $\Sigma$ , например, рис. 2.1.

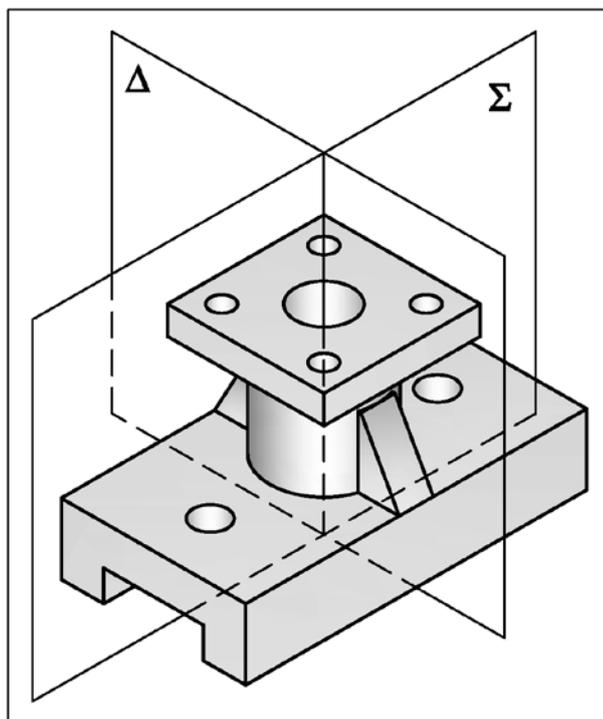


Рис. 2.1. Вариант натурной учебной модели с двумя плоскостями симметрии

**Содержание работы.** Выполнить на формате А3 (см. Приложение 1) в соответствии со своим вариантом задания:

1) три изображения детали (см. Приложение 6): **а)** на месте главного вида соединение половины вида спереди с половиной фронтального разреза плоскостью  $\Sigma$ ; **б)** вид сверху; **в)** на месте вида слева соединение половины вида слева с половиной профильного разреза плоскостью  $\Delta$ ;

- 2) другие необходимые виды и разрезы;
- 3) постановку размеров.

**Последовательность выполнения работы.** Рекомендуется:

1) для своего варианта осмотреть натуральный образец учебной модели, мысленно разделяя ее на отдельные простейшие геометрические фигуры;

2) с помощью мерительных инструментов определить размеры модели, округлив их до целых чисел с учетом кратности **2-м, 5-ти**, или их окончания цифрой «ноль»;

3) выбрать главный вид модели. **Главный вид** (вид спереди – Приложение 6) выбирается из соображений наиболее полного представления формы модели на фронтальной плоскости проекций (рис. 2.2);

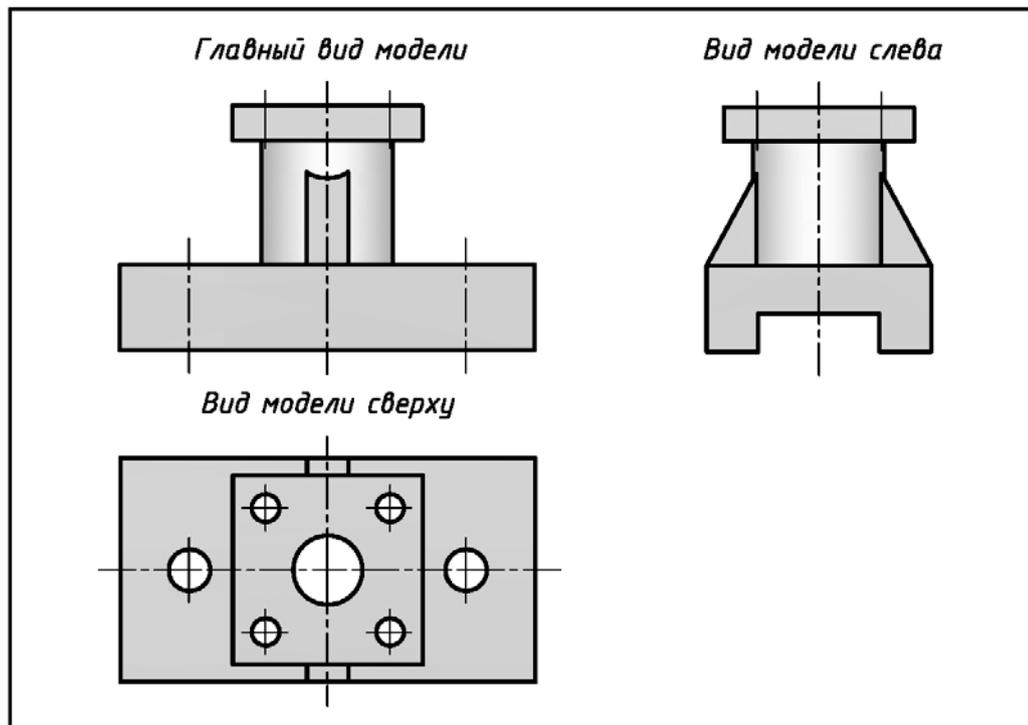


Рис. 2.2. Выбор основных видов учебной модели после ее осмотра (исходные условия – см. рис. 2.1)

4) подготовить лист ватмана формата **A3** (см. Приложение 1). Вычертить рамку и основную надпись формы «1» (см. Приложение 2);

5) продумать компоновку формата и для будущих изображений тонкими линиями вычертить «габаритные прямоугольники» (рис. 2.3) с учетом: **а)** равномерного заполнения поля формата; **б)** проставленных размеров; **в)** обозначенных необходимых разрезов; **г)** наличия необходимых местных видов;

**б)** внутри «габаритных прямоугольников» тонкими линиями вычертить: **а)** оси; **б)** внешние и внутренние контуры необходимых видов, соблюдая при этом пропорции размеров модели и проекционную связь всех изображений (рис. 2.4);

7) выполнить необходимые разрезы (рис. 2.5) и нанести штриховку (рис. 2.6);

8) проставить размеры – ГОСТ 2.307–2011 (рис. 2.7, рис. 2.8 и Приложение 10);

9) обвести эскиз – для заданного формата A3 (с размерами 420x297) и величины изображений моделей толщину основной линии **s** принять равной **0,8 мм**.

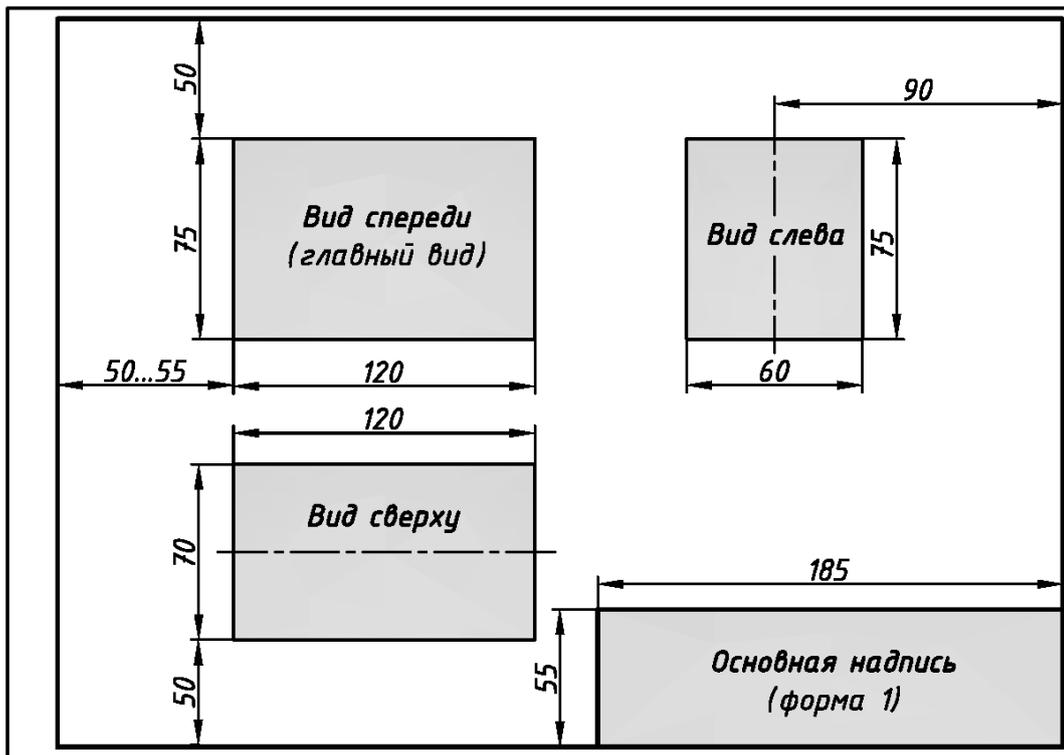


Рис. 2.3. Примерная разметка листа ватмана для эскизов моделей с двумя плоскостями симметрии с нанесенными «габаритными прямоугольниками»

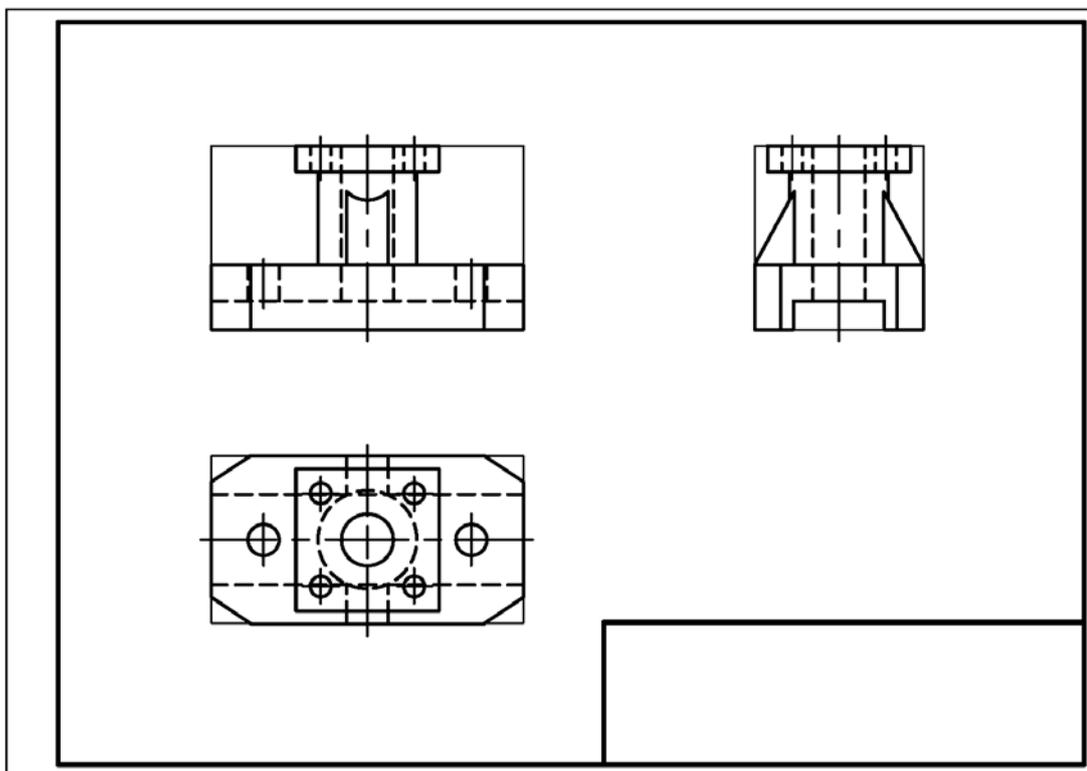


Рис. 2.4. Нанесение изображений модели с двумя плоскостями симметрии в «габаритные прямоугольники» (исходные условия – см. рис. 2.1)

### Построение и обозначение простых разрезов.

**Разрез** – изображение, полученное при мысленном рассечении предмета секущей плоскостью (секущими плоскостями) и состоящее из изображения фигуры сечения и той части детали, которая расположена за секущей плоскостью (секущими плоскостями).

**Разрез простой** – образуется одной секущей плоскостью.

ГОСТ 2.305–2008 устанавливает правила выполнения и обозначения разрезов:

1) если вид и разрез являются симметричными фигурами, то выполняют соединение половины вида с половиной разреза, при этом **вид** располагают **слева** от разделительной линии, а **разрез** – **справа** (рис. 2.5);

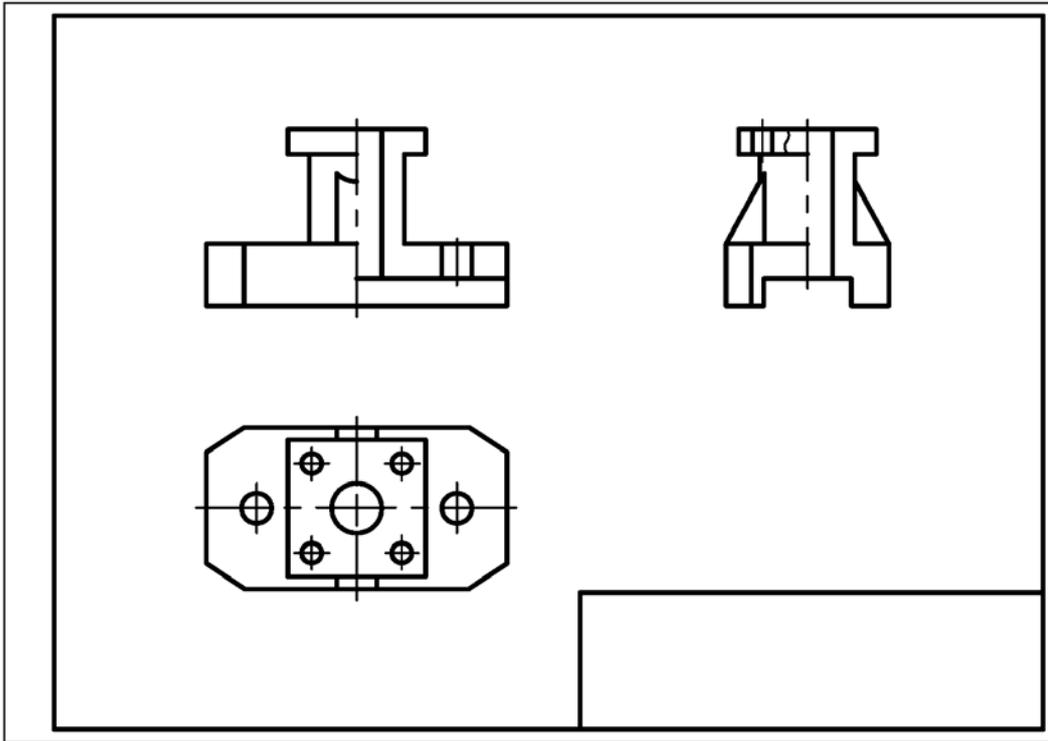


Рис. 2.5. Формирование разрезов на изображениях модели с двумя плоскостями симметрии (исходные условия – см. рис. 2.1)

2) разделительной линией между видом и разрезом является ось симметрии – тонкая штрихпунктирная линия (см. рис. 2.5) – см. Приложение 4;

3) местный разрез (на виде слева) отделяют от остальной части вида сплошной тонкой плавной волнистой линией (см. рис. 2.5) – см. Приложение 4;

4) при нанесении штриховки (см. Приложение 7): **а)** заштриховывают только сечения, принадлежащие секущей плоскости (рис. 2.6); **б) не заштриховывают** (принято условно) тонкостенные элементы (например, ребра жесткости), если секущая плоскость направлена вдоль их длинной стороны (рис. 2.6);

5) если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии детали, а изображения чертежа находятся в проекционной связи, то разрез на чертеже не обозначают (рис. 2.6);

На рис. 2.9 показан пример окончательного выполнения и оформления эскиза модели №1 с двумя плоскостями симметрии (исходные условия – см. рис. 2.1).

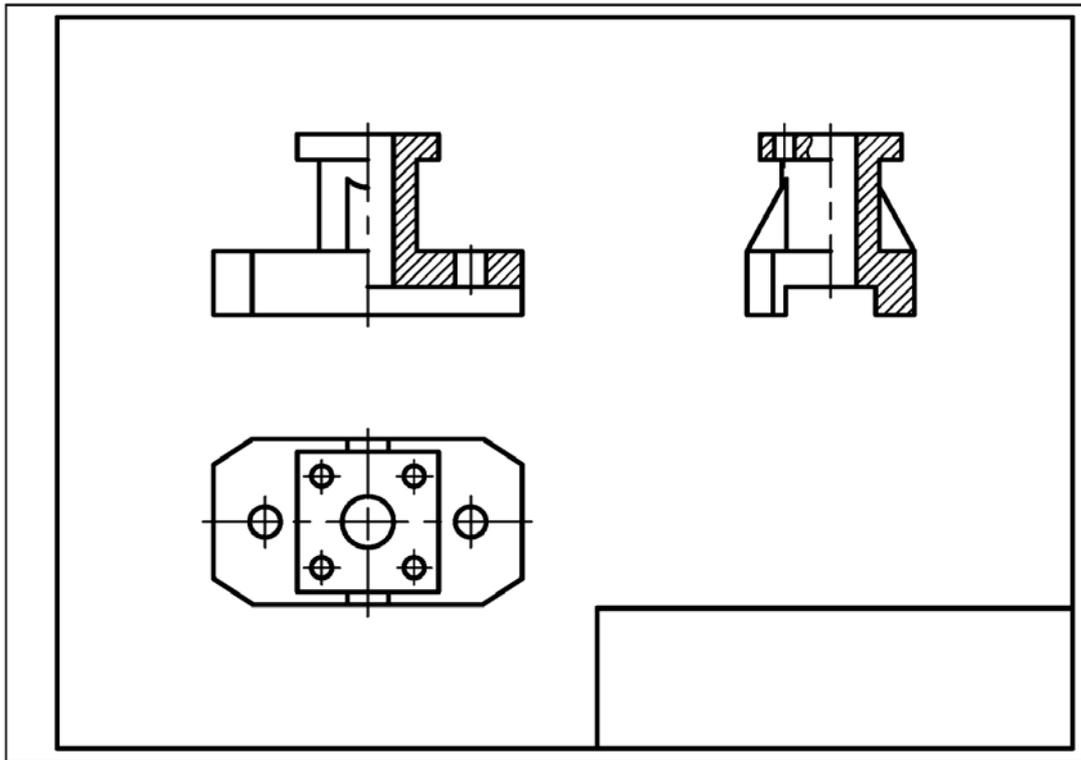


Рис. 2.6. Нанесение штриховки на изображениях модели с двумя плоскостями симметрии (исходные условия – см. рис. 7.1)

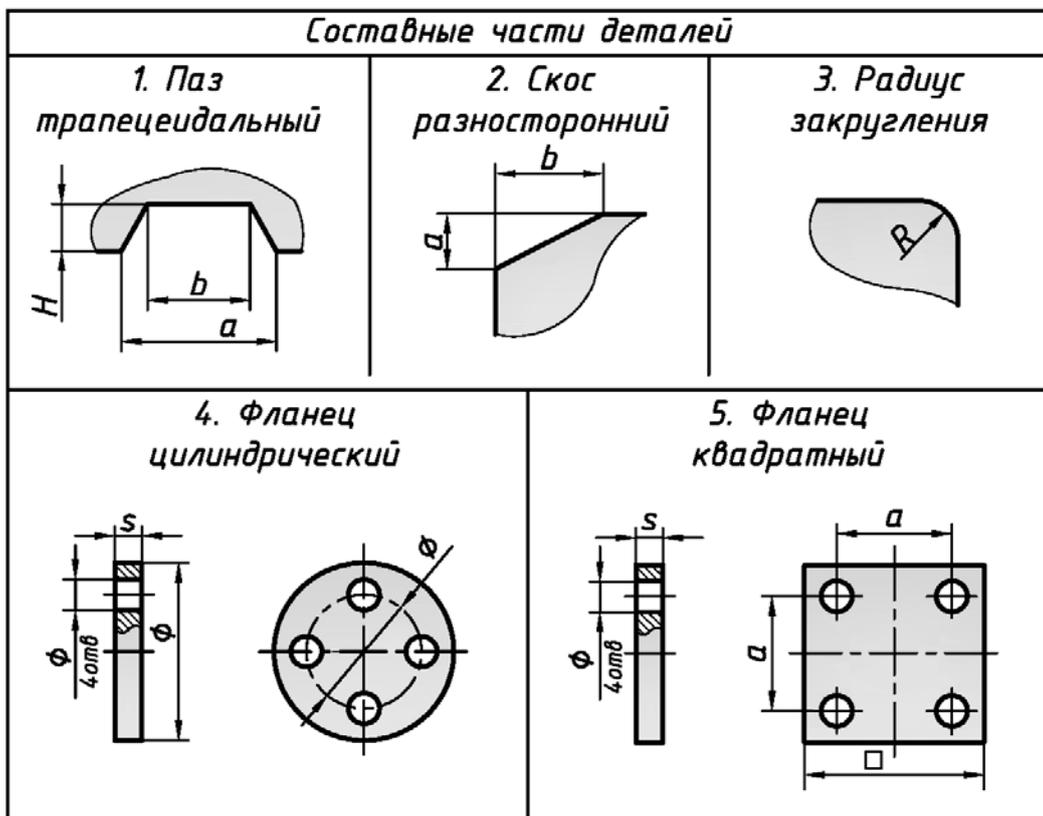


Рис. 2.7. Простановка размеров на эскизах и чертежах в соответствии с ГОСТ 2.307–2011

| <i>Составные части деталей</i>              |   |  |
|---|---|--|
| <p><b>1. Отверстие цилиндрическое</b></p>   | <p><b>2. Отверстие коническое</b></p>   | <p><b>3. Отверстие сферическое</b></p>   |
| <p><b>4. Поверхность цилиндрическая</b></p> | <p><b>5. Поверхность коническая</b></p> | <p><b>6. Поверхность сферическая</b></p> |
| <p><b>7. Отверстие шестигранное</b></p>     | <p><b>8. Отверстие квадратное</b></p>   | <p><b>9. Отверстие квадратное</b></p>    |

Рис. 2.8. Простановка размеров на эскизах и чертежах в соответствии с ГОСТ 2.307–2011

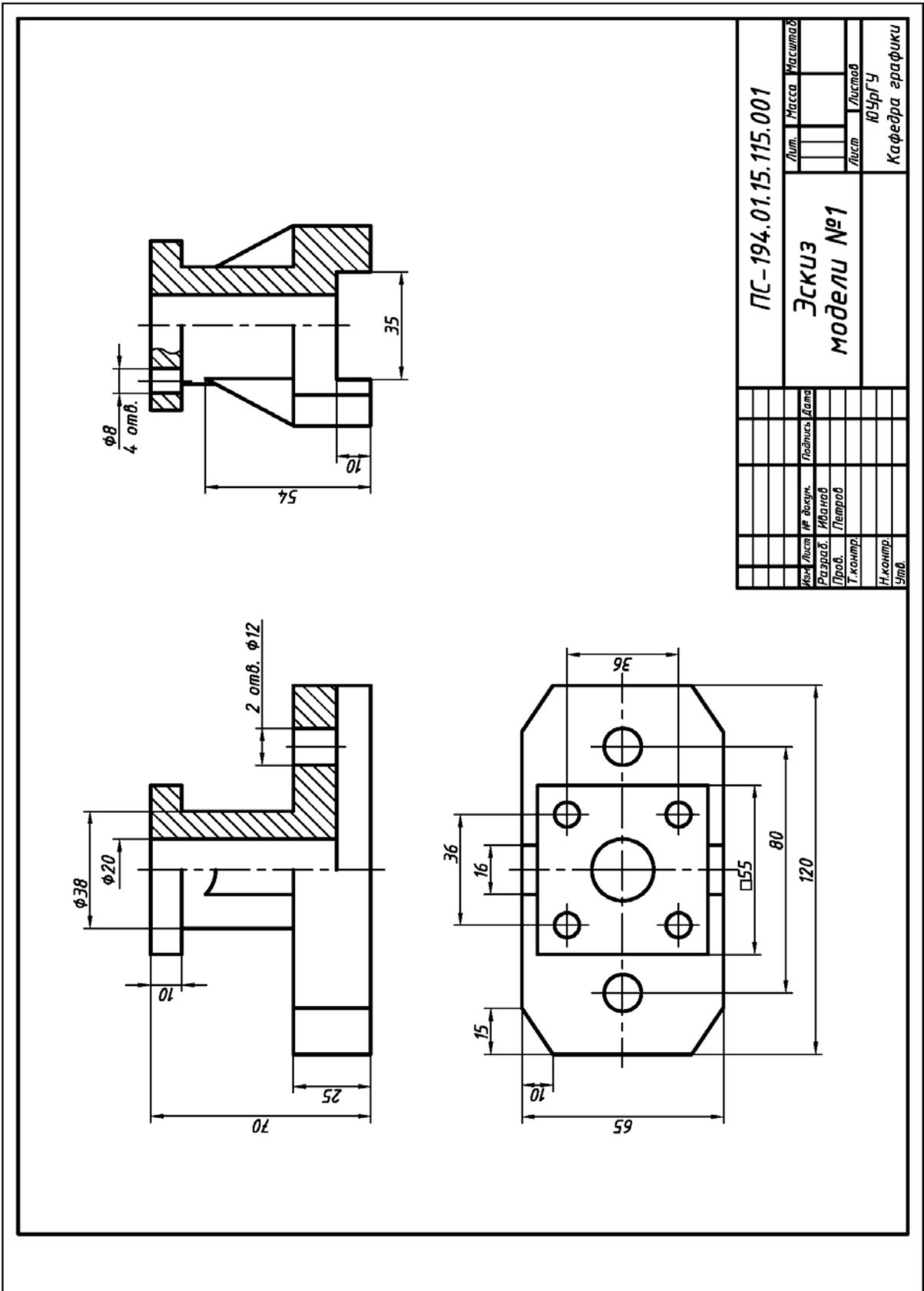


Рис. 2.9. Пример окончательного выполнения и оформления эскиза модели №1 с двумя плоскостями симметрии (исходные условия – см. рис. 2.1)

## 2.2. Эскизирование моделей с одной плоскостью симметрии

**Исходные условия работы.** Даны различные варианты натуральных учебных моделей, имеющих одну плоскость симметрии  $\Sigma$ , например, рис. 2.10.

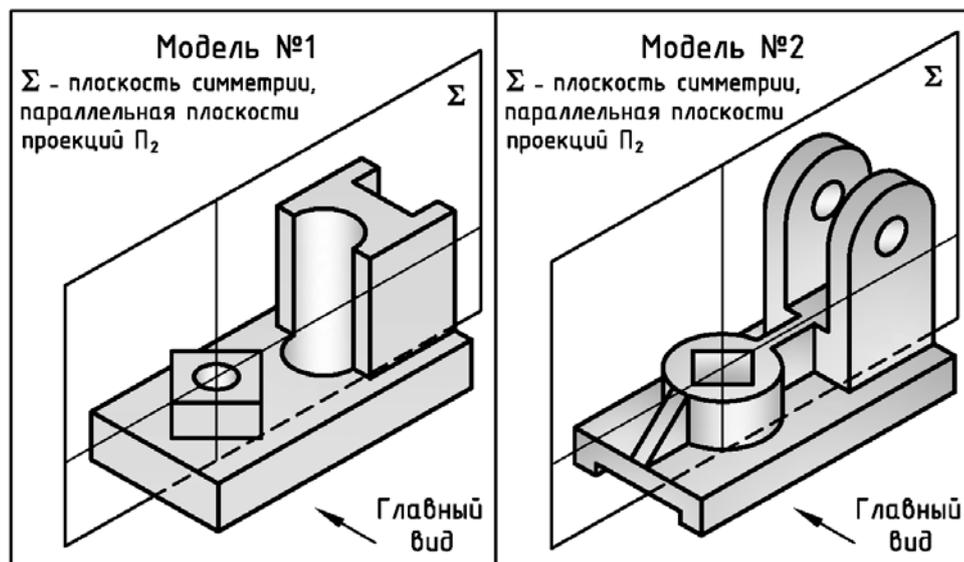


Рис. 2.10. Варианты натуральных учебных моделей с одной плоскостью симметрии

**Содержание работы.** Выполнить на формате А3 (см. Приложение 1) в соответствии со своим вариантом задания:

1) три изображения детали (см. Приложение 6): а) на месте главного вида соединение половины вида спереди с половиной фронтального разреза плоскостью  $\Sigma$  (см. рис. 2.1); б) вид сверху; в) на месте вида слева соединение половины (части) вида слева с половиной (с частью) профильного разреза плоскостью  $\Delta$  (рис. 2.11);

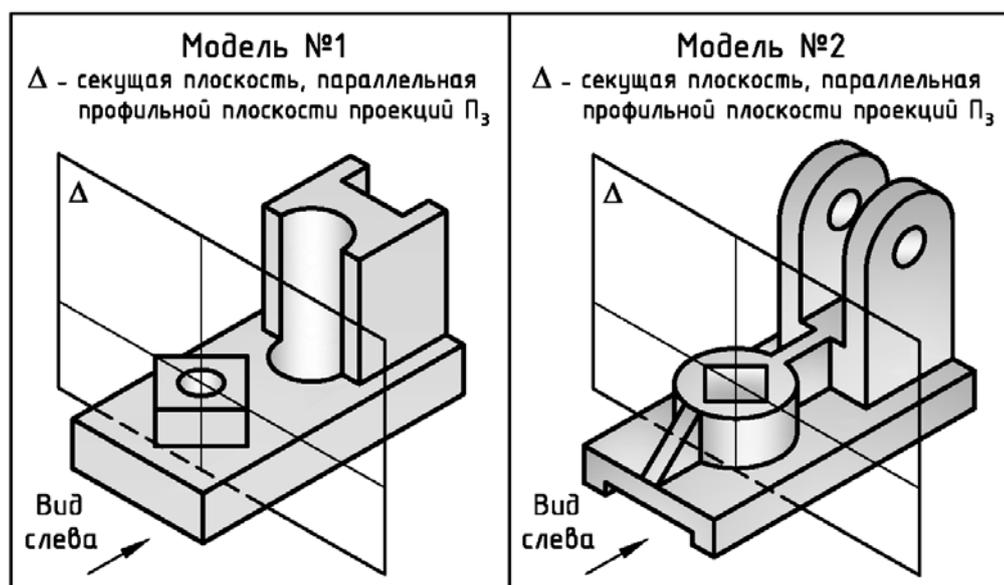


Рис. 2.11. Местоположение секущей плоскости для выполнения профильного разреза

2) другие необходимые виды и разрезы;

3) простановку размеров.

**Последовательность выполнения работы.** Рекомендуется соблюдать последовательность, указанную в подразделе 2.1. Содержание п.п. 1...5 подраздела 2.1 для данных моделей (см. рис. 2.10) представлены ниже на рис. 2.12...рис. 2.17.

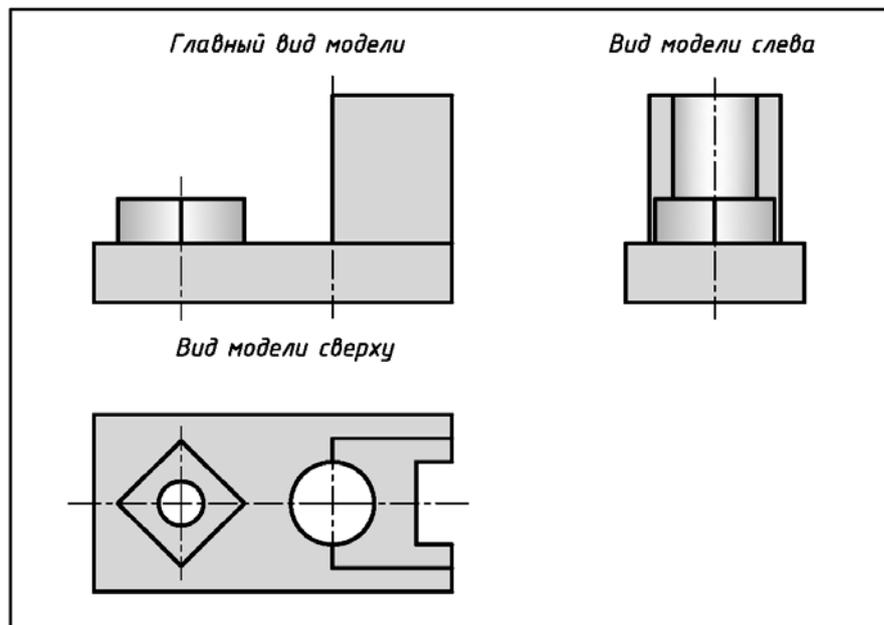


Рис. 2.12. Выбор основных видов учебной модели №1 (исходные условия – см. рис. 2.10)

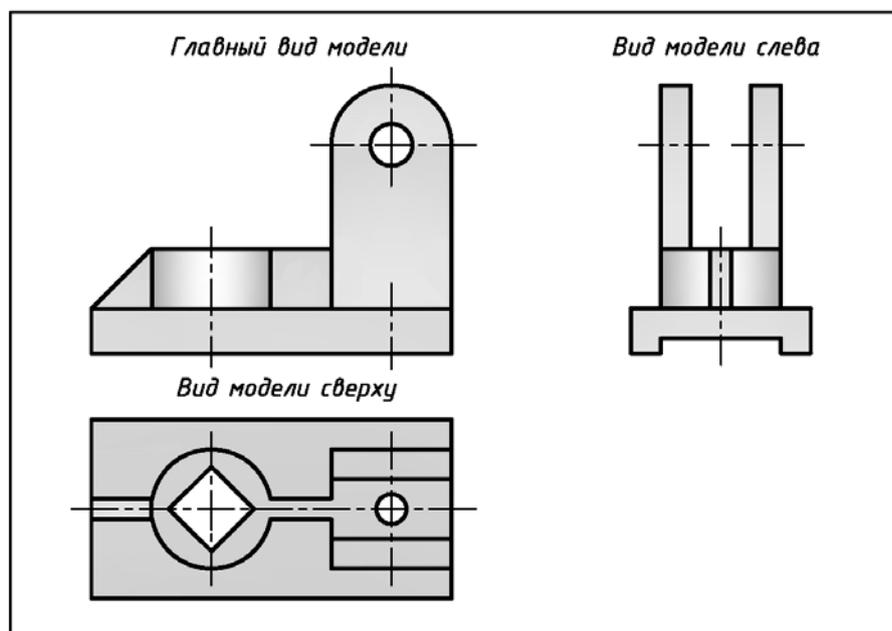


Рис. 2.13. Выбор основных видов учебной модели №2 (исходные условия – см. рис. 2.10)

На рис. 2.18 и рис. 2.19 даны примеры окончательного выполнения и оформления эскизов моделей с двумя плоскостями симметрии (исходные условия – см. рис. 2.10).

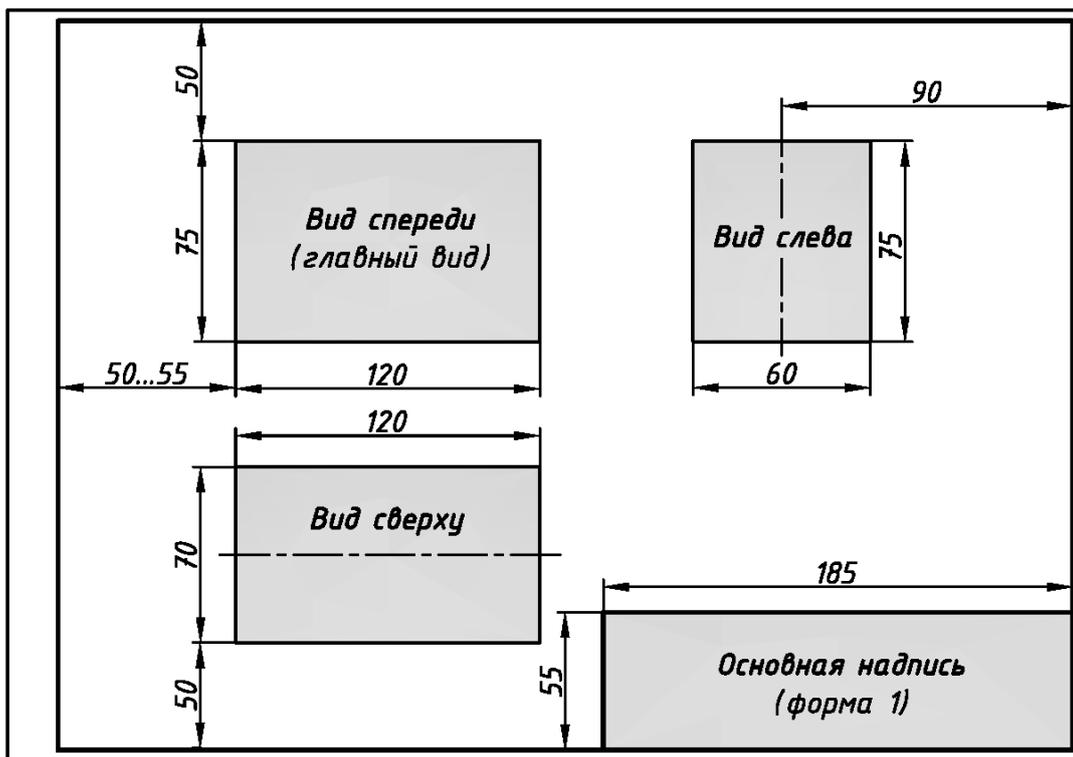


Рис. 2.14. Примерная разметка листа ватмана для эскизов моделей с одной плоскостью симметрии с нанесенными «габаритными прямоугольниками»

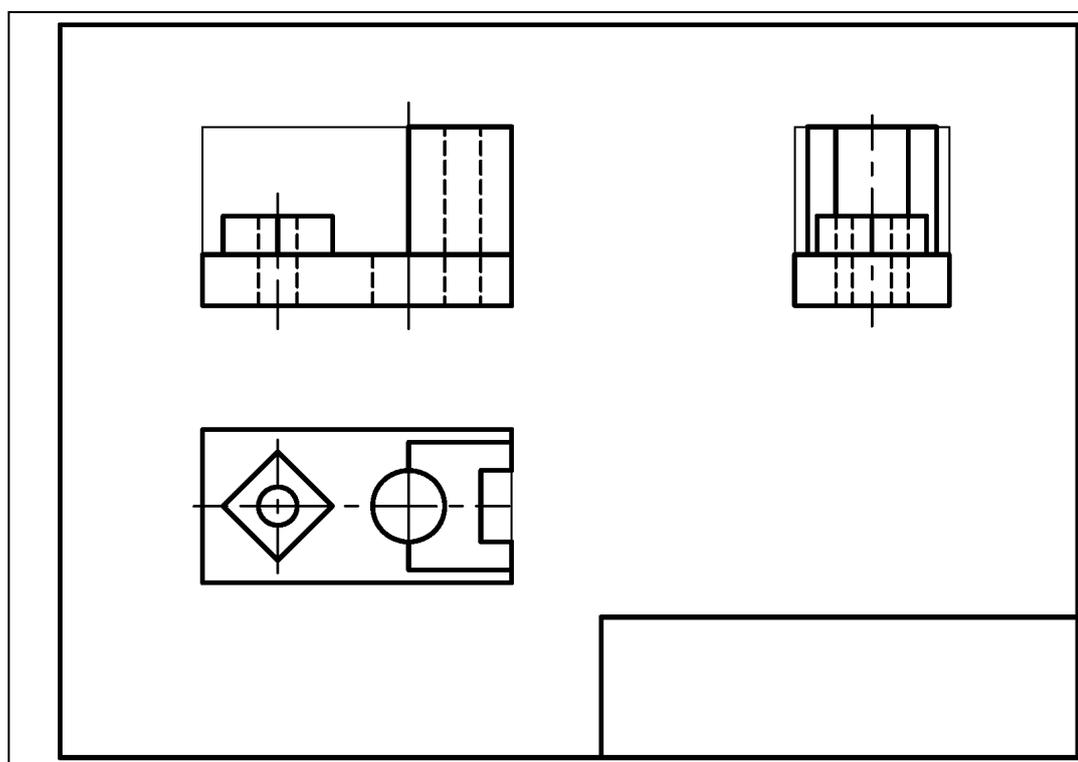


Рис. 2.15. Нанесение изображений модели №1 с одной плоскостью симметрии в «габаритные прямоугольники» (исходные условия – см. рис. 2.10)

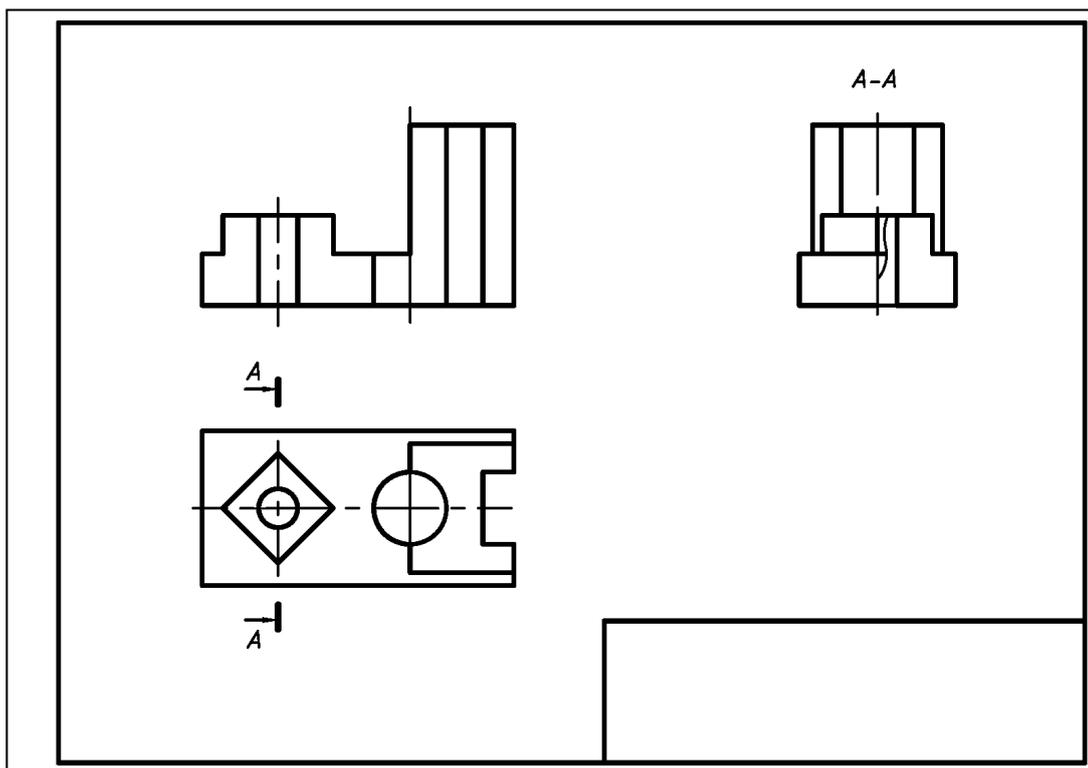


Рис. 2.16. Формирование и обозначение разрезов на изображениях модели №1 с одной плоскостью симметрии (исходные условия – см. рис. 2.10)

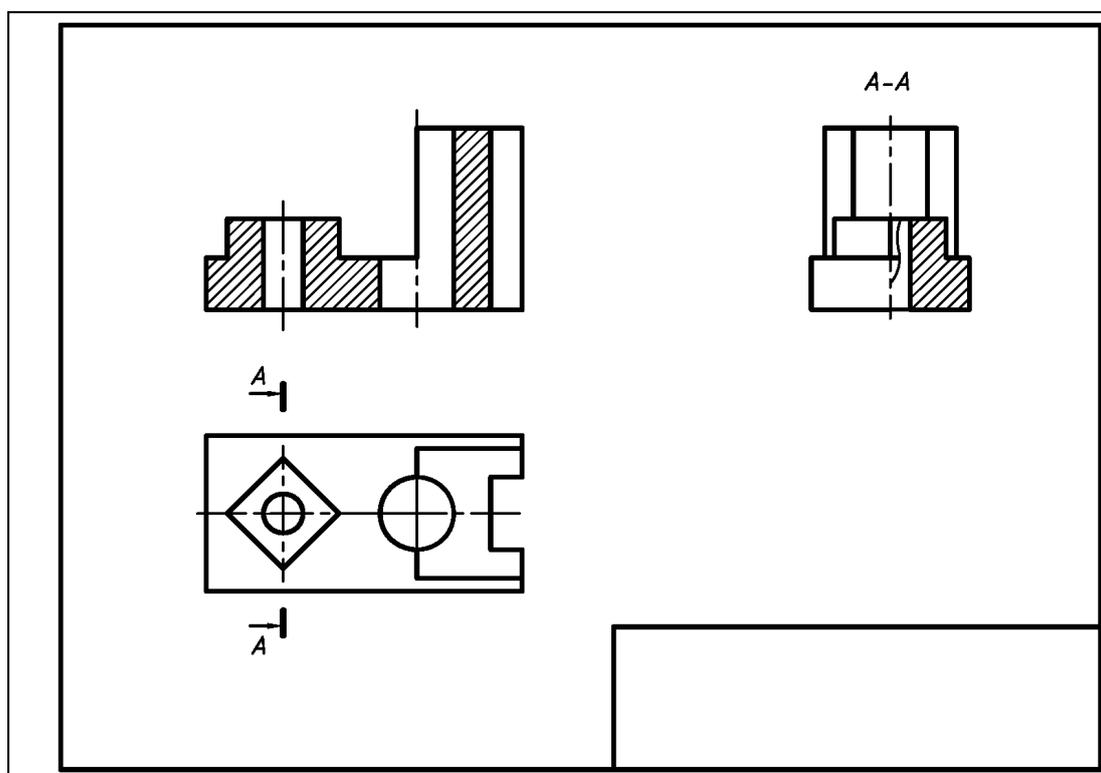


Рис. 2.17. Нанесение штриховки на изображениях модели №1 с одной плоскостью симметрии (исходные условия – см. рис. 2.10)

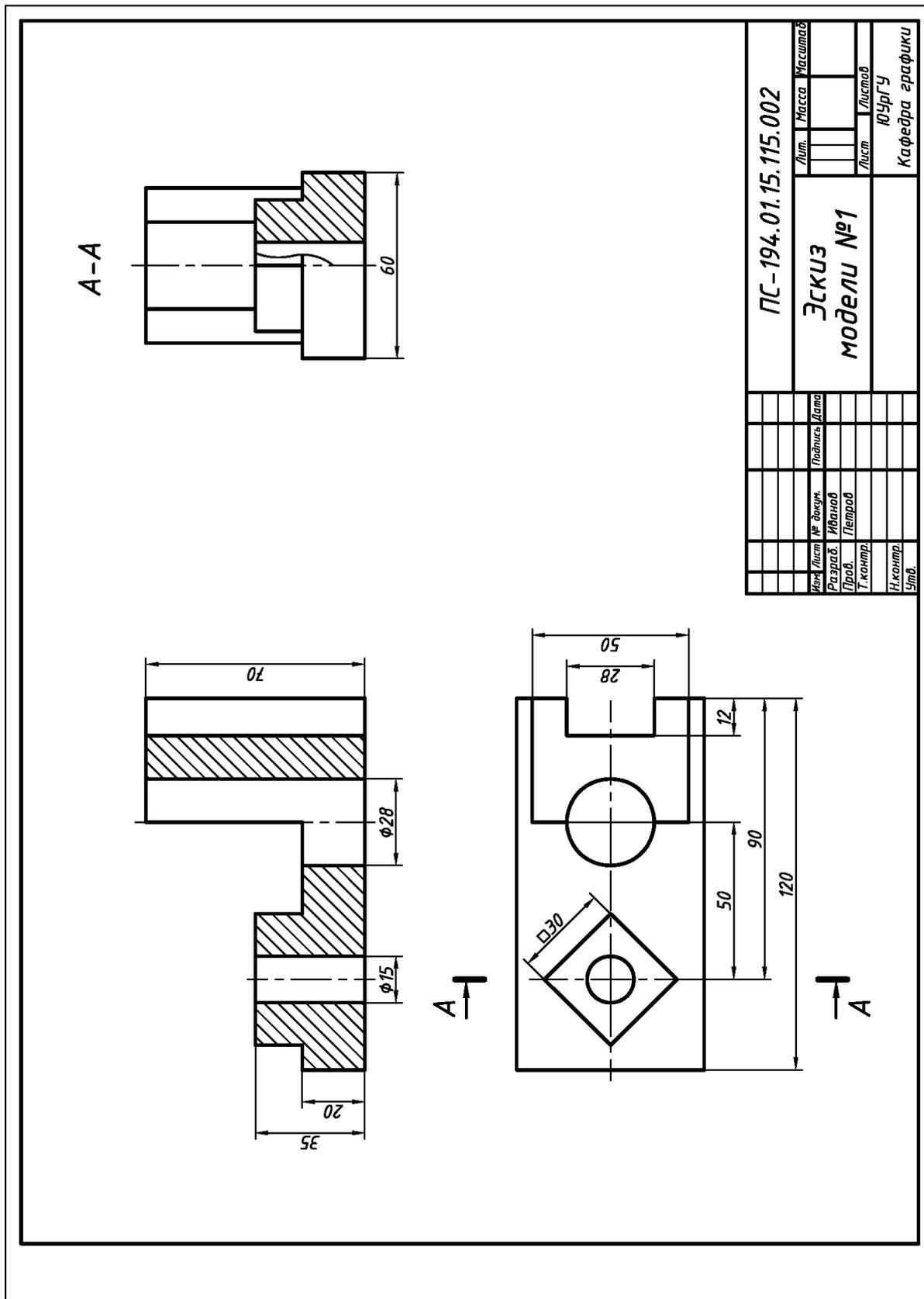


Рис. 2.18. Окончательное выполнение и оформление эскиза модели №1 с одной плоскостью симметрии (исходные условия – см. рис.2.10)

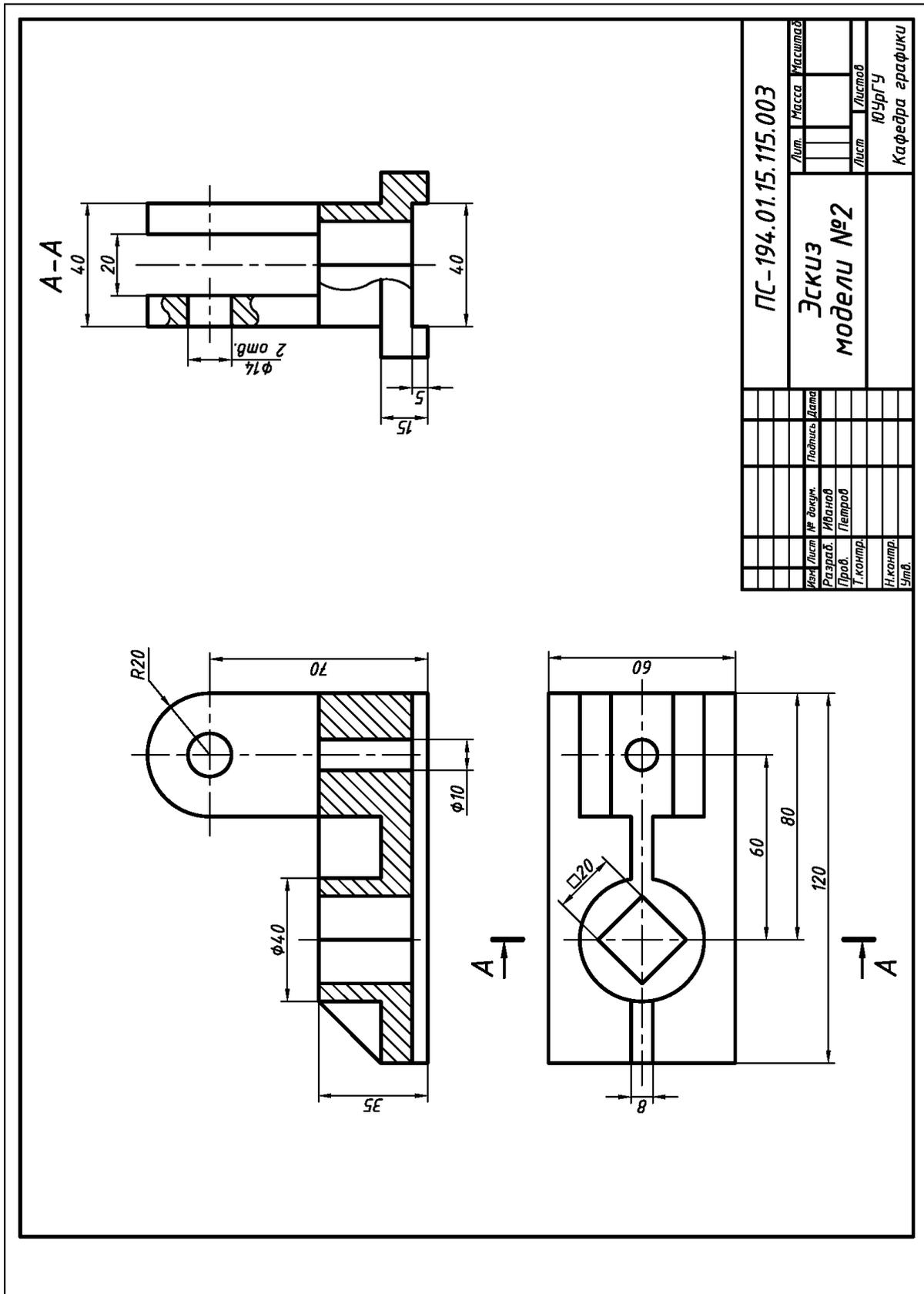


Рис. 2.19. Окончательное выполнение оформления эскиза модели №2 с одной плоскостью симметрии (исходные условия – см. рис. 2.10)

## Особые требования к выполнению работы

1) построить эскизы моделей для своего варианта, ориентируясь: **а)** на выше-приведенные сведения, включая, в том числе, подраздел 2.1; **б)** на примеры выполнения эскизов моделей (см. рис. 2.18 и рис. 2.19); **2)** в процессе выполнения работы принять во внимание требования ГОСТ 2.305–2008 [1]: **а)** если с осью симметрии изображения совпадает проекция ребра призмы или пирамиды, то при наличии внутренних ребер разрез искусственно расширяют (рис. 2.20 «а»), при наличии внешних ребер – искусственно сужают (рис. 2.20 «б»), для комбинированного случая – искусственно расширяют и сужают (рис. 2.20 «в»);

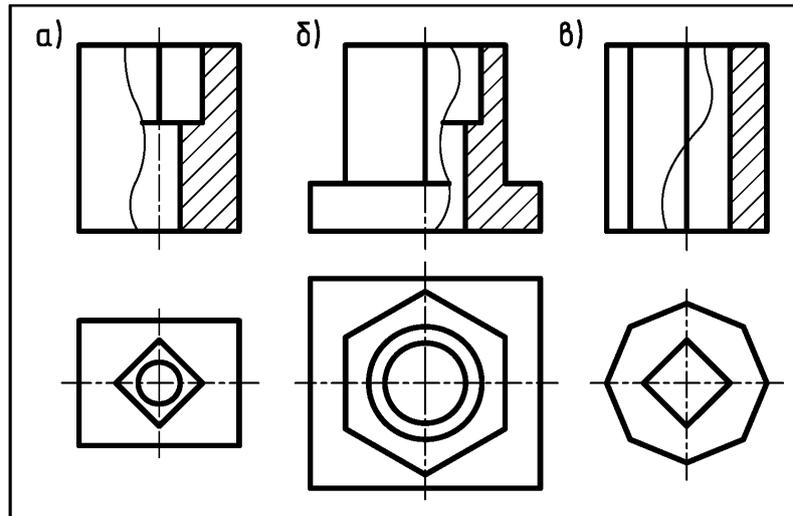


Рис. 2.20. Варианты выполнения соединения половины вида и половины разреза при совпадении оси симметрии с проекциями ребер многогранников

**б)** положение секущей плоскости (см. рис. 2.18 и рис. 2.19) указывают на эскизе разомкнутой линией (см. Приложение 4) толщины от  $s$  до  $1,5s$  с проведенными стрелками от ее внешнего конца на расстоянии  $2...3$  мм (рис. 2.21). С внешней стороны стрелок прописными буквами русского алфавита по типу «А», «Б» и т.п. наносят обозначение разрезов. Изображение разрезов отмечают надписью по типу «А–А», «Б–Б» и т.п. (см. рис. 2.18 и рис. 2.19). Высоту  $H$  букв «А», «Б» и т.п. принимают равной  $1,5...2$  высоты  $h$  размерных чисел на поле эскиза или чертежа.

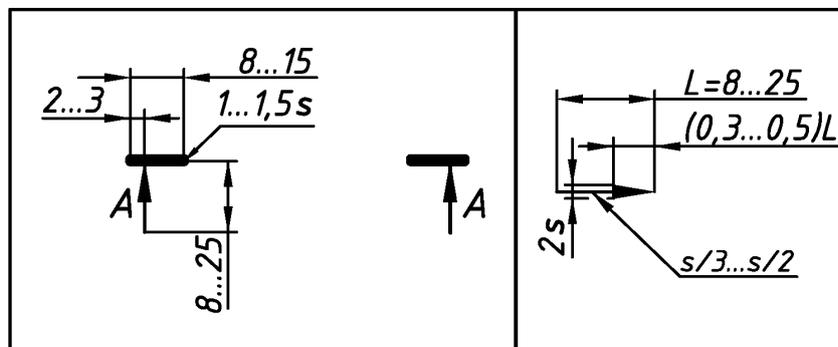


Рис. 2.21. Элементы для обозначения простых разрезов, сечений и их размеры

## 2.3. Построение моделей в аксонометрических проекциях

**Аксонометрическая проекция** (от греческого ἄξων «ось» и греческого μετρέω «измеряю») – способ изображения геометрических предметов на эскизе или чертеже при помощи параллельных проекций.

**Виды аксонометрических проекций.** Из всех видов аксонометрических проекций, установленных ГОСТ 2.317–2011, в технике чаще всего используют прямоугольную изометрическую проекцию (приведенные коэффициенты искажения:  $k = 1$  по осям  $x$ ,  $y$  и  $z$ ) и прямоугольную диметрическую проекцию (приведенные коэффициенты искажения:  $k = 1$  (по осям  $x$  и  $z$ ) и  $k = 0,5$  (по оси  $y$ )).

**Исходные условия.** В учебном процессе для выполнения чертежей моделей в аксонометрических проекциях, как правило, используют уже построенные по размерам их учебные эскизы или чертежи (например, см. рис. 2.9, рис. 2.20 и рис. 2.21).

**Содержание работы.** Выполнить и скомпоновать на одном листе ватмана формата А3 (см. Приложение 1) в соответствии со своим вариантом задания:

1) изображение детали с одной плоскостью симметрии в изометрии прямоугольной с разрезами плоскостями  $xoz$  и  $yoz$  (исходное условие – см. рис. 2.21);

2) изображение детали с двумя плоскостями симметрии в диметрии прямоугольной с разрезами плоскостями  $xoy$  и  $yoz$  (исходное условие – см. рис. 2.9);

**Последовательность выполнения работы.** Рекомендуется:

1) изучить ГОСТ 2.317–68 [1]. По рекомендуемой литературе, например, [1, 11, 14] ознакомиться с видами и способами построения аксонометрических проекций;

2) подготовить лист ватмана формата А3 (см. Приложение 1). На листе ватмана вычертить рамку и основную надпись формы «1» (см. Приложение 2). Основную надпись заполнить по упрощенной схеме (см. рис. 1.2);

3) поэтапно (рис. 2.22) выполнить чертежи моделей в аксонометрических проекциях по размерам с их исходных эскизов (например, см. рис. 2.21 и рис. 2.9):

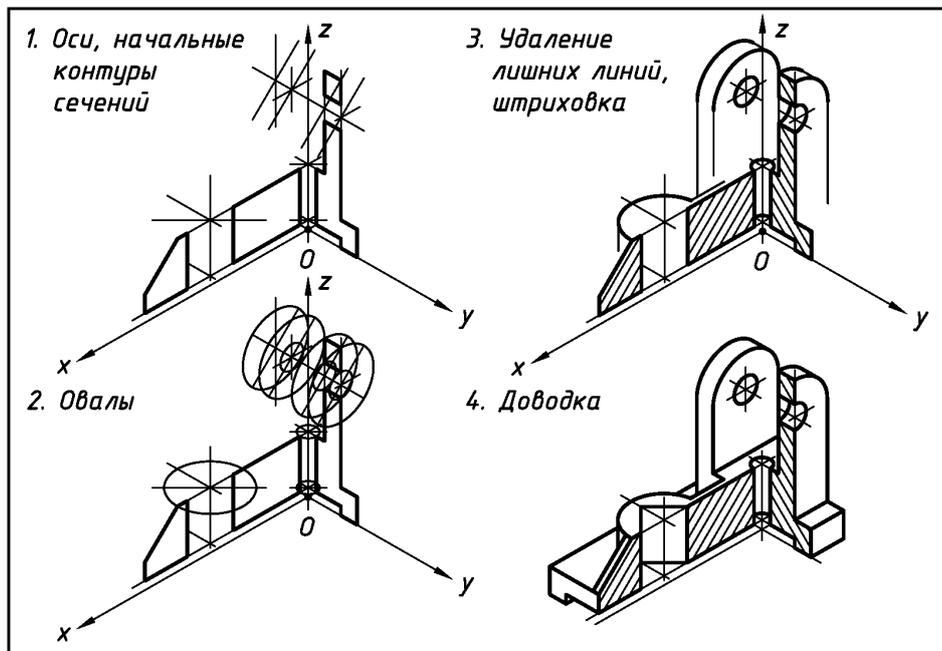


Рис. 2.22. Основные этапы построения чертежей моделей в аксонометрических проекциях (пример исходных условий – см. рис. 2.21)

а) на первом этапе прочертить оси и контуры проекций аксонометрических сечений плоскостями **xoz** и **yoz**;

б) на втором этапе построить овалы, являющиеся проекциями окружностей оснований цилиндров и сфер (способы построения приведены на рис. 2.23 и рис. 2.24);

в) на третьем этапе удалить лишние и вспомогательные линии и нанести штриховку (см. Приложение 7), при этом проекции сечений и ребра жесткости заштриховать линиями, параллельными одной из диагоналей проекций квадратов, принадлежащих соответствующей координатной плоскости (см. рис. 2.23 и рис. 2.24);

г) на четвертом этапе выполнить доводку изображений: выявить наличие линий пересечения поверхностей и если они есть, то построить их по правилам начертательной геометрии [8, 9, 14]; построить проекции прямолинейных очертаний моделей, в том числе, с учетом расположения многоугольников (рис. 2.25); произвести окончательную обводку изображений.

Примечание. Этапы построения чертежей моделей могут быть и другими, например: этап 1 – изначально построить модели в аксонометрических проекциях; этап 2 – выполнить необходимые разрезы; этап 3 – построить линии пересечения поверхностей по правилам начертательной геометрии; этап 4 – удалить лишние и вспомогательные линии; этап 5 – обвести чертеж.

При построении использовать типы линий в соответствии с ГОСТ 2.303–68 (см. Приложение 4). Для заданного формата А3 (с размерами 420x297) и величины изображений толщину основной линии **s** принять равной **0,8 мм**.

На рис. 2.26 дан пример выполнения и оформления чертежа двух моделей в аксонометрических проекциях:

– модель с одной плоскостью симметрии в изометрии прямоугольной с разрезами плоскостями **xoz** и **yoz** (исходные условия – см. рис. 2.21);

– модель с двумя плоскостями симметрии в диметрии прямоугольной с разрезами плоскостями **xoz** и **yoz** (исходные условия – см. рис. 2.9).

### Особые требования к выполнению работы

1) построить чертежи моделей в аксонометрических проекциях в соответствии со своим вариантом, ориентируясь:

а) на вышеприведенные сведения, включая, в том числе, подразделы 2.1 и 2.2;

б) на пример выполнения чертежа моделей (см. рис. 2.26);

2) в процессе выполнения работы принять во внимание следующее:

а) при построении овалов необходимо соблюдать правило – «большая ось овала всегда перпендикулярна той аксонометрической оси, которая не принадлежит плоскости, в которой расположена изображаемая окружность» (см. рис. 2.23 и рис. 2.24);

б) для проверки правильности построения овалов учесть, что:

– в прямоугольной изометрии большая ось овала **AB = 1,22d**, малая ось овала **CD = 0,7d** (**d** – диаметр исходной окружности);

– в прямоугольной диметрии в горизонтальной и профильной плоскостях проекций большая ось овала **AB = 1,05d**, малая ось **CD = 0,35d**;

– в прямоугольной диметрии во фронтальной плоскости проекций большая ось овала **AB = 1,05d**, малая ось овала **CD = 0,95d** (**d** – диаметр исходной окружности);

в) в прямоугольной диметрии овалы, принадлежащие фронтальной плоскости **xoz**, можно заменить на окружности исходного радиуса **R** (см. рис. 2.24) – учебные модели имеют небольшие размеры и поэтому значениями коэффициентов искажения **0,95** и **1,05** допустимо пренебречь, приняв их равными **1**;

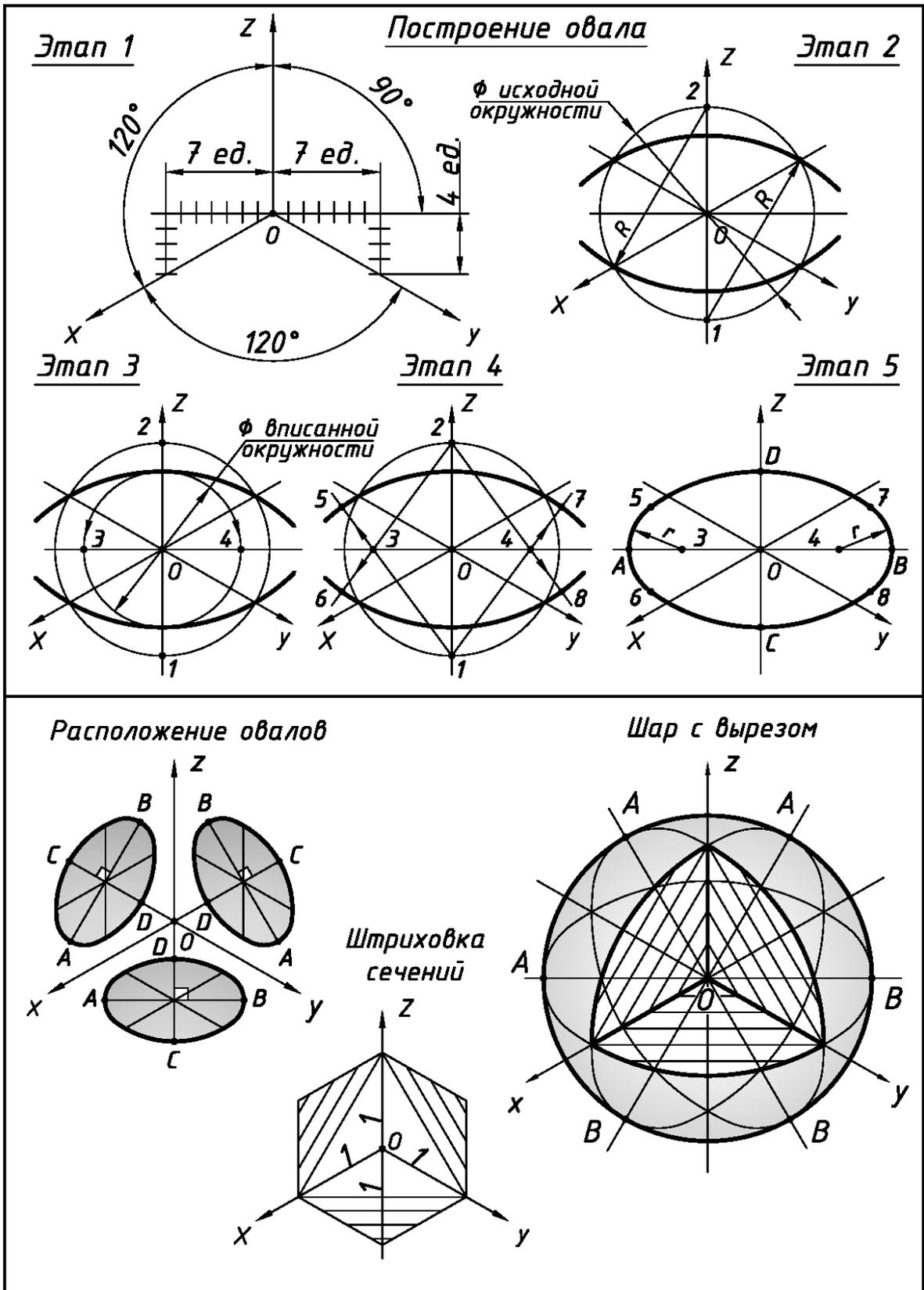


Рис. 2.23. Построение и расположение овалов в изометрии прямоугольной.  
Штриховка сечений в изометрии прямоугольной

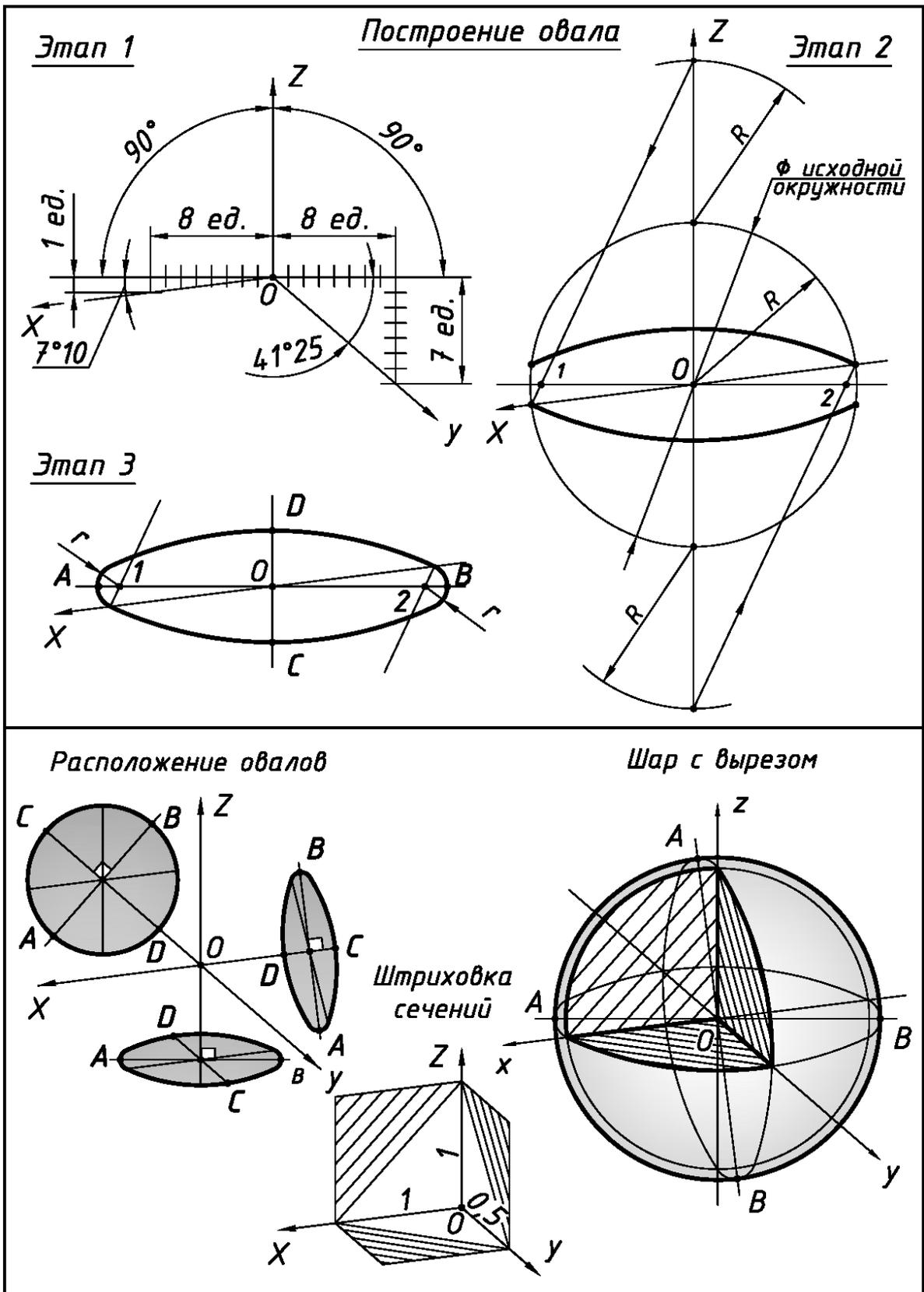
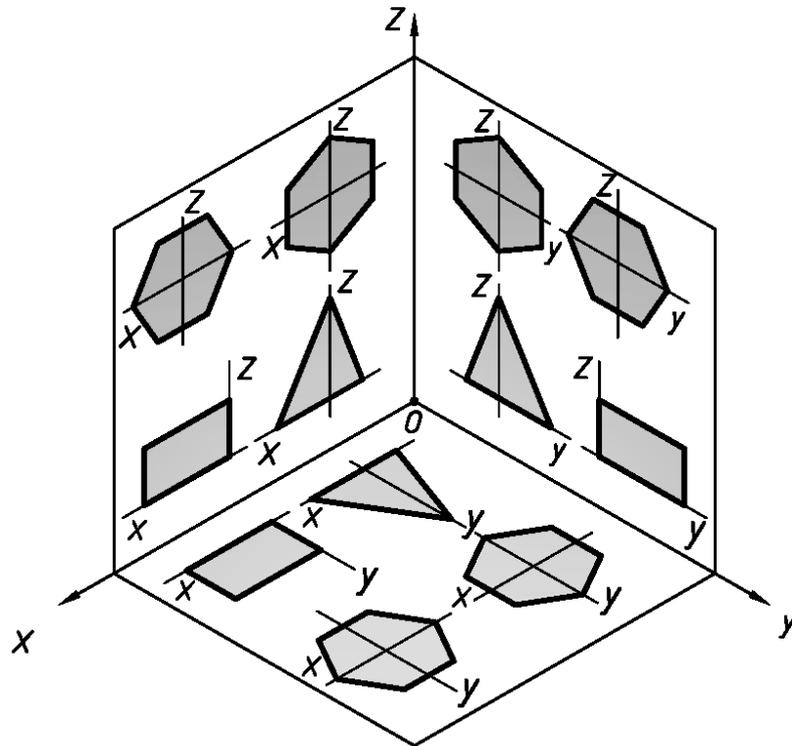


Рис. 2.24. Построение и расположение овалов в диметрии прямоугольной.  
Штриховка сечений в диметрии прямоугольной

*Изометрия прямоугольная. Расположение многоугольников*



*Диметрия прямоугольная. Расположение многоугольников*

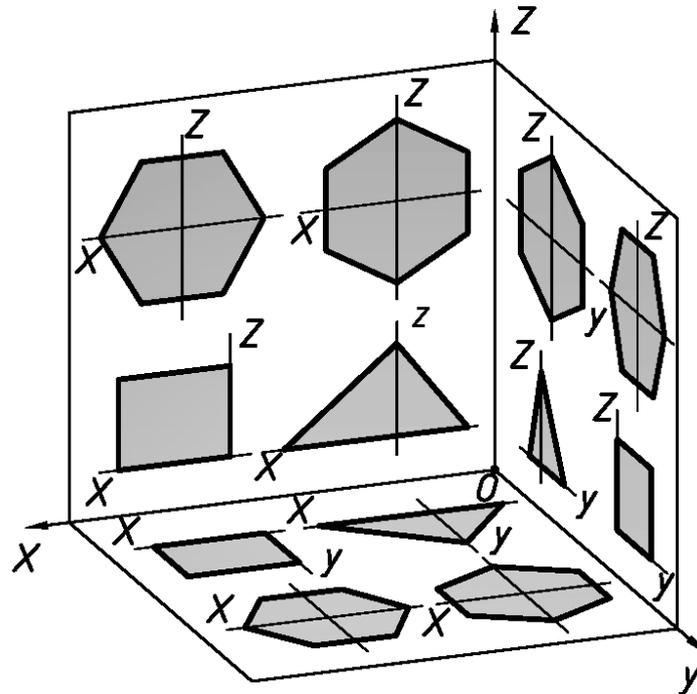
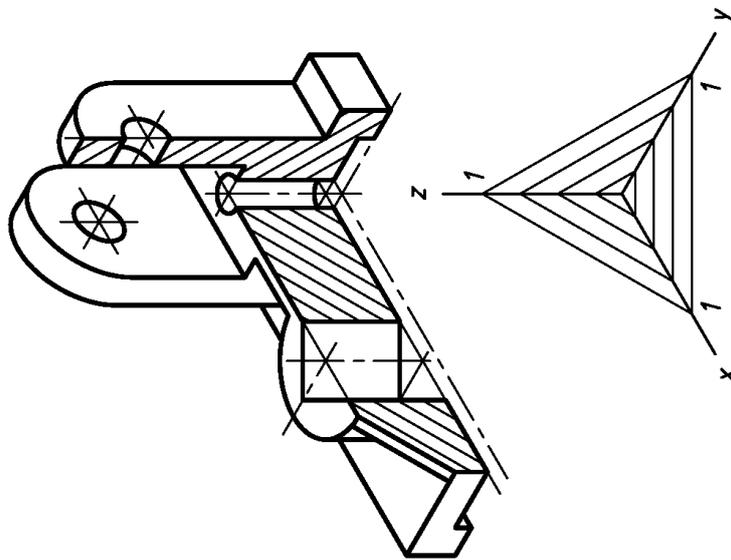
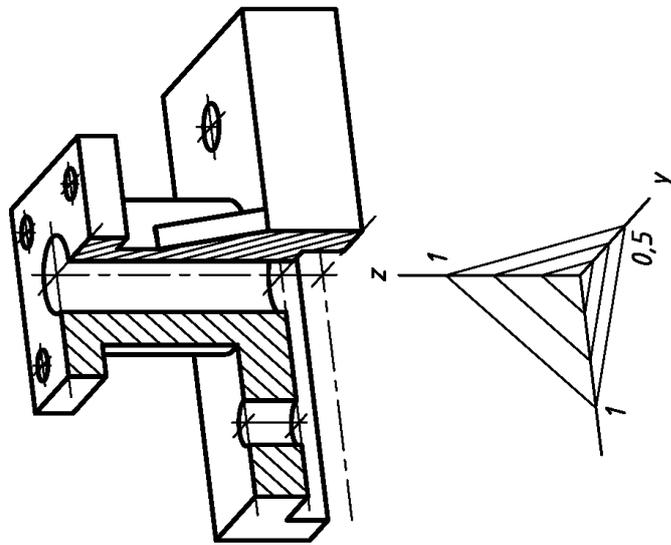


Рис. 2.25. Построение и расположение многоугольников в аксонометрических проекциях

Модель с одной плоскостью симметрии.  
Изометрия прямоугольная с вырезом



Модель с двумя плоскостями симметрии.  
Диметрия прямоугольная с вырезом



|                           |  |                 |        |        |
|---------------------------|--|-----------------|--------|--------|
| ПС-194.04.15.115.000      |  | Лист            | Масса  | Листов |
| Аксонметрические проекции |  | Имя             | Лист   | Листов |
|                           |  | № докум.        | Лист   | Листов |
|                           |  | Разраб.         | Иванов |        |
|                           |  | Проб.           | Петров |        |
|                           |  | Т. контр.       |        |        |
|                           |  | И. контр.       |        |        |
|                           |  | Упр.            |        |        |
|                           |  | ЮЧРГУ           |        |        |
|                           |  | Кафедра графики |        |        |

Рис. 2.26. Пример выполнения и оформления чертежей деталей в аксонометрических проекциях (исходные условия – см. рис. 2.9 и рис. 2.12)

## Раздел 3

### ПОСТРОЕНИЕ ПРОСТЫХ РАЗРЕЗОВ В ДЕТАЛЯХ

**Исходные условия работы.** Даны различные варианты учебных чертежей-заготовок деталей в двух видах (главный вид и вид сверху) без указания размеров. Учебные чертежи-заготовки представлены двумя вариантами исходных условий:

- 1) деталь №1 с двумя плоскостями симметрии (например, рис. 3.1) – симметричная на главном виде и симметричная на виде слева;
- 2) деталь №2 с одной плоскостью симметрии (например, рис. 3.2) – несимметричная на главном виде и симметричная на виде слева.

**Содержание работы.** На форматах **A3** в соответствии со своим вариантом задания выполнить чертежи, которые должны содержать:

1) три изображения детали:

а) для детали с двумя плоскостями симметрии – на месте главного вида (см. Приложение 6) соединение половины (части) вида спереди с половиной (с частью) фронтального разреза, вид сверху и соединение половины (части) вида слева с половиной (с частью) профильного разреза;

б) для детали с одной плоскостью симметрии – на месте главного вида (см. Приложение 6) полный фронтальный разрез, вид сверху и соединение половины (части) вида слева с половиной (с частью) профильного разреза *A-A*;

2) другие необходимые виды и разрезы;

3) простановку размеров.

**Последовательность выполнения работы.** Рекомендуется:

1) прочитать чертежи деталей, мысленно разделяя их на отдельные простейшие геометрические фигуры. Найти проекции этих фигур на заданных изображениях;

2) для определения пространственной формы деталей представить в эскизной форме их аксонометрические проекции (подраздел 2.3) – рис. 3.3 и рис. 3.4;

3) подготовить лист ватмана формата **A3** (см. Приложение 1), вычертить рамку и основную надпись формы «1» (см. Приложение 2);

4) продумать компоновку формата с учетом равномерного заполнения его поля;

5) перечертить тонкими линиями заданные два вида деталей, измеряя размеры с исходного чертежа. Размеры округлить до целых чисел с учетом их кратности **2-м, 5-ти**, или их окончания цифрой «ноль»;

6) по двум заданным видам **сконструировать вид слева**, соблюдая проекционную связь. Построить необходимые местные виды (ГОСТ 2.305–68) [1];

7) на видах выполнить необходимые разрезы (ГОСТ 2.305–68) [1], учитывая указания по их оформлению и обозначению из раздела 2;

8) проставить размеры в соответствии с ГОСТ 2.307–2011 (рис. 2. 7, рис. 2.8 и Приложение 10);

9) при построении чертежей деталей использовать типы линий в соответствии с ГОСТ 2.303–68 (см. Приложение 4). Для заданных форматов **A3** (с размерами 420x297) и размеров исходных чертежей-заготовок толщину основной линии *s* принять равной **0,8 мм**.

На рис. 3.5 показан пример выполнения и оформления чертежа детали с двумя плоскостями симметрии (исходные условия – см. рис. 3.1).

На рис. 3.6 показан пример выполнения и оформления чертежа детали с одной плоскостью симметрии (исходные условия – см. рис. 3.2).

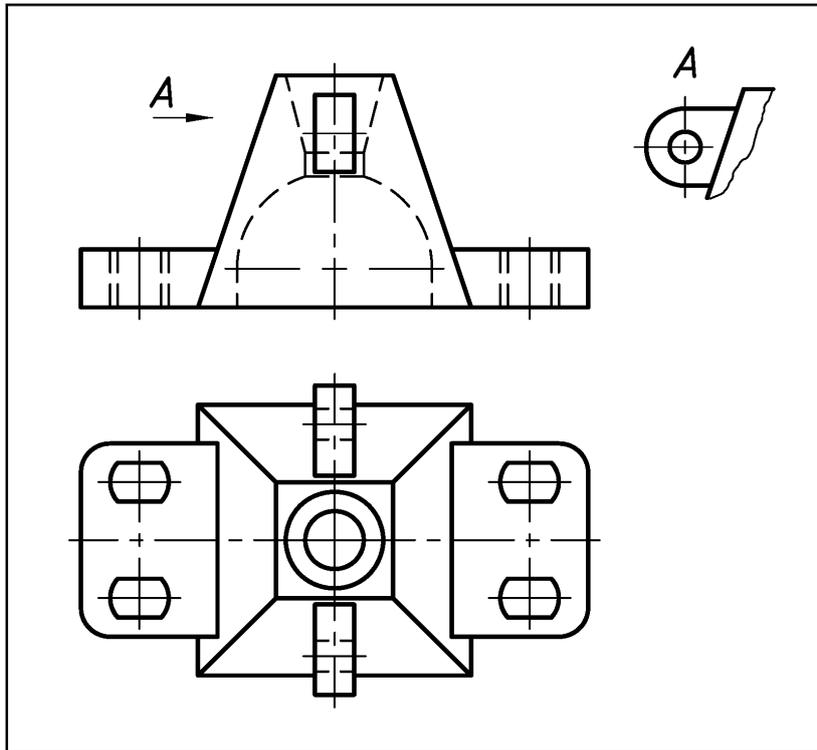


Рис. 3.1. Вариант исходных условий чертежа-заготовки детали с двумя плоскостями симметрии для выполнения простых разрезов

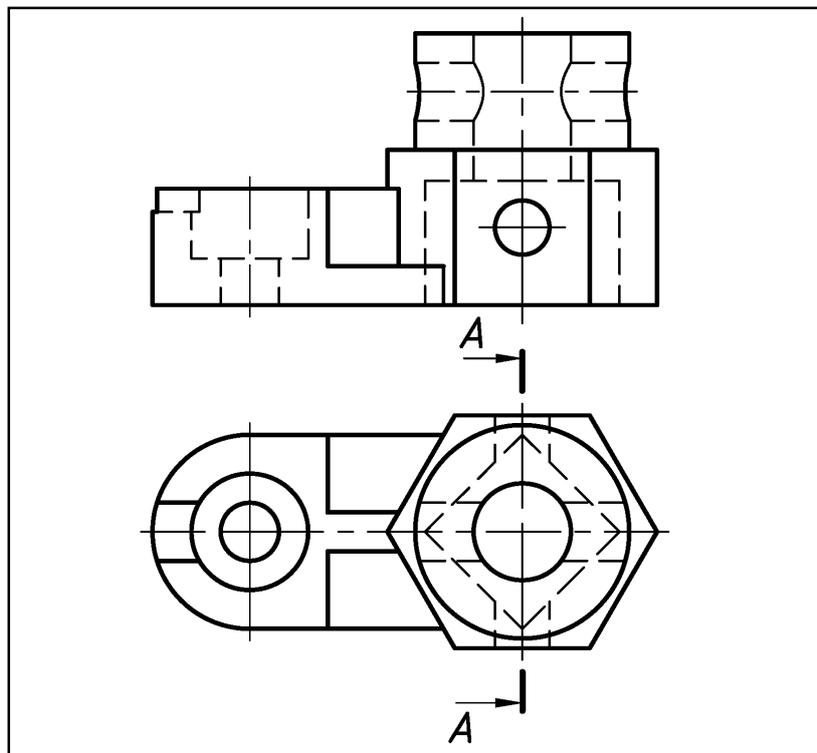


Рис. 3.2. Вариант исходных условий чертежа-заготовки детали с одной плоскостью симметрии для выполнения простых разрезов

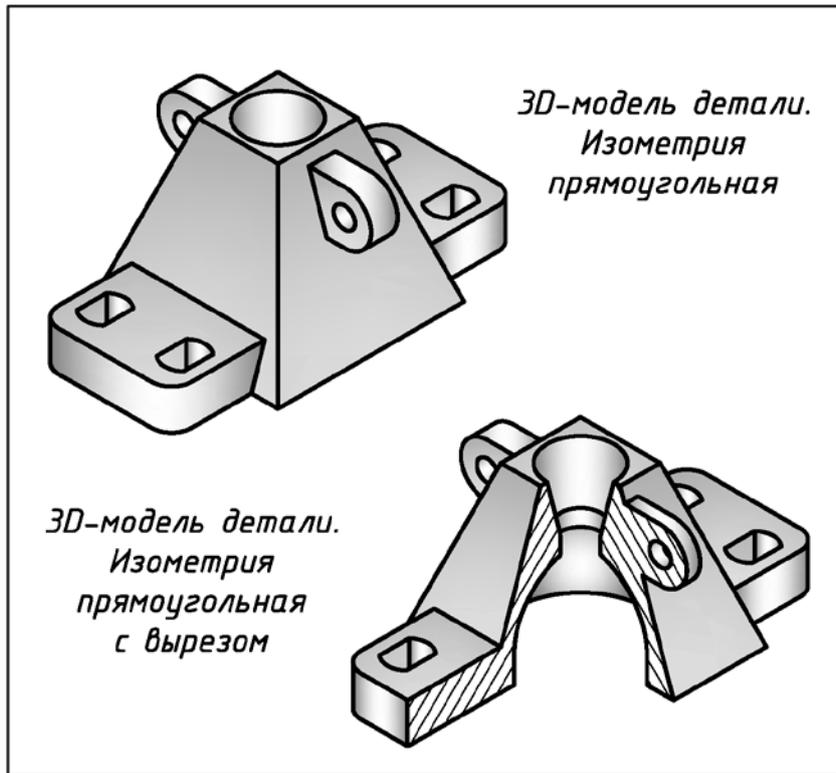


Рис. 3.3. Представление пространственной формы детали с двумя плоскостями симметрии (исходные условия – см. рис. 3.1)

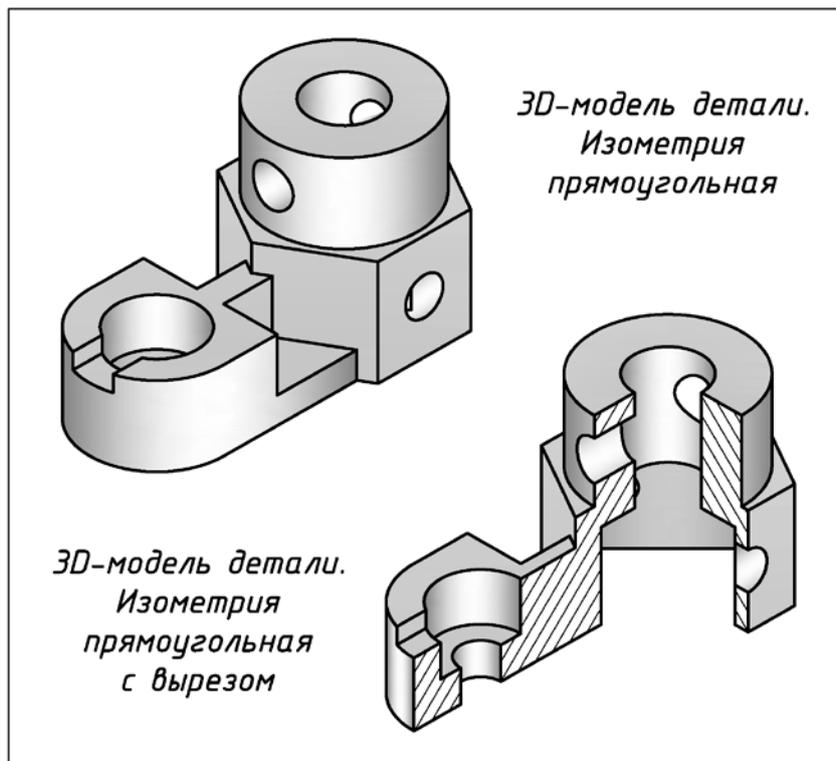


Рис. 3.4. Представление пространственной формы детали с одной плоскостью симметрии (исходные условия – см. рис. 3.2)

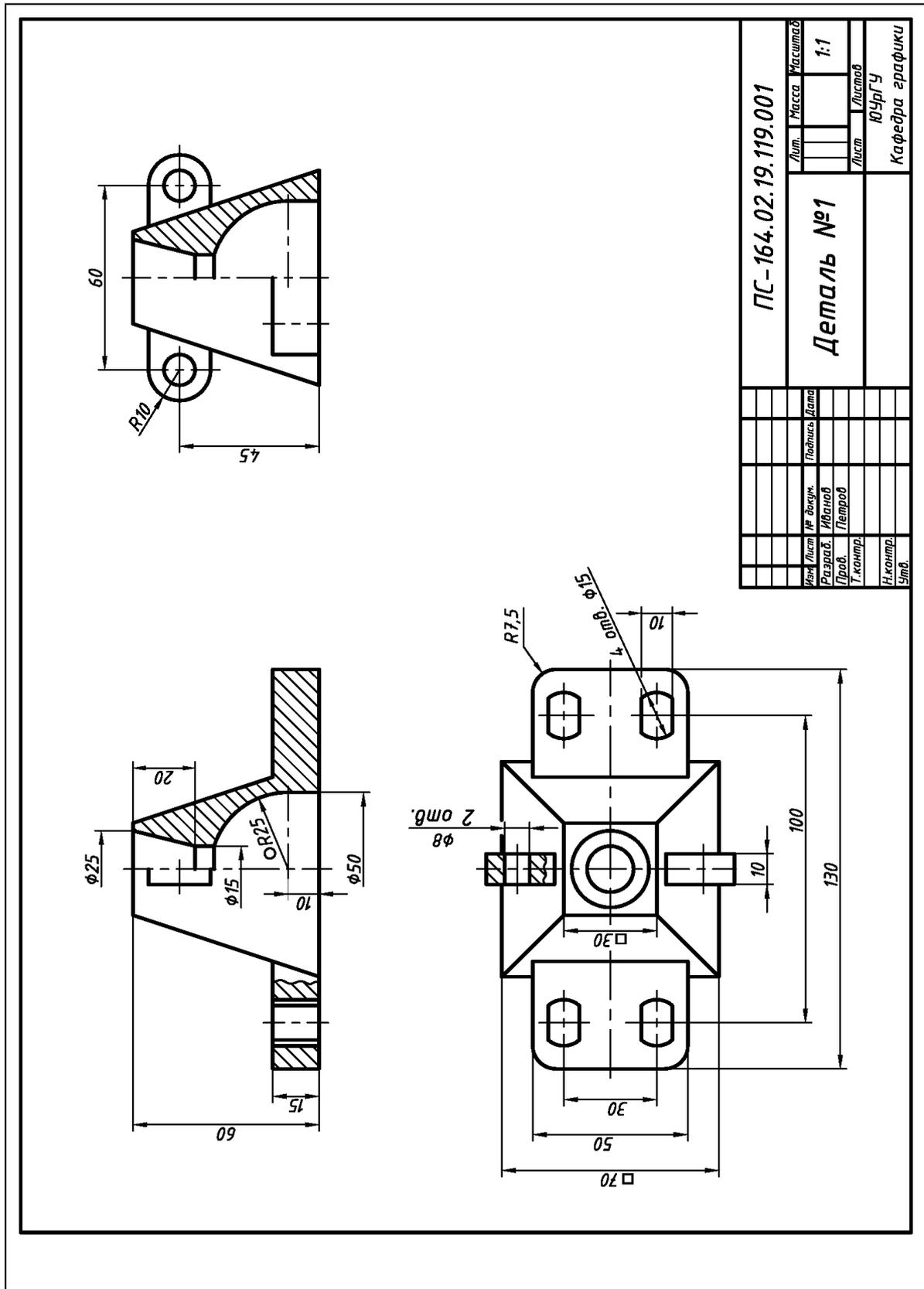


Рис. 3.5. Пример выполнения и оформления чертежа детали с двумя плоскостями симметрии (исходные условия – см. рис. 3.1)

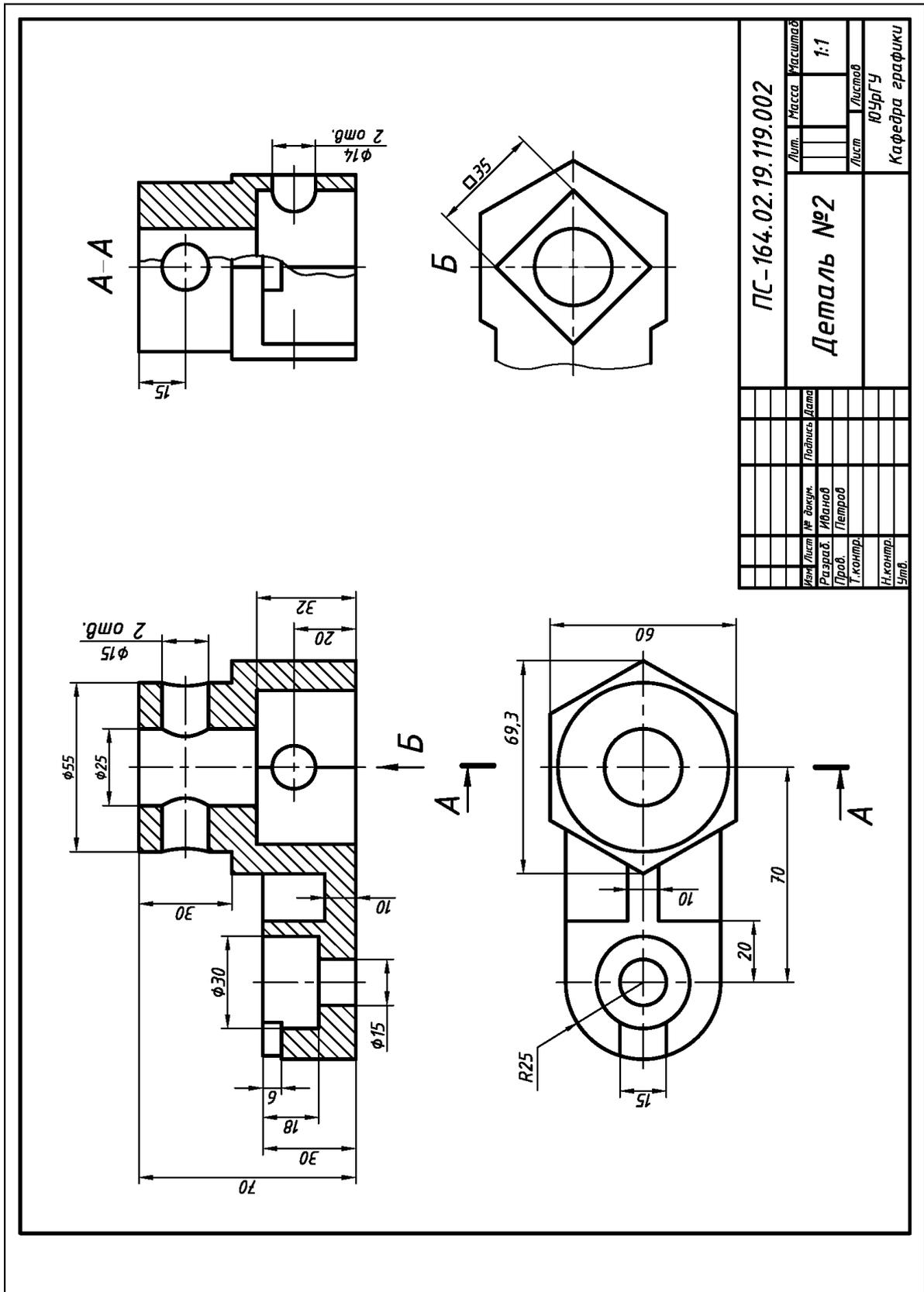


Рис. 3.6. Пример выполнения и оформления чертежа детали с одной плоскостью симметрии (исходные условия – см. рис. 3.2)

## Раздел 4

### КОНСТРУИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ

**Конструирование** – вид творческой инженерной деятельности по созданию оптимального материального образа разрабатываемого объекта на основе поиска из нескольких возможных вариантов.

Одним из завершающих этапов конструирования является эскиз или чертеж детали, по которым она изготавливается на производстве.

**Исходные условия работы.** Даны различные варианты чертежей-заготовок деталей, представленные одним из основных видов с размерами (вид спереди или вид сверху), и габаритные размеры другого вида (например, рис. 4.1).

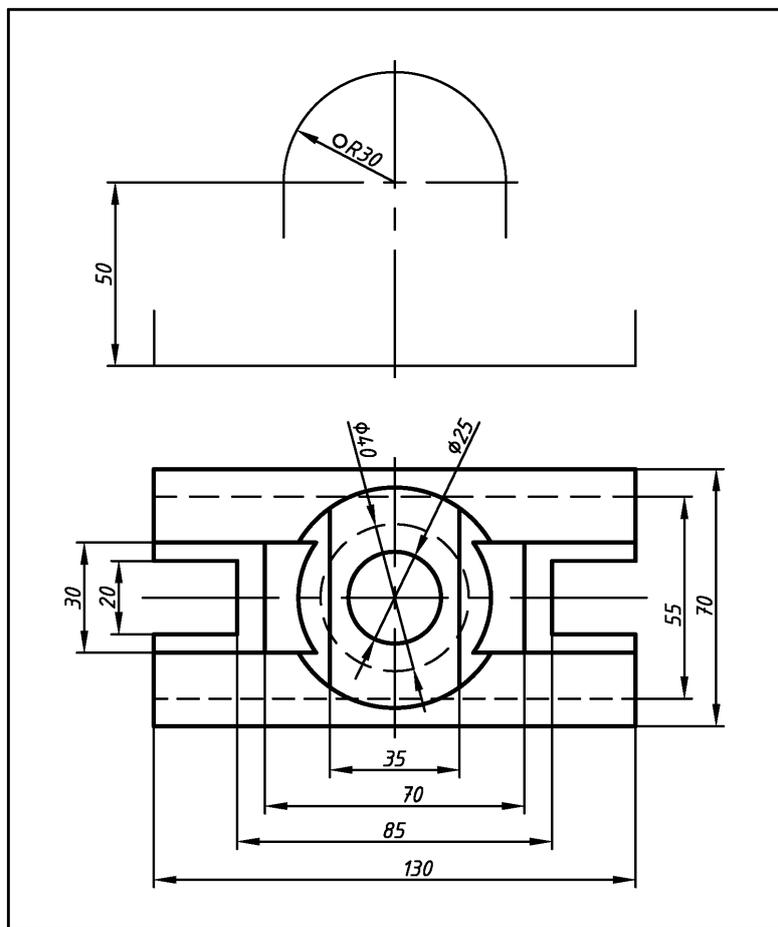


Рис. 4.1. Вариант исходных условий чертежа-заготовки детали для конструирования

**Содержание работы.** Выполнить на формате А3 (см. Приложение 1) в соответствии со своим вариантом задания:

- 1) конструирование детали по заданному виду;
- 2) три изображения детали (см. Приложение 6) с необходимыми разрезами;
- 3) необходимые местные разрезы и местные виды;
- 4) прорисовку размеров.

**Последовательность выполнения работы.** Рекомендуется:

1) по чертежу детали (см. рис. 4.1) в эскизной форме (см. подраздел 2.3) проработать различные варианты конструирования детали и выбрать из них «рациональный» вариант;

2) выполнить чертеж детали по выбранному «рациональному» варианту:

а) подготовить лист ватмана формата **A3** (см. Приложение 3). Вычертить рамку и основную надпись формы «1» (см. Приложение 4);

б) на сформированных изображениях выполнить необходимые разрезы, учитывая требования ГОСТ 2.305–2008 [1]:

– если вид и разрез являются симметричными фигурами, то выполняют соединение половины вида с половиной разреза, при этом **вид** располагают **слева** от разделительной линии, а **разрез** – **справа**;

– разделительной линией между видом и разрезом является ось симметрии – тонкая штрихпунктирная линия (см. Приложение 4);

– местный разрез отделяют от остальной части вида сплошной тонкой плавной волнистой линией (см. Приложение 4);

– при нанесении штриховки (см. Приложение 7): **а)** заштриховывают только сечения, принадлежащие секущей плоскости; **б)** **не заштриховывают** (принято условно) тонкостенные элементы (например, ребра жесткости), если секущая плоскость направлена вдоль их длинной стороны;

– если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии детали, а изображения чертежа находятся в проекционной связи, то разрез не обозначают;

в) проставить размеры в соответствии с ГОСТ 2.307–2011 (рис. 2. 7, рис. 2.8 и Приложение 10);

г) обвести чертеж – для заданного формата A3 (с размерами 420x297) и величины изображений (см. рис. 4.1) толщину основной линии **s** принять равной **0,8 мм**.

На рис. 4.2 приведены возможные варианты конструирования детали по ее заданному чертежу (исходные условия – см. рис. 4.1).

На рис. 4.3 приведен чертеж детали (исходные условия – см. рис. 4.1) по ее сконструированному «рациональному» варианту (исходные условия – см. рис. 4.2).

### **Особые требования к выполнению работы**

1) сконструировать рационально технологичную и металлоемкую деталь своего варианта, проработав конкурирующие варианты и ориентируясь:

а) на вышеприведенные сведения, включая, в том числе, разделы 2 и 3;

б) на примеры выполнения чертежей деталей (см. рис. 4.2 и рис. 4.3):

2) при конструировании детали учесть следующее:

а) заданному изображению может соответствовать **множество решений**;

б) каждая **заданная линия** должна соответствовать **очерку** какой-либо геометрической фигуры или **линии пересечения** фигур;

в) сконструированная деталь **должна** содержать сквозные отверстия, углубления, пазы, скосы и т.п.;

г) сконструированная деталь **не должна** представлять совокупность поставленных друг на друга простейших геометрических фигур и **не должна** содержать элементов, которые приводили бы к дополнительным линиям (видимого или невидимого контура) на заданном изображении;

3) выявить наличие линий пересечения и построить их по правилам начертательной геометрии (например, [8, 9, 14]).

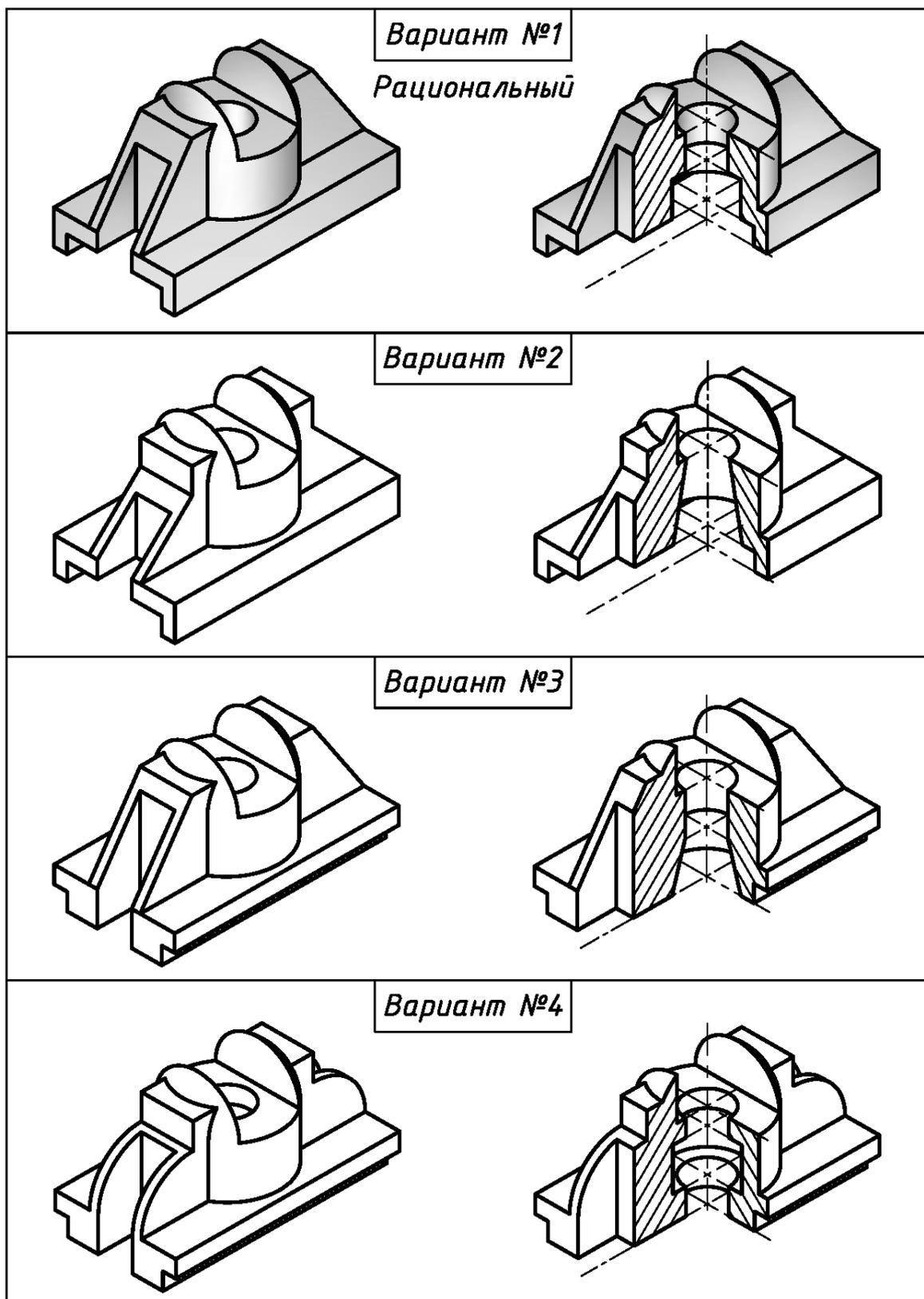


Рис. 4.2. Возможные варианты конструирования детали по ее заданному чертежу (исходные условия – см. рис. 4.1).

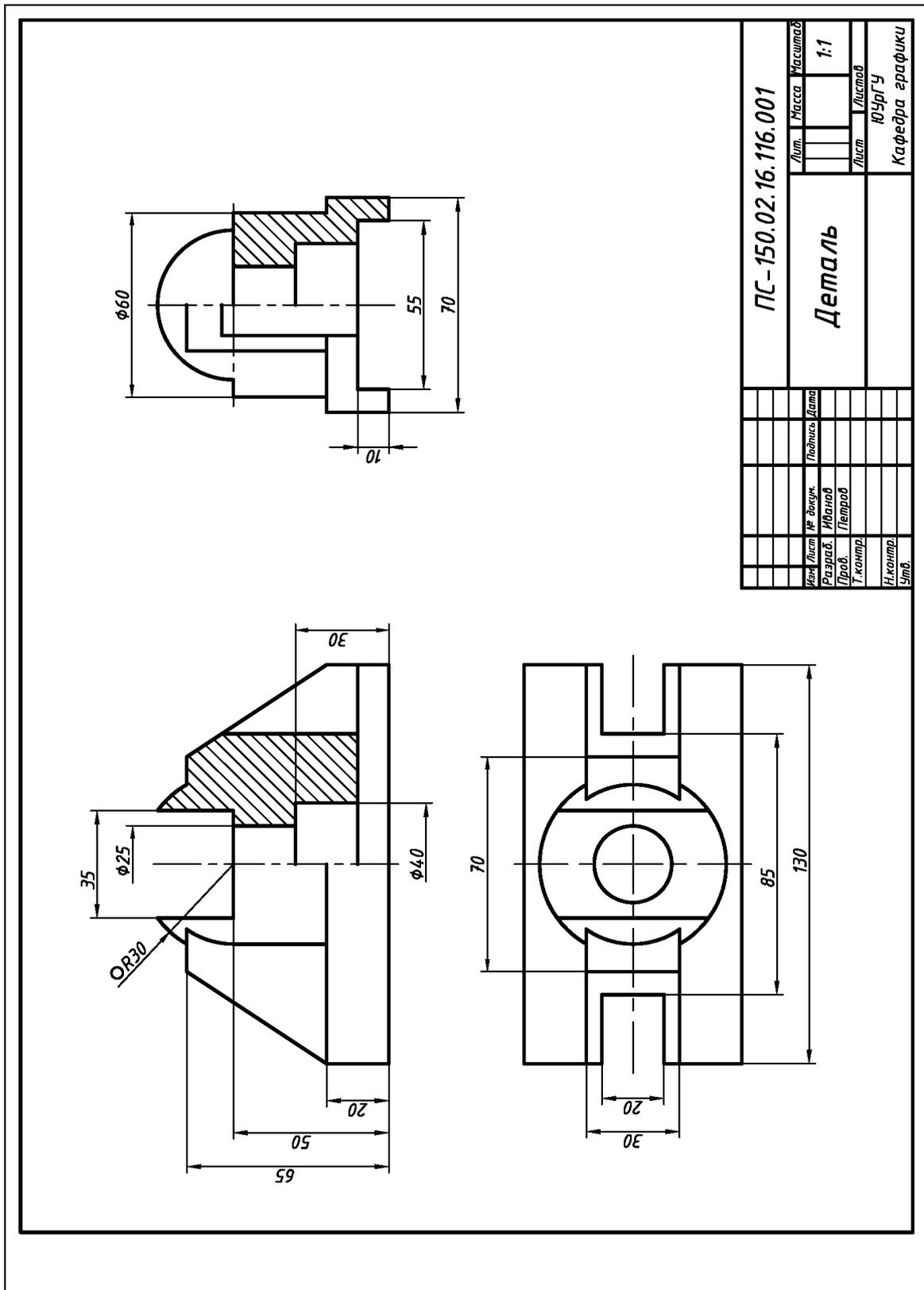


Рис. 4.3. Пример выполнения и оформления чертежа детали по ее сконструированному «рациональному» варианту (исходные условия – см. рис. 4.2).

## Раздел 5

### ПОСТРОЕНИЕ СЛОЖНЫХ РАЗРЕЗОВ В ДЕТАЛЯХ

**Сложными** называются разрезы деталей несколькими секущими плоскостями.

**Ломаным** называется разрез, в котором секущие плоскости пересекаются.

**Ступенчатым** называется разрез, в котором секущие плоскости параллельны.

**Построение сложных разрезов.** В соответствии с ГОСТ 2.305–2008 [1]:

1) разрез сложный ломаный получают путем поворота одной из секущих плоскостей до совмещения со второй секущей плоскостью. Элементы детали, расположенные за плоскостью разреза, не участвуют в повороте, поэтому их изображают в прямой проекционной связи (рис. 5.1 «а»).

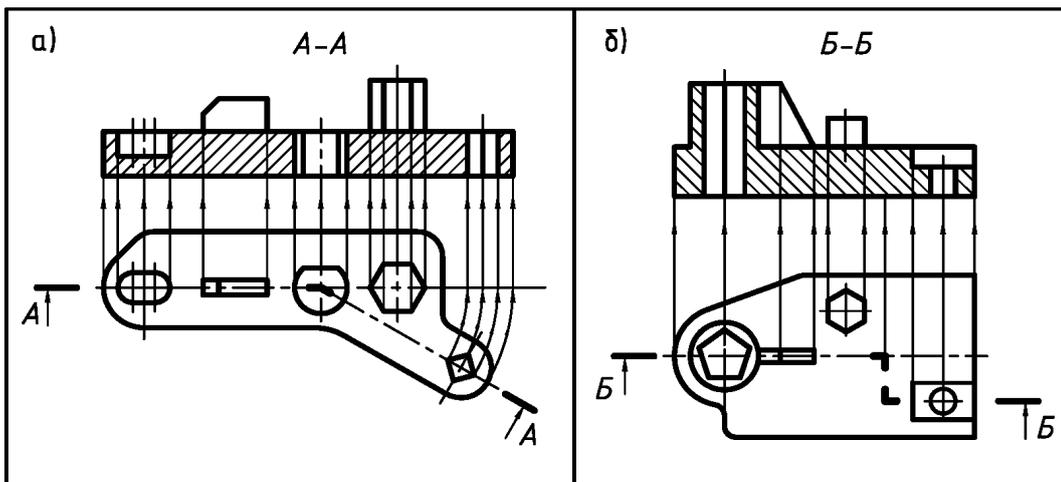


Рис. 5.1. Построение разрезов сложного ломаного (а), сложного ступенчатого (б), их обозначение (рис. 5.2) и нанесение штриховки

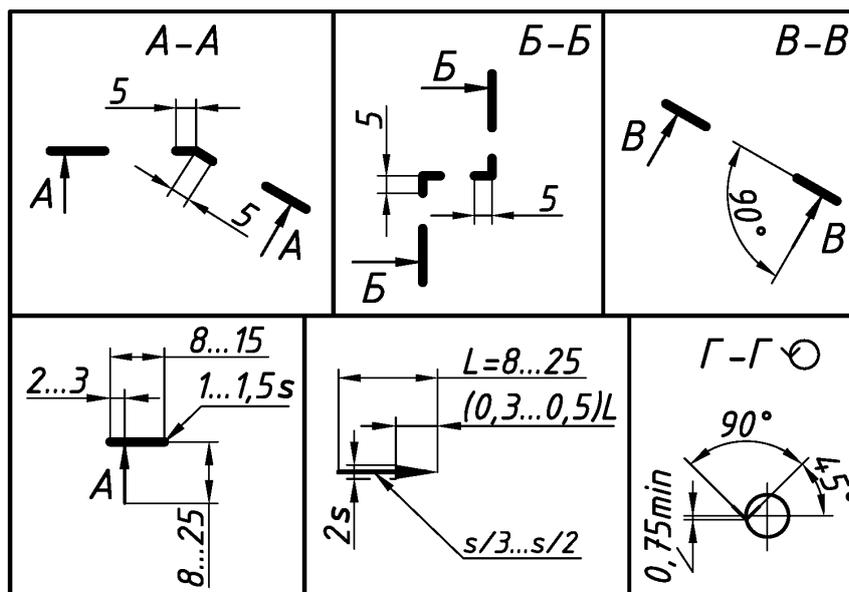


Рис. 5.2. Элементы для обозначения сложных разрезов и их основные размеры

2) разрез сложный ступенчатый получают путем параллельного переноса секущих плоскостей до их совмещения в одну. Элементы детали, расположенные за плоскостью разреза, не участвуют в параллельном переносе, поэтому их изображают в прямой проекционной связи (рис. 5.1 «б»);

3) элементы для обозначения сложных разрезов представлены на рис. 5.2.

**Исходные условия работы.** Даны различные варианты чертежей-заготовок деталей: в двух видах (главный вид, вид сверху); с дополнительными видами; с размерами; с указанным расположением сложных разрезов (например, рис. 5.4 и рис. 5.6).

**Примечание.** На всех вариантах исходных чертежей (см. рис. 5.4 и рис. 5.6) размеры (для определения наружной и внутренней конфигурации деталей) условно проставлены с отклонениями от требований ГОСТ 2.307–2011 [1].

**Содержание работы.** Выполнить на листе ватмана формате А3 в соответствии со своим вариантом задания: 1) три проекции детали (вид главный, вид сверху и вид слева); 2) разрезы сложные ломаный и сложный ступенчатый на месте соответствующего вида; 3) необходимые местные и дополнительные виды; 4) простановку размеров.

**Последовательность выполнения работы.** Рекомендуется:

1) в эскизной форме представить деталь в аксонометрической проекции (см. подраздел 2.3) – например, как на рис. 5.3 (по исходным условиям рис. 5.4); 2) выполнить чертеж детали – для заданного формата А3 и величины изображений толщину основной линии  $s$  принять равной **0,8 мм.**; 3) проставить размеры в соответствии с требованиями ГОСТ 2.307–2011 (рис. 2. 7, рис. 2.8 и Приложение 10);

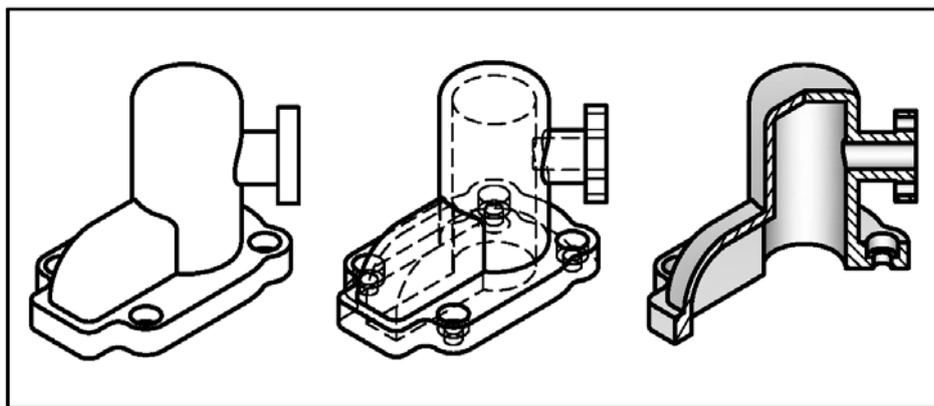


Рис. 5.3. 3D-модель детали в соответствии с ее исходным чертежом (см. рис. 5.4)

### **Особые требования к выполнению работы**

- 1) **выполнить чертеж** детали с разрезами сложными, ориентируясь:
  - а) на вышеприведенные сведения, включая, в том числе, разделы 2 и 3;
  - б) на примеры выполнения чертежей деталей (см. рис. 5.5 и рис. 5.7):
    - разрез сложный ломаный **А-А** выполнен на месте главного вида, т.к. одна из секущих плоскостей параллельна фронтальной плоскости проекций;
    - разрез сложный ступенчатый **Б-Б** выполнен на месте вида слева, т.к. обе секущие плоскости параллельны профильной плоскости проекций;
    - размеры проставлены в соответствие с ГОСТ 2.307–2011 (см. Приложение 8);
- 3) **выявить наличие** линий пересечения и **построить** их по правилам начертательной геометрии (например, [8, 9, 14]).

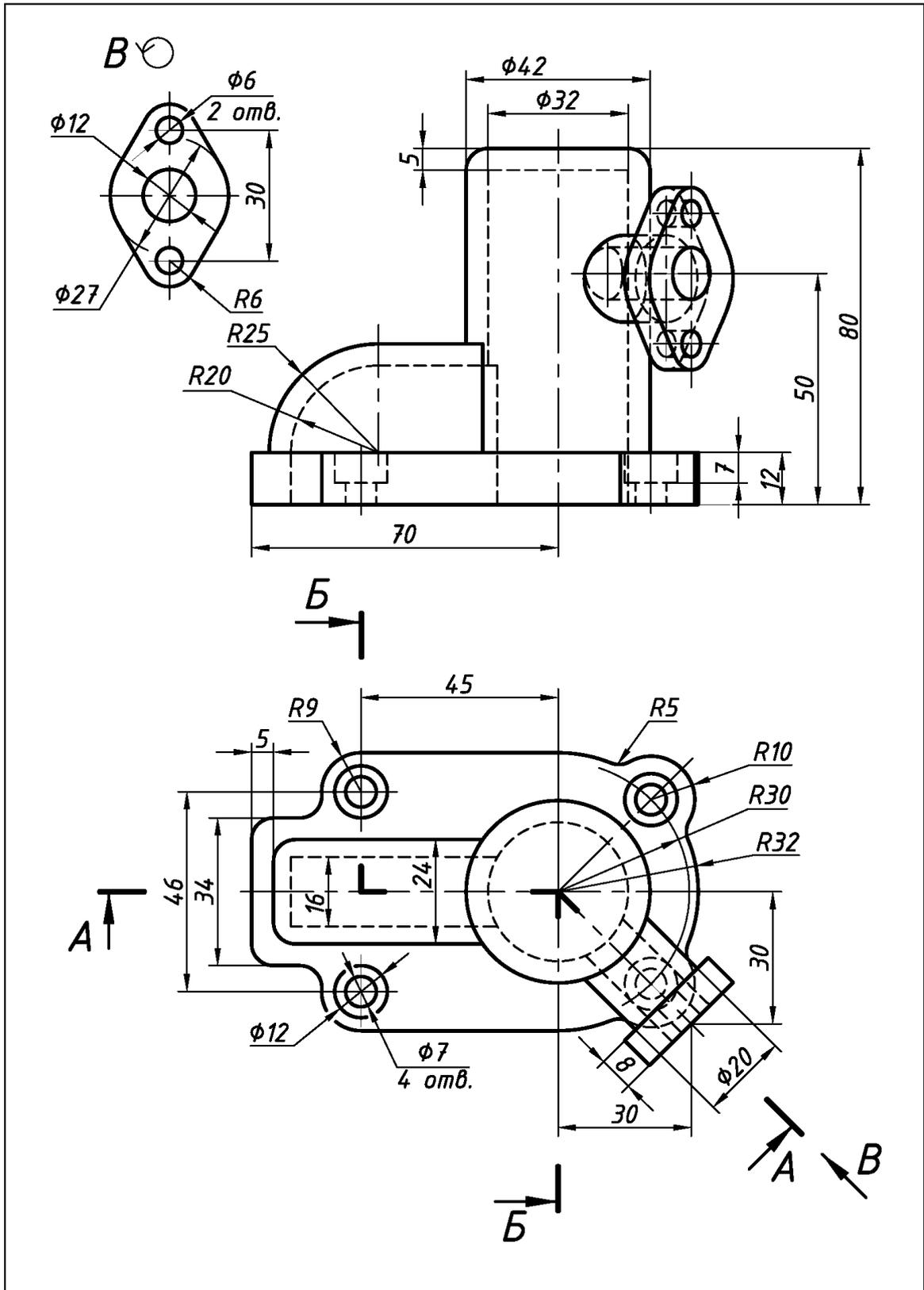


Рис. 5.4. Вариант исходных условий чертежа-заготовки детали для выполнения разрезов сложных

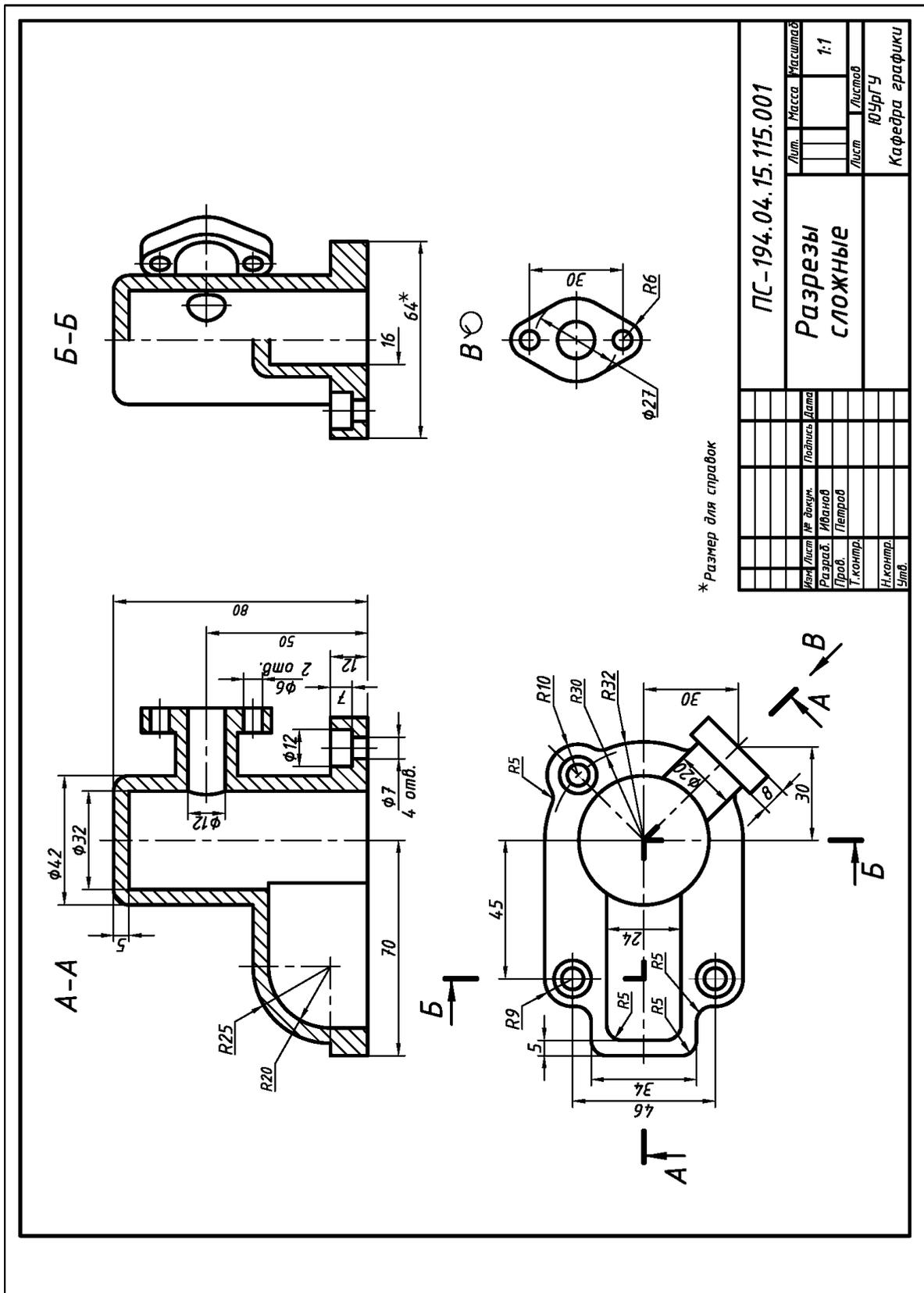


Рис. 5.5. Пример выполнения и оформления чертежа детали с разрезами сложными (исходные условия – см. рис. 5.4)

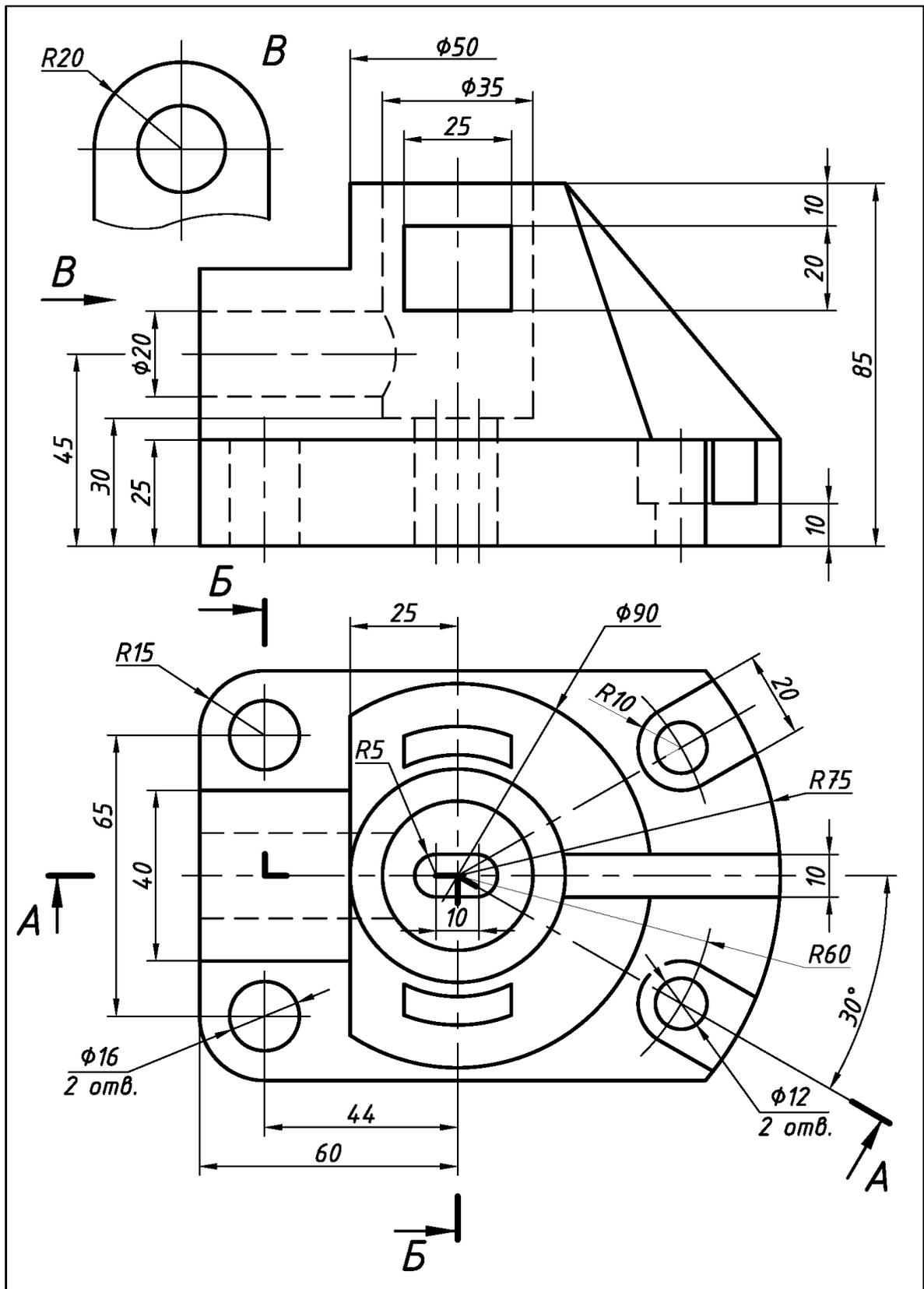


Рис. 5.6. Вариант исходных условий чертежа-заготовки детали для выполнения разрезов сложных

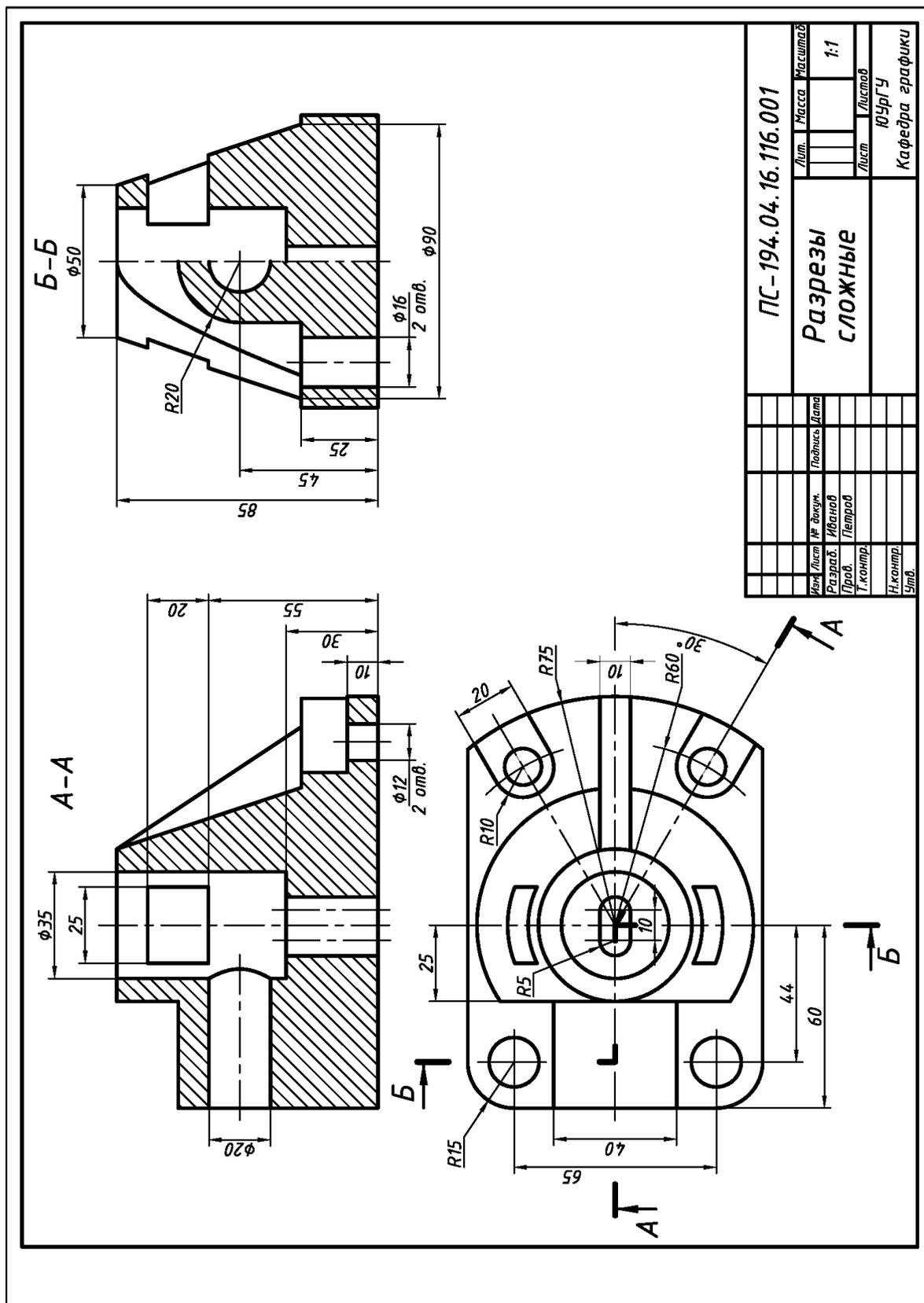


Рис. 5.7. Пример выполнения и оформления чертежа детали с разрезами сложными (исходные условия – см. рис. 5.6)

## Раздел 6

### НАИМЕНОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

#### 6.1. Основные наименования деталей приборостроения

Обобщенные данные об основных наименованиях деталей приборостроения, взятые из литературных источников, приведены ниже в табл. 6.1 [12].

Таблица 6.1

#### Детали приборостроения

|                |                  |                  |
|----------------|------------------|------------------|
| 1. Арматура    | 22. Лепестки     | 43. Рукоятки     |
| 2. Болты       | 23. Наконечники  | 44. Рычаги       |
| 3. Валы        | 24. Насадки      | 45. Светофильтры |
| 4. Винты       | 25. Обоймы       | 46. Скобы        |
| 5. Втулки      | 26. Ограничители | 47. Стаканы      |
| 6. Гайки       | 27. Опоры        | 48. Стопоры      |
| 7. Гильзы      | 28. Оси          | 49. Стойки       |
| 8. Гильзы      | 29. Основания    | 50. Толкатели    |
| 9. Заглушки    | 30. Панели       | 51. Уголки       |
| 10. Заклепки   | 31. Патрубки     | 52. Упоры        |
| 11. Изоляторы  | 32. Петли        | 53. Фиксаторы    |
| 12. Колпачки   | 33. Перемычки    | 54. Фланцы       |
| 13. Кольца     | 34. Переходники  | 55. Хомутики     |
| 14. Контакты   | 35. Пластины     | 56. Цанги        |
| 15. Корпуса    | 36. Проводники   | 57. Шайбы        |
| 16. Кронштейны | 37. Рамки        | 58. Штифты       |

## 6.2. Основные материалы деталей приборостроения

Назначение, геометрическая форма и технология изготовления определяют выбор материалов для деталей, единиц сборочных и изделий приборостроения [12].

Исходя из этого для деталей, единиц сборочных и изделий приборостроения применяют различные материалы.

Требования к материалам задаются на эскизах или рабочих чертежах с учетом назначения отдельных деталей или деталей, входящих в состав единиц сборочных.

Требования к материалу отображают в виде его условного обозначения:

1) в основной надписи эскизов или рабочих чертежей деталей:

**графа «Материал»;**

2) в спецификации сборочных чертежей изделий или эскизов:

**раздел «Материалы».**

При выборе материалов учитывают, что детали могут быть (по прочностным показателям) из металлов и сплавов или (по электроизоляционным показателям) только из неметаллических материалов.

Обобщенные справочные данные об основных материалах деталей приборостроения, взятые из литературных источников, приведены в табл. 6.2 [12].

**Таблица 6.2**

**Материалы деталей приборостроения и их условные обозначения**

| Наименование материала, способ изготовления деталей, наименование деталей   | Условное обозначение материала деталей на эскизах и чертежах   |
|---|--|
| 1   | 2  |
| <b>Металлические материалы и сплавы</b>   |  |
| <b>Сплавы латунные литейные</b><br>– детали, получаемые литьем:<br>арматура, втулки, зубчатые колеса, корпусные детали, фланцы, крышки.                 | <b>ЛЦ40С ГОСТ 17711–93</b><br>– содержит: 40% цинка, 1% свинца, остальное – медь. Другие марки: ЛЦ40Мц3А и т.п.                      |
| <b>Сплавы алюминиевые литейные</b><br>– детали, получаемые литьем:<br>корпусные детали, кронштейны, фланцы, крышки, основания                           | <b>АЛ6 ГОСТ 1583–93</b><br>– цифра “6” – порядковый номер сплава по указанному стандарту. Другие марки: АЛ2; АЛ9.                    |
| <b>Бронзы оловянные литейные</b><br>– детали, получаемые литьем:<br>арматура, втулки подшипников, венцы зубчатых колес, корпусные детали, крышки и т.п. | <b>БрО3Ц12С5<br/>ГОСТ 17711–93</b><br>– содержит: 3% олова, 12% цинка, 5 % свинца, остальное – медь. Другие марки: БрО3Ц7С5Н1 и т.п. |

|  |   |
|--|---|
| <p><b>Серебро и серебряные сплавы</b><br/>– детали, получаемые покрытием поверхности или ее части после предварительной механической обработки: контакты реле, проводники и т.п.</p>   | <p><b>Ср 999 ГОСТ 6836–02</b><br/>– содержит не более 0,1% примесей, остальное – чистое серебро.</p>  |
| <p><b>Стали углеродистые обыкновенного качества</b><br/>– детали, получаемые токарной и фрезерной обработкой для работы при малой нагрузке без трения: перемычки, лепестки, втулки и т.п.</p>  | <p><b>Ст3 ГОСТ 380–2005</b><br/>– цифра “3” – порядковый номер стали по указанному стандарту.<br/>Другие марки: Ст5; Ст6 и т.п.</p>   |
| <p><b>Стали углеродистые качественные конструкционные</b><br/>– детали, получаемые токарной и фрезерной обработкой с требованиями повышенной прочности: втулки, валики, винты, упоры, и т.п.</p>   | <p><b>Сталь 45 ГОСТ 1050–2014</b><br/>– содержит 0,45% углерода.<br/>Другие марки: Сталь 10; Сталь 20; Сталь 35 и т.п.</p>  |
| <p><b>Стали листовые</b><br/>– детали, получаемые холодной штамповкой (вырубкой, гибкой): скобы, уголки, кронштейны, панели, лепестки, перемычки, контакты, проводники, пластины, шайбы, корпуса приборов и т.п.;<br/>толщина листа от 0,5 до 5 мм</p> | <p><b>Лист 1,0 ГОСТ 19904–90<br/>20 ГОСТ 1050–2014</b><br/>– лист холоднокатаный, ГОСТ на прокат 19904–90, толщиной 1 мм, из стали марки 20 (ГОСТ 1050–2014). Другие марки: Сталь 10; Сталь 20; Сталь 35 и т.п.</p>                           |
| <p><b>Ленты латунные</b><br/>– детали, получаемые холодной штамповкой (вырубкой, гибкой): шайбы, лепестки, перемычки, контакты, проводники, пластины, кронштейны, панели и т.п.;<br/>толщина ленты от 0,05 до 2,0 мм, ширина ленты от 10 до 600 мм</p> | <p><b>Лента ДПРНП 0,50 x 20<br/>ЛМц 58-2 ГОСТ 2208–91</b><br/>– лента холоднокатаная деформированная (Д), прямоугольного сечения (ПР), нормальной точности (Н), полутвердая (П), толщиной 0,50 мм, шириной 20 мм из латуни марки ЛМЦ58-2.</p> |
| <p><b>Листы из алюминиевых сплавов</b><br/>– детали, получаемые холодной штамповкой: стаканы, контакты;<br/>толщина ленты от 0,3 до 10 мм, ширина ленты от 40 до 1800 мм</p>   | <p><b>Лист АД1М2<br/>ГОСТ 21631–76</b><br/>– лист из сплава АД1, мягкий, толщиной 2 мм.</p>   |

|  |  |
|--|--|
| <p><b>Полосы из серебра</b><br/>– детали, получаемые холодной штамповкой (вырубкой):<br/>контакты реле, переключки и т. п.;<br/>толщина полосы от 0,1 до 10 мм, ширина полосы от 50 до 250 мм</p>              | <p><b>Полоса Ср М875Т1<br/>ГОСТ 7221–80</b><br/>– полоса из сплава марки СРМ875, твердая (Т), толщиной 1 мм.</p>   |
| <p><b>Прутки стальные горячекатаные</b><br/>– детали, получаемые токарной и фрезерной обработкой, имеющие форму тел вращения:<br/>арматура, втулки, крышки, винты;<br/>диаметр прутков от 3 до 50 мм</p>       | <p><b>Круг <u>16 ГОСТ 2590–2006</u><br/><u>45 ГОСТ 1050–2014</u></b><br/>– пруток круглый (КР), нормальной точности (Н), твердый (Т), диаметром 16 мм из стали марки 45. Другие марки: Сталь 10; Сталь 20; Сталь 35 и т.п.</p> |
| <p><b>Прутки медные</b><br/>– детали, получаемые токарной и фрезерной обработкой, имеющие форму тел вращения:<br/>проводники тока, теплоотводители;<br/>диаметр прутков от 3 до 50 мм</p>                      | <p><b>Пруток ДКРНТ 8 М1<br/>ГОСТ 1535–91</b><br/>– пруток тянутый (Д), круглый (КР), нормальной точности (Н), твердый (Т), диаметром 8 мм из меди марки М1. Обозначение: шестигранные – ШГ.</p>                                |
| <p><b>Прутки латунные</b><br/>– детали, получаемые токарной и фрезерной обработкой, имеющие форму тел вращения:<br/>арматура, втулки, крышки, винты;<br/>диаметр прутков от 3 до 50 мм</p>                     | <p><b>Пруток ДКРНТ 14 ЛС63-3<br/>ГОСТ 2060–90</b><br/>– пруток тянутый (Д), круглый (КР), нормальной точности (Н), твердый (Т), диаметром 14 мм из латуни марки ЛС63–3. Обозначение: шестигранные – ШГ.</p>                    |
| <p><b>Прутки из алюминиевых сплавов</b><br/>– детали, получаемые токарной и фрезерной обработкой, имеющие форму тел вращения:<br/>оси, упоры, втулки, переключки и т.п.;<br/>диаметр прутков от 3 до 50 мм</p> | <p><b>Пруток Д16МКР 12<br/>ГОСТ 21488–97</b><br/>– пруток из сплава Д16, мягкий (М), круглый (КР), диаметром 12 мм. Обозначение: квадратные – КВ, шестигранные – ШГ.</p>   |
| <p><b>Проволока медная<br/>круглая электротехническая</b><br/>– детали, получаемые деформированием с подрезкой торцов:<br/>проводники, контакты, провода;<br/>диаметр от 0,02 до 10 мм</p>                     | <p><b>Проволока ММ-1,5<br/>ТУ 16.К71–087–90</b><br/>– проволока медная (М), мягкая (М), диаметром 1,5 мм.</p>  |

| <b>Неметаллические материалы</b>  |   |
|---|---|
| <p style="text-align: center;"><b>Массы прессовочные фенольные</b></p> <p>– детали, получаемые горячим прессованием или литьем под давлением, используются как изолирующие материалы в армированных изделиях: патроны, переходники, кнопки, колодки, рукоятки, панели, розетки.</p> | <p style="text-align: center;"><b>Фенопласт Э5-101-30 коричневый<br/>ГОСТ 28804–90</b></p> <p>– фенопласт электроизоляционной группы (Э5), тип смолы 101, тип наполнителя 30 (цвет в зависимости от красителя может быть любым)</p> |
| <p style="text-align: center;"><b>Материал прессовочный</b></p> <p>– детали повышенной прочности, получаемые горячим прессованием; используется как изолирующий материал в армированных изделиях: рукоятки, втулки, переходники</p>   | <p style="text-align: center;"><b>Пресс-материал АГ–4 В белый, ГОСТ 20437–89</b></p> <p>– пресс-материал, класс В, цвет – белый (цвет указывается при необходимости)</p>  |
| <p style="text-align: center;"><b>Фторопласты</b></p> <p>– детали, получаемые литьем под давлением, коррозионностойкие, с высокими диэлектрическими свойствами: панели, стаканы, фланцы, втулки.</p>  | <p style="text-align: center;"><b>Фторопласт 4П<br/>ГОСТ 10007–80</b></p> <p>– термопластичный полимер, фторопласт-4, марка П – для электроизоляционных изделий</p>   |
| <p style="text-align: center;"><b>Материалы керамические электро- и радиотехнические</b></p> <p>– детали, получаемые прессованием с последующей термической обработкой: патроны, колодки, панели, корпуса, основания, детали изоляторов</p>   | <p style="text-align: center;"><b>Материал керамический 100 ГОСТ 20419–83</b></p> <p>– материал группы 100 (фарфор)</p> <p style="text-align: center;"><b>Материал керамический ИВ-4 ОСТ 11 0309–86</b></p>                         |
| <p style="text-align: center;"><b>Стекло органическое конструкционное</b></p> <p>– детали, получаемые токарной, фрезерной обработкой, оплавлением, шлифованием, полировкой: пластины, светофильтры, колпачки; толщина 0,8; 1,0; 1,5; ... 24,0 мм</p>                                | <p style="text-align: center;"><b>СОЛ 5x400x500<br/>ГОСТ 10667–90</b></p> <p>– лист из стекла органического, марки СОЛ, толщиной 5,0 мм, шириной 400 мм, длиной 500 мм.<br/>Другие марки: СТ-1; 2-55.</p>                           |

## Раздел 7

# ЭСКИЗИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ И ИЗДЕЛИЙ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ С УЧЕТОМ ИХ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ И ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

### 7.1. Эскизирование деталей

**Деталь** – изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций. **Эскиз** – конструкторский документ временного характера, выполненный от руки, в глазомерном масштабе.

**Исходные условия работы.** Даны различные варианты деталей из реальных приборов. Детали без резьбы или с резьбой изготовлены из различных материалов (металлических и неметаллических) и по различной технологии: токарно-фрезерной обработкой, вырубкой, гибкой, глубокой вытяжкой, литьем, горячим прессованием.

**Содержание работы.** Выполнить в соответствии со своим вариантом задания эскизы деталей на листах ватмана формата А4 (см. Приложение 1).

**Последовательность выполнения работы.** Рекомендуется:

1) по литературе, например, [3, 4, 5, 10, 13, 14] ознакомиться с особенностями деталей приборостроения (геометрическая форма, материалы, технология изготовления, простановка размеров, обозначение шероховатости поверхности) и особенностями выполнения их эскизов и рабочих чертежей;

2) установить наименование деталей (см. подраздел 6.1), определить технологию их изготовления [5, 10] и материал (см. подраздел 6.2);

3) определить размеры деталей путем обмера мерительными инструментами;

4) определить параметры резьбы (если она есть) – рис. 7.1;

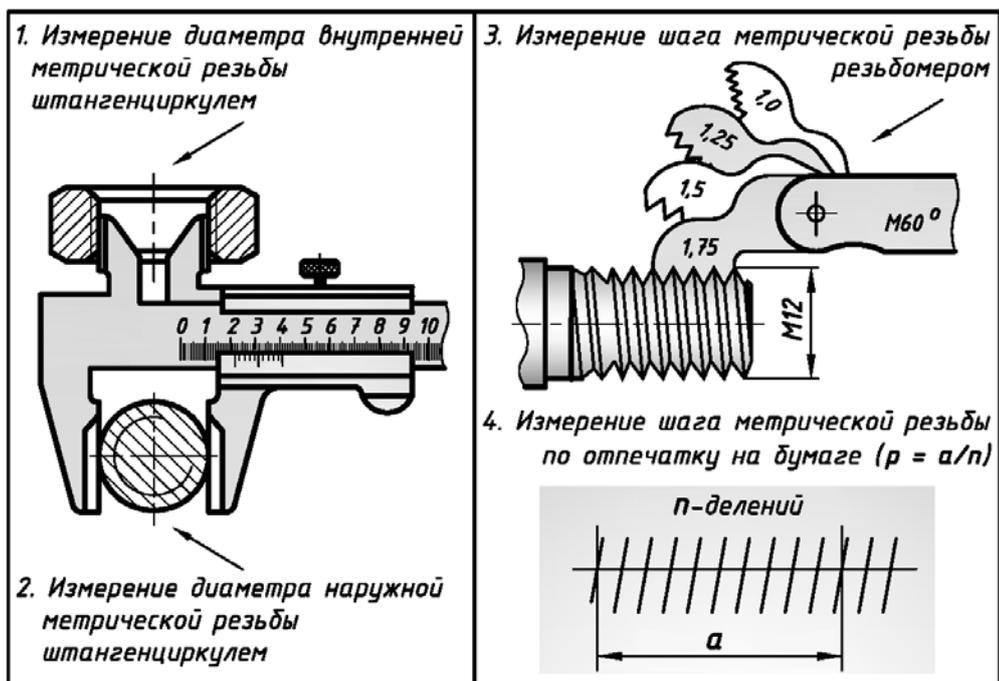


Рис. 7.1. Определение параметров резьбы метрической цилиндрической

5) определить **главный вид деталей** и другие необходимые виды. Учесть, что **главный вид** (с учетом выполненных разрезов) должен давать наибольшую информацию о детали и отображать технологию ее изготовления [5, 10];

6) выполнить эскизы деталей. На эскизах отобразить необходимые виды, разрезы, сечения, выносные элементы. Проставить размеры. Указать шероховатость поверхности, поля допусков на резьбу, условное обозначение материала, необходимые технические условия и требования;

7) заполнить основную надпись (см. Приложение 2) и учесть упрощенную систему обозначения деталей (см. рис. 1.2).

**Требования к выполнению работы.** При выполнении учитывают следующее:

1) детали приборостроения имеют небольшие размеры, поэтому их эскизы чаще всего выполняют с увеличением; 2) число изображений детали на эскизе должно быть наименьшим, но достаточным, чтобы судить о ее форме и размерах ее поверхностей; 3) при простановке размеров учитывают взаимосвязь технологии изготовления деталей и шероховатости поверхности деталей (см. Приложения 18...21).

**Развертка поверхности** – плоская фигура, получаемая при совмещении поверхности с плоскостью без образования складок и разрывов.

Особенности изображения разверток поверхности на поле эскизов и рабочих чертежей определены ГОСТ 2.109–73 и рассмотрены в работах [5, 10].

Изображение развертки поверхности на эскизах или рабочих чертежах деталей может или присутствовать, или отсутствовать: 1) если для детали, изготовленной гибкой, геометрическую форму и размеры можно определить по эскизу или рабочему чертежу (размер заготовки равен сумме прямолинейных и криволинейных участков), то изображение развертки поверхности на эскизе или рабочем чертеже детали не приводят; 2) если по эскизу или рабочему чертежу детали геометрическую форму и размеры определить невозможно, то на поле эскиза или рабочего чертежа размещают полную развертку поверхности или ее часть; 3) при необходимости указания действительных размеров элементов, формируемых на цилиндрических поверхностях изделий (изготовленных, например, вытяжкой), допустимо выполнять частичную развертку поверхности, а за обозначением местного вида размещать **знак развертывания поверхности** (рис. 7.6).

### **Особые требования к выполнению работы**

По заданному варианту деталей:

1) **проверить значения размеров** конструктивно-технологических элементов деталей на их соответствие установленным стандартам:

а) диаметры и шаги резьбы (см. Приложения 9 и 10);

б) поля допусков на резьбу (см. Приложения 11 и 12);

в) фаски на резьбу (см. Приложение 13);

г) кольцевые проточки для резьбы (см. Приложения 14 и 15);

д) фаски, скосы и радиусы закруглений (см. Приложение 16);

е) рифления (см. Приложение 17);

2) **выполнить эскизы** деталей, ориентируясь на вышеприведенные сведения (см. разделы 2, 3, 5, 6) и примеры выполнения эскизов деталей: а) «Винт специальный» (рис. 7.2); б) «Штуцер» (рис. 7.3); в) «Уголок» (рис. 7.4); г) «Лепесток пружинящий» (рис. 7.5); д) «Контакт» (рис. 7.6); е) «Переходник» (рис. 7.7); ж) «Колпачок» (рис. 7.8).

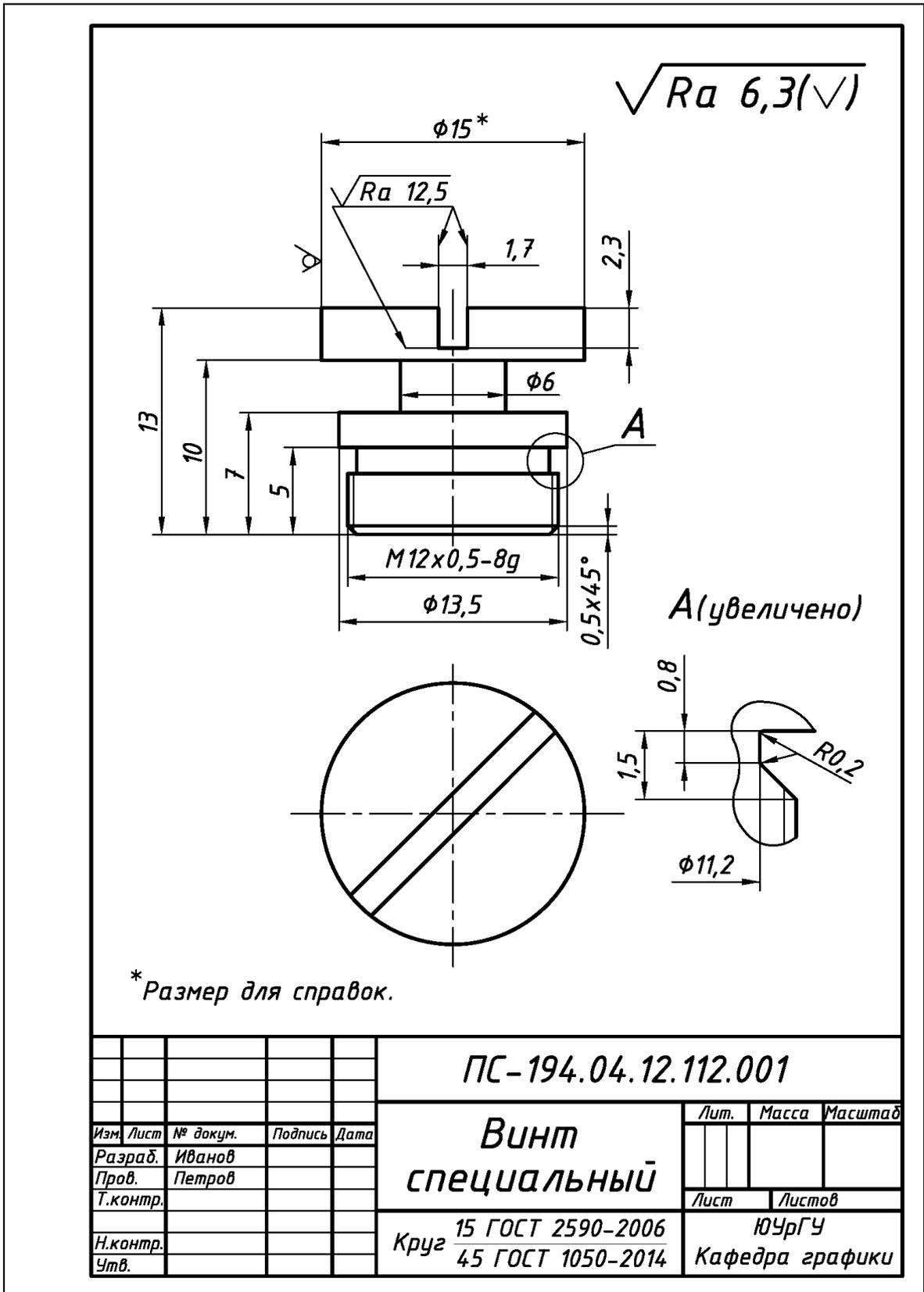


Рис. 7.2. Пример выполнения и оформления эскиза детали «Винт специальный», изготовленной из металла токарно-фрезерной обработкой

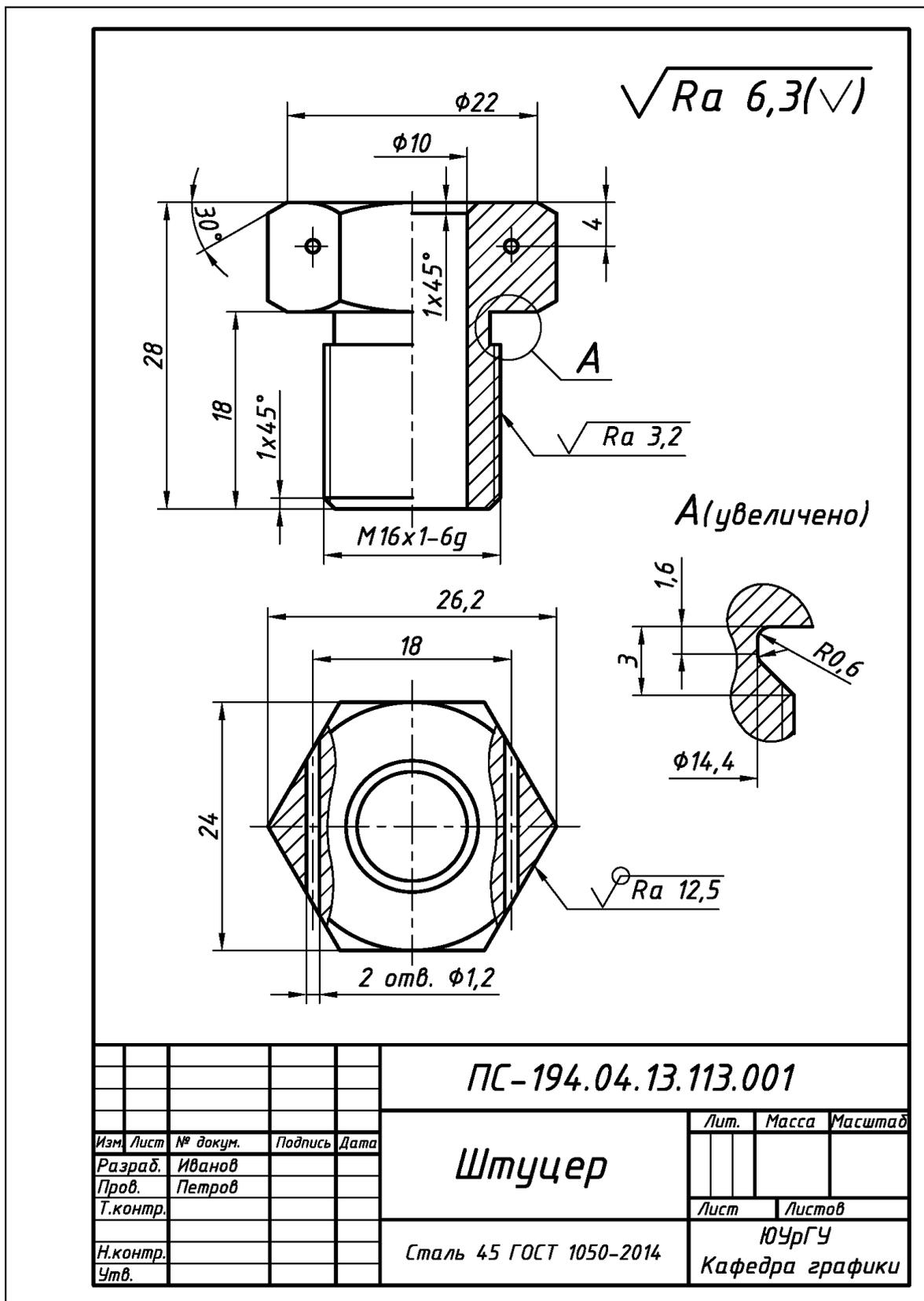


Рис. 7.3. Пример выполнения и оформления эскиза детали «Штуцер», изготовленной из металла токарно-фрезерной обработкой

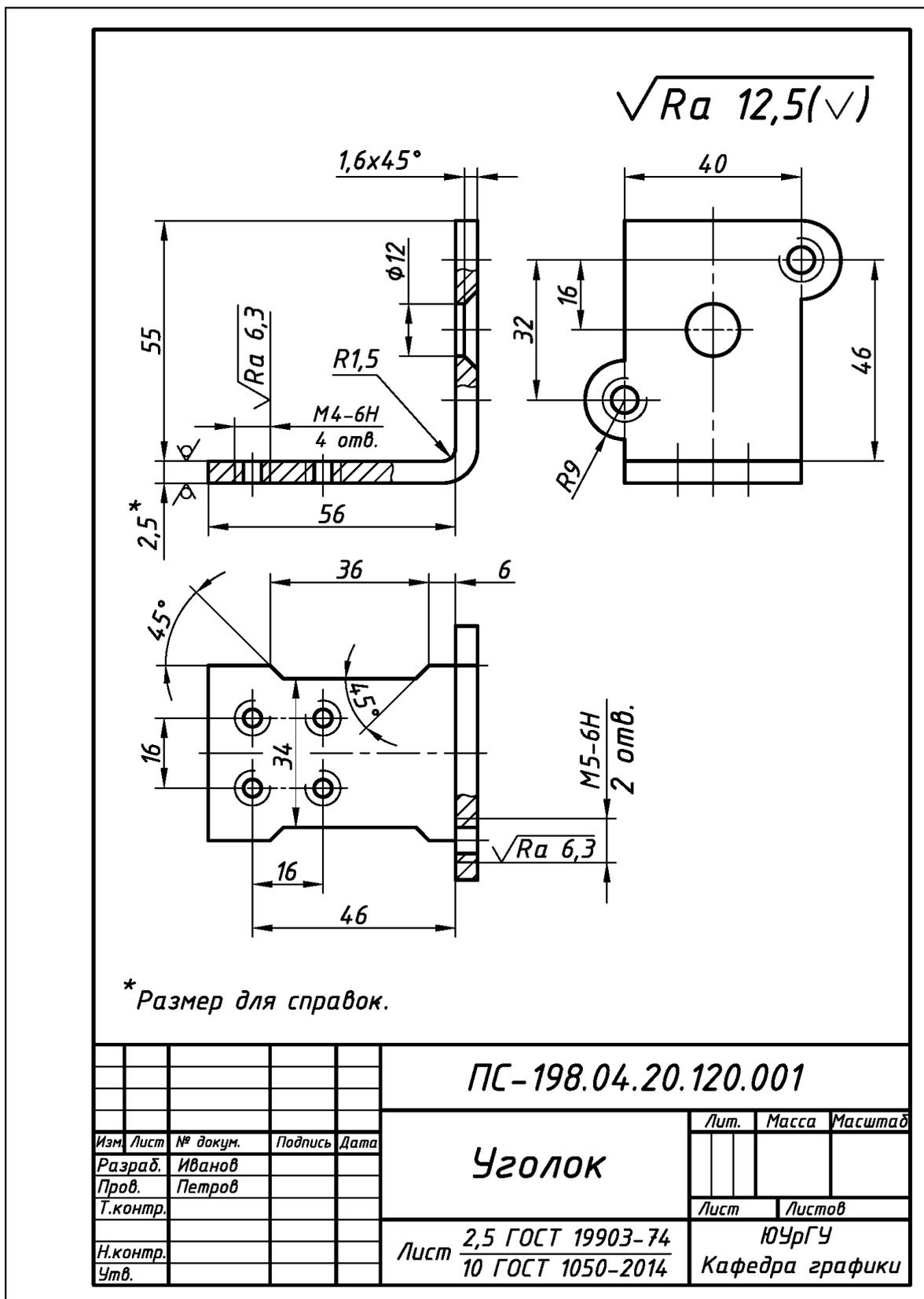


Рис. 7.4. Пример выполнения и оформления эскиза детали «Уголок», изготовленной из тонколистового металла операциями «Вырубка» и «Гибка»

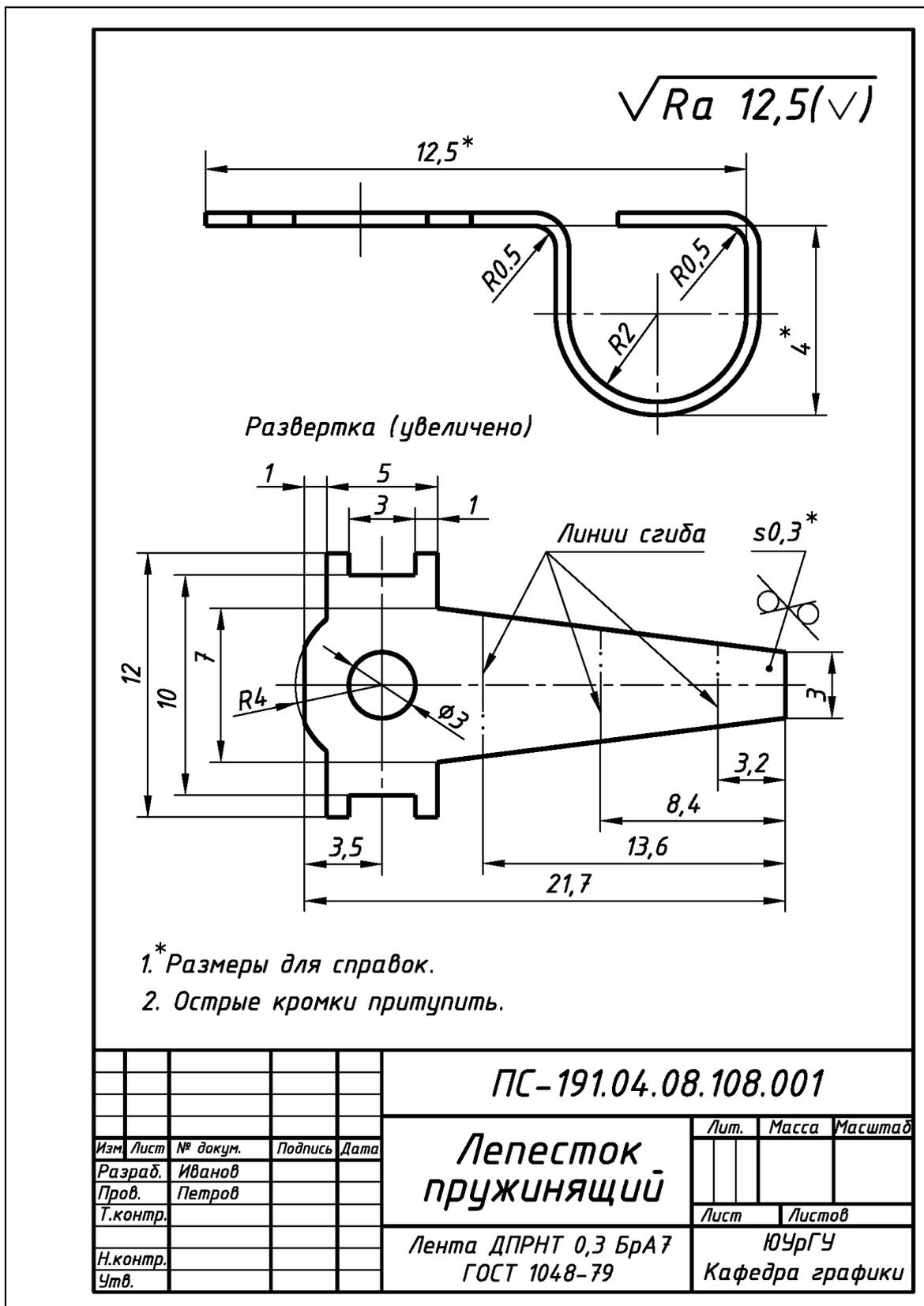


Рис. 7.5. Пример выполнения и оформления эскиза детали «Лепесток пружинящий», изготовленной из тонколистового металла операциями «Вырубка» и «Гибка»

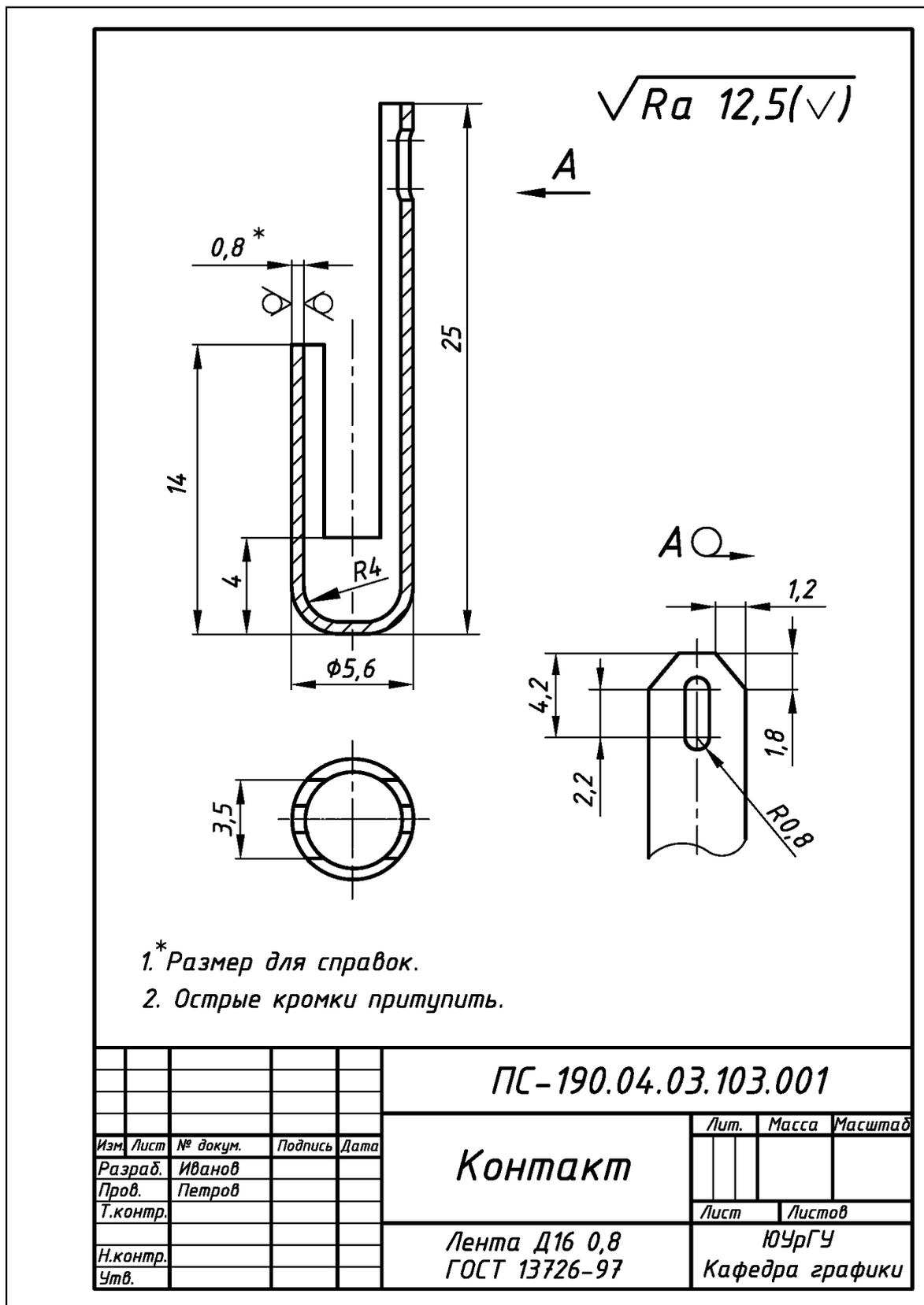


Рис. 7.6. Пример выполнения и оформления эскиза детали «Контакт», изготовленной из тонколистового металла операциями «Вытяжка» и «Вырубка»

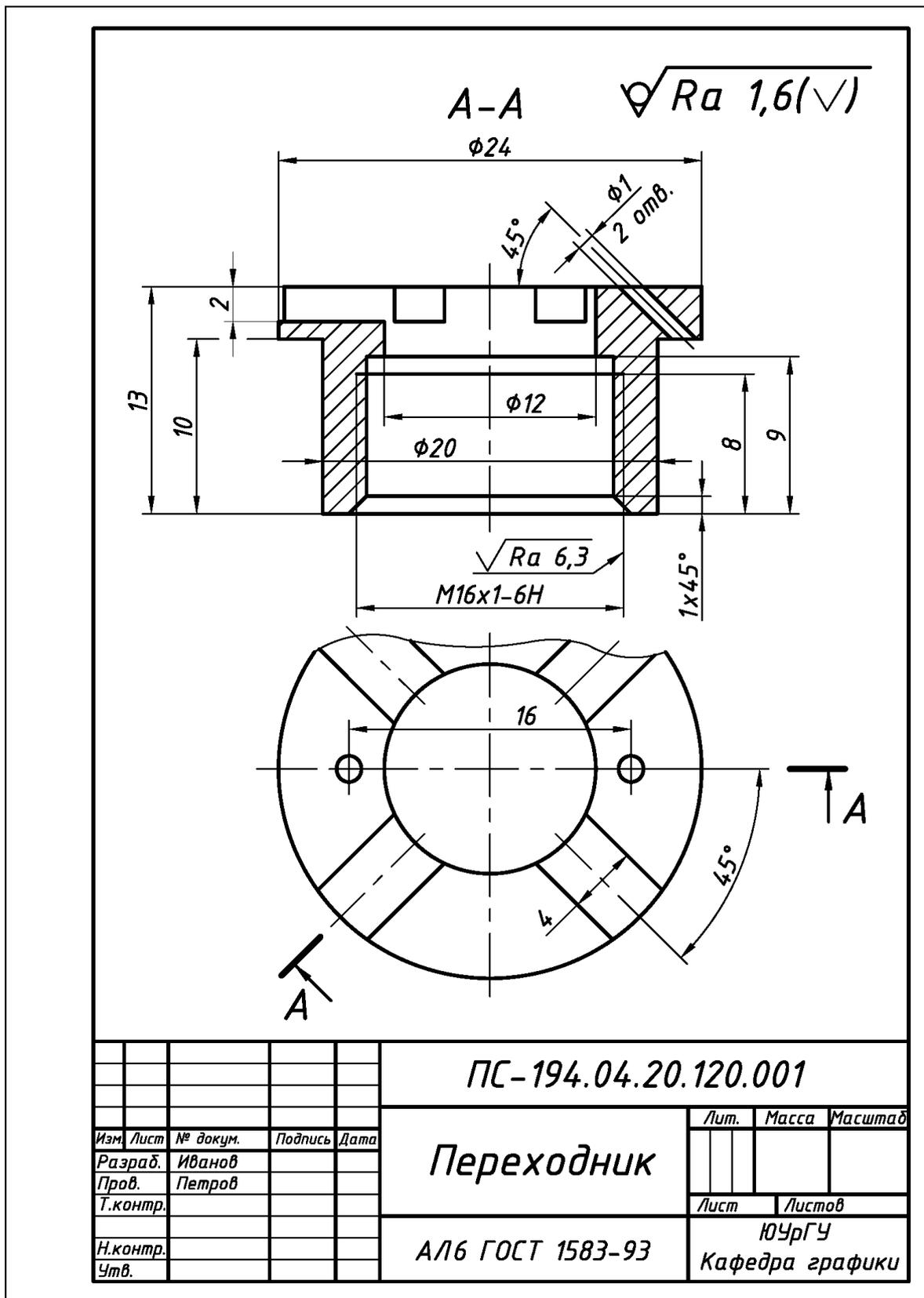


Рис. 7.7. Пример выполнения и оформления эскиза детали «Переходник», изготовленной из сплава литьем под давление и прочисткой резьбы

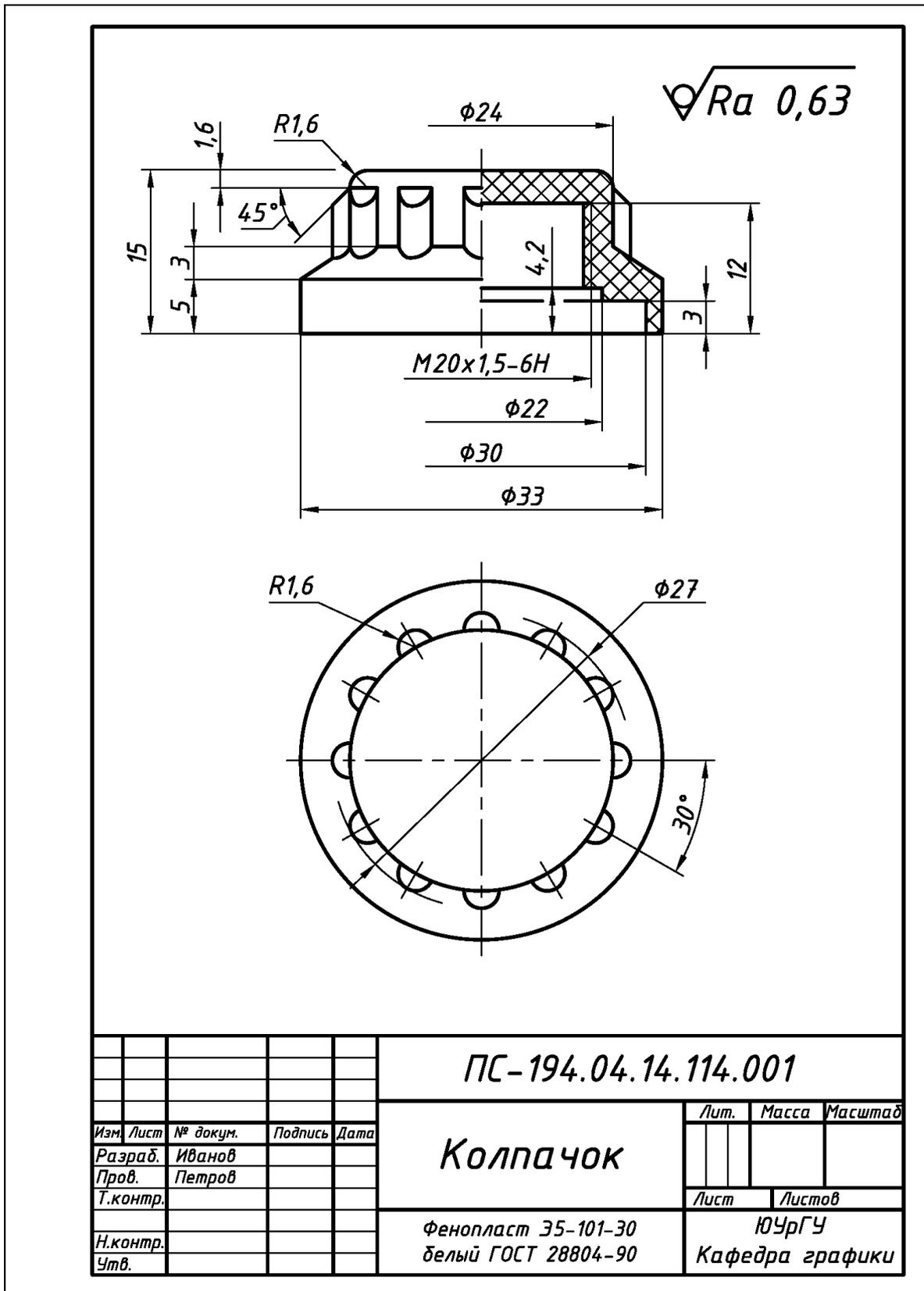


Рис. 7.8. Пример выполнения и оформления эскиза детали «Колпачок», изготовленной из пластмассы горячим прессованием

## 7.2. Эскизирование единиц сборочных

**Единица сборочная** – изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями.

Соединения считаются неразъемными, если их составные части невозможно разобрать (отделить друг от друга) без применения каких-либо технологических операций, изменяющих их форму и приводящих к их частичному или полному разрушению. Выполнение эскизов и рабочих чертежей единиц сборочных должно соответствовать общим правилам ГОСТ ЕСКД по выполнению чертежей сборочных.

**Чертеж сборочный** – документ, содержащий изображение единицы сборочной и другие данные, необходимые для её сборки (изготовления) и контроля. Правила выполнения чертежей сборочных определены ГОСТ 2.109–73. Для определения состава единицы сборочной служит спецификация.

**Спецификация** – текстовый документ, выполняемый на отдельных листах формата А4. Форма и порядок заполнения установлены ГОСТ 2.104–68.

**Исходные условия работы.** Даны различные варианты единиц сборочных из реальных приборов, составными частями которых являются детали, подобные рассмотренным выше (см. подраздел 7.1 «Эскизирование деталей»).

**Виды единиц сборочных.** Единицы сборочные подразделяются на два вида:

1) единицы сборочные первого вида – получаемые методом пластической деформации путем применения технологических сборочных операций «Расклепка», «Развальцовка» и т.п., в которых используется механическое силовое воздействие;

2) единицы сборочные второго вида – образованы путем применения технологической сборочной операции «Опрессовка», в которой механическое силовое воздействие отсутствует (армированные изделия).

**Содержание работы.** Выполнить в соответствии со своим вариантом задания:

1) эскизы единиц сборочных первого и второго видов и спецификации к ним;

2) на эскизах единиц сборочных отобразить необходимые виды, разрезы, сечения и выносные элементы. Проставить размеры. Указать шероховатость поверхностей, поля допусков на резьбу, условные обозначения материалов для отдельных деталей, необходимые технические условия и требования.

3) количество листов ватмана форматов А4 или А3 (см. Приложение 1) определить самостоятельно, исходя из геометрической формы и размеров изделий.

**Последовательность выполнения работы.** Рекомендуются:

1) по литературе [3, 5, 10, 13, 14] ознакомиться с особенностями единиц сборочных в приборостроении, особенностями выполнения их эскизов и рабочих чертежей, включая простановку номеров позиций деталей и заполнение спецификаций;

2) установить наименования единиц сборочных и наименования, входящих в их состав деталей (см. подраздел 6.1), определить технологию образования единиц сборочных [5, 10], установить технологию изготовления их составных частей [5, 10] и материалы их составных частей (см. подраздел 6.2);

3) определить размеры единиц сборочных, размеры их составных частей путем обмера мерительными инструментами;

4) определить параметры резьбы (если она есть) – см. рис. 7.1;

5) геометрическую форму и размеры скрытых элементов установить из конструктивных соображений [3, 5, 10];

6) выполнить эскизы единиц сборочных и спецификации к ним.

### **Общие требования к выполнению работы:**

1) **главный вид** единицы сборочной (ее расположение относительно фронтальной плоскости проекций) должен наиболее полно отражать ее геометрическую форму, технологию сборки, основные размеры и взаимодействие ее составных частей;

2) эскизы на детали неразъемных соединений, которые отдельно не существуют (например, изолирующий материал в армированных изделиях), не выполняют, а размеры и другие данные указывают на эскизе этой единицы сборочной;

3) эскизы на стандартные изделия, входящие в состав единицы сборочной (например, болты, винты, гайки, заклепки и т.п.), не выполняют;

4) общее количество всех изображений единицы сборочной должно быть всегда наименьшим, а в совокупности со **спецификацией** – достаточным для выполнения всех необходимых сборочных операций и контроля.

5) Форма и порядок заполнения спецификации: **а)** заглавный (первый) лист спецификации имеет основную надпись **формы «2»** (см. Приложение 22); **б)** если одного заглавного листа не хватает, то все последующие листы должны иметь **форму «2а»** (см. Приложение 23); **в)** для мелкосерийного производства и в учебных заданиях допускается совмещать чертеж сборочный, выполненный на листах формата **A4**, со спецификацией, а саму спецификацию размещать над основной надписью чертежа сборочного (см. Приложение 24);

**б)** Спецификация для учебных чертежей сборочных имеет упрощенный вид и в нее вносят только следующие разделы: **1)** «Документация» (чертеж сборочный); **2)** «Сборочные единицы» (если они есть); **3)** «Детали»; **4)** «Стандартные изделия» (если они есть); **5)** «Материалы» (если они есть) [5, 6, 10].

## **7.2.1 Единицы сборочные, образованные технологической операцией «Расклепка»**

**Расклепкой** называется процесс создания неразъемного соединения деталей путем деформирования заклепки – цилиндрического стержня с головкой (рис. 7.9) или цапфы – выступа на детали, используемого в качестве заклепки.

**Создание соединений.** Основные этапы создания заклепочного соединения представлены на рис. 7.9, а их варианты – на рис. 7.10.

**Изображение и обозначение соединений.** Установлены ГОСТ 2.313–72: **1)** заклепки и цапфы вычерчивают по их действительным размерам; **2)** заклепки и цапфы на эскизах и чертежах показывают не рассеченными; **3)** соединение сопровождают надписью по типу «**Расклепать**», расположенной на полке-выноске заканчивающейся стрелкой (см. рис. 7.9 и 7.10). В общем случае техническая документация должна быть представлена: **1)** эскизом или сборочным чертежом изделия; **2)** самостоятельными эскизами или чертежами всех соединяемых деталей; **3)** спецификацией (см. Приложения 22...24). На эскизах и чертежах заклепки и детали, которые расклепывают, представляют в исходном, недеформируемом состоянии [5, 6, 10].

**Припуск.** Припуск **В** цилиндрического стержня заклепки до его деформирования (см рис. 7.9) зависит от диаметра заклепки **d**, толщины детали **s** (см. рис. 7.10) и определяют из расчета [5, 10]:

для соединений без зазора –  $V = 1,2 d$ ;

для соединений с зазором –  $V = 1,2 d + 0,1 s$ .

**Пример соединения.** Выполнение и оформление эскиза единицы сборочной на примере изделия «Опора» дано ниже на рис. 7.11...рис. 7.14.

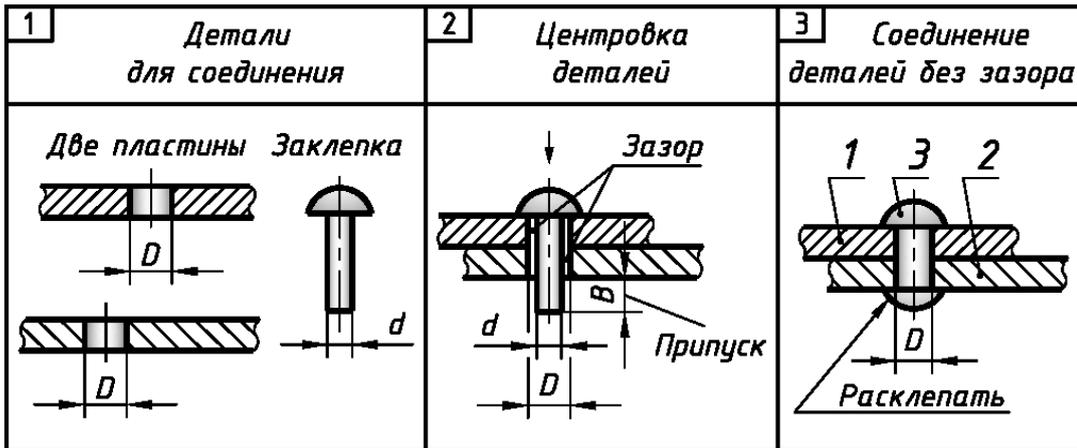


Рис. 7.9. Основные этапы создания неразъемного соединения операцией «Расклепка»

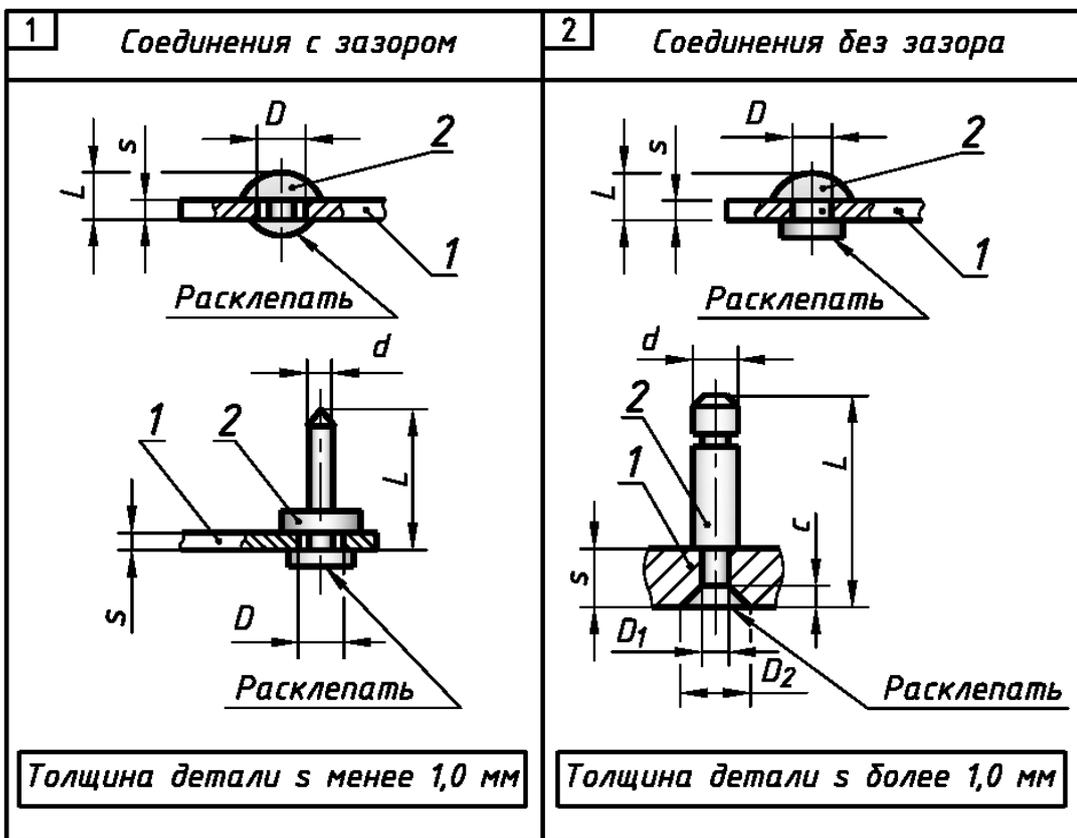


Рис. 7.10. Варианты соединения деталей нестандартными заклепками и с цапфами

### Особые требования к выполнению работы

По заданному варианту изделия и без его разборки: 1) сконструировать заклепочное соединение; 2) рассчитать припуск  $B$  в цилиндрической части заклепки до ее деформирования; 3) выполнить эскиз изделия, ориентируясь на вышеприведенные сведения, включая подраздел 7.1, и пример эскиза приборостроительного изделия «Опора» (см. рис. 7.11...рис. 7.14).

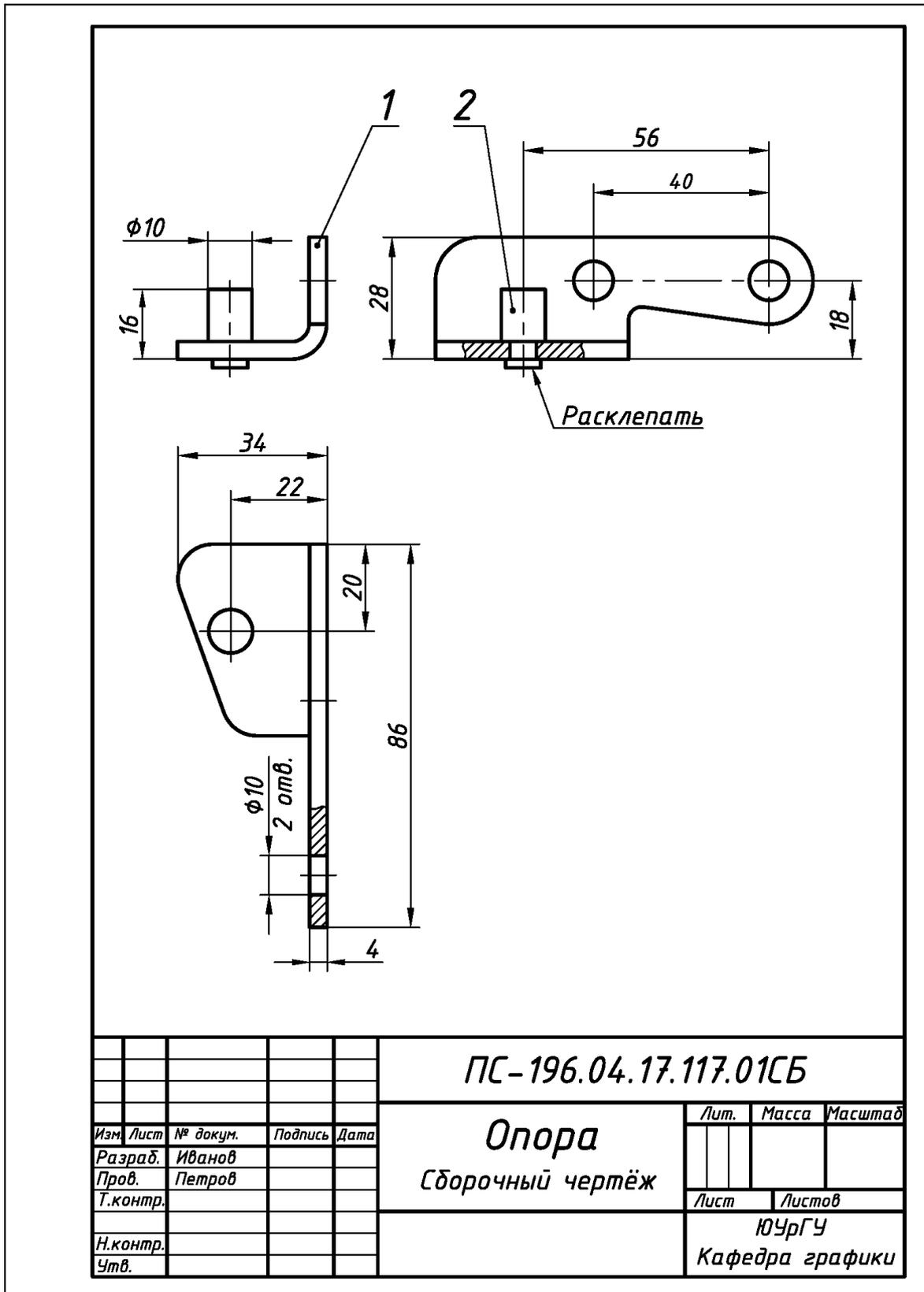


Рис. 7.11. Пример выполнения и оформления эскиза единицы сборочной «Опора», образованной с помощью технологической операции «Расклепка»

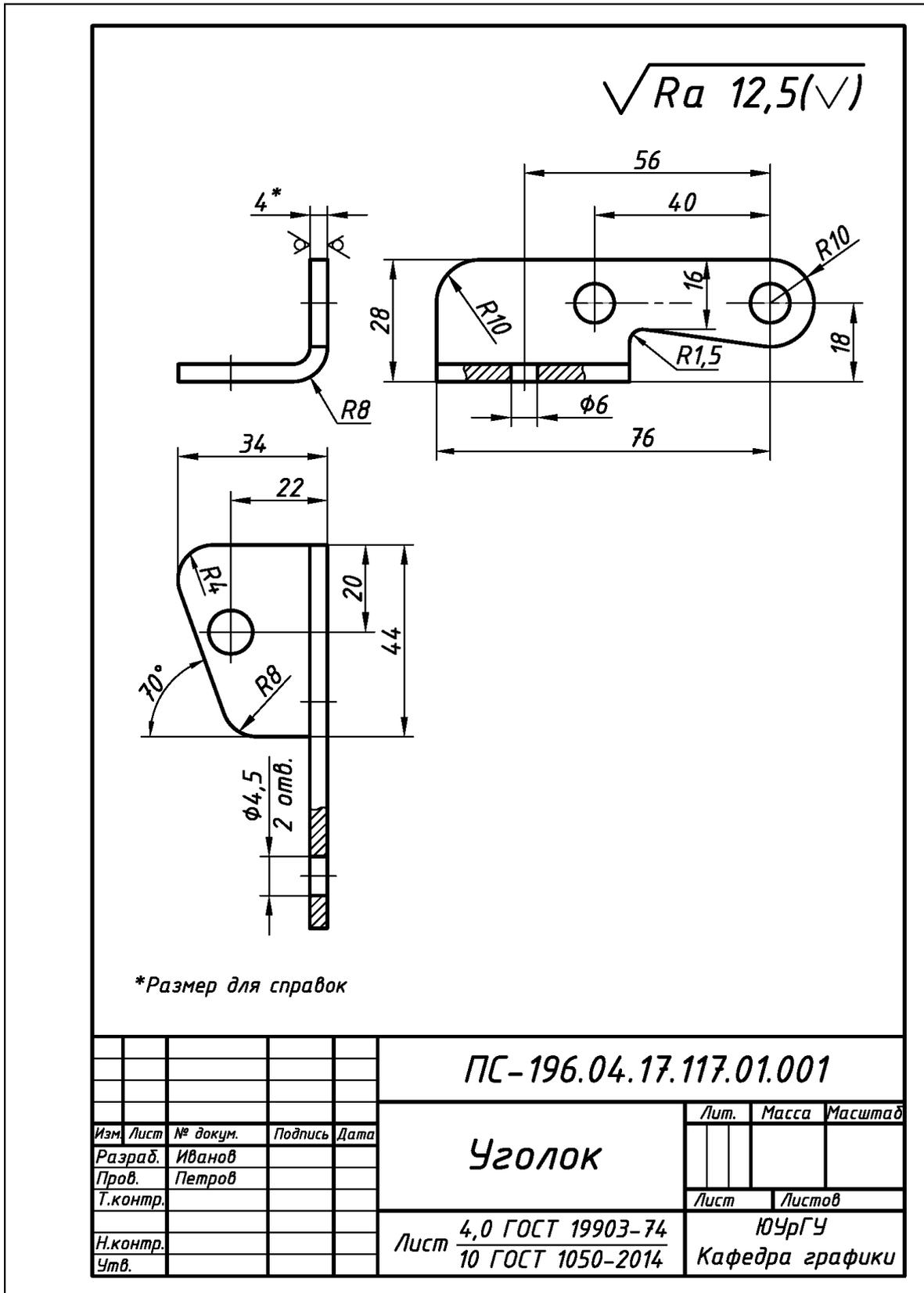
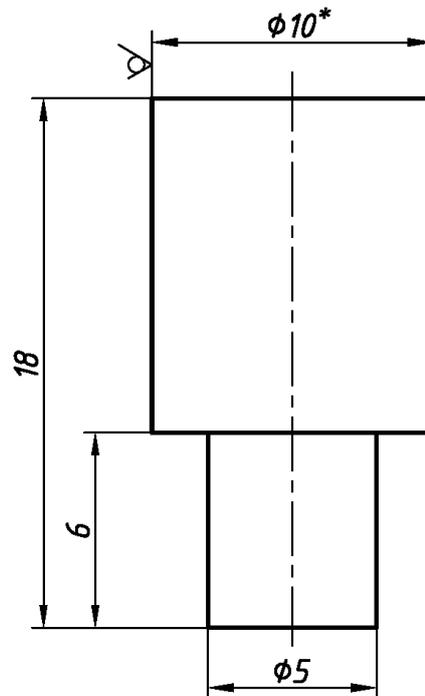


Рис. 7.12. Пример выполнения и оформления эскиза детали поз. 1 «Уголок», входящей в состав единицы сборочной «Опора» (см. рис. 7.11)

$\sqrt{Ra\ 12,5(\checkmark)}$



\*Размер для справок

|          |        |          |         |      |                                |  |                          |
|----------|--------|----------|---------|------|--------------------------------|--|--------------------------|
|          |        |          |         |      | <b>ПС-196.04.17.117.01.002</b> |  |                          |
|          |        |          |         |      | <b>Ось</b>                     |  |                          |
|          |        |          |         |      | Лит.                           | Масса                                  | Масштаб                  |
| Изм.     | Лист   | № докум. | Подпись | Дата |                                |  |                          |
| Разраб.  | Иванов |          |         |      |                                |  |                          |
| Пров.    | Петров |          |         |      |                                |  |                          |
| Т.контр. |        |          |         |      | Лист                           | Листов                                 |                          |
| Н.контр. |        |          |         |      | Круг                           | 10 ГОСТ 2590-2006<br>20 ГОСТ 1050-2014 | ЮУрГУ<br>Кафедра графики |
| Утв.     |        |          |         |      |                                |  |                          |

Рис. 7.13. Пример выполнения и оформления эскиза детали поз. 2 «Ось», входящей в состав единицы сборочной «Опора» (см. рис. 7.11)

| Формат    | Зона | Поз.     | Обозначение             | Наименование        | Кол.            | Примечание |  |
|-----------|------|----------|-------------------------|---------------------|-----------------|------------|--|
|           |      |          |                         | <u>Документация</u> |                 |            |  |
| A4        |      |          | ПС-196.04.17.117.01СБ   | Сборочный чертёж    |                 |            |  |
|           |      |          |                         | <u>Детали</u>       |                 |            |  |
| A4        |      | 1        | ПС-196.04.17.117.01.001 | Уголок              | 1               |            |  |
| A4        |      | 1        | ПС-196.04.17.117.01.002 | Ось                 | 1               |            |  |
|           |      |          |                         |                     |                 |            |  |
|           |      |          |                         |                     |                 |            |  |
|           |      |          |                         |                     |                 |            |  |
|           |      |          |                         |                     |                 |            |  |
|           |      |          |                         |                     |                 |            |  |
|           |      |          |                         |                     |                 |            |  |
|           |      |          |                         |                     |                 |            |  |
|           |      |          |                         |                     |                 |            |  |
|           |      |          |                         |                     |                 |            |  |
|           |      |          |                         |                     |                 |            |  |
|           |      |          |                         |                     |                 |            |  |
|           |      |          |                         |                     |                 |            |  |
|           |      |          |                         |                     |                 |            |  |
|           |      |          |                         |                     |                 |            |  |
|           |      |          |                         |                     |                 |            |  |
|           |      |          |                         |                     |                 |            |  |
|           |      |          |                         |                     |                 |            |  |
|           |      |          |                         |                     |                 |            |  |
|           |      |          |                         |                     |                 |            |  |
|           |      |          |                         |                     |                 |            |  |
|           |      |          |                         |                     |                 |            |  |
|           |      |          | ПС-196.04.17.117.01     |                     |                 |            |  |
| Изм.      | Лист | № докум. | Подпись                 | Дата                |                 |            |  |
|           |      |          | Иванов                  |                     |                 |            |  |
| Разраб.   |      |          |                         |                     | Лит.            | Лист       |  |
| Пров.     |      |          | Петров                  |                     |                 | Листов     |  |
|           |      |          |                         |                     |                 | 1          |  |
| Н. контр. |      |          |                         |                     | ЮУрГУ           |            |  |
| Чтв.      |      |          |                         |                     | Кафедра графики |            |  |
|           |      |          | Опора                   |                     |                 |            |  |

Рис. 7.14. Пример выполнения и оформления спецификации (форма «2») для единицы сборочной «Опора» (см. рис. 7.11)

## 7.2.2. Единицы сборочные, образованные технологической операцией «Развальцовка»

**Развальцовкой** называется процесс создания неразъемного соединения деталей за счет нарушения первоначальной формы тонкостенного конца одной из них.

**Создание соединений.** Основные этапы создания заклепочного соединения представлены на рис. 7.15.

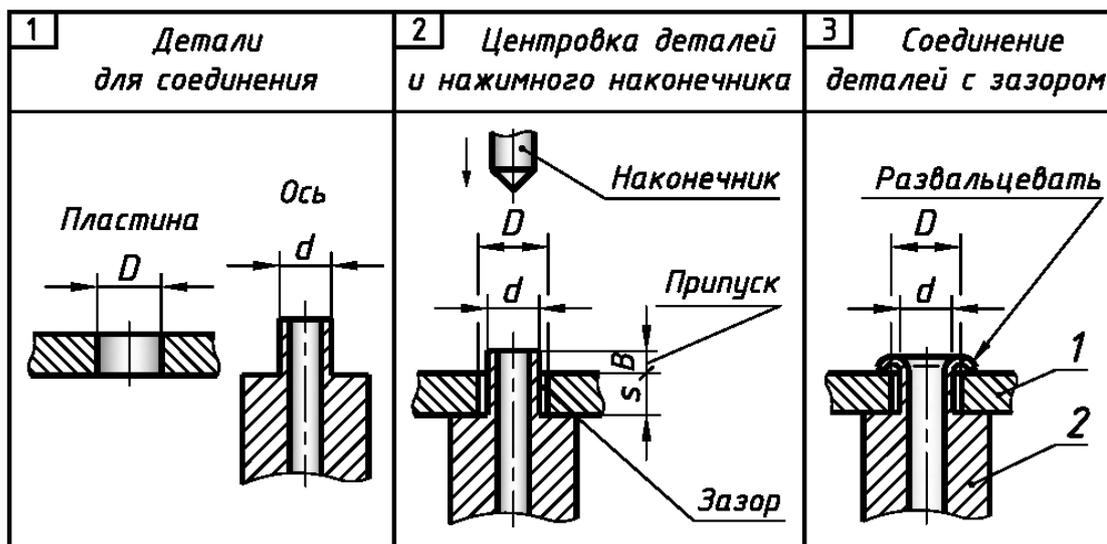


Рис. 7.15. Основные этапы создания неразъемного соединения операцией «Развальцовка»

**Изображение и обозначение соединений.** Детали, которые подвергаются развальцовке: **1)** вычерчивают по их действительным размерам; **2)** на эскизах и чертежах показывают или полностью, или частично рассеченными; **3)** само соединение сопровождают надписью по типу «*Развальцевать*», расположенной на полкевыноске заканчивающейся стрелкой (см. рис. 7.15). В общем случае техническая документация должна быть представлена: **1)** эскизом или сборочным чертежом изделия; **2)** самостоятельными эскизами или всех соединяемых деталей; **3)** спецификацией (см. Приложения 22 и 23). На эскизах и чертежах детали, которые развальцовывают, представляют в исходном, недеформируемом состоянии [5, 6, 10].

**Припуск.** Припуск  $B$  цилиндрического стержня до его деформирования (см. рис. 7.15) зависит от диаметра стержня  $d$ , толщины детали  $s$  (см. рис. 7.15) и определяют из расчета [5, 10]:

для соединений без зазора –  $B = 1,2 d$ ;

для соединений с зазором –  $B = 1,2 d + 0,1 s$ .

**Пример соединения.** Выполнение и оформление эскиза единицы сборочной на примере изделия «Основание» дано ниже на рис. 7.16...рис. 7.19.

### Особые требования к выполнению работы

По заданному варианту изделия и без его разборки: **1)** сконструировать соединение; **2)** рассчитать припуск  $B$  цилиндрической части стержня до его деформирования; **3)** выполнить эскиз изделия, ориентируясь на вышеприведенные сведения, включая подраздел 7.1, и пример эскиза приборостроительного изделия «Основание» (см. рис. 7.16...рис. 7.19).

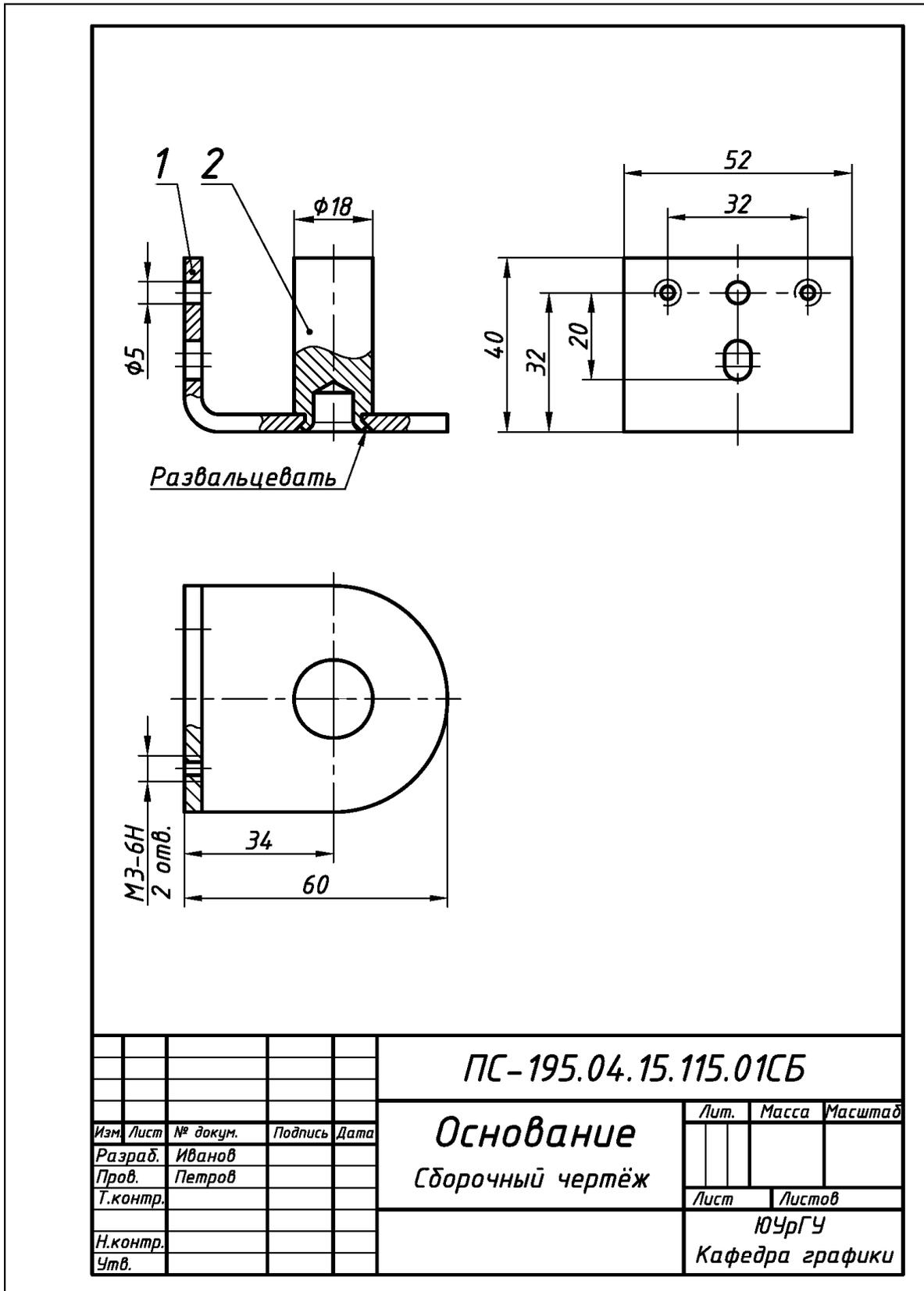


Рис. 7.16. Пример выполнения и оформления эскиза единицы сборочной «Основание», образованной с помощью технологической операции «Развальцовка»

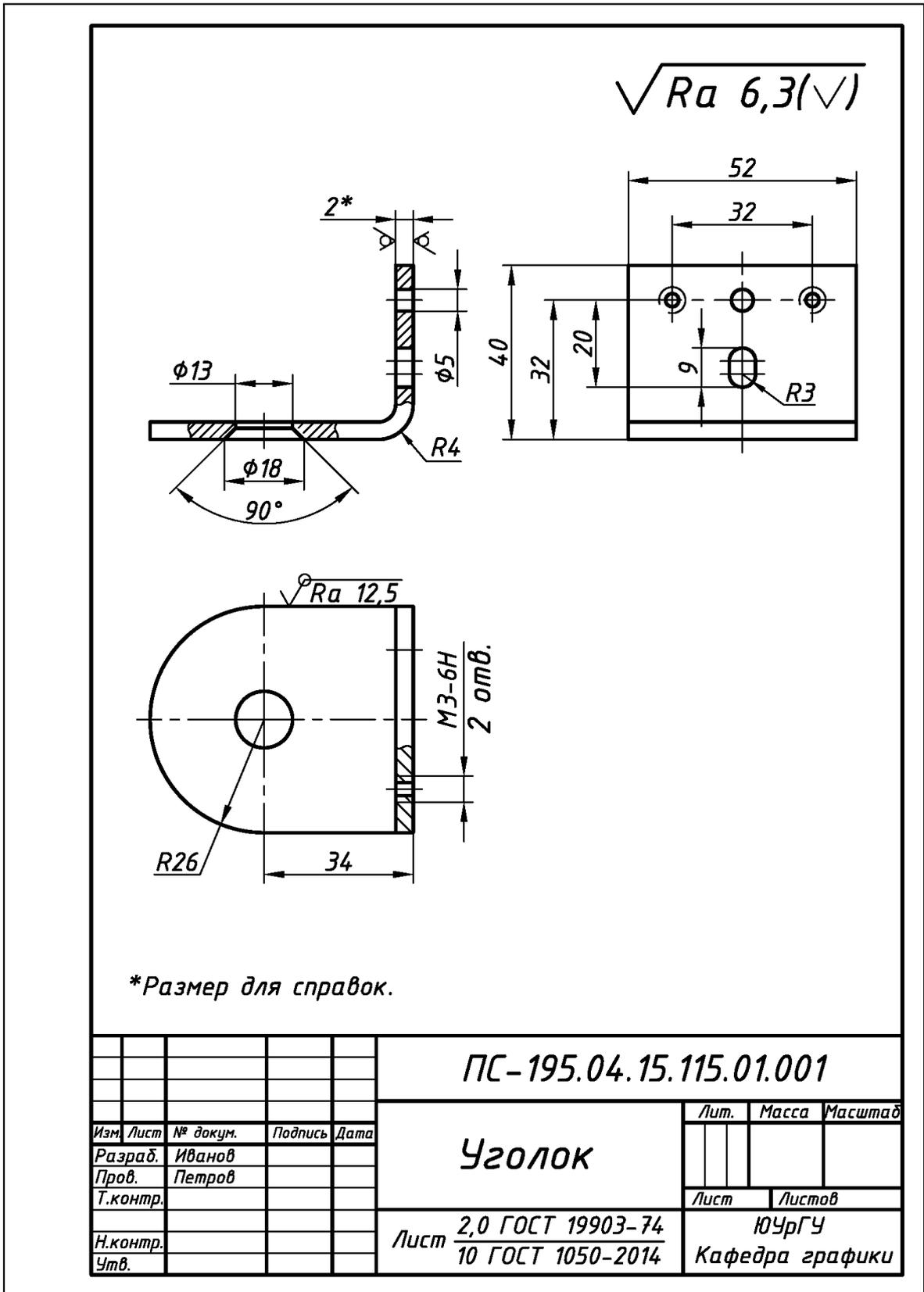
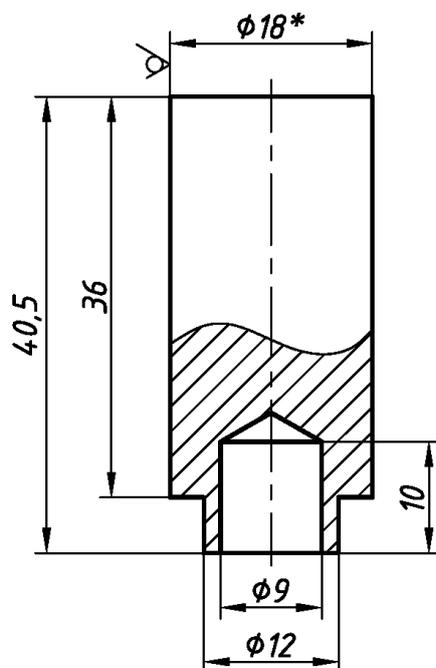


Рис. 7.17. Пример выполнения и оформления эскиза детали поз. 1 «Уголок», входящей в состав единицы сборочной «Основание» (см. рис. 7.16)

$\sqrt{Ra\ 12,5(\checkmark)}$



\*Размер для справок.

|                 |               |                 |                |  |                        |               |                |
|-----------------|---------------|-----------------|----------------|--|------------------------|---------------|----------------|
|                 |               |                 |                | <b>ПС-195.04.15.115.01.002</b>                                       |                        |               |                |
|                 |               |                 |                | <b>Ось</b>   |                        |               |                |
| <i>Изм.</i>     | <i>Лист</i>   | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i>  | <i>Лист</i>            | <i>Масса</i>  | <i>Масштаб</i> |
|                 |               |                 |                |  |                        |               |                |
| <i>Разраб.</i>  | <i>Иванов</i> |                 |                |  |                        |               |                |
| <i>Пров.</i>    | <i>Петров</i> |                 |                |  |                        |               |                |
| <i>Т.контр.</i> |               |                 |                |  | <i>Лист</i>            | <i>Листов</i> |                |
| <i>Н.контр.</i> |               |                 |                |  | <b>ЮУрГУ</b>           |               |                |
| <i>Утв.</i>     |               |                 |                |  | <b>Кафедра графики</b> |               |                |
|                 |               |                 |                | Круг $\frac{18\ \text{ГОСТ}\ 2590-2006}{20\ \text{ГОСТ}\ 1050-2014}$ |                        |               |                |

Рис. 7.18. Пример выполнения и оформления эскиза детали поз. 2 «Ось», входящей в состав единицы сборочной «Основание» (см. рис. 7.16)

| Формат   | Зона   | Поз.     | Обозначение                  | Наименование        | Кол.            | Примечание |
|----------|--------|----------|------------------------------|---------------------|-----------------|------------|
|          |        |          |                              | <u>Документация</u> |                 |            |
| A4       |        |          | ПС - 195.04.15.115.01СБ      | Сборочный чертёж    |                 |            |
|          |        |          |                              | <u>Детали</u>       |                 |            |
| A4       |        | 1        | ПС - 195.04.15.115.01.001    | Уголок              | 1               |            |
| A4       |        | 1        | ПС - 195.04.15.115.01.002    | Ось                 | 1               |            |
|          |        |          |                              |                     |                 |            |
|          |        |          |                              |                     |                 |            |
|          |        |          |                              |                     |                 |            |
|          |        |          |                              |                     |                 |            |
|          |        |          |                              |                     |                 |            |
|          |        |          |                              |                     |                 |            |
|          |        |          |                              |                     |                 |            |
|          |        |          |                              |                     |                 |            |
|          |        |          |                              |                     |                 |            |
|          |        |          |                              |                     |                 |            |
|          |        |          |                              |                     |                 |            |
|          |        |          |                              |                     |                 |            |
|          |        |          |                              |                     |                 |            |
|          |        |          |                              |                     |                 |            |
|          |        |          |                              |                     |                 |            |
|          |        |          |                              |                     |                 |            |
|          |        |          |                              |                     |                 |            |
|          |        |          |                              |                     |                 |            |
|          |        |          |                              |                     |                 |            |
|          |        |          |                              |                     |                 |            |
|          |        |          |                              |                     |                 |            |
|          |        |          |                              |                     |                 |            |
|          |        |          |                              |                     |                 |            |
|          |        |          |                              |                     |                 |            |
|          |        |          |                              |                     |                 |            |
|          |        |          | <b>ПС - 195.04.15.115.01</b> |                     |                 |            |
| Изм      | Лист   | № докум. | Подпись                      | Дата                |                 |            |
| Разраб.  | Иванов |          |                              |                     | Лит.            | Лист       |
| Проб.    | Петров |          |                              |                     |                 | Листов     |
| Н.контр. |        |          |                              |                     | 1               |            |
| Утв.     |        |          |                              |                     | ЮУрГУ           |            |
|          |        |          |                              |                     | Кафедра графики |            |
|          |        |          | <b>Основание</b>             |                     |                 |            |

Рис. 7.19. Пример выполнения и оформления спецификации (форма «2») для единицы сборочной «Основание» (см. рис. 7.16)

### 7.2.3. Единицы сборочные, образованные технологической операцией «Контактная точечная сварка»

**Сваркой** называется процесс создания неразъемного соединения деталей путем их местного нагрева до расплавленного или тестообразного (пластичного) состояния без применения или с применением механического усилия.

**Создание соединений.** В приборостроении наибольшее использование находит контактная (точечная) сварка металлов с металлами и сплавами: **1)** для соединения элементов приборов из тонколистовых металлов и сплавов; **2)** для соединения корпусов приборов с другими дополнительными элементами, например, [5, 10]. Основные этапы создания сварного соединения представлены на рис. 7.20.

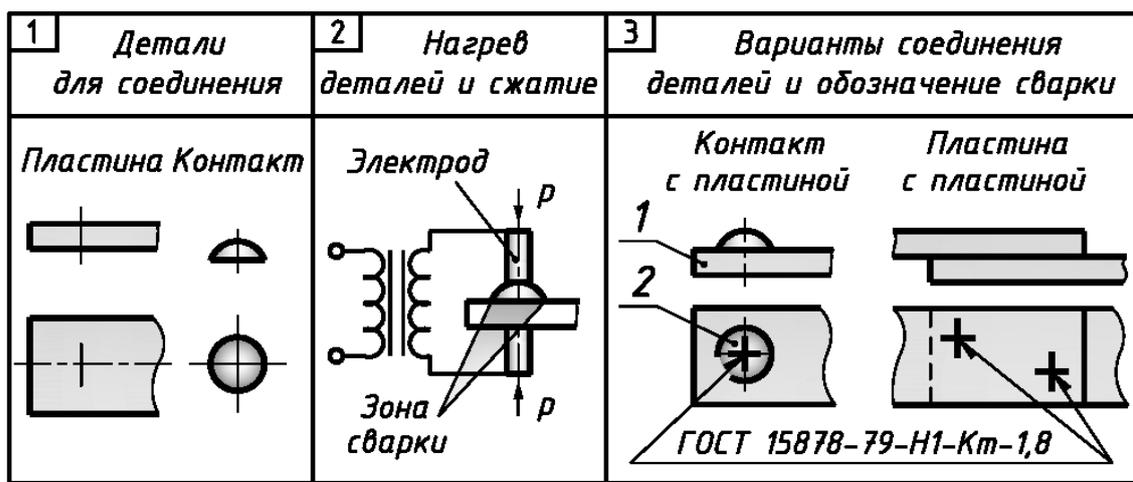


Рис. 7.20. Основные этапы создания неразъемного соединения операцией «Контактная точечная сварка» и варианты соединения деталей

**Изображение и обозначение соединений.** Условные изображения и обозначения для контактной (точечной) сварки установлены ГОСТ 2.312-72: **1)** одиночную видимую сварную точку изображают знаком “+”, невидимую одиночную сварную точку – не изображают (см. рис. 7.20); **2)** одиночную сварную точку сопровождают условным обозначением по типу: *ГОСТ 15878-79-Н1-Кт-1,8* (*Н* – соединение деталей внахлестку; *Кт* – контактная точечная электросварка; *1,8* – диаметр сварной точки в мм), которую размещают на полке-линии выноски (см. рис. 7.20); **3)** линии-выноски, начинающиеся односторонней стрелкой, проводят от видимых одиночных сварных точек (см. рис. 7.20); **4)** в общем случае техническая документация должна быть представлена: **а)** эскизом или сборочным чертежом изделия; **б)** самостоятельными эскизами или чертежами всех соединяемых деталей; **в)** спецификацией.

**Пример соединения.** Выполнение и оформление эскиза единицы сборочной на примере изделия «Лепесток выключателя» дано ниже на рис. 7.21...рис. 7.24.

#### Особые требования к выполнению работы

По заданному варианту изделия и без его разборки: **1)** сконструировать сварное соединение; **2)** выполнить эскиз изделия, ориентируясь на вышеприведенные сведения, включая подраздел 7.1, и пример эскиза приборостроительного изделия «Лепесток выключателя» (см. рис. 7.21...рис. 7.24).

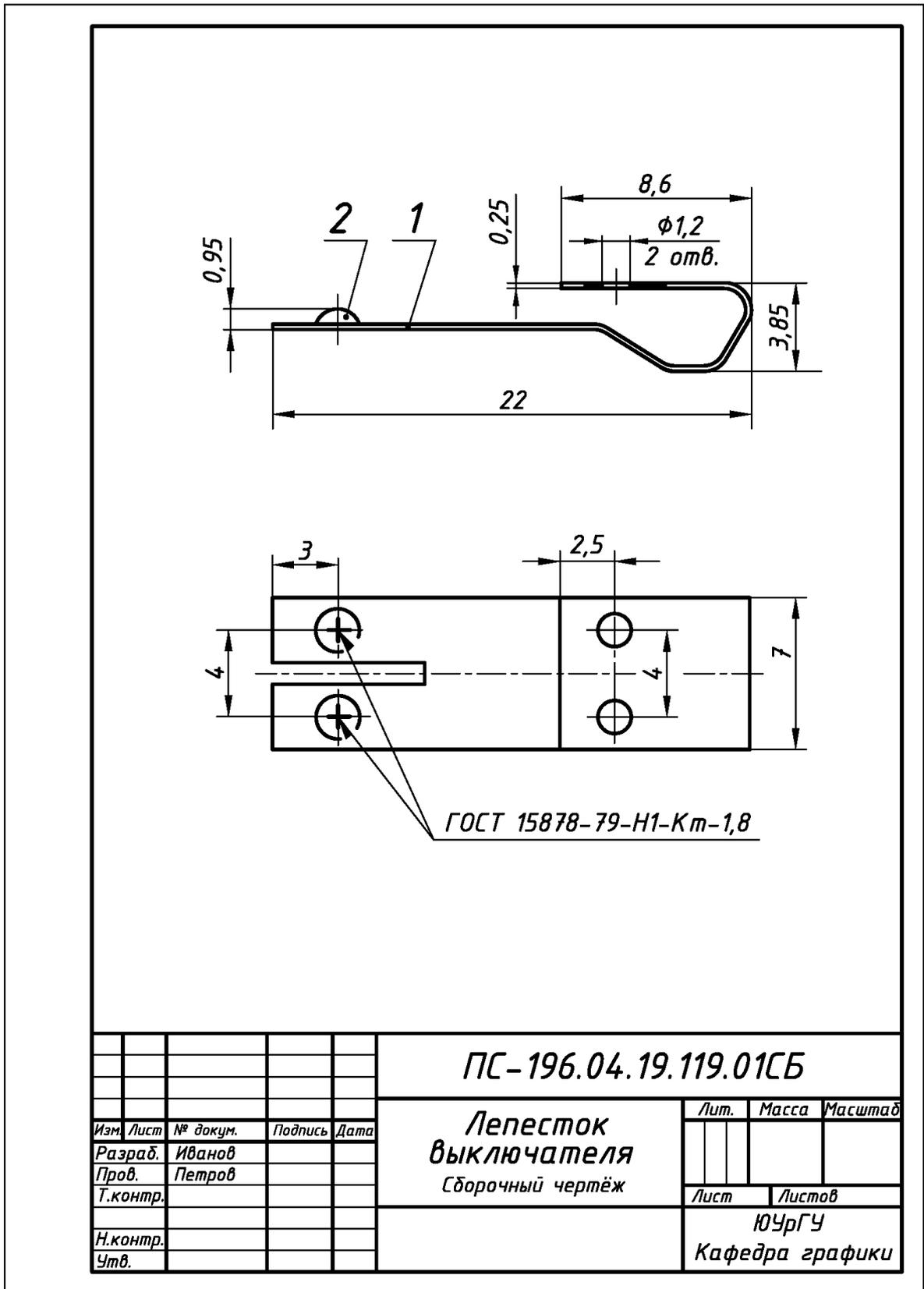


Рис. 7.21. Пример выполнения и оформления эскиза единицы сборочной «Лепесток выключателя», образованной с помощью технологической операции «Контактная точечная сварка»

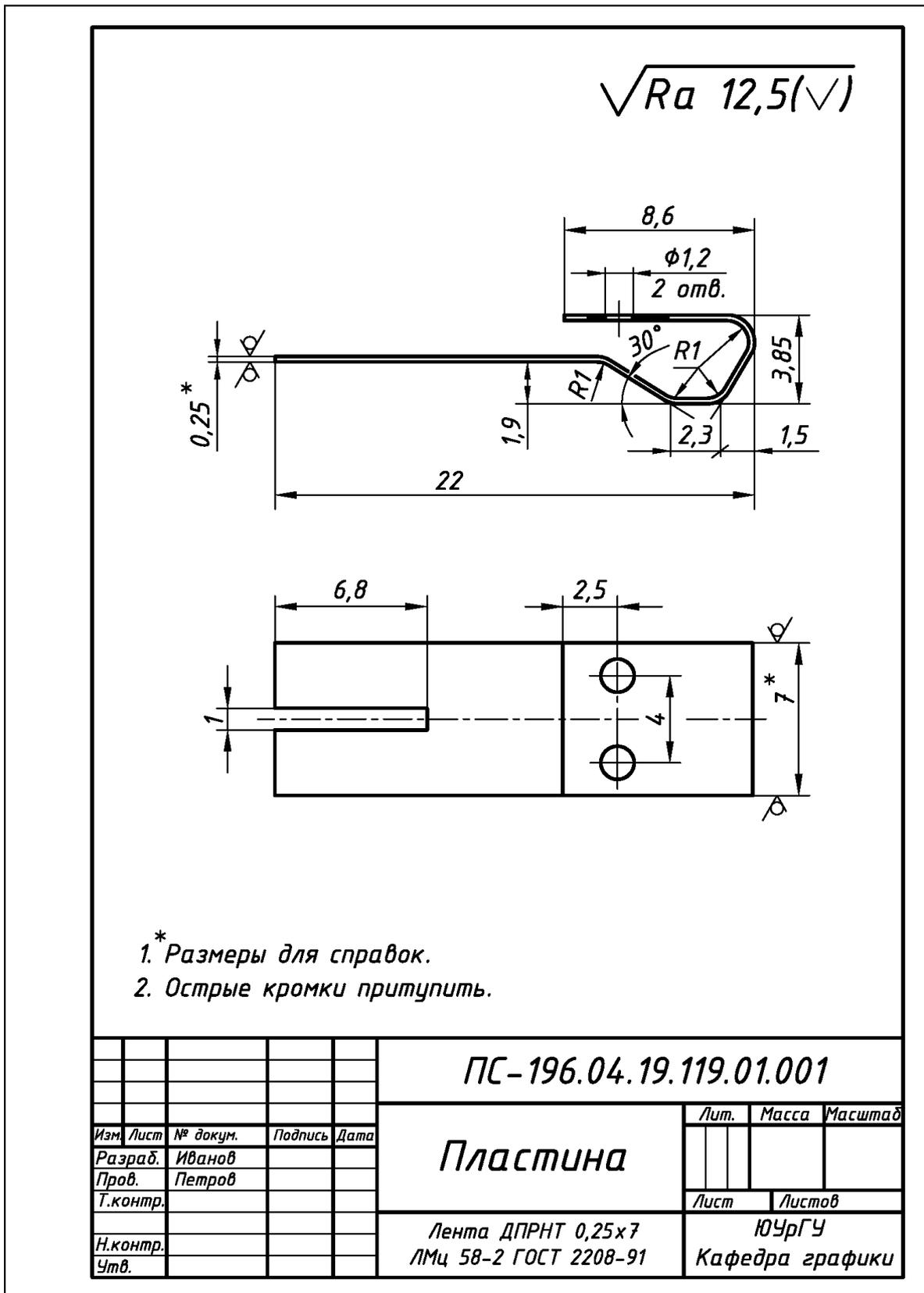
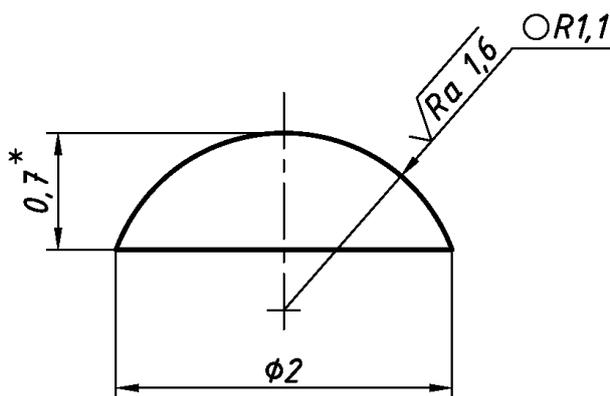


Рис. 7.22. Пример выполнения и оформления эскиза детали поз. 1 «Пластина», входящей в состав единицы сборочной «Лепесток выключателя» (см. рис. 7.21)

$\sqrt{Ra\ 6,3(\checkmark)}$



\* Размер для справок.

|                 |               |                 |                |             |                                     |              |                |
|-----------------|---------------|-----------------|----------------|-------------|-------------------------------------|--------------|----------------|
|                 |               |                 |                |             | <b>ПС-196.04.19.119.01.002</b>      |              |                |
| <i>Изм.</i>     | <i>Лист</i>   | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | <b>Контакт</b>                      |              |                |
| <i>Разраб.</i>  | <i>Иванов</i> |                 |                |             |                                     |              |                |
| <i>Пров.</i>    | <i>Петров</i> |                 |                |             |                                     |              |                |
| <i>Т.контр.</i> |               |                 |                |             |                                     |              |                |
| <i>Н.контр.</i> |               |                 |                |             | <i>Лист</i>                         | <i>Масса</i> | <i>Масштаб</i> |
| <i>Утв.</i>     |               |                 |                |             |                                     |              |                |
|                 |               |                 |                |             | <i>Лист</i>                         |              | <i>Листов</i>  |
|                 |               |                 |                |             | Полоса Ср М875 Т0,7<br>ГОСТ 7221-80 |              |                |
|                 |               |                 |                |             | ЮУрГУ<br>Кафедра графики            |              |                |

Рис. 7.23. Пример выполнения и оформления эскиза детали поз. 2 «Контакт», входящей в состав единицы сборочной «Лепесток выключателя» (см. рис. 7.21)

| Формат             | Зона        | Поз.            | Обозначение                | Наименование        | Кол.                   | Примечание    |
|--------------------|-------------|-----------------|----------------------------|---------------------|------------------------|---------------|
|                    |             |                 |                            | <u>Документация</u> |                        |               |
| A4                 |             |                 | ПС - 196.04.19.119.01СБ    | Сборочный чертёж    |                        |               |
|                    |             |                 |                            | <u>Детали</u>       |                        |               |
| A4                 | 1           |                 | ПС - 196.04.19.119.01.001  | Пластина            | 1                      |               |
| A4                 | 2           |                 | ПС - 196.04.19.119.01.002  | Контакт             | 2                      |               |
|                    |             |                 |                            |                     |                        |               |
|                    |             |                 |                            |                     |                        |               |
|                    |             |                 |                            |                     |                        |               |
|                    |             |                 |                            |                     |                        |               |
|                    |             |                 |                            |                     |                        |               |
|                    |             |                 |                            |                     |                        |               |
|                    |             |                 |                            |                     |                        |               |
|                    |             |                 |                            |                     |                        |               |
|                    |             |                 |                            |                     |                        |               |
|                    |             |                 |                            |                     |                        |               |
|                    |             |                 |                            |                     |                        |               |
|                    |             |                 |                            |                     |                        |               |
|                    |             |                 |                            |                     |                        |               |
|                    |             |                 |                            |                     |                        |               |
|                    |             |                 |                            |                     |                        |               |
|                    |             |                 |                            |                     |                        |               |
|                    |             |                 |                            |                     |                        |               |
|                    |             |                 |                            |                     |                        |               |
|                    |             |                 |                            |                     |                        |               |
|                    |             |                 |                            |                     |                        |               |
|                    |             |                 |                            |                     |                        |               |
|                    |             |                 | <b>ПС-196.04.19.119.01</b> |                     |                        |               |
| <i>Изм.</i>        | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i>             | <i>Дата</i>         |                        |               |
| <i>Разраб.</i>     | Иванов      |                 |                            |                     | <i>Лит.</i>            | <i>Лист</i>   |
| <i>Пров.</i>       | Петров      |                 |                            |                     |                        | <i>Листов</i> |
|                    |             |                 |                            |                     |                        | 1             |
| <i>Н.контр.</i>    |             |                 |                            |                     | <b>ЮУрГУ</b>           |               |
| <i>Утв.</i>        |             |                 |                            |                     | <b>Кафедра графики</b> |               |
| <b>Лепесток</b>    |             |                 |                            |                     |                        |               |
| <b>выключателя</b> |             |                 |                            |                     |                        |               |

Рис. 7.24. Пример выполнения и оформления спецификации (форма «2») для единицы сборочной «Лепесток выключателя» (см. рис. 7.21)

## 7.2.4. Единицы сборочные, образованные технологической операцией «Пайка»

**Пайкой** называется процесс создания неразъемного соединения деталей путем их местного нагрева ниже температуры плавления, заполнения зазора между ними расплавленным припоем и сцепления их при кристаллизации шва.

**Припой** – металл или сплав, вводимый в расплавленном состоянии в зазор между деталями и имеющий более низкую температуру плавления, чем сами детали.

**Создание соединений.** Основные этапы создания паяного соединения представлены на рис. 7.25.

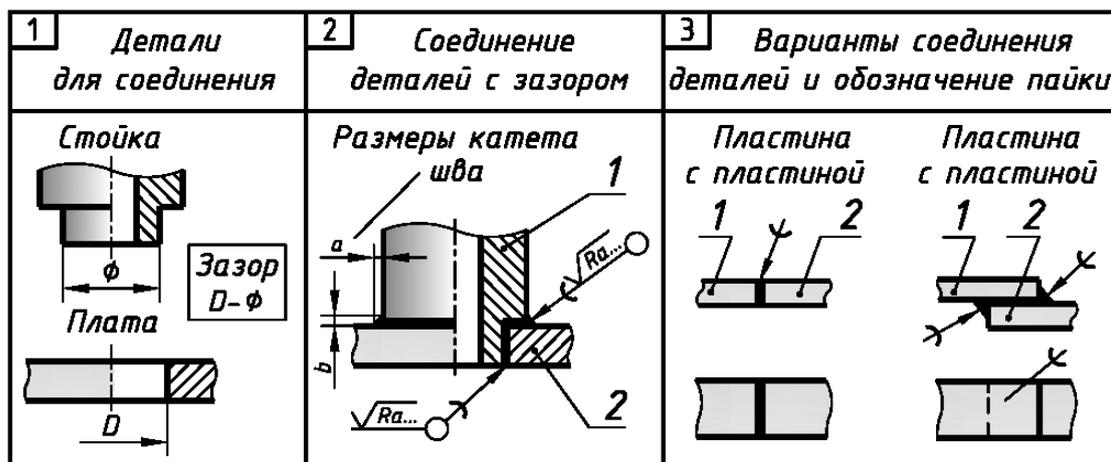


Рис. 7.25. Основные этапы создания неразъемного соединения операцией «Пайка» и варианты соединения деталей

**Изображение и обозначение соединений.** Условные изображения и обозначения установлены ГОСТ 2.313–82: 1) место пайки изображают сплошной линией толщины  $2s$  (см. рис. 7.25); 2) от изображения шва проводят линию-выноску со стрелкой, на наклонном участке которой наносят условный знак пайки ) – дугу выпуклостью к стрелке (см. рис. 7.25); 3) для обозначения швов, выполненных по периметру, линию-выноску всегда заканчивают окружностью, диаметр которой равен  $3...5$  мм (см. рис. 7.25); 4) при необходимости указывают размеры шва и шероховатость поверхности (см. рис. 7.25); 5) обозначение марки припоя указывают или в спецификации (см. рис. 7.29, раздел «Материалы») по типу: **Припой ПСр 25** ГОСТ 19738–74 (припой серебряный, содержащий 25% серебра, остальное – медь), или как технические требования над основной надписью сборочного чертежа изделия по типу: **Припой ПМЦ 36** ГОСТ 23137–78.

**Пример соединения.** Выполнение и оформление эскиза единицы сборочной на примере изделия «Контакт пускателя» дано ниже на рис. 7.26...рис. 7.29.

### Особые требования к выполнению работы

По заданному варианту изделия и без его разборки: 1) сконструировать паяное соединение; 2) выполнить эскиз изделия, ориентируясь на вышеприведенные сведения, включая подраздел 7.1, и пример эскиза приборостроительного изделия «Контакт пускателя» (см. рис. 7.26...рис. 7.29).

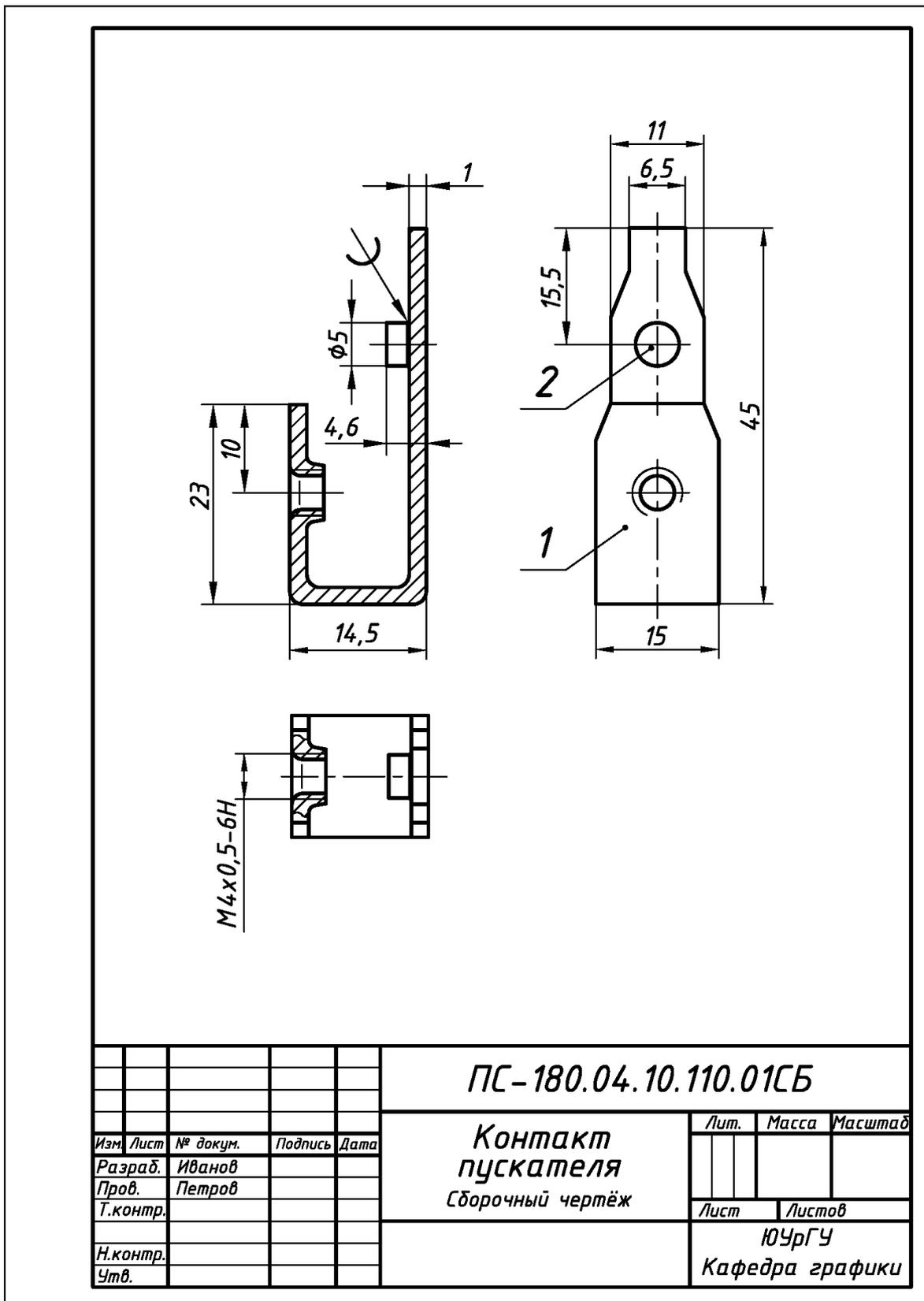


Рис. 7.26. Пример выполнения и оформления эскиза единицы сборочной «Контакт пускателя», образованной с помощью технологической операции «Пайка»

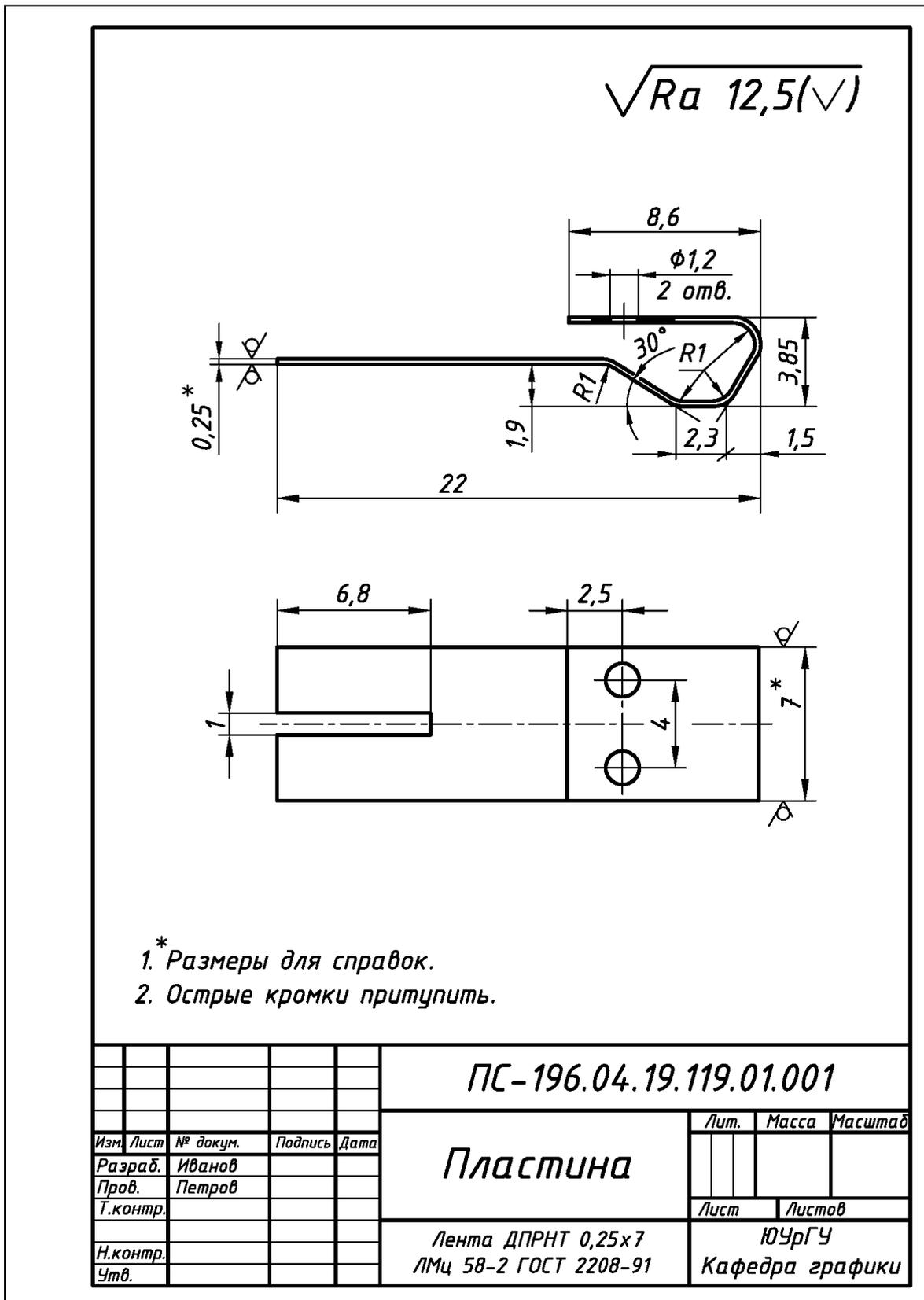
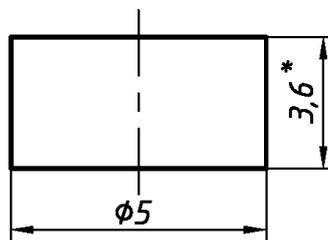


Рис. 7.27. Пример выполнения и оформления эскиза детали поз. 1 «Уголок», входящей в состав единицы сборочной «Контакт пускателя» (см. рис. 7.26)

$\sqrt{Ra\ 3,2}$



\*Размер для справок.

|                 |             |                 |                |             |                                     |               |                |
|-----------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|-------------------------------------|---------------|----------------|
|                 |             |                 |                |             | <b>ПС-180.04.10.110.01.002</b>      |               |                |
| <b>Изм.</b>     | <b>Лист</b> | <b>№ докум.</b> | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> | <b>Контакт</b>                      |               |                |
| Разраб.         |             | Иванов          |                |             |                                     |               |                |
| Пров.           |             | Петров          |                |             |                                     |               |                |
| Т.контр.        |             |                 |                |             |                                     |               |                |
| <b>Н.контр.</b> |             |                 |                |             | <b>Лит.</b>                         | <b>Масса</b>  | <b>Масштаб</b> |
| <b>Утв.</b>     |             |                 |                |             |                                     |               |                |
|                 |             |                 |                |             | <b>Лист</b>                         | <b>Листов</b> |                |
|                 |             |                 |                |             | ЮУрГУ<br>Кафедра графики            |               |                |
|                 |             |                 |                |             | Полоса Ср М875Т 3,6<br>ГОСТ 7221-80 |               |                |

Рис. 7.28. Пример выполнения и оформления эскиза детали поз. 2 «Контакт», входящей в состав единицы сборочной «Контакт пускателя» (см. рис. 7.26)

| Формат   | Зона   | Поз.     | Обозначение               | Наименование                 | Кол. | Примечание           |
|----------|--------|----------|---------------------------|------------------------------|------|----------------------|
|          |        |          |                           | <u>Документация</u>          |      |                      |
| A4       |        |          | ПС – 180.04.10.110.01СБ   | Сборочный чертёж             |      |                      |
|          |        |          |                           | <u>Детали</u>                |      |                      |
| A4       |        | 1        | ПС – 180.04.10.110.01.001 | Уголок                       | 1    |                      |
| A4       |        | 1        | ПС – 180.04.10.110.01.002 | Контакт                      | 1    |                      |
|          |        |          |                           | <u>Материалы</u>             |      |                      |
|          |        |          |                           | Припой ПСр-25                |      |                      |
|          |        |          |                           | ГОСТ 19738-74                |      | 0,002 кг             |
|          |        |          |                           |                              |      |                      |
|          |        |          |                           |                              |      |                      |
|          |        |          |                           |                              |      |                      |
|          |        |          |                           |                              |      |                      |
|          |        |          |                           |                              |      |                      |
|          |        |          |                           |                              |      |                      |
|          |        |          |                           |                              |      |                      |
|          |        |          |                           |                              |      |                      |
|          |        |          |                           |                              |      |                      |
|          |        |          |                           |                              |      |                      |
|          |        |          |                           |                              |      |                      |
|          |        |          |                           |                              |      |                      |
|          |        |          |                           |                              |      |                      |
|          |        |          |                           |                              |      |                      |
|          |        |          |                           |                              |      |                      |
|          |        |          |                           |                              |      |                      |
|          |        |          |                           |                              |      |                      |
|          |        |          |                           | <b>ПС – 180.04.10.110.01</b> |      |                      |
| Изм.     | Лист   | № докум. | Подпись                   | Дата                         |      |                      |
|          |        |          |                           |                              |      |                      |
| Разраб.  | Иванов |          |                           |                              |      |                      |
| Пров.    | Петров |          |                           |                              |      |                      |
| Н.контр. |        |          |                           |                              |      |                      |
| Утв.     |        |          |                           |                              |      |                      |
|          |        |          |                           | <b>Контакт<br/>пускателя</b> |      | Лит.   Лист   Листов |
|          |        |          |                           |                              |      | 1                    |
|          |        |          |                           | ЮУрГУ<br>Кафедра графики     |      |                      |

Рис. 7.29. Пример выполнения и оформления спецификации (форма 2) для единицы сборочной «Контакт пускателя» (см. рис. 7.26)

## 7.2.5. Единицы сборочные, образованные технологической операцией «Опрессовка». Армированные изделия

**Армирование** – усиление арматурой неметаллических материалов с целью придания изделиям новых потребительских свойств: повышение механической прочности, коррозионной стойкости, долговечности изделий и других [3, 4].

**Опрессовка** – технологическая операция создания неразъемных соединений, называемых армированными изделиями. В приборостроении и энергетике: **1)** в качестве арматуры используют металлические материалы и сплавы, реже – фарфор и стекло; **2)** в качестве опрессовывающих (изолирующих) материалов используют пластмассы, реже – керамику и резину.

**Создание соединений.** В приборостроении и энергетике для создания армированных изделий в основном применяют два способа [5, 10], схематично представленные ниже: **1)** способ «горячего прессования» (рис. 7.30); **2)** способ «литья под давлением» (рис. 7.31).

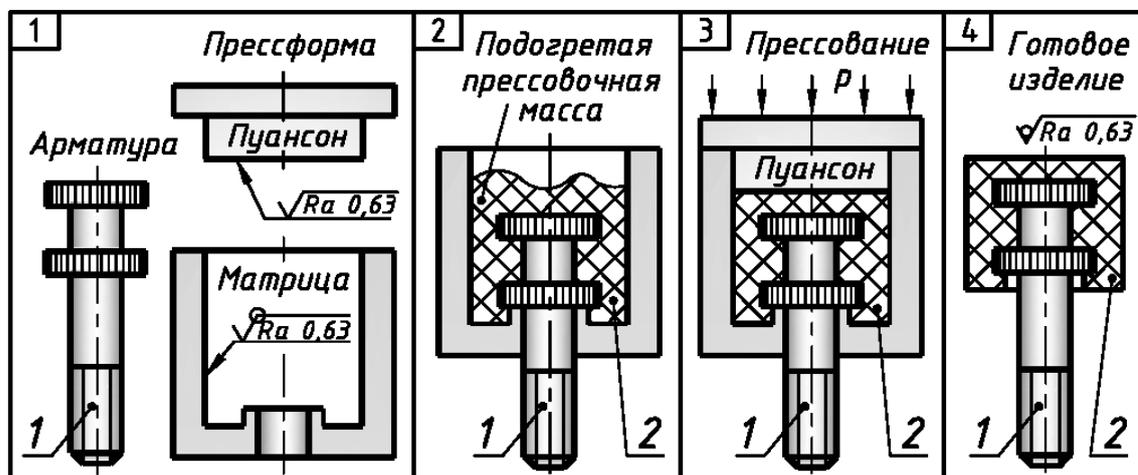


Рис. 7.30. Основные этапы создания армированных изделий операций «Опрессовка» способом «горячего прессования»

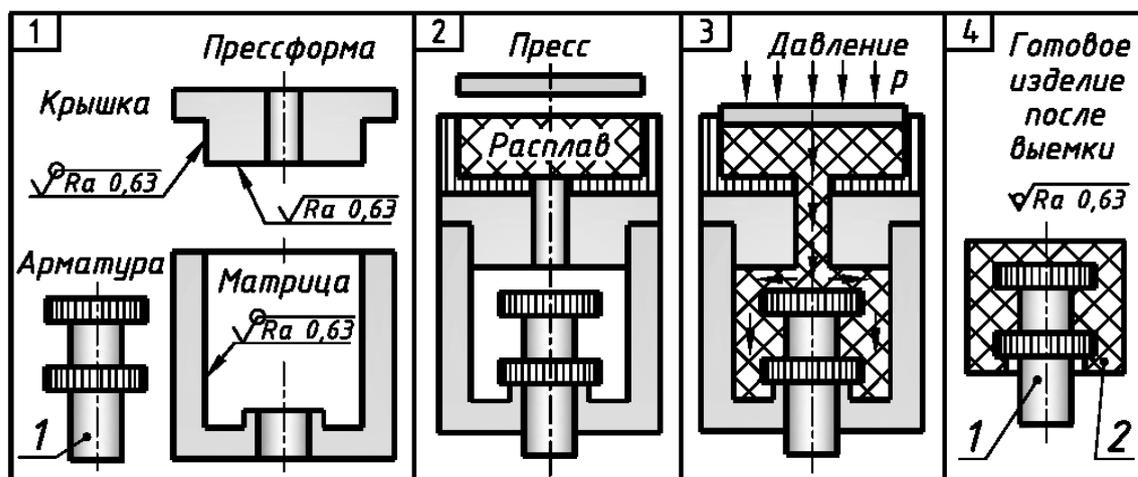


Рис. 7.31. Основные этапы создания армированных изделий операций «Опрессовка» способом «литья под давлением»

**Виды арматуры.** В приборостроении и энергетике для создания армированных изделий применяют втулочную, штифтовую и пластинчатую арматуру небольших размеров (рис. 7.32), реже – проволочную [3, 4, 5, 10, 14].

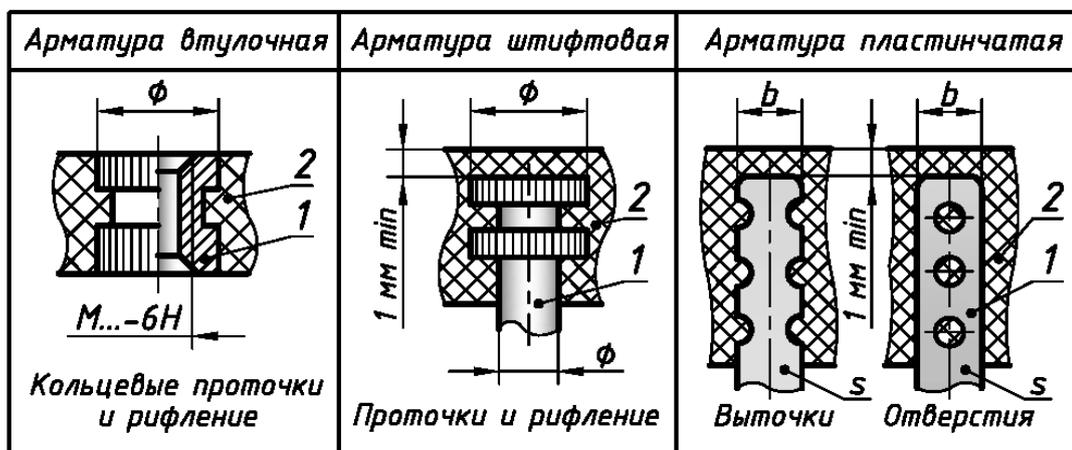


Рис. 7.32. Основные виды арматуры и способы ее закрепления при конструировании изделий

**Требования к изделиям.** При конструировании к армированным изделиям предъявляют определенные требования [5, 10]:

1) для предотвращения выпадения, расшатывания и проворачивания арматуры в изолирующем материале ее закрепляют в нем путем изменения геометрической формы: выточки и лыски, сплющивание и выдавливание, грани, буртики, изгибы, вырезы, отверстия, проточки, пазы, рифление.

На практике наиболее часто используют способы закрепления арматуры, представленные на рис. 7.32. В отмеченных способах:

а) кольцевые проточки предотвращают выпадение втулочной и штифтовой арматуры из изолирующего материала;

б) рифление предотвращает поворот втулочной и штифтовой арматуры в изолирующем материале;

в) выточки, отверстия и плоская геометрическая форма одновременно предотвращают выпадение и поворот пластинчатой арматуры в изолирующем материале;

2) при приложении усилий к арматуре изолирующий материал не должен разрушаться, поэтому толщину его стенок при конструировании изделий выбирают равной **1 мм** и более (см. рис. 7.32).

**Изображение и обозначение соединений.** При изображении и обозначении данного вида соединений учитывают следующее:

1) в общем случае техническая документация должна быть представлена:

а) эскизом или сборочным чертежом изделия;

б) самостоятельными эскизами или чертежами всех армирующих деталей;

в) спецификацией (см. Приложения 22...24);

**Примечание.** Самостоятельные эскизы или рабочие чертежи изолирующего материала не выполняют, т.к. в исходном состоянии это гранулы или их расплав, а конечная геометрическая форма получается уже только после изготовления всего соединения, включающего и армирующий материал [5, 10].

2) раздел «Документация» в спецификации может отсутствовать, когда сам эскиз или сборочный чертеж совмещен со спецификацией – ГОСТ 2.108 – 68 [2];

3) в учебных заданиях как и для мелкосерийного производства допускается совмещать эскиз или сборочный чертеж изделия, выполненный на формате А4, со спецификацией, а саму спецификацию размещать над основной надписью (например, рис. 7.33) [2, 5, 10];

4) на эскизе или сборочном чертеже изделия проставляют габаритные, установочные и присоединительные размеры, а также все размеры и обозначение шероховатости поверхности для изолирующего материала;

5) в графе «Обозначение» основной надписи эскиза или сборочного чертежа указывают условное обозначение сборочной единицы:

– без символов сборочной операции «**СБ**», если эскиз или сборочный чертеж формата А4 совмещен со спецификацией (например, рис. 7.33);

– с символами сборочной операции «**СБ**», если спецификация размещена на отдельном листе формата А4 (например, рис. 7.35 и рис. 7.38);

6) в графе «Наименование» основной надписи эскиза или сборочного чертежа указывают название сборочной единицы:

– без текстового пояснения «**Сборочный чертеж**», если эскиз или сборочный чертеж формата А4 совмещен со спецификацией (например, рис. 7.33);

– с текстовым пояснением «**Сборочный чертеж**», если спецификация размещена на отдельном листе формата А4 (например, рис. 7.35 и рис. 7.38);

7) обозначение материала армирующей детали указывают (при наличии на нее эскиза или самостоятельного чертежа) в основной надписи, в графе «Материалы» по типу:

*Пруток ДКРНТ 7 ЛС63–3 ГОСТ 2060–90* (например, рис. 7.26);

8) обозначение изолирующего материала указывают в спецификации, в разделе «Материалы» по типу:

*Фенопласт Э5-101-30 черный ГОСТ 28804–90* (например, рис. 7.33);

*Фенопласт Э5-101-30 коричневый ГОСТ 28804–90* (например, рис. 7.37).

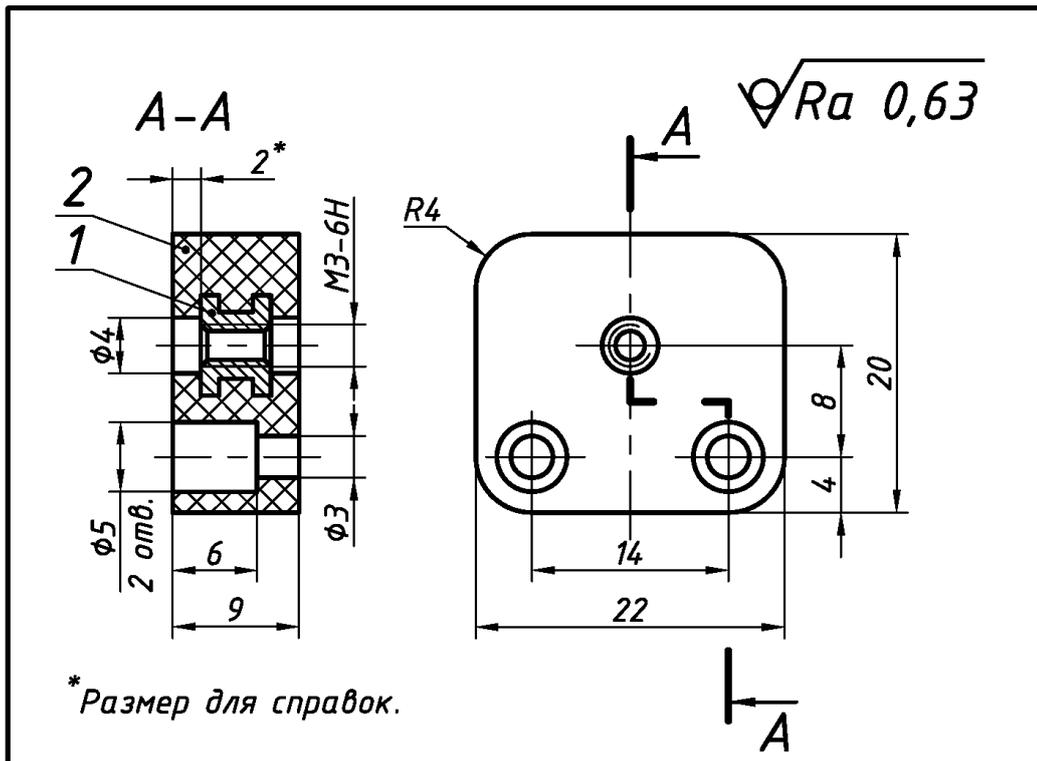
**Примеры соединений.** Выполнение и оформление эскизов единиц сборочных дано ниже на примерах изделий «Основание» (см. рис. 7.33 и рис. 7.34), «Рукоятка» (см. рис. 7.35...рис. 7.37) и «Плата» (см. рис. 7.38...рис. 7.40).

### **Особые требования к выполнению работы**

По заданному варианту изделия и без его разборки:

1) сконструировать армированное изделие с учетом вышеприведенных особенностей и требований;

2) выполнить эскиз изделия, ориентируясь на вышеприведенные сведения, включая подраздел 7.1, и примеры эскизов изделий приборостроения: **а)** «Основание» (см. рис. 7.33 и рис. 7.34); **б)** «Рукоятка» (см. рис. 7.35...рис. 7.37); **в)** «Плата» (см. рис. 7.38...рис. 7.40).



| Формат   | Зона   | Поз.     | Обозначение                | Наименование         | Кол. | Примеч.                  |       |         |  |
|----------|--------|----------|----------------------------|----------------------|------|--------------------------|-------|---------|--|
|          |        |          |                            | <u>Детали</u>        |      |                          |       |         |  |
| A4       |        | 1        | ПС-188.04.07.107.01.001    | Втулка               | 1    |                          |       |         |  |
|          |        |          |                            | <u>Материалы</u>     |      |                          |       |         |  |
|          |        | 2        |                            | Фенопласт Э5-101-30  |      |                          |       |         |  |
|          |        |          |                            | черный ГОСТ 28804-90 |      | 0,007 кг.                |       |         |  |
|          |        |          | <b>ПС-188.04.07.107.01</b> |                      |      |                          |       |         |  |
|          |        |          | <b>Основание</b>           |                      |      | Лит.                     | Масса | Масштаб |  |
| Изм.     | Лист   | № докум. | Подпись                    | Дата                 |      |                          |       |         |  |
| Разраб.  | Иванов |          |                            |                      |      |                          |       |         |  |
| Пров.    | Петров |          |                            |                      |      |                          |       |         |  |
| Т.контр. |        |          |                            |                      |      |                          |       |         |  |
| Н.контр. |        |          |                            |                      |      |                          |       |         |  |
| Утв.     |        |          |                            |                      |      |                          |       |         |  |
|          |        |          |                            |                      |      | Лист                     |       | Листов  |  |
|          |        |          |                            |                      |      | ЮУрГУ<br>Кафедра графики |       |         |  |

Рис. 7.33. Пример выполнения и оформления эскиза единицы сборочной «Основание», образованной с помощью технологической операции «Опрессовка»

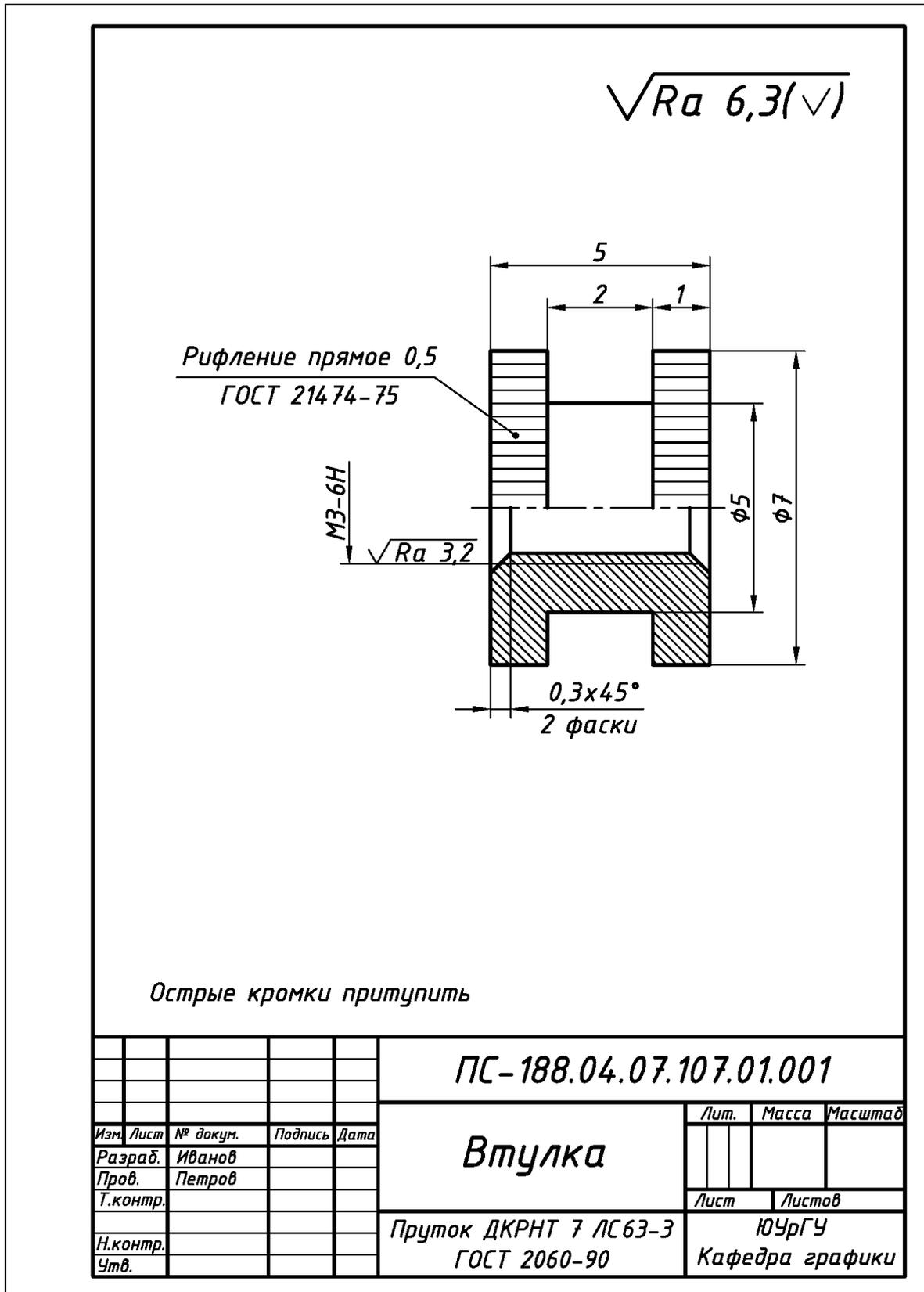


Рис. 7.34. Пример выполнения и оформления эскиза детали поз. 1 «Втулка», входящей в состав единицы сборочной «Основание» (см. рис. 7.33)

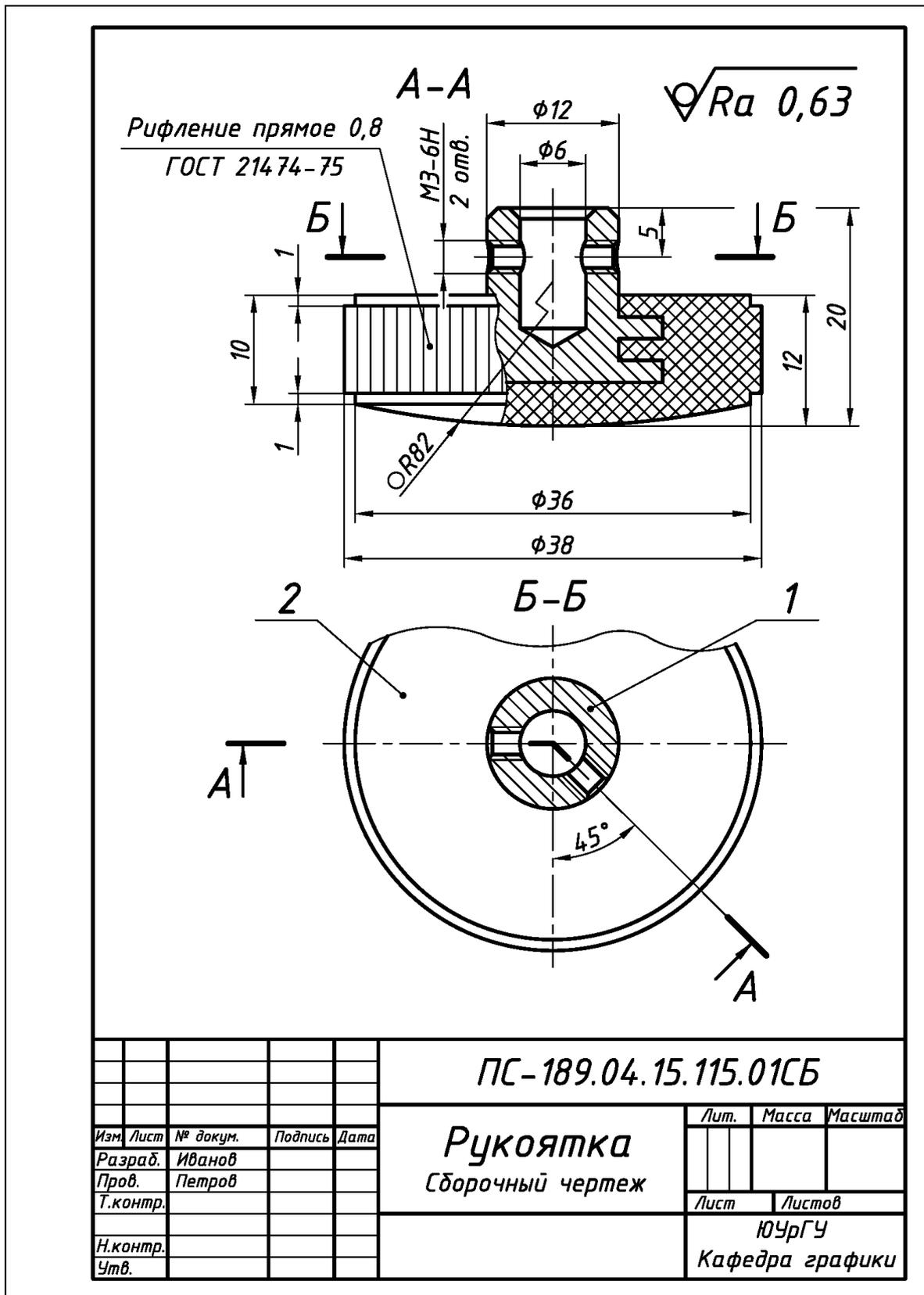


Рис. 7.35. Пример выполнения и оформления эскиза единицы сборочной «Рукоятка», образованной с помощью технологической операции «Опрессовка»

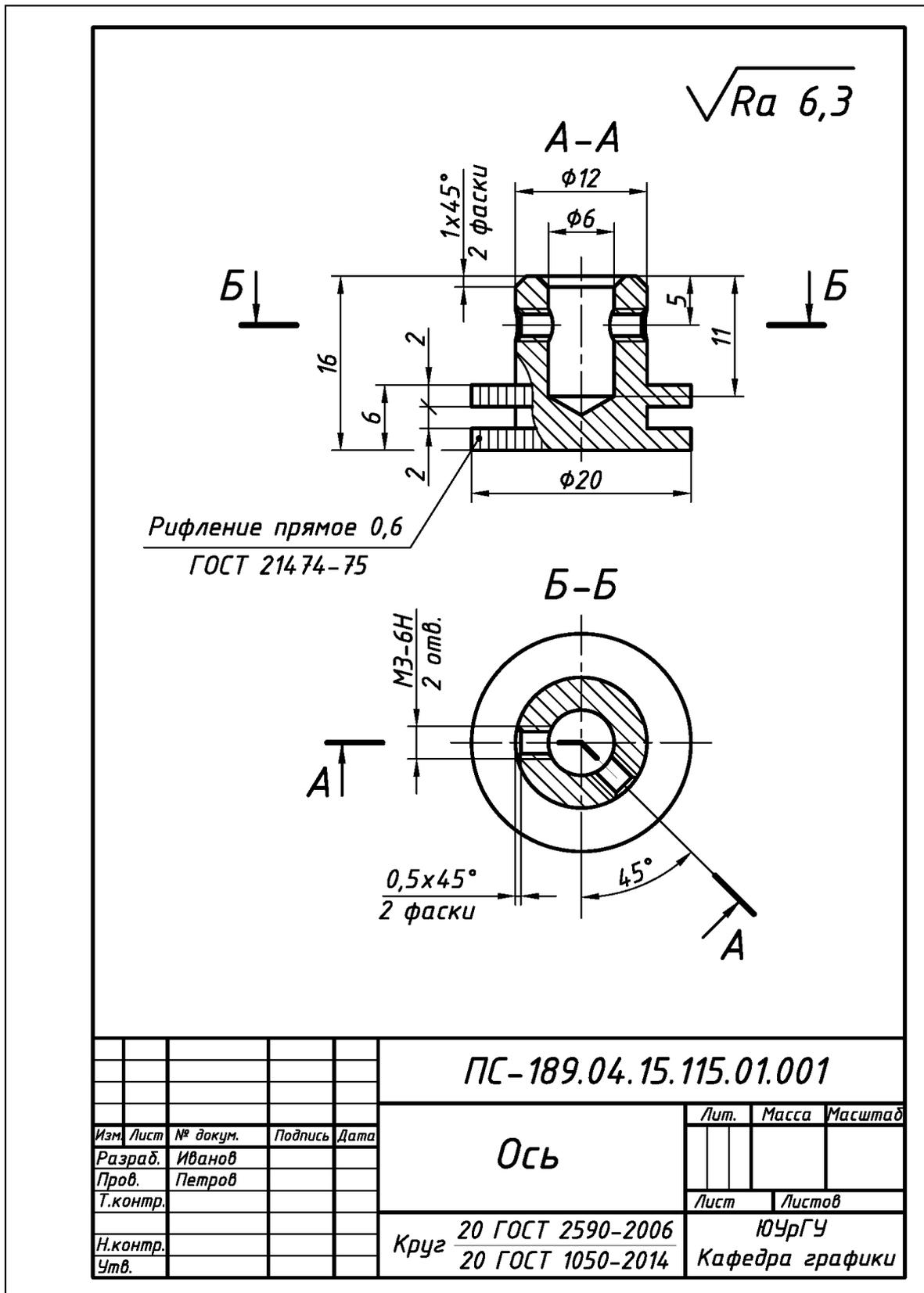


Рис. 7.36. Пример выполнения и оформления эскиза детали поз. 1 «Ось», входящей в состав единицы сборочной «Рукоятка» (см. рис. 7.35)



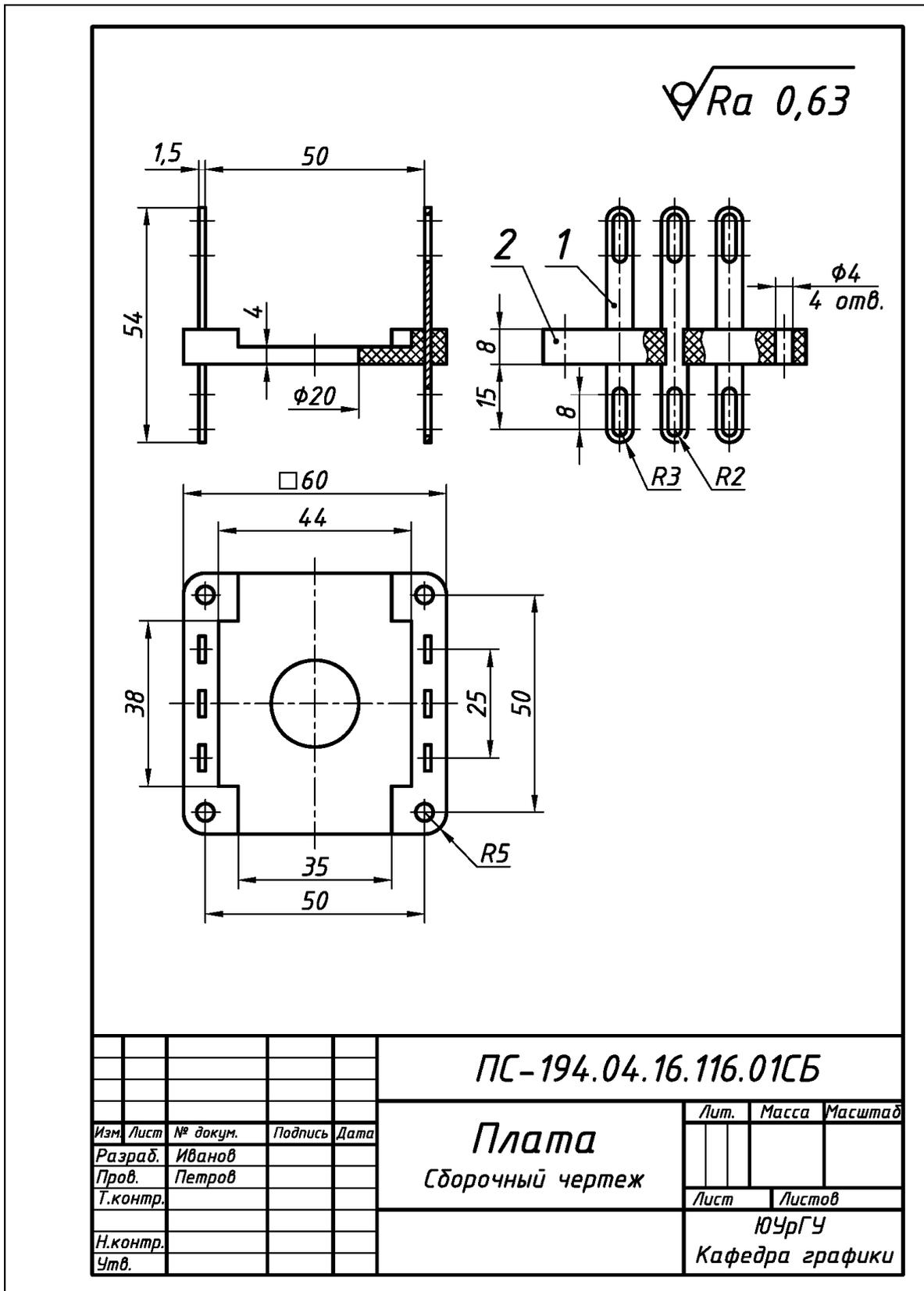
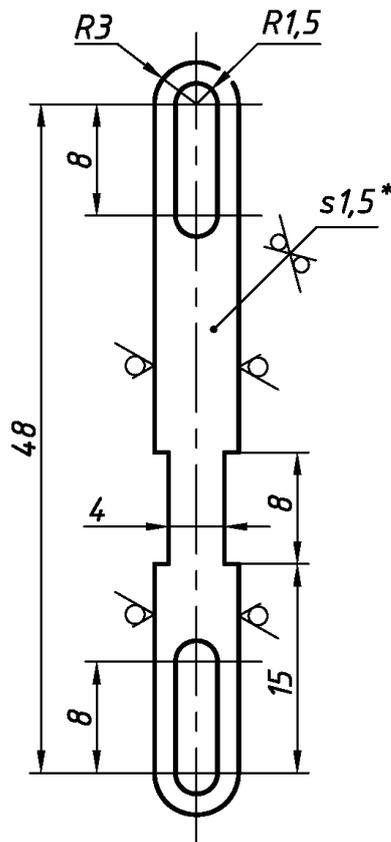


Рис. 7.38. Пример выполнения и оформления эскиза единицы сборочной «Плата», образованной с помощью технологической операции «Опрессовка»

$\sqrt{Ra\ 12,5(\checkmark)}$



- 1.\* Размер для справок.
2. Острые кромки притупить.

|                 |             |                 |                |                                |  |  |
|-----------------|-------------|-----------------|----------------|--------------------------------|--|--|
|                 |             |                 |                | <b>ПС-194.04.16.116.01.001</b> |  |  |
| <b>Изм.</b>     | <b>Лист</b> | <b>№ докум.</b> | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b>                    | <b>Лепесток</b>                            |  |
| Разраб.         |             | Иванов          |                |                                |  |  |
| Пров.           |             | Петров          |                |                                |  |  |
| Т.контр.        |             |                 |                |                                |  |  |
| <b>Н.контр.</b> |             |                 |                |                                | Лента ДПРНП 1,5х6<br>ЛМЦ 58-2 ГОСТ 2208-75 |  |
| <b>Утв.</b>     |             |                 |                |                                | ЮУрГУ<br>Кафедра графики                   |  |

Рис. 7.39. Пример выполнения и оформления эскиза детали поз. 1 «Лепесток», входящей в состав единицы сборочной «Плата» (см. рис. 7.38)

| Формат   | Зона   | Поз.     | Обозначение                | Наименование                                | Кол.                   | Примечание |
|----------|--------|----------|----------------------------|---|------------------------|------------|
|          |        |          |                            | <u>Документация</u>                         |                        |            |
| A4       |        |          | ПС-194.04.16.116.01СБ      | Сборочный чертёж                            |                        |            |
|          |        |          |                            | <u>Детали</u>                               |                        |            |
| A4       | 1      |          | ПС-194.04.16.116.01.001    | Лепесток                                    | 6                      |            |
|          |        |          |                            | <u>Материалы</u>                            |                        |            |
|          | 2      |          |                            | Фенопласт Э5-101-30<br>черный ГОСТ 28804-90 |                        | 0,01 кг.   |
|          |        |          |                            |   |                        |            |
|          |        |          |                            |   |                        |            |
|          |        |          |                            |   |                        |            |
|          |        |          |                            |   |                        |            |
|          |        |          |                            |   |                        |            |
|          |        |          |                            |   |                        |            |
|          |        |          |                            |   |                        |            |
|          |        |          |                            |   |                        |            |
|          |        |          |                            |   |                        |            |
|          |        |          |                            |   |                        |            |
|          |        |          |                            |   |                        |            |
|          |        |          |                            |   |                        |            |
|          |        |          |                            |   |                        |            |
|          |        |          |                            |   |                        |            |
|          |        |          |                            |   |                        |            |
|          |        |          |                            |   |                        |            |
|          |        |          |                            |   |                        |            |
|          |        |          |                            |   |                        |            |
|          |        |          |                            |   |                        |            |
|          |        |          |                            |   |                        |            |
|          |        |          |                            |   |                        |            |
|          |        |          | <b>ПС-194.04.16.116.01</b> |   |                        |            |
| Изм.     | Лист   | № докум. | Подпись                    | Дата  |                        |            |
| Разраб.  | Иванов |          |                            |   | Лит.                   | Лист       |
| Пров.    | Петров |          |                            |   |                        | Листов     |
|          |        |          |                            |   |                        | 1          |
| Н.контр. |        |          |                            |   | <b>ЮУрГУ</b>           |            |
| Чтв.     |        |          |                            |   | <b>Кафедра графики</b> |            |

Рис. 7.40. Пример выполнения и оформления спецификации (форма «2») для единицы сборочной «Плата» (см. рис. 7.38)

## Раздел 8

### ДЕТАЛИРОВАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ОБЩЕГО ВИДА

**Деталирование** – процесс разработки и выполнения рабочих чертежей деталей по чертежу общего вида.

**Чертеж общего вида** – документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия – ГОСТ 2.119–73.

**Содержание чертежа общего вида.** На чертеже общего вида [5, 10]: **1)** изображают виды, разрезы и сечения изделия, наносят текстовые пояснения и надписи, необходимые для понимания конструктивного устройства изделия, взаимодействия его составных частей и принципа его работы; **2)** указывают наименования (а по возможности и обозначения) составных частей изделия, для которых объясняется принцип работы, приводят технические характеристики, материал и количество тех составных частей изделия, с помощью которых описывается принцип работы изделия, поясняют изображения общего вида и состав изделия; **3)** приводят необходимые размеры, а если требуется, схему изделия и технические характеристики.

**Выполнение чертежа общего вида** – осуществляют с максимальными упрощениями, предусмотренными ГОСТ 2.109–73 на оформление рабочих чертежей и другими стандартами ЕСКД.

**Составные части изделия** (в том числе заимствованные и покупные) – изображают: **1)** на одном листе с общим видом или на отдельных, последующих листах чертежа общего вида; **2)** упрощенно, если при этом понятны его конструктивное устройство, взаимодействие составных частей и принцип работы.

**Наименования и обозначения составных частей изделия** – указывают тремя способами [5, 10]: **1)** на полках линий-выносок, проведенных от деталей на чертеже общего вида; **2)** в таблице, размещаемой на чертеже общего вида; **3)** в таблице, выполняемой на отдельных листах формата **A4** в качестве последующих листов чертежа общего вида.

**Таблица составных частей** – в общем случае состоит из граф «Поз.» (позиция), «Обозначение», «Кол.» (количество), «Доп. Указания» (дополнительные указания), но при необходимости ее дополняют графой «Материал», графой «Наименование» и другими необходимыми графами [5, 10].

**Номера позиций составных частей изделия** (при наличии таблицы) – указывают на полках линий-выносок в соответствии с этой таблицей и с учетом рекомендуемой последовательности [5, 10]: **1)** заимствованные изделия; **2)** покупные изделия; **3)** вновь разрабатываемые изделия.

#### 8.1. Выполнение рабочих чертежей деталей и их аксонометрических проекций по чертежам общего вида

**Исходные условия задания.** Даны различные варианты чертежей общего вида изделий, например, рис. 8.1 с таблицами составных частей, например, рис. 8.2 [4]\*.

\*В учебных целях чертежи общего вида могут быть заменены на чертежи сборочные со спецификациями, например, соответственно рис. 8.3 и рис. 8.4 [6].

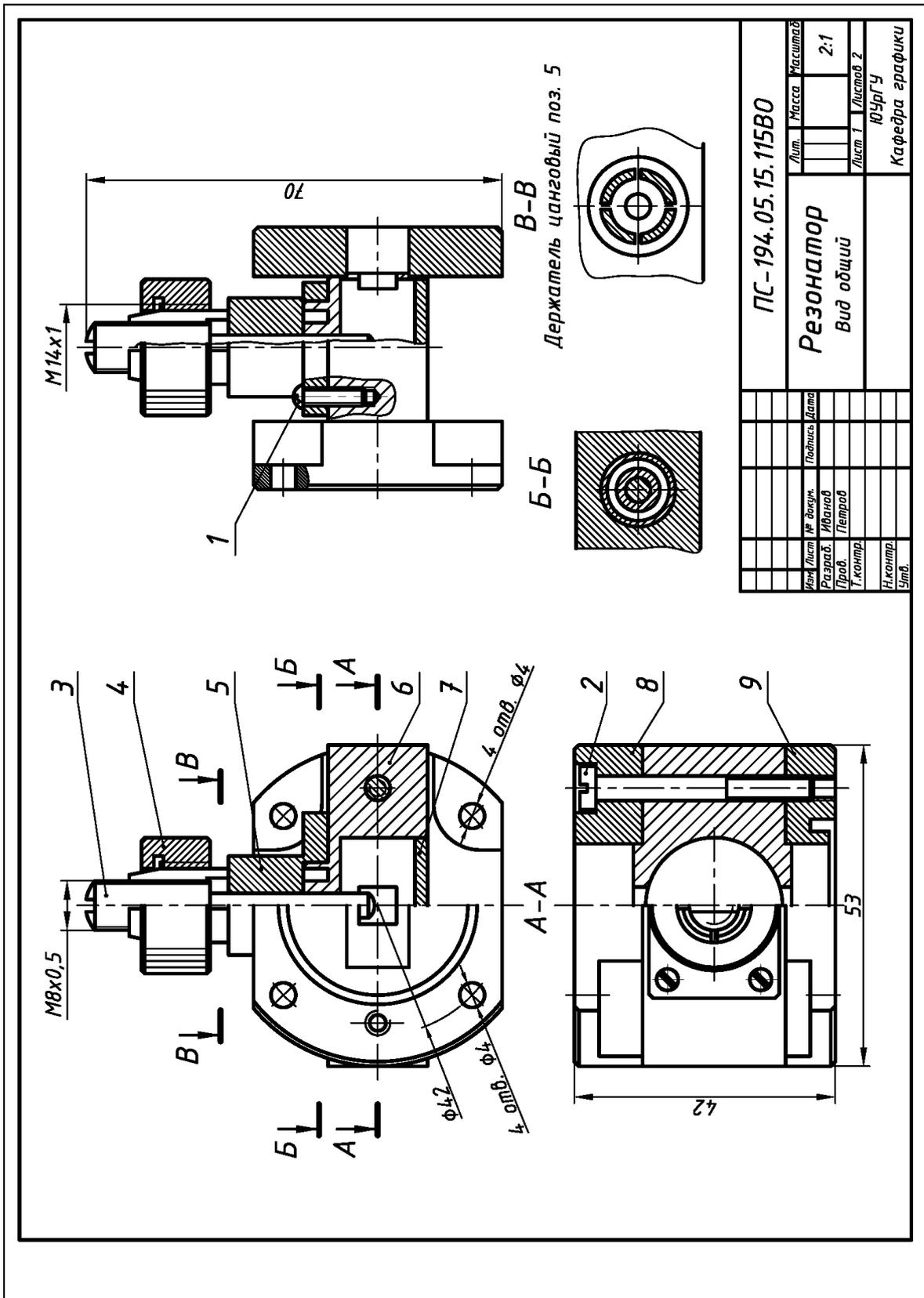


Рис. 8.1. Пример чертежа общего вида изделия «Резонатор», предназначенного для детализации



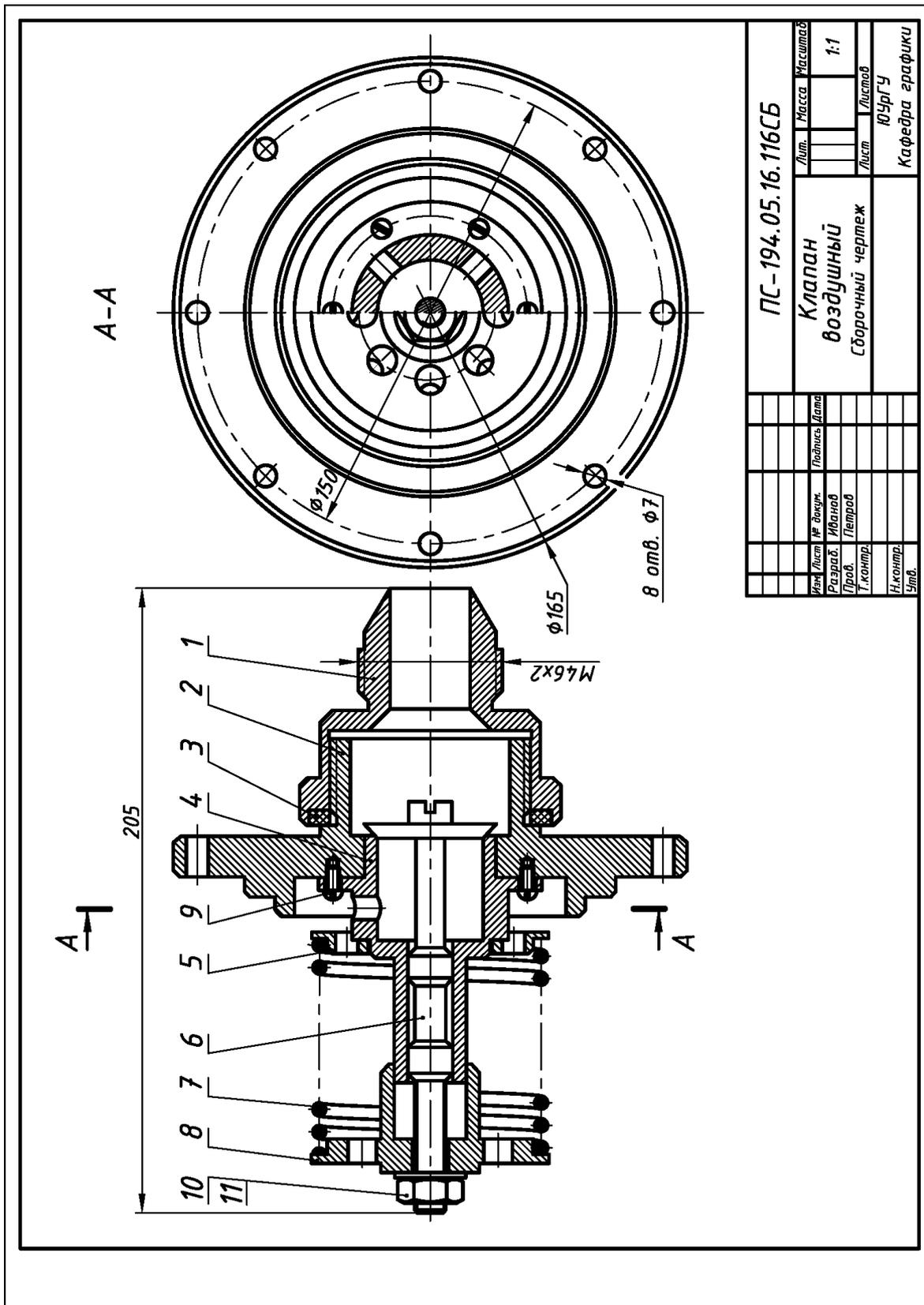


Рис. 8.3. Пример чертежа сборочного исходного изделия «Клапан воздушный», предназначенного для детализования

| Форм.    | Зона   | Поз.     | Обозначение             | Наименование                | Кол             | Примеч.             |
|----------|--------|----------|-------------------------|-----------------------------|-----------------|---------------------|
|          |        |          |                         | <u>Документация</u>         |                 |                     |
| А3       |        |          | ПС-194.05.16.116СБ      | Сборочный чертеж            |                 |                     |
|          |        |          |                         | <u>Детали</u>               |                 |                     |
| А4       | 1      |          | ПС-194.05.16.116.001    | Штуцер                      | 1               |                     |
| А4       | 2      |          | ПС-194.05.16.116.002    | Фланец                      | 1               |                     |
| А4       | 3      |          | ПС-194.05.16.116.003    | Прокладка                   | 1               |                     |
| А4       | 4      |          | ПС-194.05.16.116.004    | Седло                       | 1               |                     |
| А4       | 5      |          | ПС-194.05.16.116.005    | Тарелка 1                   | 1               |                     |
| А4       | 6      |          | ПС-194.05.16.116.006    | Клапан                      | 1               |                     |
| А4       | 7      |          | ПС-194.05.16.116.007    | Пружина                     | 1               | $d=4, n=9$<br>$t=8$ |
| А4       | 8      |          | ПС-194.05.16.116.008    | Тарелка 2                   | 1               |                     |
|          |        |          |                         | <u>Стандартные изделия</u>  |                 |                     |
|          | 9      |          |                         | Винт 2М4-6гх8.58.029        |                 |                     |
|          |        |          |                         | ГОСТ 17473-80               | 6               |                     |
|          | 10     |          |                         | Гайка М10-7Н.5.029          |                 |                     |
|          |        |          |                         | ГОСТ 5915-70                | 2               |                     |
|          | 11     |          |                         | Шайба 10.01.026             |                 |                     |
|          |        |          |                         | ГОСТ 11371-78               | 1               |                     |
|          |        |          | <b>ПС-194.05.16.116</b> |                             |                 |                     |
| Изм.     | Лист   | № докум. | Подпись                 | Дата                        |                 |                     |
| Разраб.  | Иванов |          |                         |                             | Литер           | Лист                |
| Провер.  | Петров |          |                         |                             |                 | Листов              |
| Н.контр. |        |          |                         |                             | ЮУрГУ           |                     |
| Утв.     |        |          |                         |                             | Кафедра графики |                     |
|          |        |          |                         | <b>Клапан<br/>воздушный</b> |                 |                     |

Рис. 8.4. Пример спецификации, прилагаемой к чертежу сборочному изделию «Клапан воздушный» (см. рис. 8.3)

**Содержание задания.** Выполнить в соответствии со своим вариантом задания:

1) рабочие чертежи деталей на листах формата А4 или листах формата А3;

2) чертежи деталей в прямоугольной изометрии на листах формата А4.

**Общий объем чертежей.** Должен соответствовать листу формату А1 (841x594).

**Последовательность выполнения задания.** Исходя из общепринятой практики, процесс детализирования подразделить на два этапа [5, 10]:

1) прочитать чертеж:

а) например, чертеж общего вида, представленный на рис. 8.1;

б) например, чертеж сборочный, представленный на рис. 8.3;

2) выполнить рабочие чертежи деталей и единиц сборочных (если они есть).

**Чтение чертежа общего вида** – процесс определения конструкции, размеров и принципа работы изделия по чертежу [5, 10]:

1) по основной надписи установить название изделия, его массу, масштаб изображения, номер чертежа и организацию, выпустившую чертеж;

2) по текстовой части определить назначение изделия и его размеры;

3) по текстовой части изучить работу изделия;

4) по текстовой части определить порядок сборки и разборки изделия;

5) ознакомится с содержанием и взаимной связью изображений чертежа;

6) ознакомится с содержанием технических требований;

7) по таблице составных частей установить наименование каждой детали и единицы сборочной и определить их местоположение на чертеже;

8) проанализировать и представить (мысленно или в виде эскиза) внешние и внутренние формы изделия в пространстве, например, как на рис. 8.5 и рис. 8.6:

а) определить геометрическую форму и размеры отдельных составных частей;

б) установить способы соединения отдельных деталей, единиц сборочных (если они есть) и их взаимодействие;

в) определить крепежные детали (болты, винты, гайки, шпильки и т.п.);

г) установить перемещения подвижных составных частей изделия.

**Общие требования к выполнению работы** [5, 10]: 1) **главный вид** детали (ее расположение относительно фронтальной плоскости проекций) выбирают на основе общих требований, а не из ее расположения на заданном чертеже; 2) число и содержание изображений детали на ее рабочем чертеже определяют на основе общих требований, при этом и число, и содержание могут не совпадать с заданным чертежом; 3) рабочие чертежи на покупные стандартные изделия (например, болты, винты, гайки, заклепки и т.п.) **не выполняют**; 4) рабочие чертежи на детали соединений неразъемных, которые отдельно не существуют (например, изолирующий материал в изделиях армированных), **не выполняют**, а размеры и другие необходимые данные указывают на чертеже этой единицы сборочной; 5) если не требуется точное построение линий пересечения поверхностей детали, то лекальные кривые заменяют окружностями или их дугами; 6) при определении действительных размеров деталей в учебных чертежах используют обычную арифметическую пропорцию, составными частями которой являются: а) любой размер на чертеже, заданный численно; б) размер конкретной детали, измеренный циркулем; в) общий масштаб изображения изделия, указанный в основной надписи чертежа общего вида; 7) шероховатость поверхностей, и другие технологические требования к готовой детали определяют по изображениям чертежа, техническим требованиям, описанию и условиям работы изделия; 8) наименования деталей, единиц сборочных и их обозначения определяют по таблице составных частей чертежа общего вида или по спецификации чертежа сборочного.

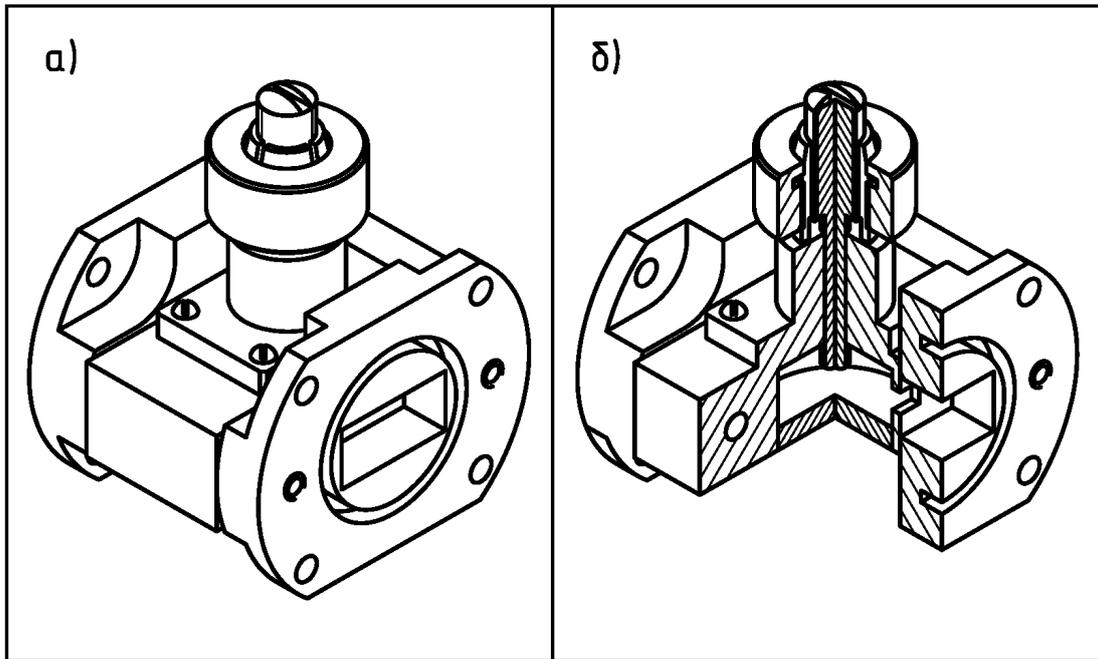


Рис. 8.5. 3D-модель изделия «Резонатор» в соответствии с ее исходным чертежом общего вида (см. рис. 8.1): а) наружная конфигурация; б) разрез

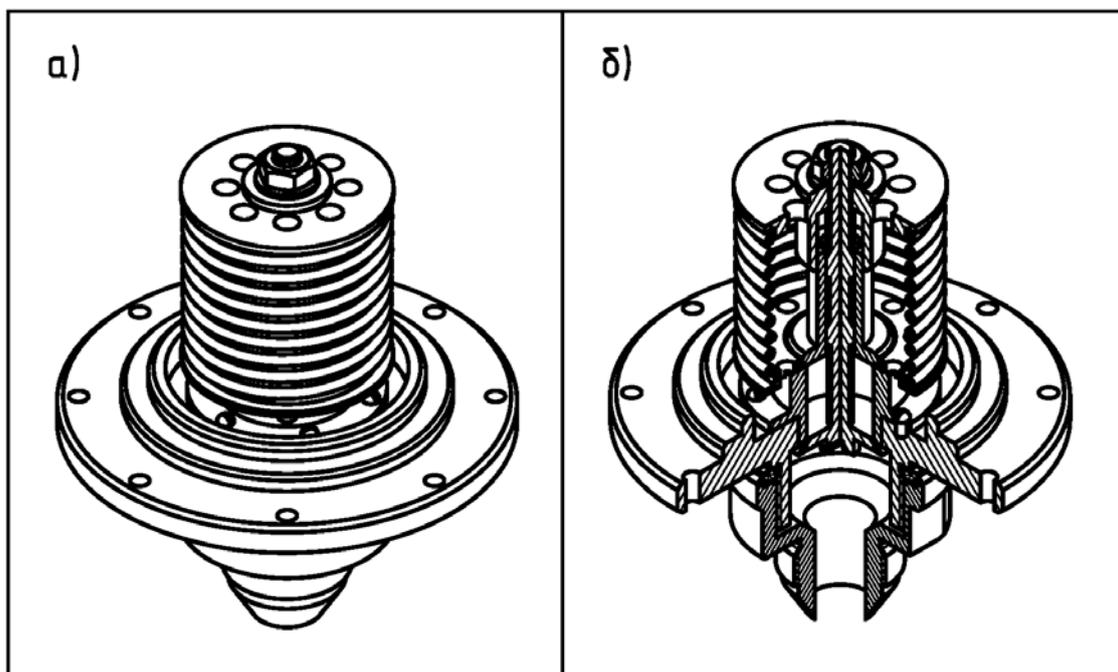


Рис. 8.6. 3D-модель изделия «Клапан воздушный» в соответствии с ее исходным чертежом сборочным (см. рис. 8.3): а) наружная конфигурация; б) разрез

Примеры выполнения и оформления чертежей деталей с чертежа общего вида изделия «Резонатор» (см. рис. 8.1) даны ниже на рис. 8.7, рис. 8.8 и рис. 8.9.

Примеры выполнения и оформления деталей с чертежа сборочного изделия «Клапан воздушный» (см. рис. 8.3) даны ниже на рис. 8.10, рис. 8.11 и рис. 8.12.

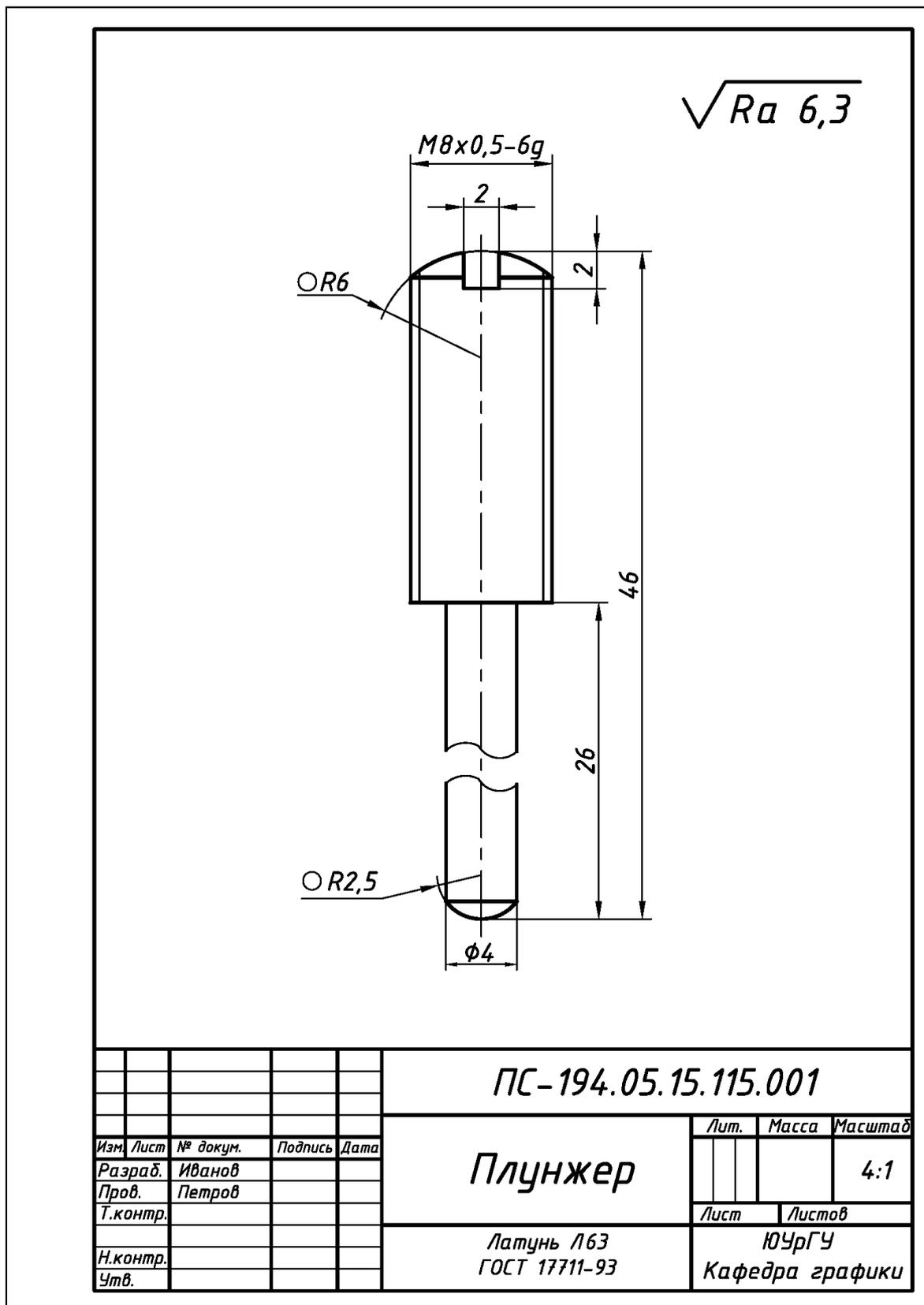


Рис. 8.7. Пример выполнения и оформления рабочего чертежа детали «Плунжер» (поз. 3), входящей в состав чертежа общего вида изделия «Резонатор» (см. рис. 8.1)

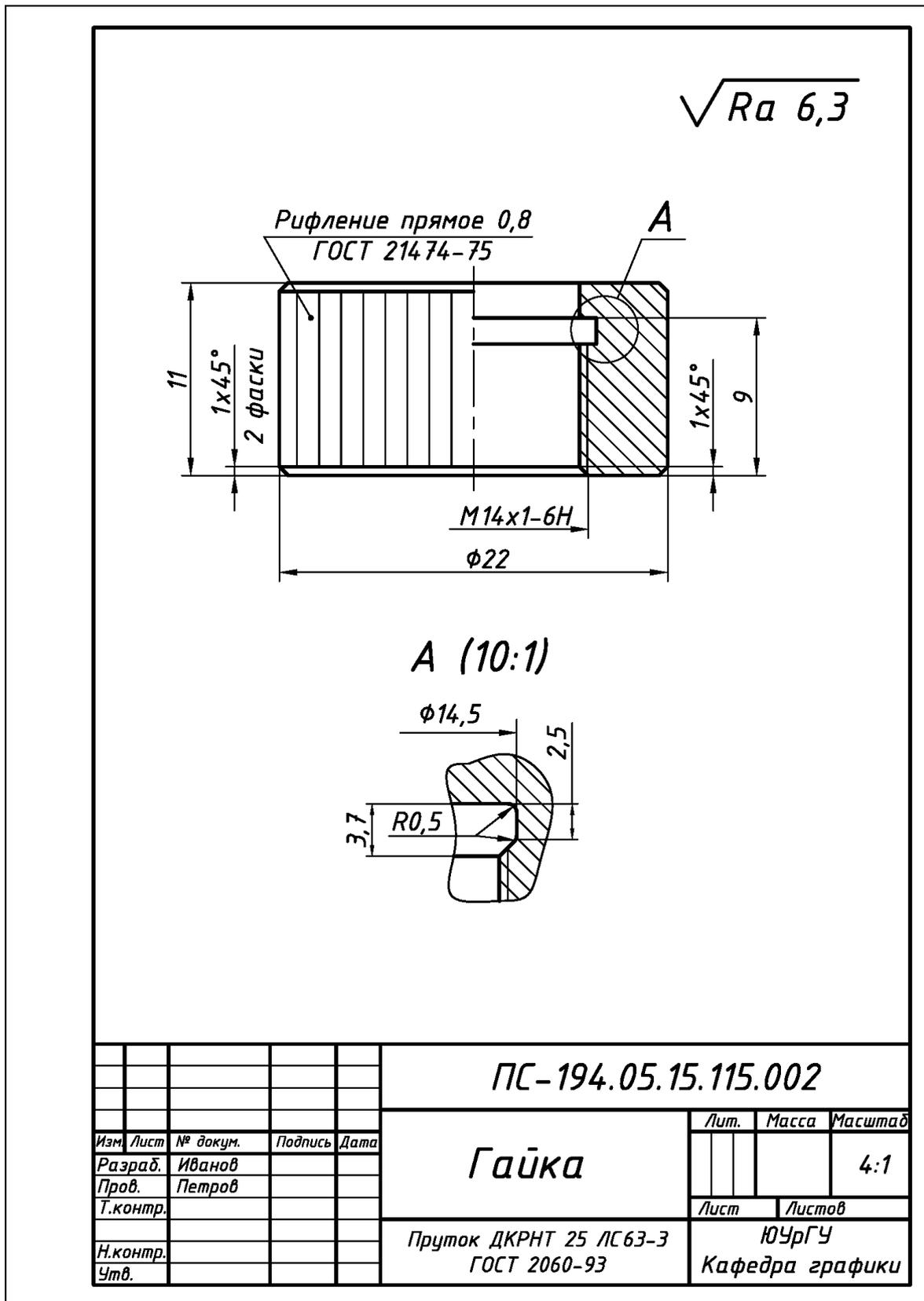
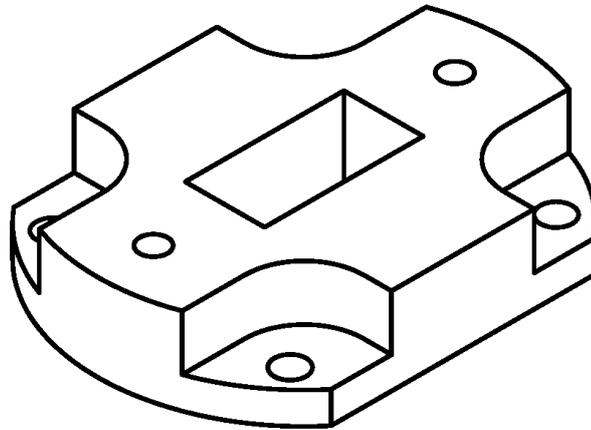
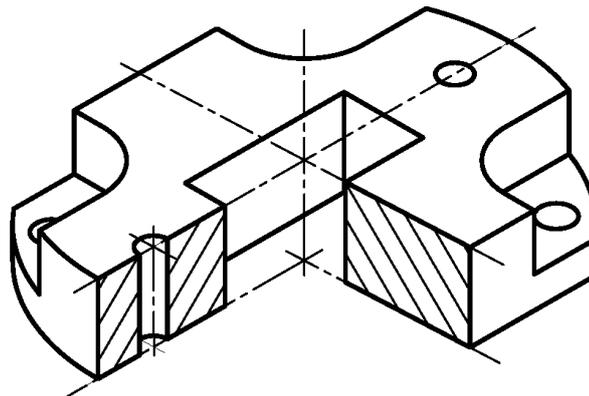


Рис. 8.8. Пример выполнения и оформления рабочего чертежа детали «Гайка» (поз. 4), входящей в состав чертежа общего вида изделия «Резонатор» (см. рис. 8.1)

*Изометрия прямоугольная*



*Изометрия прямоугольная с вырезом*



|                 |               |                 |                |             |  |               |                |
|-----------------|---------------|-----------------|----------------|-------------|--|---------------|----------------|
|                 |               |                 |                |             | <i>ПС-194.05.15.115.006</i>            |               |                |
| <i>Изм.</i>     | <i>Лист</i>   | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | <i>3D-модель детали<br/>"Фланец 1"</i> |               |                |
| <i>Разраб.</i>  | <i>Иванов</i> |                 |                |             |  |               |                |
| <i>Пров.</i>    | <i>Петров</i> |                 |                |             | <i>Лит.</i>                            | <i>Масса</i>  | <i>Масштаб</i> |
| <i>Т.контр.</i> |               |                 |                |             |  |               |                |
| <i>Н.контр.</i> |               |                 |                |             | <i>Лист</i>                            | <i>Листов</i> |                |
| <i>Утв.</i>     |               |                 |                |             | <i>ЮУрГУ<br/>Кафедра графики</i>       |               |                |

Рис. 8.9. Пример выполнения и оформления изометрии прямоугольной детали «Фланец 1» (поз. 8), входящей в состав чертежа общего вида изделия «Резонатор» (см. рис. 8.1)

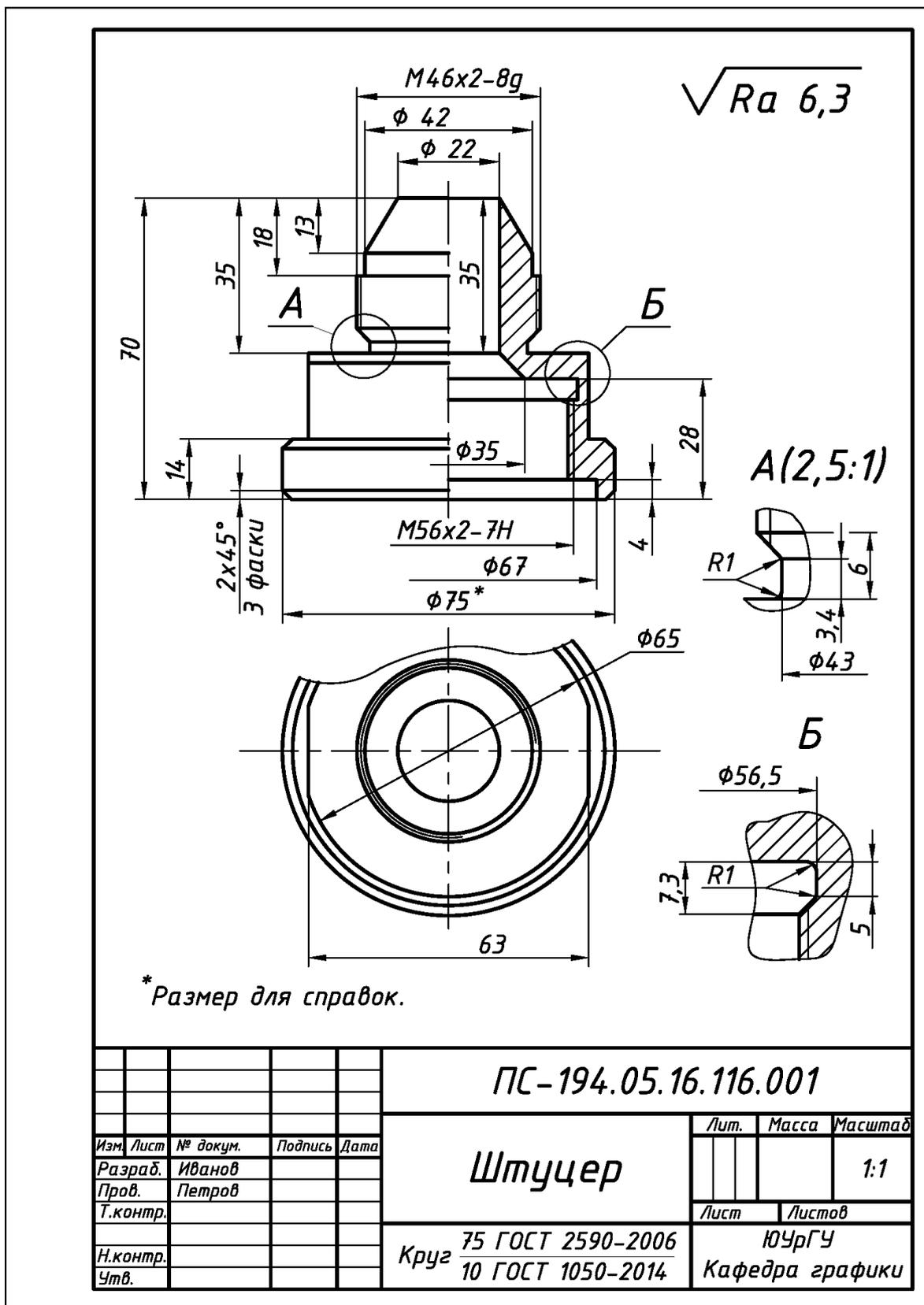


Рис. 8.10. Пример выполнения и оформления рабочего чертежа детали «Штуцер» (поз. 1), входящей в состав чертежа сборочного изделия «Клапан воздушный» (см. рис. 8.3)

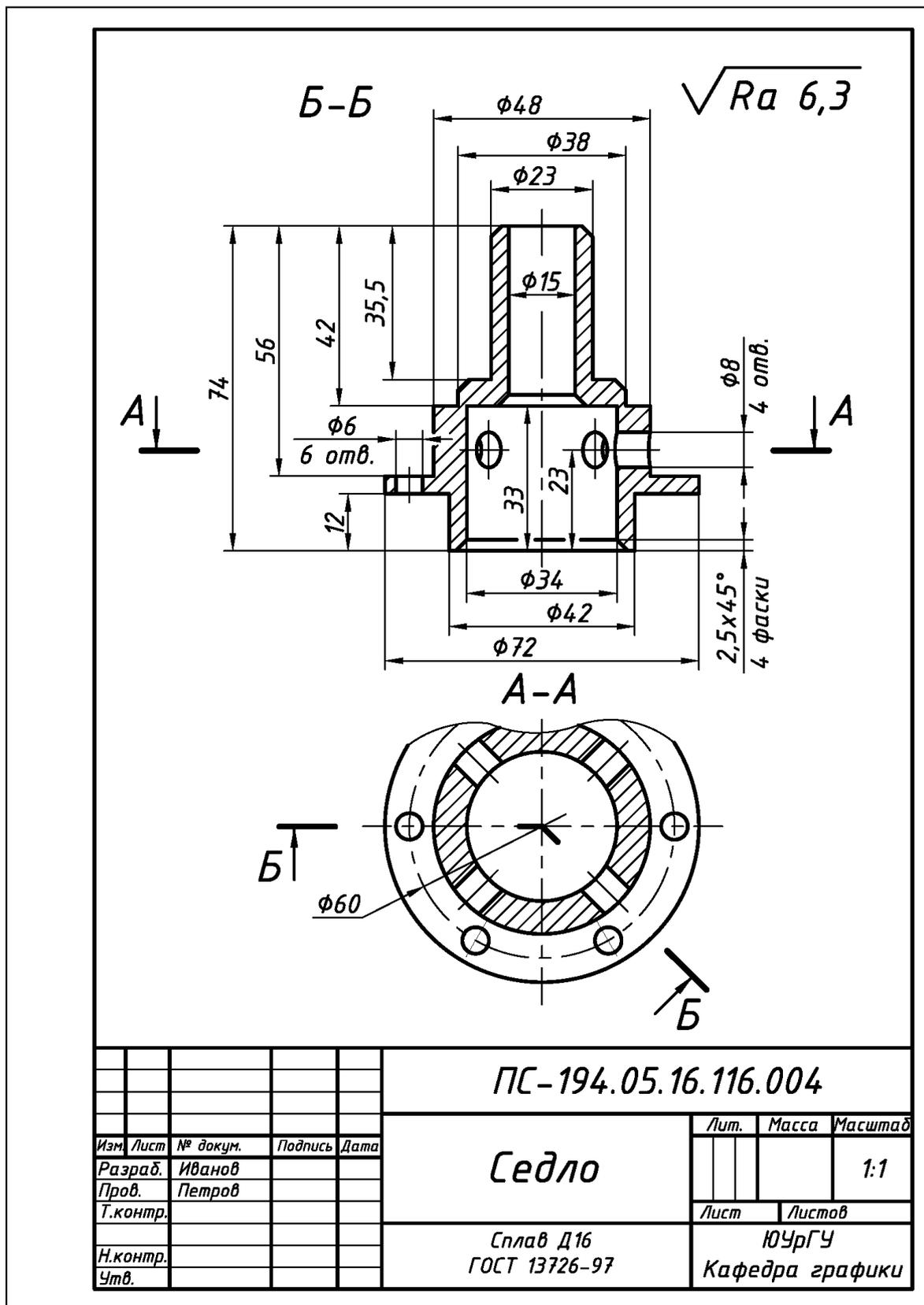
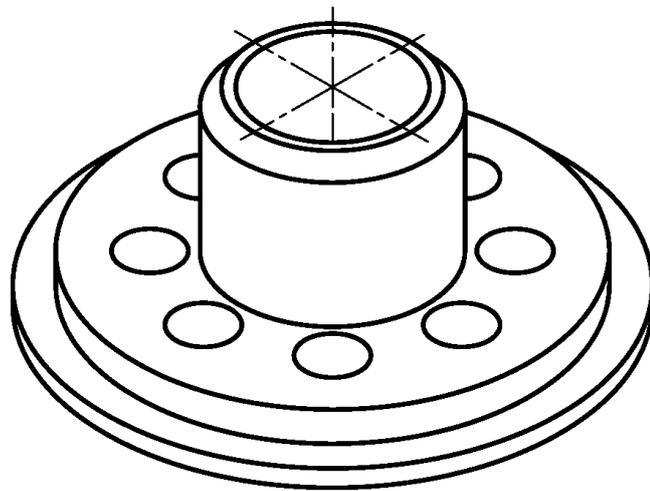
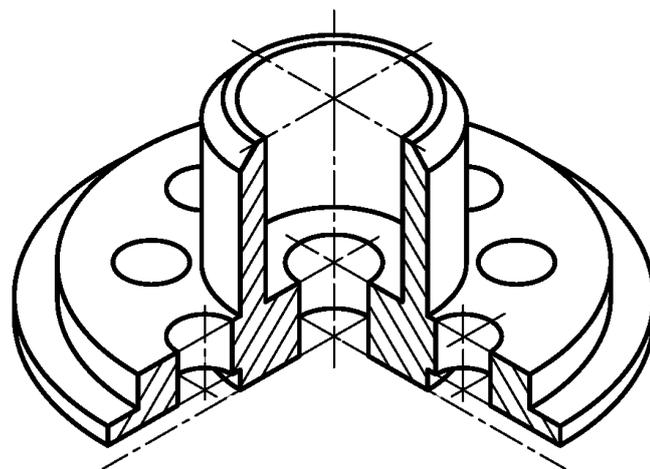


Рис. 8.11. Пример выполнения и оформления рабочего чертежа детали «Седло» (поз. 4), входящей в состав чертежа сборочного изделия «Клапан воздушный» (см. рис. 8.3)

*Изометрия прямоугольная*



*Изометрия прямоугольная с вырезом*



|                 |               |                 |                |             |   |               |  |
|-----------------|---------------|-----------------|----------------|-------------|---|---------------|--|
|                 |               |                 |                |             | <b>ПС-194.05.16.116.008</b>             |               |  |
| <i>Изм.</i>     | <i>Лист</i>   | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | <b>3D-модель детали<br/>"Тарелка 2"</b> |               |  |
| <i>Разраб.</i>  | <i>Иванов</i> |                 |                |             |   |               |  |
| <i>Пров.</i>    | <i>Петров</i> |                 |                |             |   |               |  |
| <i>Т.контр.</i> |               |                 |                |             |   |               |  |
| <i>Н.контр.</i> |               |                 |                |             | <i>Лист</i>                             | <i>Листов</i> |  |
| <i>Утв.</i>     |               |                 |                |             | <b>ЮУрГУ<br/>Кафедра графики</b>        |               |  |

Рис. 8.12. Пример выполнения и оформления изометрии прямоугольной детали «Тарелка 2» (поз. 8), входящей в состав чертежа сборочного изделия «Клапан воздушный» (см. рис. 8.3)

## 8.2. Расчет параметров и оформление глухих резьбовых отверстий под винты в деталях чертежей общего вида

В приборостроении помимо неразъемных соединений (см. подраздел 7.2) широкое применение находят разъемные соединения [4, 5, 10, 11, 13]. Одним из видов таких соединений является винтовое соединение.

**Винтовое соединение** – соединение деталей, осуществляемое с помощью винта, ввинчиваемого в одну из скрепляемых деталей, например, рис. 8.13.

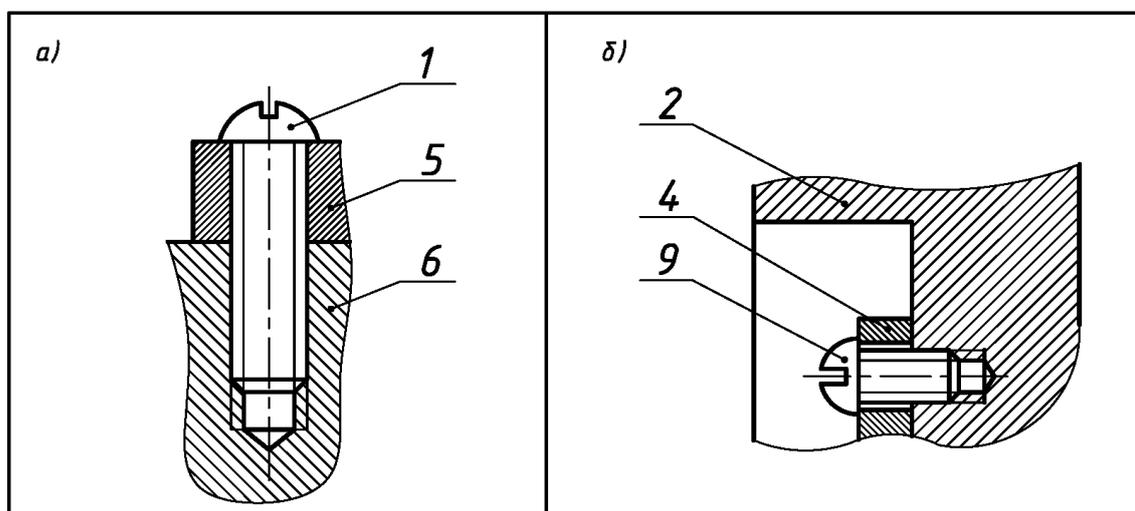


Рис. 8.13. Элементы винтовых соединений деталей:

- а) на чертеже изделия «Резонатор» (исходные данные – см. рис. 8.1);  
б) на чертеже изделия «Клапан воздушный» (исходные данные – см. рис. 8.3)

**Винт** (от нем. *Gewinde* – нарезка, резьба, через польск. *gwint*) – деталь разъемного резьбового соединения, состоящая из цилиндрического стержня с нанесенной резьбой, и головки, приспособленной для завинчивания отверткой.

**Глухое резьбовое отверстие в детали** – не сквозное отверстие с резьбой, в которое ввинчивается винт (см. рис. 8.13).

**Задачи инженерной графики.** В инженерной графике при использовании в изделиях винтовых соединений решают две разные задачи:

**1) прямая задача** – рассчитать винтовое соединение и оформить техническую документацию на изделие с указанием (в том числе) условного обозначения винта в таблице составных частей чертежа общего вида или в спецификации чертежа сборочного;

**2) обратная задача** – по технической документации на изделие и условному обозначению винта в таблице составных частей чертежа общего вида или в спецификации чертежа сборочного рассчитать параметры глухого резьбового отверстия в детали и оформить на нее рабочий чертеж.

**Обратную задачу** используют при детализировании чертежей общего вида и при их замене в учебном процессе на чертежи сборочные.

### **Расчет параметров глухого резьбового отверстия.**

Расчет параметров глухого резьбового отверстия осуществляют на основе:

**1)** технической документации на изделия; **2)** табличных данных (см. Приложение 9 и 11); **3)** табличных данных (табл. 8.1).

**Пример расчета и оформления №1.** Согласно данным технической документации на изделие «Резонатор» (см. рис. 8.1) «Винт» (поз. 1) ввинчивается в деталь «Корпус» (поз. 6) из стали 20, имеет длину 10 мм, наружный диаметр резьбы  $d=3$  мм (см. рис. 8.2) с крупным шагом  $P=0,5$  мм (см. Приложение 9), среднего класса точности с полем допуска 6g (см. Приложение 11).

Расчет параметров глухого резьбового отверстия

Глубина нарезки резьбы в отверстии:  $L_p = L_v + x = d + x = 3 + 3 = 6$  мм.

Глубина сверленного отверстия:  $L_o = L_p + a = 6 + 1,5 = 7,5$  мм.

Размер фаски в отверстии:  $z = 0,5 \times 45^\circ$ .

Резьба в отверстии:  $d = 3$  мм – среднего класса точности, с полем допуска 6H.

Оформление глухого резьбового отверстия на рабочем чертеже детали

Элементы резьбового отверстия представлены на рис. 8.14 «а».

**Пример расчета и оформления №2.** Согласно данным технической документации на изделие «Клапан воздушный» (см. рис. 8.3) «Винт» (поз. 9) ввинчивается в деталь «Фланец» (поз. 2) из стали класса прочности 58, имеет длину 8 мм, наружный диаметр резьбы  $d=4$  мм (см. рис. 8.4) с крупным шагом  $P=0,7$  мм (см. Приложение 9), среднего класса точности с полем допуска 6g (см. Приложение 11).

Расчет параметров глухого резьбового отверстия

Глубина нарезки резьбы в отверстии:  $L_p = L_v + x = d + x = 4 + 3 = 7$  мм.

Глубина сверленного отверстия:  $L_o = L_p + a = 7 + 2 = 9$  мм.

Размер фаски в отверстии:  $z = 0,5 \times 45^\circ$ .

Резьба в отверстии:  $d = 4$  мм – среднего класса точности, с полем допуска 6H.

Оформление глухого резьбового отверстия на рабочем чертеже детали

Элементы резьбового отверстия представлены на рис. 8.14 «б».

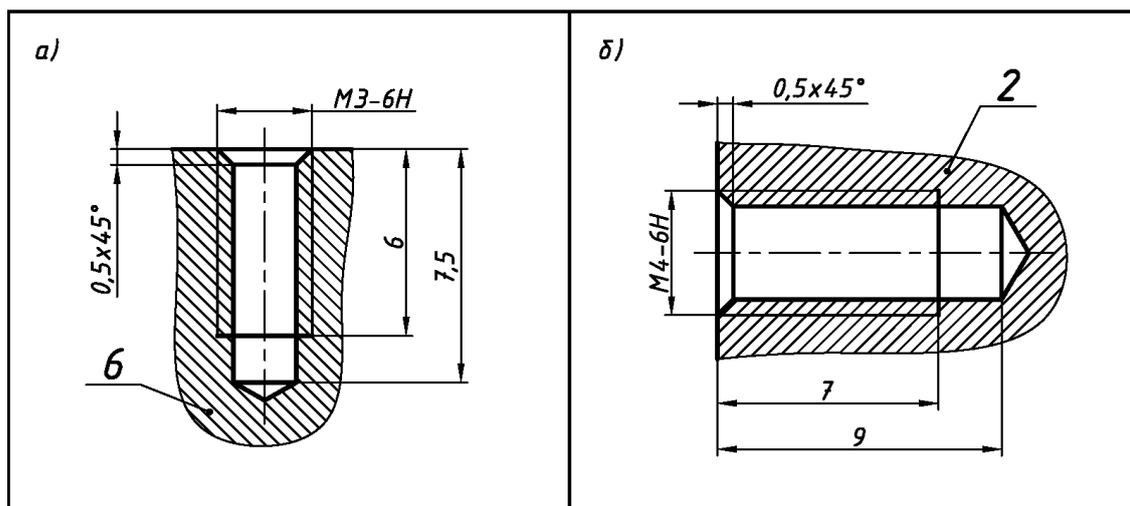


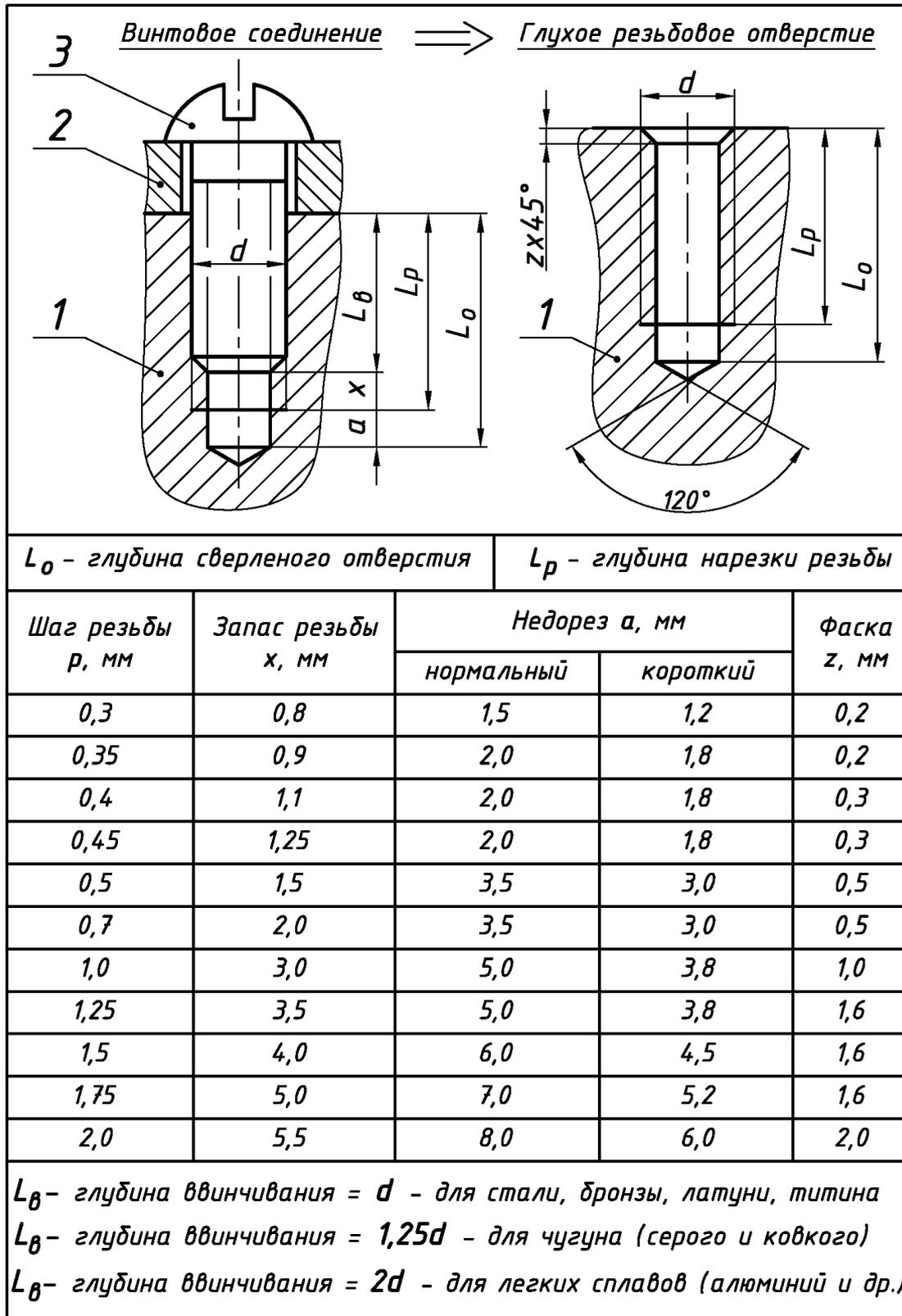
Рис. 8.14. Примеры оформления глухих резьбовых отверстий под винты:

а) в детали «Корпус» поз. 6 (исходные данные – см. рис. 8.1);

б) в детали «Фланец» поз. 2 (исходные данные – см. рис. 8.3)

Таблица 8.1

Исходные данные для расчета параметров глухого резьбового отверстия под винты. Извлечение из ГОСТ 10549–80 и ГОСТ 12876–70



## Раздел 9

### ЧЕРТЕЖИ СХЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ

**Схема** – графический конструкторский документ, на котором составные части изделия и связи между ними показывают в виде условных графических изображений или обозначений (УГО).

**Элемент схемы** – неделимая составная часть, выполняющая определенную функцию в изделии и имеющая самостоятельное назначение.

**Схема электрическая принципиальная** – графический конструкторский документ, отображающий составные части изделия электротехнического назначения и связи между ними.

Общие правила выполнения схем электрических принципиальных установлены ГОСТ 2.701–2008 и ГОСТ 2.702–2011. Данный вид схем с учетом их назначения имеет код классификации **ЭЗ**. Буква **Э** – вид схемы (электрическая), цифра **З** (три) – тип схемы (принципиальная).

Для определения состава элементов схемы электрической принципиальной и сведений о них на отдельных листах формата А4 выполняют **перечень элементов**.

**Перечень элементов** – текстовый документ (ГОСТ 2.104–2006). Для данного вида схем с учетом их назначения перечень элементов имеет код классификации **ПЭЗ**. Буква **П** – наименование текстового документа (перечень), буква **Э** – вид схемы (электрическая), а цифра **З** (три) – тип схемы (принципиальная).

**Исходные условия задания.** Даны различные варианты схем электрических принципиальных из реальных изделий приборостроения в **форме чертежей-заготовок** с прилагаемыми к ним **таблицами исходных данных**, например:

1) вариант чертежа-заготовки схемы, в которой элементы схем обозначены прямоугольниками, например, рис. 9.1;

2) таблица исходных данных к чертежу-заготовке, в которой позиционные обозначения соответствуют элементам схем заготовок, например, табл. 9.1.

**Содержание задания.** Выполнить в соответствии со своим вариантом задания:

1) схему электрическую принципиальную на листе формате **А3** (см. Приложение 1);

2) перечень элементов к схеме электрической принципиальной на одном, двух или более листах форматах **А4** (см. Приложение 1).

**Требования к оформлению схем электрических принципиальных [7]:**

1) на формате **А3** вычертить рамку в соответствии с ГОСТ 2.301–68 (см. Приложение 1) и основную надпись в соответствии с ГОСТ 2.104–2006 **формы «1»** (см. Приложение 2);

2) основную надпись (см. Приложение 2) выполнить чертежным шрифтом в соответствии с ГОСТ 2.304–81 (см. Приложение 5):

**а)** в графе «*Наименование*» указать наименование изделия, начиная с имени существительного, например, *Анализатор сигнатурный, Усилитель мощности звуковой частоты* и т. п.;

**б)** в графе «*Наименование*» (под наименованием изделия и шрифтом на один-два размера меньшим) указать название схемы – *Схема электрическая принципиальная*;

**в)** используя упрощенный классификатор обозначения изделий, принятый на кафедре графики ЮУрГУ [7], в верхней части указать обозначение схемы (рис. 9.2);

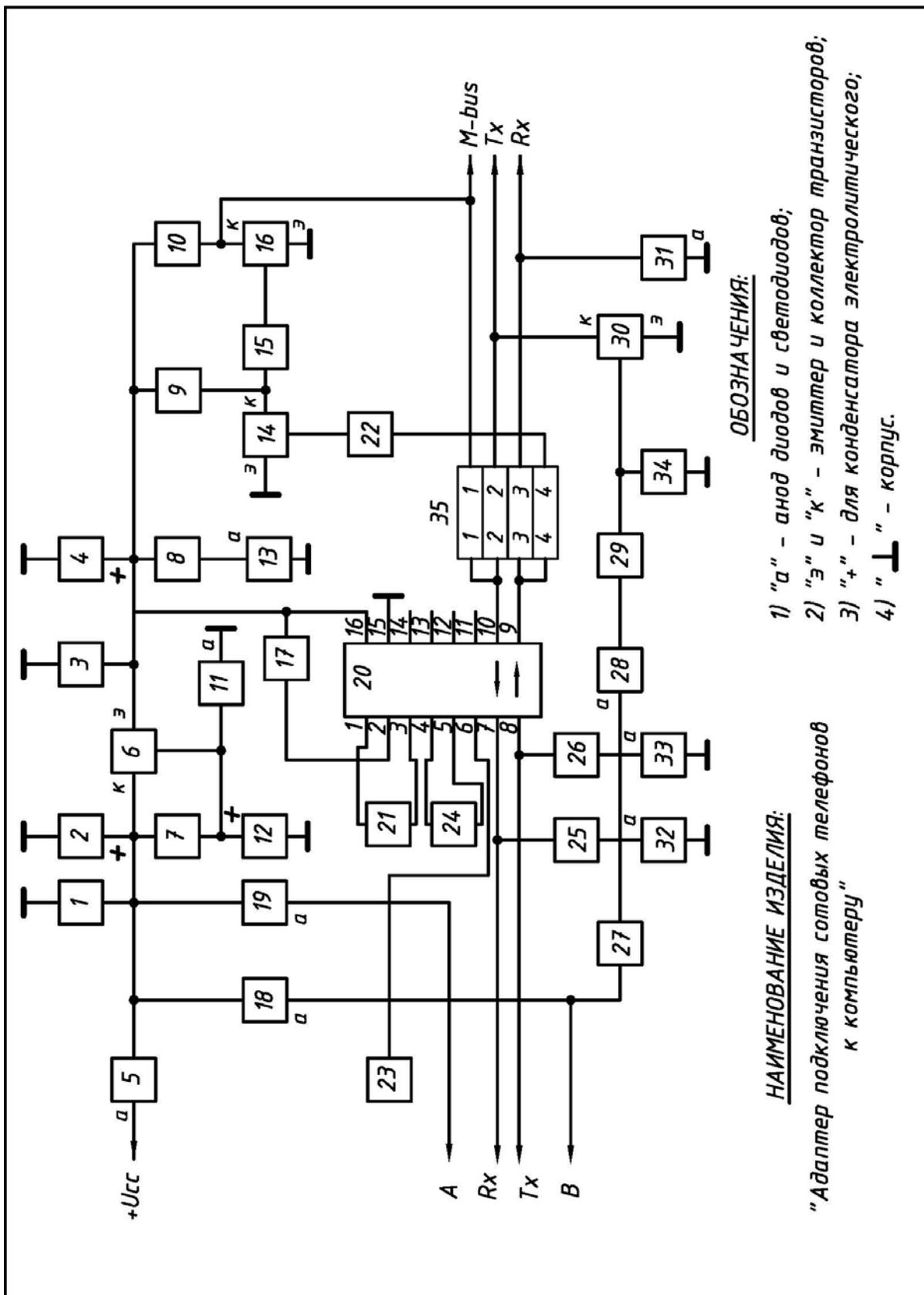


Рис. 9.1. Вариант-заготовка задания «Схема электрическая принципиальная»

**Исходные данные к варианту-заготовке задания  
«Схема электрическая принципиальная»**

| <i>Наименование изделия</i>    | <i>Адаптер подключения сотовых телефонов к компьютеру</i>   |             |
|--------------------------------|---|-------------|
| <i>Назначение изделия</i>      | <i>Предназначено для замены программного обеспечения сотового телефона путем преобразования уровней сигналов обмена телефона и СОМ-порта компьютера</i> |             |
| <i>Позиционные обозначения</i> | <i>Наименование элементов схемы</i>   | <i>Кол.</i> |
| 1,3,17,21,23,24                | Конденсаторы К50-17-25В-0,1 мкФ   | 6           |
| 2,4                            | Конденсаторы К50-68-25В-100 мкФ   | 2           |
| 5,18,19,28                     | Диоды 1N4148  | 4           |
| 6,14,16,30                     | Транзисторы ВС548   | 4           |
| 7                              | Резистор МЛТ-2-680 Ом   | 1           |
| 8,25,26                        | Резисторы МЛТ-0,25-1 кОм  | 3           |
| 9,10,29                        | Резисторы МЛТ-0,5-4,7 кОм   | 3           |
| 11                             | Стабилитрон КС510А  | 1           |
| 12                             | Конденсатор К50-16-25В-10 мкФ   | 1           |
| 13                             | Светодиод КИПД36Г-Л зеленый   | 1           |
| 15,22                          | Резисторы МЛТ-0,25-10 кОм   | 2           |
| 20                             | Микросхема МАХ232   | 1           |
| 27                             | Выключатель однополюсный МТ 1   | 1           |
| 31                             | Стабилитрон КС210Б  | 1           |
| 32                             | Светодиод КИПД36Г-Л красный   | 1           |
| 33                             | Светодиод КИПД36Г-Л желтый  | 1           |
| 34                             | Резистор МЛТ-0,25-56 кОм  | 1           |
| 35                             | Переключатель штыревой 4-контактная съемная   | 1           |
|                                |   |             |
| <i>Вход</i>                    | <i>Разъем штыревой 2-контактный МРН-2Ш</i>  | <i>1</i>    |
|                                | <i>Разъем штыревой 5-контактный МРН-5Ш</i>  | <i>1</i>    |
| <i>Выход</i>                   | <i>Разъем штыревой 4-контактный МРН-4Ш</i>  | <i>1</i>    |
|                                |   |             |
| <i>Возможные замены</i>        | 1. Диоды VD1, VD1, VD3 и VD5 - на КД512.<br>2. Светодиоды HL1, HL2 и HL3 - на любые из серии АЛ307.<br>3. Переключку ХS - на любую малогабаритную.      |             |

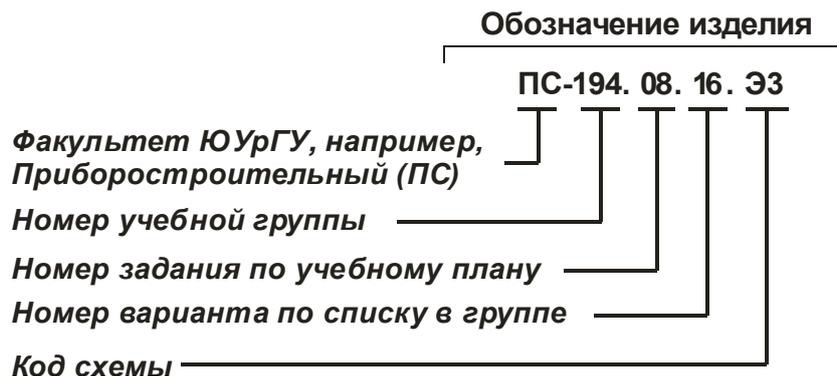


Рис. 9.2. Упрощенный классификатор обозначения схем

3) недостающие элементы схем в варианте-заготовке, обозначенные прямоугольниками, заменить на **УГО** – условные графические обозначения (см. Приложение 25) в соответствии с их номерами из таблицы исходных данных:

а) учесть, что любые виды схем изображают без масштаба, поэтому при изображении **УГО** использовать только пропорциональное изменение размеров всех элементов одновременно в большую или меньшую сторону;

б) для всех **УГО** использовать сплошную основную линию в соответствии с ГОСТ 2.303–68 толщиной **0,3...0,5 мм** (см. Приложение 3);

4) характеристики входных и выходных цепей (в виде текстовых наименований, например, «**Вход**», «**Смещение**», «**Корпус**», «**Увх**», «**Выход**» и другие), а также их параметры (в виде цифровых значений, например, «**+9 В**», «**~220 В**» и другие) занести в графу «**Цепь**» таблицы выводов (рис. 9.3):

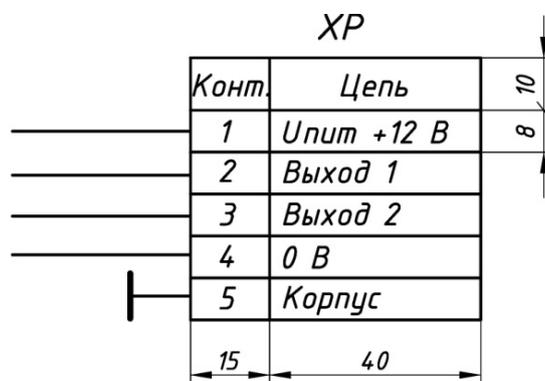


Рис. 9.3. Таблица выводов (обозначение, размеры и пример заполнения)

а) заголовки таблиц выводов выполнить шрифтом **5** (см. Приложение 5);

б) характеристики входных и выходных цепей выполнить шрифтом **3,5** или **5**;

в) в таблицы выводов **не заносить** текстовые надписи, относящиеся к типу пояснительных или необходимых для сборки изделий, например, «**К выводу 14 DD1, DD2**» – они должны присутствовать на схеме и выполняться шрифтом **3,5** или **5**;

г) количество контактов в графе «**Конт.**» должно соответствовать количеству контактов в штыревых разъемах изделий, указанных в таблице исходных данных;

д) в таблицу выводов **не заносить** надпись «**Корпус**» и его обозначение, если характеристики входных и выходных цепей, имеющие текстовые надписи по типу:

«Телефонная линия», «К термораре» и другие им подобные, не относятся непосредственно к данному изделию и имеют целью подключение к другим изделиям;

е) при необходимости (для удобства компоновки схемы) таблицу выводов разделить на отдельные части, разместить их в разных местах схемы и присвоить им одинаковые позиционные обозначения по типу *XPI.1*, *XPI.2* и т. п.;

5) УГО схемы и таблицы выводов распределить **равномерно** по полю чертежа. Учесть, что при наличии большого числа УГО расстояние между ними (в соответствии с требованиями по плотности компоновки) должно быть не менее **8...15 мм**;

б) УГО и таблицы выводов соединить горизонтальными и вертикальными линиями электрической связи с наименьшим количеством изломов и пересечений:

а) места соединения линий связи обозначить точкой диаметром **0,5...0,8 мм**;

б) обеспечить расстояние от точки пересечения, разветвления или излома линий связи до контура элементов (в соответствии с требованиями по плотности компоновки) не менее **3...5 мм**;

в) подводку линий связи к таблицам выводов произвести с **левой стороны**, а их возможное **пересечение избежать** путем манипулирования номерами и последовательностью размещения контактных разъемов в самих таблицах выводов;

7) на все УГО схемы и таблицы выводов нанести **горизонтально** позиционные обозначения, состоящие из буквенного кода (в соответствии с данными табл. 9.2) и порядкового номера:

а) заглавными латинскими буквами с цифрами шрифтом **3,5** или **5**;

б) порядковые номера присвоить, начиная с единицы, в пределах группы элементов одного вида и имеющих одинаковую первую букву, например, для конденсаторов *C1*, *C2*, *C3*, для транзисторов – *VT1*, *VT2*, *VT3* и т.д. и т.п.;

Таблица 9.2

**Основные буквенные коды для обозначения наиболее распространенных УГО схем электрических принципиальных (извлечение из ГОСТ 2.710–81)**

| Первая буква кода | Группа видов элементов                                  | Двух и трех буквенный код           | Вид элемента                                  |
|-------------------|---|-------------------------------------|---|
| 1                 | 2   | 3                                   | 4   |
| <i>A</i>          | Усилители, устройства                                   |                                     |   |
| <i>B</i>          | Преобразователи неэлектрических величин в электрические | <i>BA</i><br><i>BL</i><br><i>BM</i> | Громкоговоритель<br>Фотоэлемент<br>Микрофон   |
| <i>C</i>          | Конденсаторы  |                                     |   |
| <i>D</i>          | Схемы интегральные                                      | <i>DA</i><br><i>DD</i>              | Схема аналоговая<br>Схема цифровая            |
| <i>E</i>          | Элементы разные   | <i>EK</i><br><i>EL</i>              | Элемент нагревательный<br>Лампа осветительная |
| <i>F</i>          | Разрядники, предохранители, устройства защитные         |                                     |   |

Окончание табл. 9.2

|          |  |   |   |
|----------|--|---|---|
| <b>G</b> | Источники питания, элементы гальванические, генераторы | <b>GB</b>   | Батарея элементов   |
| <b>H</b> | Устройства индикационные, сигнальные                   | <b>HL</b><br><b>HLG</b><br><b>HLR</b><br><b>HLW</b> | Прибор световой сигнализации<br>Лампа сигнальная зеленая. То же, красная.<br>То же, белая |
| <b>K</b> | Реле, контакторы, пускатели                            | <b>KK</b><br><b>KT</b><br><b>KV</b>                 | Реле электротепловое<br>Реле времени<br>Реле напряжения                                   |
| <b>L</b> | Катушки индуктивности, дроссели                        |   |   |
| <b>M</b> | Двигатели  |   |   |
| <b>P</b> | Приборы измерительные                                  | <b>PA</b><br><b>PF</b><br><b>PV</b>                 | Амперметр<br>Частотомер<br>Вольтметр  |
| <b>Q</b> | Выключатели и разъединители в силовых цепях            |   |   |
| <b>R</b> | Резисторы  |   |   |
| <b>S</b> | Устройства коммутационные в цепях управления           | <b>A</b><br><b>B</b>                                | Выключатель<br>Выключатель кнопочный  |
| <b>T</b> | Трансформаторы   |   |   |
| <b>U</b> | Преобразователи электрических величин в электрические  | <b>UG</b><br><b>UF</b>                              | Блок питания<br>Преобразователь частоты   |
| <b>V</b> | Приборы электровакуумные, полупроводниковые            | <b>VD</b><br><b>VL</b><br><b>VT</b><br><b>VS</b>    | Диод, стабилитрон<br>Прибор электровакуумный<br>Транзистор<br>Тиристор                    |
| <b>W</b> | Антенны  | <b>WA</b>   | Электрические<br>Магнитные  |
| <b>X</b> | Соединения контактные                                  | <b>XP XS</b><br><b>X</b>                            | Штырь. Гнездо<br>Соединение разборное   |
| <b>Y</b> | Устройства механические с электромагнитным приводом    | <b>YA</b><br><b>YB</b><br><b>YC</b>                 | Электромагнит<br>Тормоз с электромагнитным приводом<br>То же, муфта                       |
| <b>Z</b> | Резонаторы   | <b>ZQ</b>   | Кварцевые<br>Пьезокерамические  |

в) для интегральных микросхем, в которых **несколько однотипных элементов** заключены в одном корпусе, а на схеме (из условий удобства компоновки) изображены разнесенными, позиционные обозначения проставить по типу: **DD1.1, DD1.2** (одна цифровая микросхема **DD1** содержит два элемента) или **DD2.1, DD2.2, DD2.3, DD2.4** (одна цифровая микросхема **DD2** содержит четыре элемента);

г) порядковые номера **не присваивать**, если в схеме содержится только один элемент данного вида, например, если одна катушка индуктивности – то только **L**;

д) расположить позиционные обозначения **сверху** и одновременно (по возможности) **справа** по отношению к УГО, а в пределах одной группы элементов – **сверху вниз** и в направлении **слева направо**;

е) при наличии в варианте задания (или при необходимости) для интегральных аналоговых и цифровых микросхем указать цифрами **номера входов** (слева от основного поля УГО) и **номера выходов** (справа от основного поля УГО) шрифтом **3,5** или **5**.

**Требования к оформлению перечня элементов [7]:**

1) оформить в виде таблицы (рис. 9.4) с основной надписью на заглавном листе **формы «2»** (рис. 9.5), а на всех последующих листах – **формы «2а»** (рис. 9.6);

2) заполнить таблицу (см. рис. 9.4) сверху вниз, оставляя незаполненными первую и последнюю строчки как на заглавном, так и на всех последующих листах, а также между отдельными группами элементов, при этом:

а) одноименные элементы схемы объединить в отдельные группы, например, **Конденсаторы, Резисторы** и т.п., если каждый из них в схеме не один;

б) каждой из групп присвоить собственное наименование на русском языке и занести в графу «*Наименование*», например, **Конденсаторы, Резисторы** и т.п.;

в) обозначение элементов схемы в группах произвести заглавными буквами латинского алфавита и занести в графу «*Поз. обозначение*», например, **C, R, VD, VT**;

| Поз. обознач | Наименование      | Кол. | Примеч. |
|--------------|-------------------|------|---------|
|              | Конденсаторы      |      |         |
| C1, C2       | К50-16-50В-47 мкФ | 2    |         |

Рис. 9.4. Табличная форма перечня элементов и пример ее заполнения

г) группы элементов в графе «*Поз. обозначение*» расположить в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений **A, B, C, D...**;

д) в пределах каждой группы в графе «*Поз. обозначение*» элементы расположить по возрастанию их порядкового номера, например, в группе конденсаторы – **C1, C2**, в группе резисторы – **R1, R2** и т.п.;

е) элементы одного типа с одинаковыми параметрами и с последовательными порядковыми номерами в графе «*Поз. обозначение*» расположить в одну строку;

ж) если число элементов одного типа в строке графы «Поз. обозначение» **больше 3**, то остальные элементы расположить строками ниже, при этом параметры элементов расположить на **первой строке** в графе «Наименование», а количество элементов занести в графу «Количество» **на последней строке** для данной группы (например, обозначение диодов на рис. 9.7);

з) при наличии в варианте задания (или при необходимости) в графу «Примечание» занести параметры элементов для **возможной замены** существующих в схеме;

3) заполнить основную надпись:

а) в заглавном листе указать наименование изделия, начиная с имени существительного, например, *Усилитель мощности звуковой частоты* и т. п.;

б) в заглавном листе под наименованием изделия (шрифтом на один-два размера меньшим) указать название таблицы – *Перечень элементов*;

в) в верхней части заглавного листа и в верхней части всех последующих листов указать обозначение перечня элементов (рис. 9.5) [7].

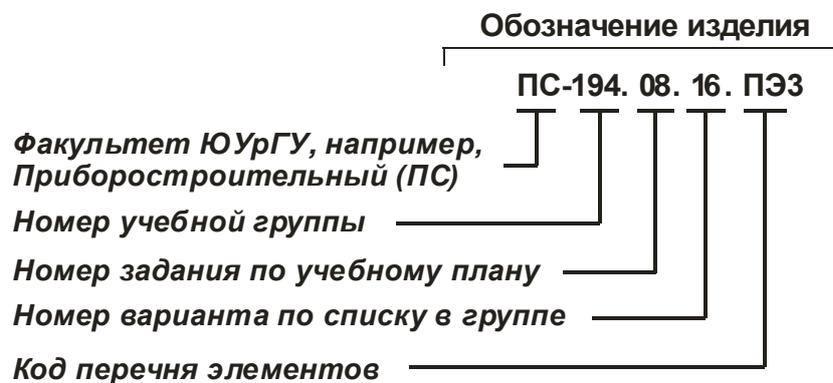


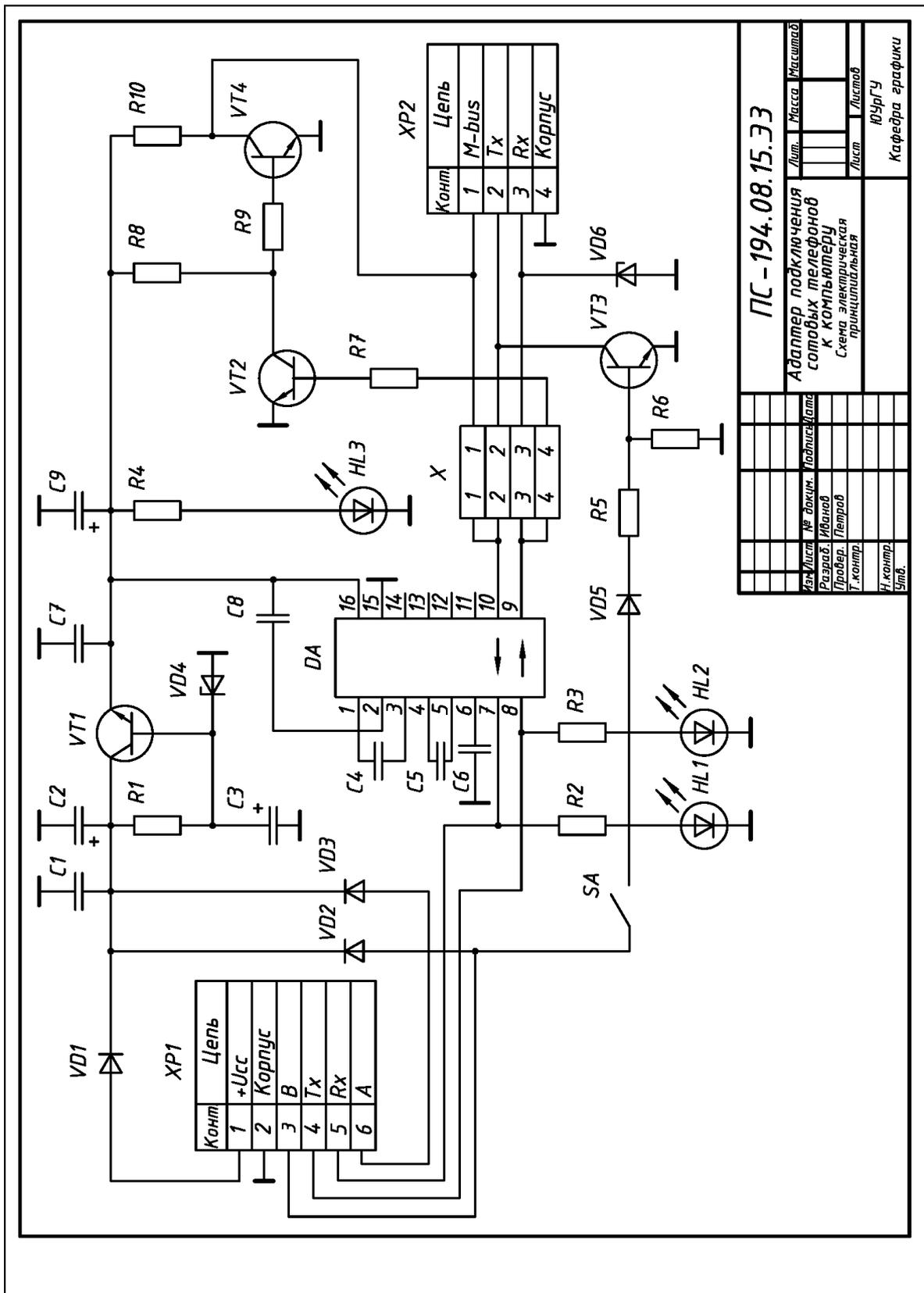
Рис. 9.5. Упрощенный классификатор обозначения перечня элементов схем электрических принципиальных

**Последовательность выполнения задания.** Рекомендуется:

1) по литературе, например, [12] ознакомиться с особенностями выполнения схем электрических принципиальных и перечней элементов к ним;

2) разобрать пример выполнения задания (рис. 9.6, рис. 9.7 и рис. 9.8) по варианту чертежа-заготовки (см. рис. 9.1) и таблице исходных данных (см. табл. 9.1);

3) выполнить задание в соответствии со своим вариантом, соблюдая требования к выполнению схем электрических принципиальных и перечней элементов к ним, которые приведены выше.



**ПС - 194.08.15.33**

|   |          |         |       |                 |
|---|----------|---------|-------|-----------------|
| Адаптер подключения<br>сотовых телефонов<br>к компьютеру<br>Схема электрическая<br>принципиальная |          | Лист    | Масса | Максимум        |
| Изм/лист  | № док-та | Подпись | Дата  |                 |
| Разраб.   | Иванов   |         |       |                 |
| Провер.   | Петров   |         |       |                 |
| Т. контр.   |          |         |       |                 |
| Н. контр.   |          |         |       |                 |
| Утв.  |          |         |       |                 |
|   |          |         |       | Листов          |
|   |          |         |       | №УдГУ           |
|   |          |         |       | Кафедра графики |

Рис. 9.6. Пример выполнения и оформления схемы электрической принципиальной изделия «Адаптер подключения сотовых телефонов к компьютеру» (вариант-заготовка – см. рис. 9.1, исходные данные – см. табл. 9.1)

| Поз. обознач.   | Наименование                  | Кол.     | Примеч.                  |      |        |
|---|-------------------------------|----------|--------------------------|------|--------|
| <i>Конденсаторы</i>                                       |                               |          |                          |      |        |
| C1,C4...C8  | K50-17-25B-0,1 мкФ            | 6        |                          |      |        |
| C2,C9   | K50-68-25B-100 мкФ            | 2        |                          |      |        |
| C3  | K50-16-25B-10 мкФ             | 1        |                          |      |        |
| DA  | Микросхема МАХ232             | 1        |                          |      |        |
| <i>Светодиоды</i>   |                               |          |                          |      |        |
| HL1   | КИПД36Г-Л красный             | 1        | Любой из серии АЛ307     |      |        |
| HL2   | КИПД36Г-Л желтый              | 1        | Любой из серии АЛ307     |      |        |
| HL3   | КИПД36Г-Л зеленый             | 1        | Любой из серии АЛ307     |      |        |
| <i>Резисторы</i>  |                               |          |                          |      |        |
| R1  | МЛТ-2-680 Ом                  | 1        |                          |      |        |
| R2...R4   | МЛТ-0,25-1 кОм                | 3        |                          |      |        |
| R5,R8,R10   | МЛТ-0,5-4,7 кОм               | 3        |                          |      |        |
| R6  | МЛТ-0,25-56 кОм               | 1        |                          |      |        |
| R7,R9   | МЛТ-0,25-10 кОм               | 2        |                          |      |        |
| SA  | Выключатель однополюсный МТ 1 | 1        |                          |      |        |
| <i>Диоды</i>  |                               |          |                          |      |        |
| VD1...D3  | 1N4148                        |          | КД512                    |      |        |
| VD5   |                               | 4        |                          |      |        |
| VD4   | КС510А                        | 1        |                          |      |        |
| VD6   | КС210А                        | 1        |                          |      |        |
| <b>ПС-194.08.15.ПЭЗ</b>                                   |                               |          |                          |      |        |
| Изм.  | Лист                          | № докум. | Подпись                  | Дата |        |
| Разраб.   | Иванов                        |          |                          |      |        |
| Провер.   | Петров                        |          |                          |      |        |
| Н.контр.  |                               |          |                          |      |        |
| Утв.  |                               |          |                          |      |        |
| <b>Адаптер подключения сотовых телефонов к компьютеру</b> |                               |          | Лит.                     | Лист | Листов |
| <b>Перечень элементов</b>                                 |                               |          |                          | 1    | 2      |
|   |                               |          | ЮУрГУ<br>Кафедра графики |      |        |

Рис. 9.7. Пример выполнения заглавного листа перечня элементов (форма «2») к схеме электрической принципиальной изделия «Адаптер подключения сотовых телефонов к компьютеру» (см. рис. 9.1)

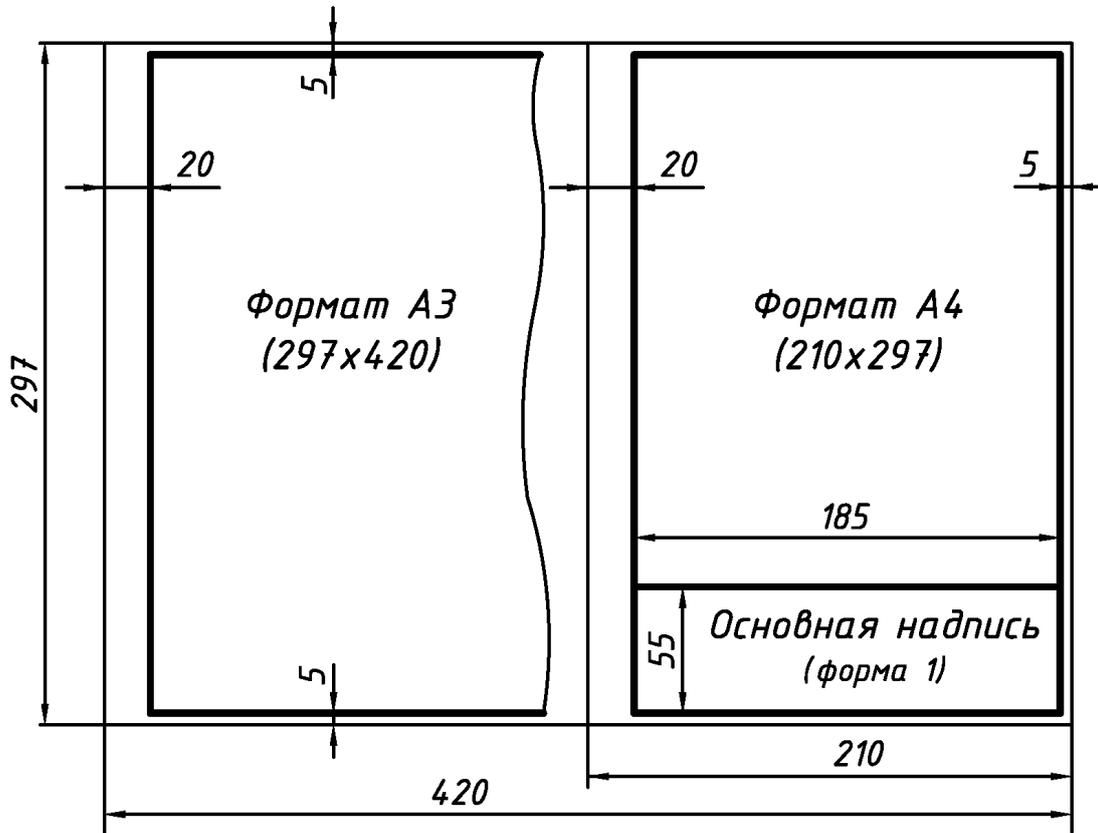
| <i>Поз.<br/>обознач.</i> | <i>Наименование</i>                            | <i>Кол.</i>    | <i>Примеч.</i>                  |
|--------------------------|--|----------------|---------------------------------|
|                          | <i>Транзисторы</i>                             |                |                                 |
| <i>VT1...T4</i>          | <i>BC548</i>                                   | <i>4</i>       |                                 |
| <i>X</i>                 | <i>Перемычка штыревая 4-контактная съёмная</i> | <i>1</i>       | <i>Любая<br/>малогабаритная</i> |
|                          | <i>Разъёмы</i>                                 |                |                                 |
| <i>XP1</i>               | <i>MPH-6Ш</i>                                  | <i>1</i>       |                                 |
| <i>XP2</i>               | <i>MPH-4Ш</i>                                  | <i>1</i>       |                                 |
|                          |  |                |                                 |
|                          |  |                |                                 |
|                          |  |                |                                 |
|                          |  |                |                                 |
|                          |  |                |                                 |
|                          |  |                |                                 |
|                          |  |                |                                 |
|                          |  |                |                                 |
|                          |  |                |                                 |
|                          |  |                |                                 |
|                          |  |                |                                 |
|                          |  |                |                                 |
|                          |  |                |                                 |
|                          |  |                |                                 |
|                          |  |                |                                 |
|                          |  |                |                                 |
|                          |  |                |                                 |
|                          |  |                |                                 |
|                          |  |                |                                 |
|                          |  |                |                                 |
|                          |  |                |                                 |
|                          |  |                |                                 |
| <i>Изм/Лист</i>          | <i>№ докум.</i>                                | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i>                     |
|                          | <i>ПС-194.08.15.ПЭЗ</i>                        |                | <i>Лист<br/>2</i>               |

Рис. 9.8. Пример выполнения последующего листа перечня элементов (форма «2а») к схеме электрической принципиальной изделия «Адаптер подключения сотовых телефонов к компьютеру» (см. рис. 9.1)

# ПРИЛОЖЕНИЯ

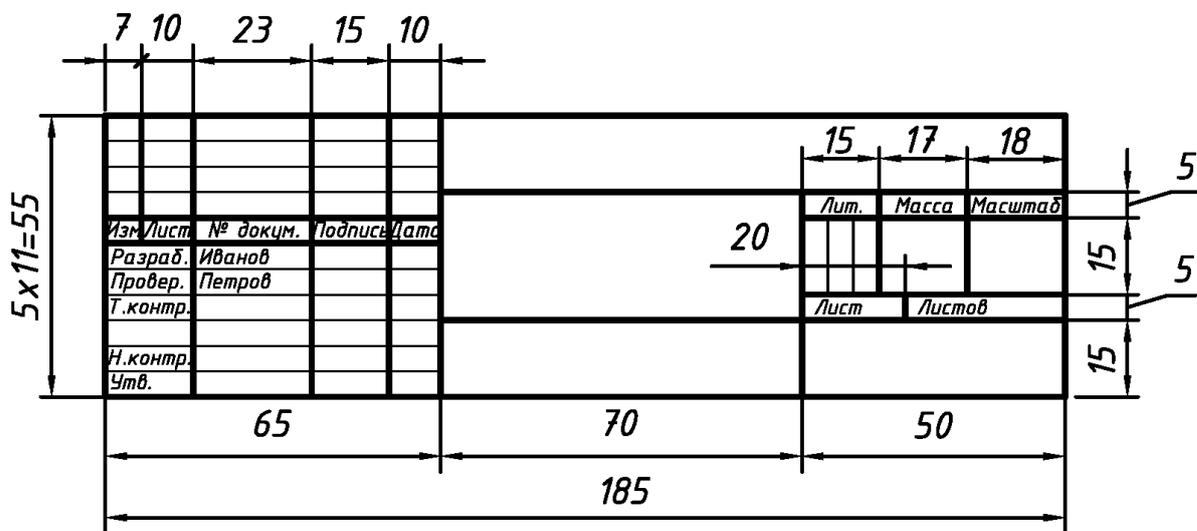
## Приложение 1

### ФОРМАТЫ А3 И А4. ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИЗ ГОСТ 2.301-68



## Приложение 2

### ОСНОВНАЯ НАДПИСЬ ФОРМЫ «1». ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИЗ ГОСТ 2.104-2006



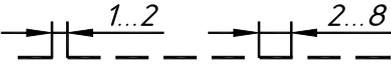
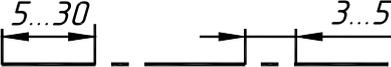
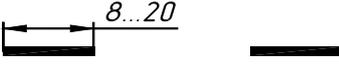
### Приложение 3

#### МАСШТАБЫ. ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИЗ ГОСТ 2.302–68

|                      |  |
|----------------------|--|
| Масштабы уменьшения  | 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40 |
| Натуральная величина | 1:1  |
| Масштабы увеличения  | 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1       |

### Приложение 4

#### ЛИНИИ. ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИЗ ГОСТ 2.303–68

| Наименование  | Начертание  | Толщина                   |
|---|---|---------------------------|
| Сплошная основная   |    | $s$<br>(от 0,5 до 1,4 мм) |
| Сплошная тонкая   |    | От $s/3$ до $s/2$         |
| Сплошная волнистая  |  |                           |
| Штриховая   |  |                           |
| Штрихпунктирная тонкая  |  |                           |
| Штрихпунктирная тонкая с двумя точками  |  |                           |
| Разомкнутая   |  | От $s$ до $1,5s$          |
| <p><b>Сплошные толстые основные</b> – линии видимого контура, линии перехода видимые, линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза).</p> <p><b>Сплошные тонкие</b> – линии контура наложенного сечения, линии размерные и выносные, линии штриховки, линии ограничения выносных элементов на видах, разрезах, сечениях, линии перехода, линии-выноски, полки линий-выносок.</p> <p><b>Сплошные волнистые</b> – линии обрыва изображения, линии обрыва длинной детали, линии разграничения вида и разреза.</p> <p><b>Штриховые линии</b> – линии невидимого контура и линии перехода.</p> <p><b>Штрихпунктирные тонкие</b> – линии осевые и центровые, линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений.</p> <p>Штрихпунктирные линии должны пересекаться и заканчиваться штрихами.</p> <p><b>Штрихпунктирные тонкие с двумя точками</b> – линии сгиба на развёртках.</p> <p><b>Разомкнутые линии</b> – линии для обозначения положения сечений.</p> |   |                           |

ШРИФТЫ ЧЕРТЕЖНЫЕ. ГОСТ 2.304–81

А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л

М Н О П Р С Т У Ф Х Ц

Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 3 Ø

Ю У р Г У Модель

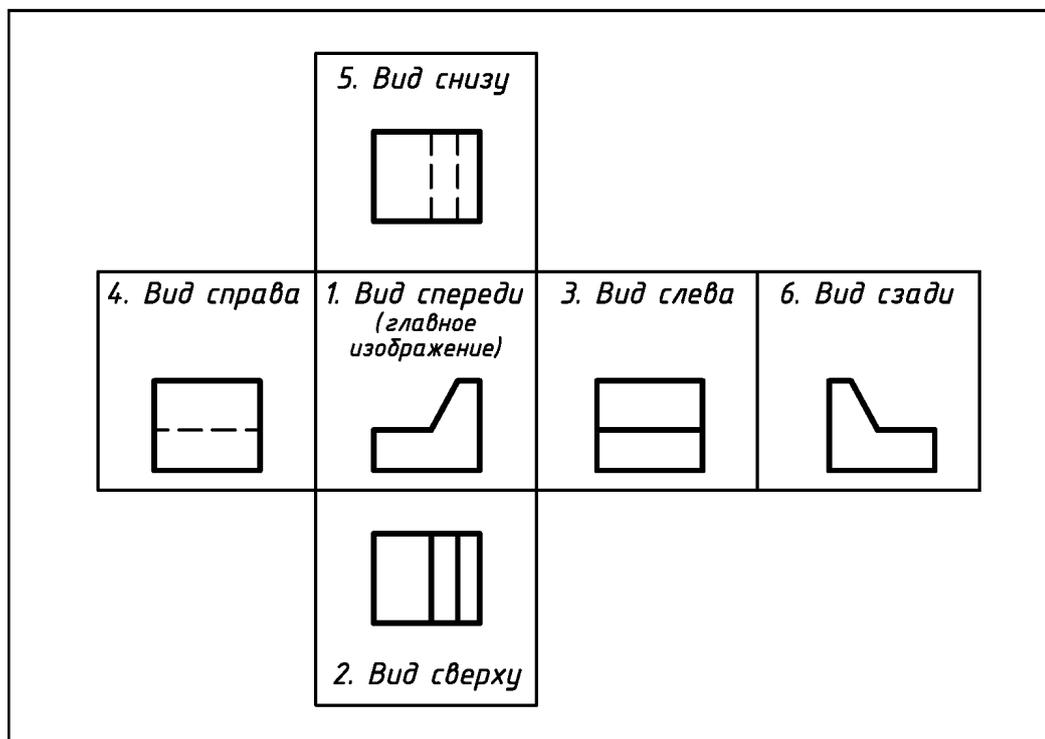
а б в г д е ж з и й к л м

н о п р с т у ф х ц ч ш

щ ъ ы ь э ю я №

## Приложение 6

### ИЗОБРАЖЕНИЕ. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ. ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИЗ ГОСТ 2.305–2008



## Приложение 7

### ОБОЗНАЧЕНИЯ ГРАФИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛОВ. ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИЗ ГОСТ 2.306–68

|   |  |
|---|--|
| 1. <u>Общее обозначение материалов</u><br>независимо от их вида   |  |
| 2. <u>Металлы</u> и твердые сплавы  |  |
| 3. <u>Неметаллические материалы</u> ,<br>в том числе волокнистые монолитные и плитные<br>(прессованные), за исключением указанных<br>ниже |  |
| 4. <u>Керамика</u> и силикатные материалы для кладки  |  |
| 5. Стекло и другие светопрозрачные материалы  |  |

**ПРОСТАНОВКА РАЗМЕРОВ. КРАТКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.  
ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИЗ ГОСТ 2.307–2011**

Простановку размеров обычно разбивают на два этапа: **1)** задание размеров; **2)** простановку размеров. Задать размеры – значит, определить их минимум, обеспечивающий изготовление детали и последующий ее контроль, при этом, как правило, используется геометрический принцип задания размеров, а именно задаются: **1) размеры формы**, определяющие каждую из простейших геометрических форм, образующих деталь; **2) размеры положения** (координатные), характеризующие относительное положение геометрических форм, образующих деталь; **3) габаритные размеры** – расстояния между крайними точками детали по длине, высоте и ширине. Проставить размеры – значит расположить их таким образом, чтобы исключить их неправильное толкование и обеспечить удобство чтения чертежа.

**1.** Общее количество размеров должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля детали.

**2.** Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях.

**3.** Любые размерные линии (для удобства чтения) целесообразно располагать вне наружного контура детали на любом из ее изображений.

**4.** Любые выносные линии (для удобства чтения) должны выходить за концы стрелок размерной линии на **1...5 мм**.

**5.** Минимальное расстояние между параллельными размерными линиями составляет **7 мм**, а между размерной линией и контуром изображения – **10 мм**.

**6.** Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий.

**7.** При выполнении соединения половины вида с половиной разреза размеры, относящиеся к наружному контуру изображения, проставляют со стороны вида, а размеры, относящиеся к внутреннему контуру изображения, – со стороны разреза.

**8.** Габаритные размеры **недопустимо суммировать** – один из размеров должен быть свободным и остаться на вычисление. Исключение составляет случай, при котором габаритные размеры считают заданными, если они являются суммой размеров формы и положения.

**9.** Все размеры одного и того же конструктивного элемента детали, например, паза, проточки, скоса и т.п. (для удобства чтения) проставляют на том виде, где форма элемента представлена наиболее полно.

**10.** Высота размерных чисел должна соответствовать шрифту **3,5** или **5**;

**11.** Размерные числа на нескольких размерных параллельных линиях (для удобства чтения) размещают в шахматном порядке.

**12.** Ни какие размерные числа на поле изображения не допускается разделять на отдельные части или пересекать любыми линиями.

**13.** Размеры цилиндрических (диаметр  $\varnothing$ ), конических (диаметры  $\varnothing_1$  и  $\varnothing_2$ ) и сферических (радиус сферы  $R$ ) отверстий для удобства чтения располагают на изображении детали одновременно с их глубиной  $H$ .

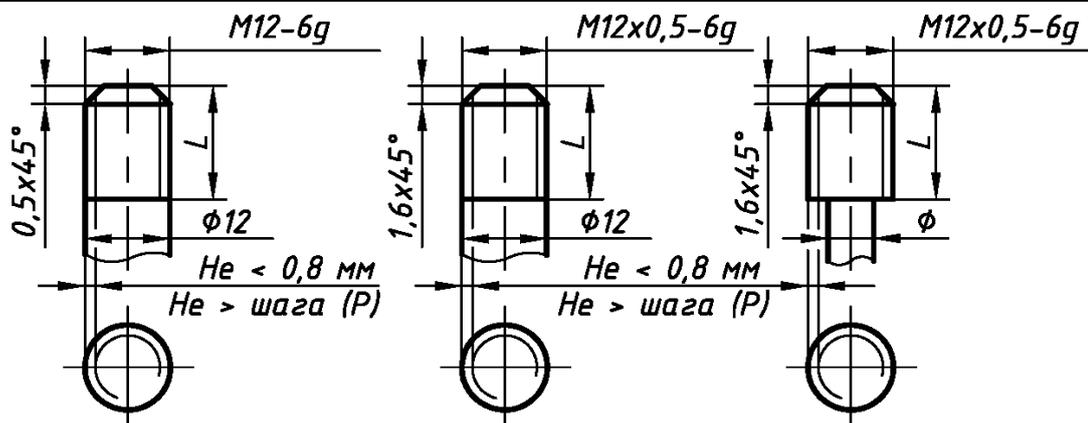
**14.** При нанесении размера радиуса перед размерным числом размещают прописную букву  $R$ , а при нанесении размера диаметра или квадрата – знаки  $\varnothing$  и  $\square$  соответственно.

**15.** Перед размерным числом радиуса сферы размещают знак окружности  $\bigcirc$ ;

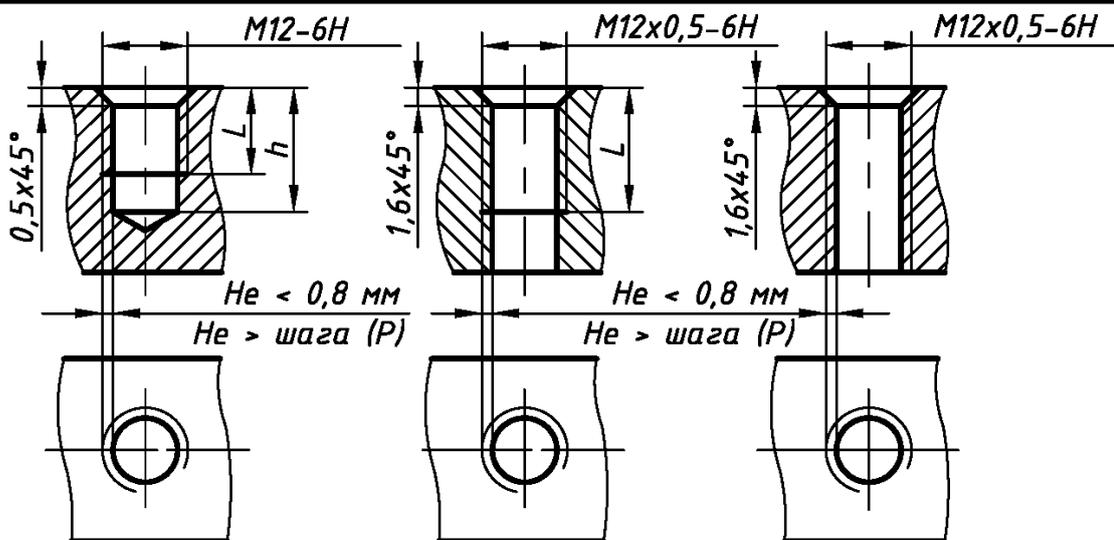
ДИАМЕТР И ШАГИ РЕЗЬБЫ МЕТРИЧЕСКОЙ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ  
ИЗ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ. ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИЗ ГОСТ 8724-2002

|  |      |      |      |     |     |      |      |      |      |     |     |     |          |
|--|------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|-----|-----|-----|----------|
| Номинальный диаметр резьбы $d(D)$ , мм | 2    | 2,5  | 3    | 4   | 5   | 6    | 8    | 10   | 12   | 16  | 20  | 24  | 30       |
| Крупный шаг резьбы $P$ , мм            | 0,4  | 0,45 | 0,5  | 0,7 | 0,8 | 1    | 1,25 | 1,5  | 1,75 | 2   | 2,5 | 3   | 3,5      |
| Мелкий шаг резьбы $P$ , мм             | 0,25 | 0,35 | 0,35 | 0,5 | 0,5 | 0,75 | 0,75 | 1    | 1,25 | 1,5 | 1,5 | 2   | (3)<br>2 |
|  |      |      |      |     |     | 0,5  | 0,5  | 0,75 | 1    | 1   | 1   | 1,5 | 1,5      |
|  |      |      |      |     |     |      |      | 0,5  | 0,5  | 0,5 | 0,5 | (1) | 1        |
|  |      |      |      |     |     |      |      |      |      |     |     |     | 0,75     |

1. Резьба на стержнях

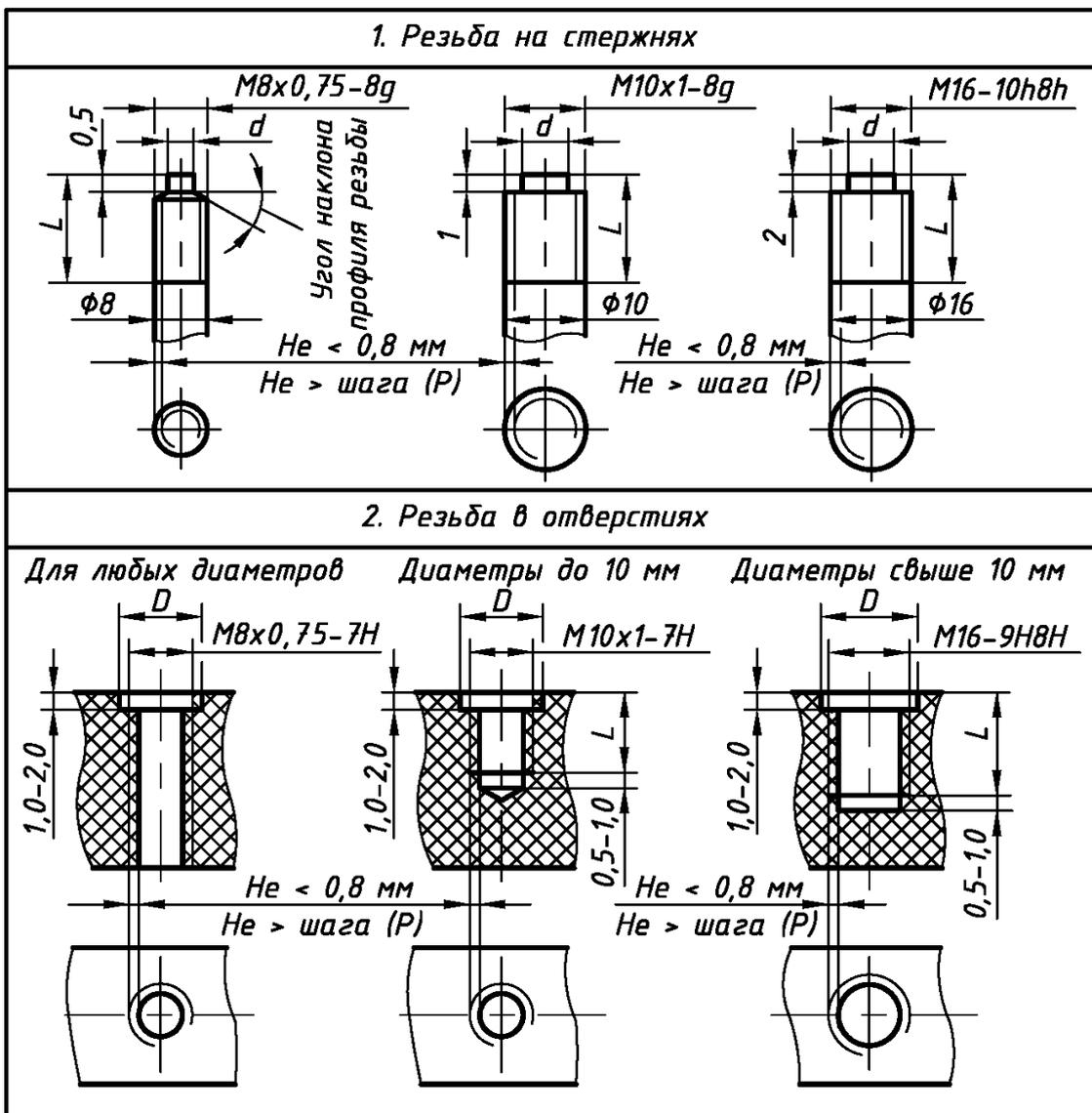


2. Резьба в отверстиях



ДИАМЕТРЫ И ШАГИ РЕЗЬБЫ МЕТРИЧЕСКОЙ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ  
ИЗ ПЛАСТМАСС. ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИЗ ГОСТ 11709-81

| Номинальный диаметр резьбы $d(D)$ , мм | 2   | 2,5  | 3   | 4   | 5   | 6    | 8    | 10   | 12   | 16   | 20  | 24  | 30  |
|--|-----|------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| Крупный шаг резьбы $P$ , мм            | 0,4 | 0,45 | 0,5 | 0,7 | 0,8 | 1    | 1,25 | 1,5  | 1,75 | 2    | 2,5 | 3   | 3,5 |
| Мелкий шаг резьбы $P$ , мм             | —   | —    | —   | 0,5 | 0,5 | 0,75 | 0,75 | 1    | 1,25 | 1,5  | 2   | 2   | (3) |
|  |     |      |     |     |     |      | 0,5  | 0,75 | 1    | 1,5  | 1,5 | 1,5 | 2   |
|  |     |      |     |     |     |      | 0,5  | 0,5  | 0,75 | 0,75 | 1   | (1) | 1,5 |
|  |     |      |     |     |     |      |      |      | 0,5  | 0,5  |     |     | 1   |



## Приложение 11

### КЛАССЫ ТОЧНОСТИ И ПОЛЯ ДОПУСКОВ РЕЗЬБЫ МЕТРИЧЕСКОЙ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ. ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИЗ ГОСТ 16093–2002

| Класс точности | Поле допуска для резьбы       |    |    |           |                   |      |           |
|----------------|-------------------------------|----|----|-----------|-------------------|------|-----------|
|                | наружной: болт, винт, шпилька |    |    |           | внутренней: гайка |      |           |
| Точный         |                               |    |    | <u>4g</u> | 4h                | 4H5H | <u>5H</u> |
| Средний        | 6d                            | 6e | 6f | <u>6g</u> | 6h                | 6G   | <u>6H</u> |
| Грубый         |                               |    |    | <u>8g</u> | 8h                | 7G   | <u>7H</u> |

## Приложение 12

### КЛАССЫ ТОЧНОСТИ И ПОЛЯ ДОПУСКОВ РЕЗЬБЫ МЕТРИЧЕСКОЙ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ПЛАСТМАСС. ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИЗ ГОСТ 16093–2002

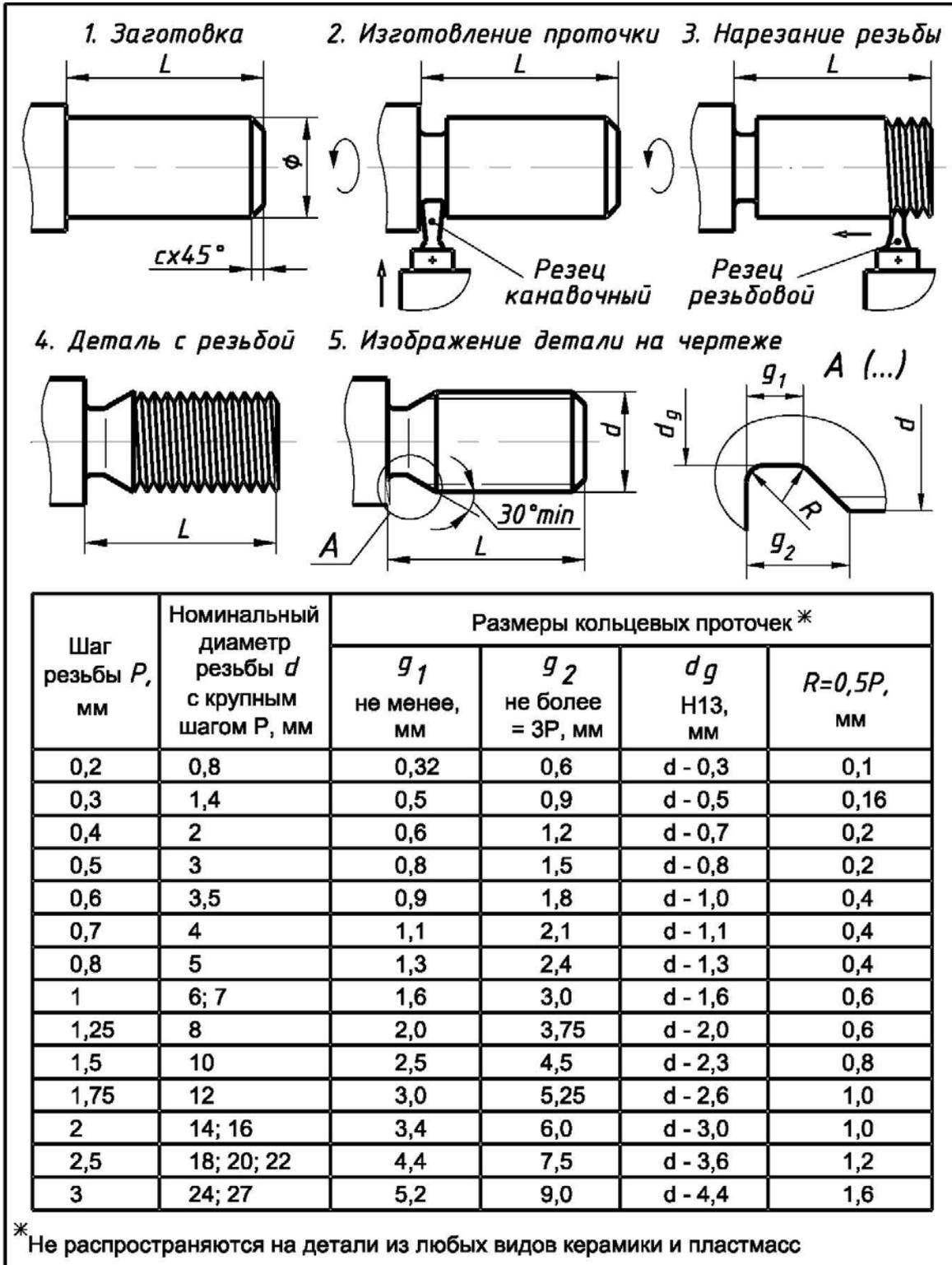
| Класс точности | Поле допуска для резьбы       |             |                   |    |
|----------------|-------------------------------|-------------|-------------------|----|
|                | наружной: болт, винт, шпилька |             | внутренней: гайка |    |
| Средний        | 6g                            | 6h          | 6G                | 6H |
| Грубый         | 8g                            | 8h; (8h6h)* | 7G                | 7H |
| Очень грубый   | 10h8h                         |             | 9H8H              |    |

## Приложение 13

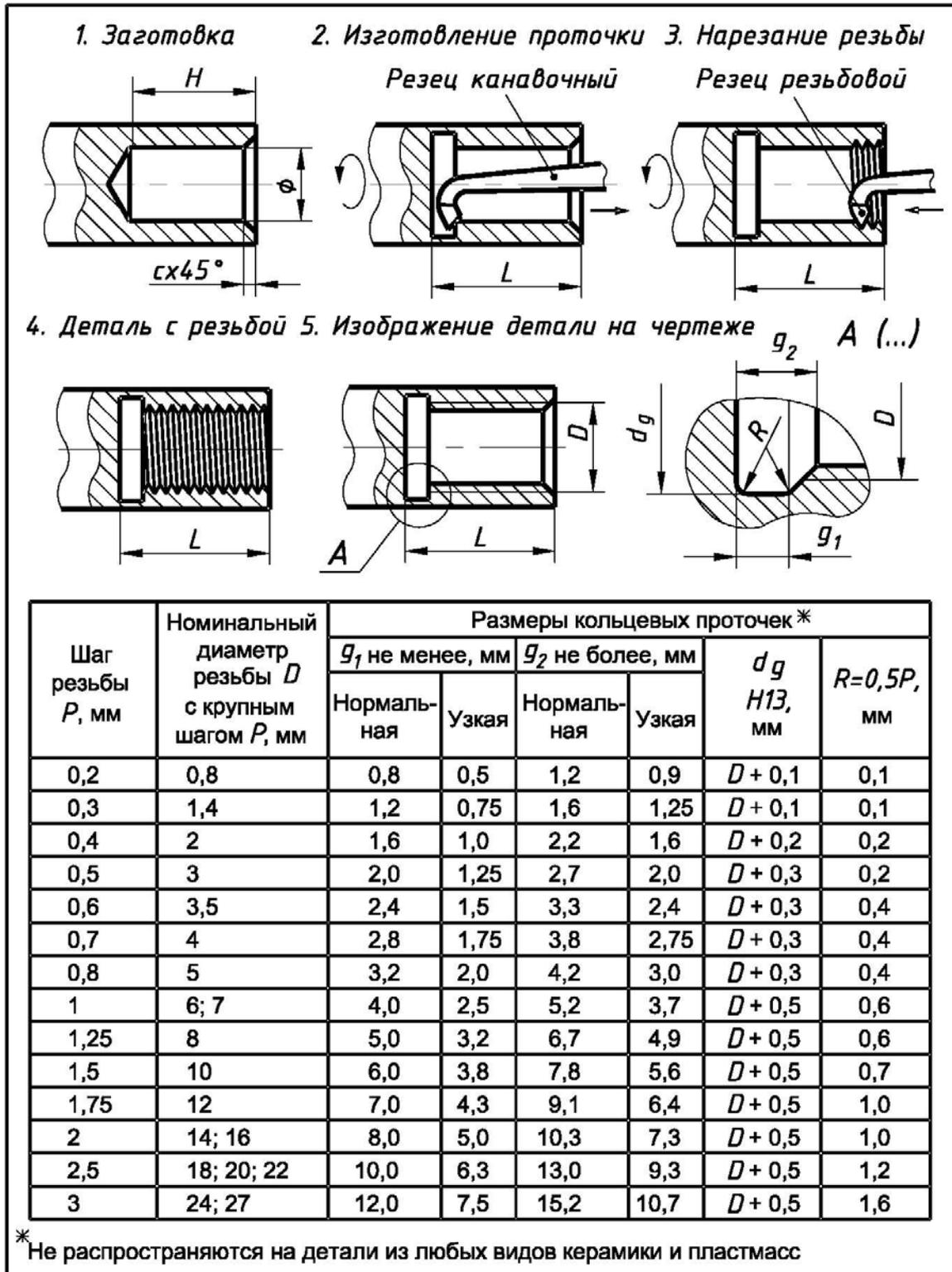
### РАЗМЕРЫ ФАСОК И ШАГА РЕЗЬБЫ МЕТРИЧЕСКОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ. ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИЗ ГОСТ 10549–80

|                       |      |     |      |     |     |     |     |     |      |     |      |   |
|-----------------------|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|---|
| Шаг резьбы $P$ , мм   | 0,35 | 0,4 | 0,45 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 1,0 | 1,25 | 1,5 | 1,75 | 2 |
| Размер фаски $c$ , мм | 0,3  | 0,3 | 0,3  | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 1,0 | 1,0 | 1,6  | 1,6 | 1,6  | 2 |

**РАЗМЕРЫ НАРУЖНЫХ КОЛЬЦЕВЫХ ПРОТОЧЕК  
В ДЕТАЛЯХ ИЗ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ С НАРУЖНОЙ РЕЗЬБОЙ  
МЕТРИЧЕСКОЙ. ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИЗ ГОСТ 27148-86**

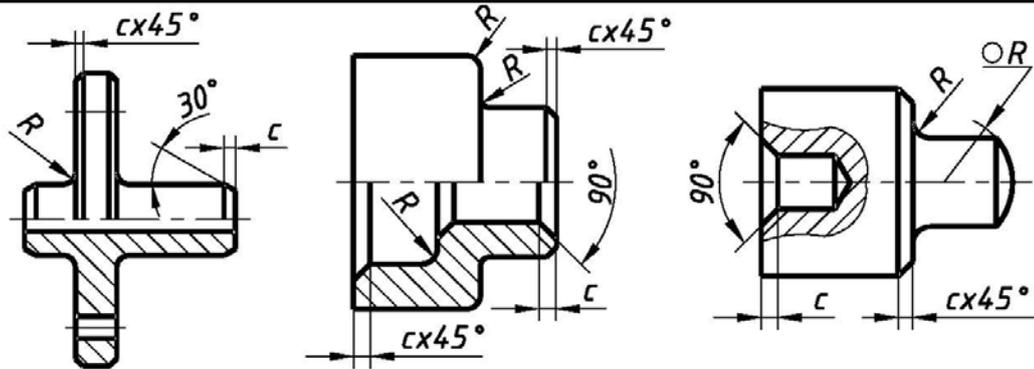


**РАЗМЕРЫ ВНУТРЕННИХ КОЛЬЦЕВЫХ ПРОТОЧЕК  
В ДЕТАЛЯХ ИЗ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ С ВНУТРЕННЕЙ РЕЗЬБОЙ  
МЕТРИЧЕСКОЙ. ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИЗ ГОСТ 27148-86**

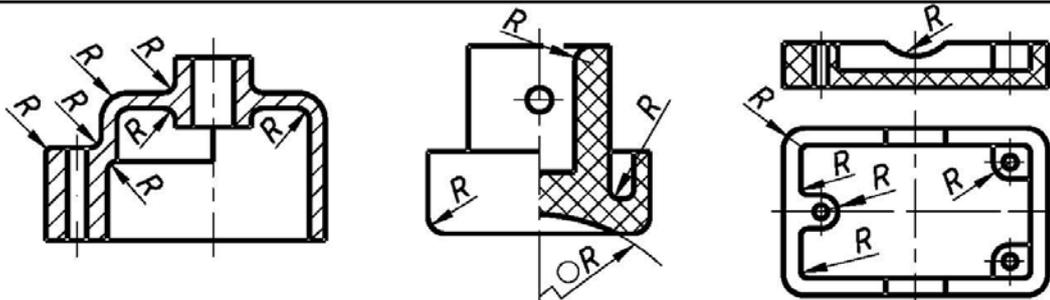


**ФАСКИ (с), СКОСЫ (b) И ЗАКРУГЛЕНИЯ (R)  
НА ПОВЕРХНОСТЯХ ДЕТАЛЕЙ. ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИЗ ГОСТ 10948-64**

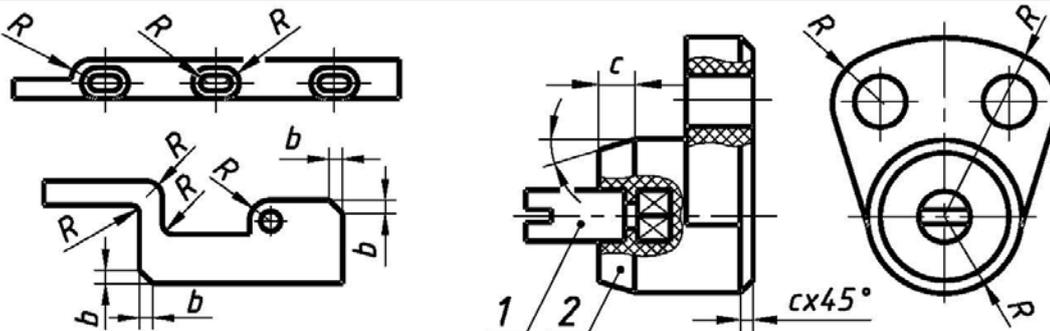
*1. Образованные токарной обработкой деталей из металлов и сплавов*



*2. Образованные литьем детали из металлов, сплавов и пластмасс*



*3. Образованные прессованием детали из керамики и пластмасс*



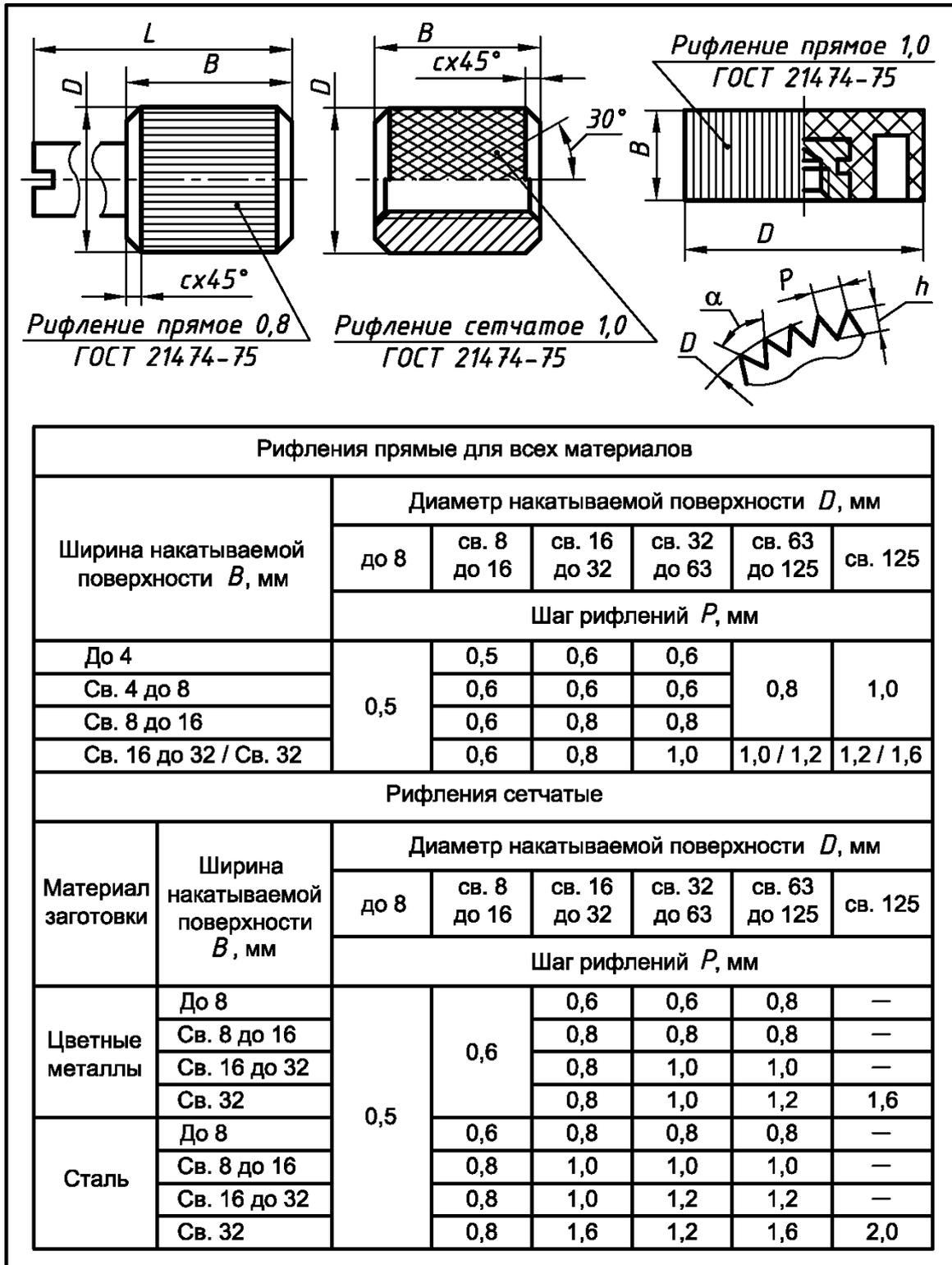
|               |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |    |    |    |
|---------------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|
| с и b,<br>мм* | 0,10 | 0,16 | 0,25 | 0,40 | 0,60 | 1,0 | 1,6 | 2,5 | 4,0 | 6,0 | 10 | 16 | 25 |
|---------------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|

\* Не распространяются на фаски любых деталей с резьбой

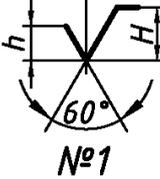
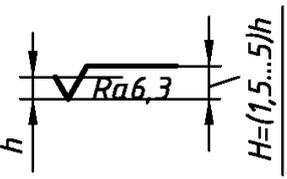
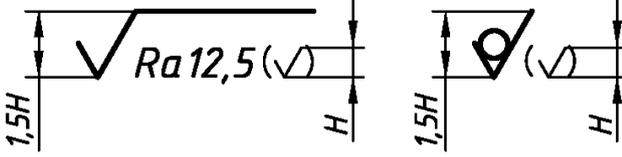
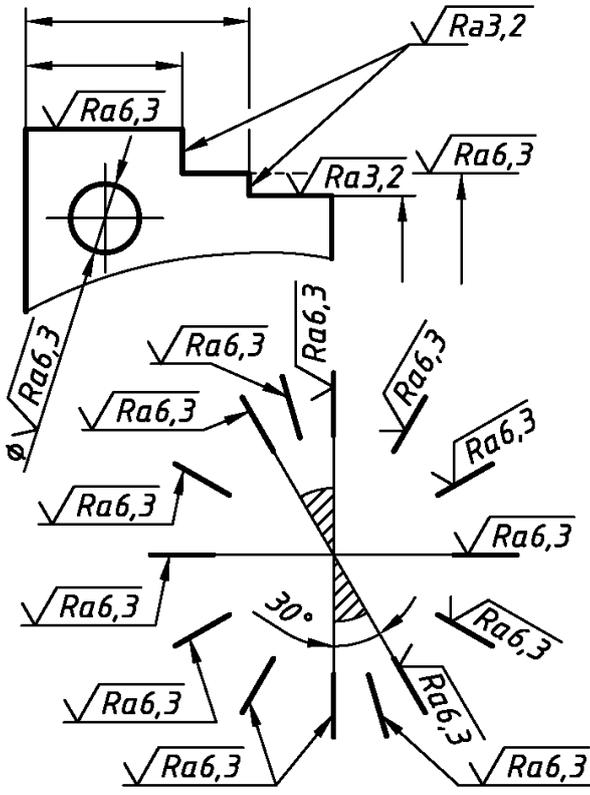
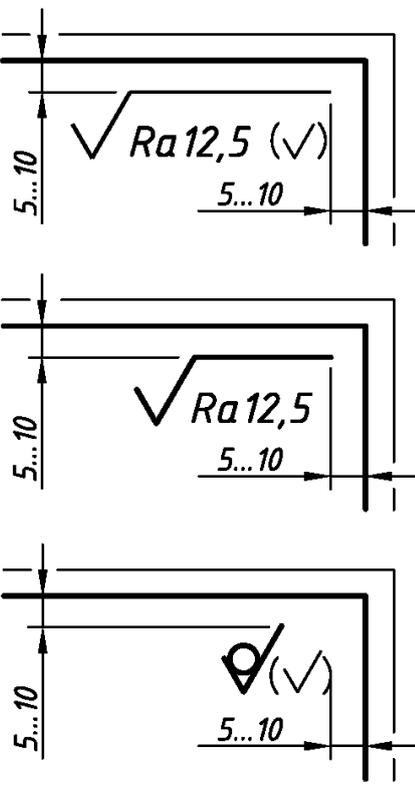
|            |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |    |    |    |
|------------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|
| R,<br>мм** | 0,10 | 0,16 | 0,25 | 0,40 | 0,60 | 1,0 | 1,6 | 2,5 | 4,0 | 6,0 | 10 | 16 | 25 |
|------------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|

\*\* Не распространяются: 1) на радиусы гибки деталей при штамповке;  
2) на радиусы любых видов проточек в деталях

**РИФЛЕНИЯ НА ПОВЕРХНОСТЯХ ДЕТАЛЕЙ ИЗ МЕТАЛЛОВ, СПЛАВОВ И ПЛАСТМАСС. ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИЗ ГОСТ 21474-75**



**ОБОЗНАЧЕНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ.  
ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИЗ ГОСТ 2.309-73**

|   |  |
|---|--|
| 1. Условные знаки для обозначения шероховатости поверхности   |  |
|  <p>№1</p>                         |  <p>№2</p>                                  |
|  <p>№3</p>                       |  |
| 2. Размеры знаков для обозначения шероховатости поверхности   |  |
| <p>а) к поверхности деталей</p>    | <p>б) в верхнем правом углу чертежа</p>    |
| 3. Расположение знаков для обозначения шероховатости поверхности  |  |
| <p>а) к поверхности деталей</p>  | <p>б) в верхнем правом углу чертежа</p>  |

**ЗНАЧЕНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ  
ДЕТАЛЕЙ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ**

| Вид поверхности, материал, наличие механической обработки поверхности, примеры деталей  | <b>Ra,<br/>МКМ</b>    |
|---|-----------------------|
| <p>1. Поверхности деталей из сортового материала или заготовок, не прошедшие механической обработки и находящиеся в состоянии поставки:</p> <p>а) листы, ленты, прутки, проволока и т.п. из металлов и сплавов;</p> <p>б) листы, пластины, прутки и т.п. из пластмасс.</p> <p>2. Поверхности деталей после литья (из металлов, сплавов и пластмасс), холодной штамповки (из металлов и сплавов) и горячего прессования (из керамики и пластмасс), не прошедшие дополнительной обработки</p> | <b>9</b>              |
| <p>1. Поверхности деталей из сортового материала или заготовок (металлы и сплавы) после механической (токарно-фрезерной) обработки: крышки, втулки, фиксаторы, штуцеры, арматура армированных изделий и т.п.</p> <p>2. Поверхности деталей из сортового материала (тонколистовые металлы и сплавы) после операций группы резки (вырубка по контуру, пробивка отверстий): пластины, лепестки, перемычки, контакты, кронштейны, экраны, уголки, стаканы и т.п.</p>                            | <b>12,5</b>           |
| <p>Поверхности деталей из металлов и сплавов после механической (токарно-фрезерной) обработки: отверстия под болты, валы, пазы, канавки, фаски, галтели на валах, резьба грубого класса точности и т.п.</p>   | <b>6,3</b>            |
| <p>Поверхности деталей из металлов и сплавов после механической (токарно-фрезерной) обработки: пазы на валах, поверхность витков резьбы среднего класса точности, ответственные детали и т.п.</p>   | <b>3,2</b>            |
| <p>Поверхности деталей из сортового материала (металлы и сплавы) после механической (токарно-фрезерной) обработки: контакты реле и пускателей, валики, тонкостенные и ответственные детали, определяющие надежность и безопасность работы узлов.</p>  | <b>0,2...<br/>1,6</b> |
| <p>Поверхности деталей из пластмасс (фенопласт, аминопласт, пресс-материал, фторопласт) после горячего прессования или литья под давлением: корпуса приборов, основания, рукоятки, кнопки, втулки, крышки, патроны, гайки, переходники, пластины, штуцеры, изоляторы, колодки, диски, фланцы, стаканы и т.п.</p>  | <b>0,63</b>           |
| <p>Поверхности деталей из пластмасс (винипласт, текстолит, стеклопластик, пресс-материал, фибра) после механической (фрезерование по контуру, проточка) обработки: корпуса приборов, изоляторы, пластины, крышки, прокладки, панели приборов, трубки и т.п.</p>   | <b>100,0</b>          |

**ПРОСТАНОВКА РАЗМЕРОВ С УЧЕТОМ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ И ИЗДЕЛИЙ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ**

Небольшие по размерам детали приборостроения достаточно специфичны. Одну и ту же геометрическую форму детали можно получить различными способами. Поэтому наряду с общими положениями ГОСТ 2.307–2011 необходимо дополнительно учитывать и технологию изготовления деталей.

**1.** Размеры деталей, выполненных токарно-фрезерной обработкой заготовок из металлов, сплавов и стандартных профилей, проставляют исходя из порядка выбора их баз и последовательности операций при изготовлении.

**2.** Размеры плоских деталей, выполненных операциями группы резки из тонколистовых металлов, сплавов, резины и пластмасс, проставляют на одном изображении с указанием толщины  $s$ .

**3.** Размеры деталей, выполненных гибкой из тонколистовых металлов и сплавов, все проставляют или только “по матрице” (наружные), или только “по пуансону” (внутренние). С технологической точки зрения предпочтение отдается размерам, проставленным “по пуансону”.

**4.** Если детали, изготовленные гибкой из тонколистовых металлов и сплавов, имеют сложную форму и есть необходимость вычертить их развертку, то на изображениях разверток проставляют все размеры с учетом припусков на изготовление, а на изображениях самих деталей – только необходимые “технологические” размеры: радиус гибки, угол загиба и т.п.

**5.** Размеры деталей, выполненных литьем из металлов и сплавов, в общем случае проставляют следующим образом:

**а)** первой группой размеров связываются все “черные” (необработанные) поверхности;

**б)** второй группой размеров связывают все “чистые” (обработанные) поверхности;

**в)** в направлении каждой координатной оси проставляют только один размер, связывающий первую и вторую группы размеров.

В то же время, учитывая небольшие размеры и необходимость обеспечения высокой точности изготовления, в реальных деталях приборостроения (в отличие от деталей машиностроения), “черные” поверхности, как правило, отсутствуют и изображенными выше положениями на практике пренебрегают.

**6.** Размеры деталей из пластмасс, выполненных горячим прессованием или литьем, проставляют как размеры, фактически необходимые для изготовления их пресс-форм.

**7.** Размеры деталей из керамики, выполненных прессованием, проставляют как размеры, фактически необходимые для изготовления их пресс-форм;

**8.** Чертежи деталей сложной геометрической формы (независимо от технологии изготовления деталей) выполняют на листах ватмана форматов А2 или А3. В противном случае выявить форму деталей и проставить все размеры в соответствии с ГОСТ 2.307–2011 на меньших форматах не представляется возможным.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ, ПРОСТАНОВКИ  
РАЗМЕРОВ И ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ

| 1. Токарная обработка       | 2. Вырубка и гибка       |
|-----------------------------|--------------------------|
| <p>Втулка</p>               | <p>Кронштейн</p>         |
| 3. Фрезерование и сверление | 4. Вырубка и шлифование  |
| <p>Фланец</p>               | <p>Контакт</p>           |
| 5. Литье                    | 6. Прессование или литье |
| <p>Опора</p>                | <p>Переходник</p>        |

ЗАГЛАВНЫЙ (ПЕРВЫЙ) ЛИСТ СПЕЦИФИКАЦИИ  
 С ОСНОВНОЙ НАДПИСЬЮ ФОРМЫ «2». ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИЗ ГОСТ 2.108-68

The drawing shows a rectangular form with overall dimensions of 210 mm width and 297 mm height. The form is divided into several sections:

- Header Section (Top):** Contains columns for 'Форм. Зона' (width 6), 'Поз.' (width 6), 'Обозначение' (width 70), 'Наименование' (width 63), 'Кол' (width 10), and 'Примеч.' (width 22). A 5 mm margin is shown on the right.
- Main Table:** A large table with 15 rows and 6 columns. It is divided into sections: 'Документация' (Documentation), 'Сборочный чертеж' (Assembly drawing), 'Сборочные единицы' (Assembly units), 'Детали' (Parts), 'Стандартные изделия' (Standard products), and 'Материалы' (Materials). A vertical dimension of 'min 8' is indicated on the right side of this section.
- Footer Section (Bottom):** A 5x8=40 mm high section containing signature and date fields. It is divided into 'Изм./Лист' (width 7), 'N док-м.' (width 10), 'Подпись' (width 23), 'Дата' (width 15), 'Литер.' (width 5), 'Лист' (width 5), and 'Листов' (width 20). A 5 mm margin is shown on the right.

Dimensions are provided in millimeters: 210 (total width), 297 (total height), 20 (left margin), 6, 6, 8 (header column widths), 70 (description column width), 63 (name column width), 10 (quantity column width), 22 (notes column width), 5 (right margin), 15, 5 (row height), min 8 (table height), 185 (width of the footer section), 5x8=40 (footer height), 7, 10, 23, 15, 10 (signature fields), 5, 5, 5, 15, 20 (document control fields).

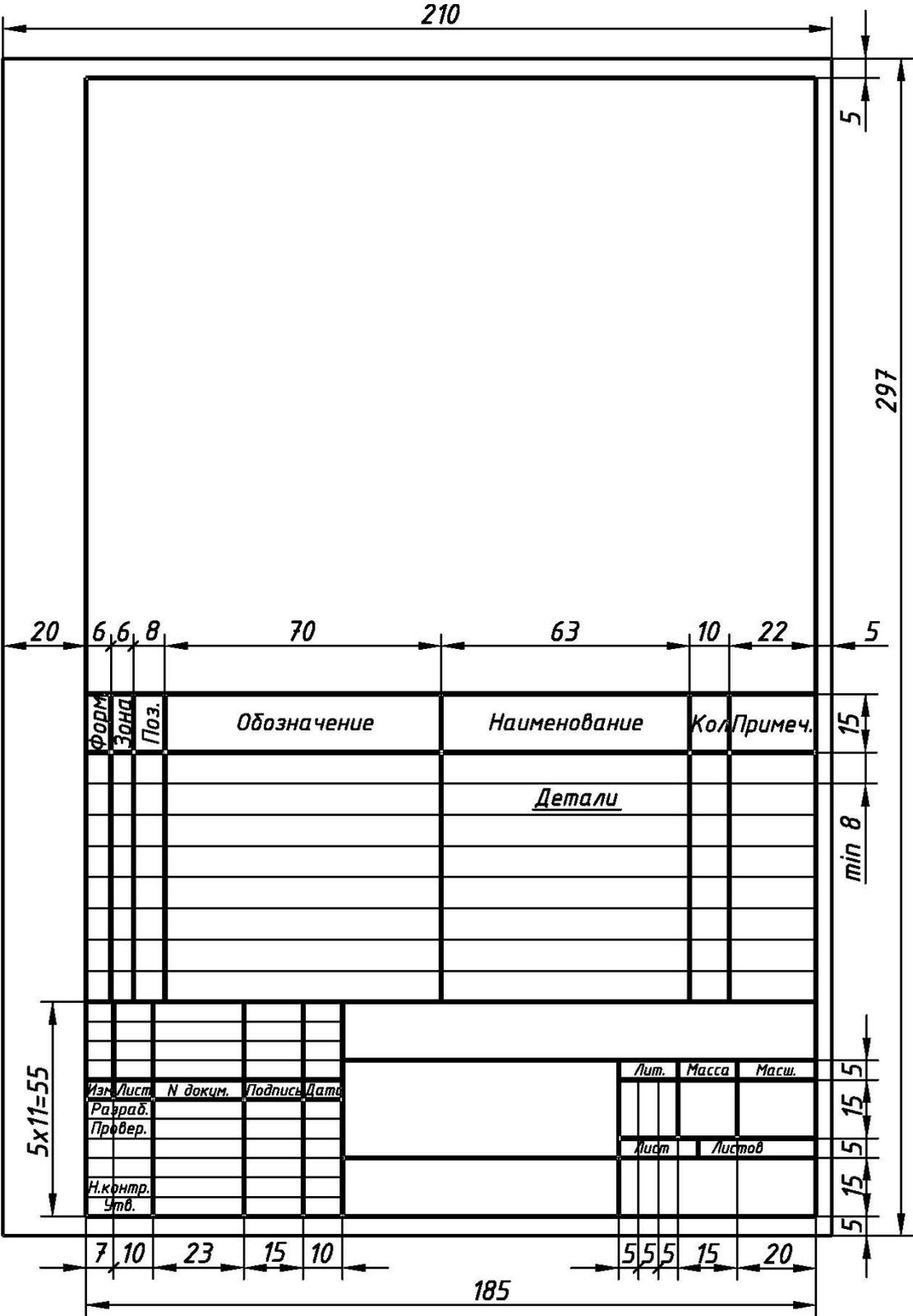
ПОСЛЕДУЮЩИЕ ЗА ЗАГЛАВНЫМ ЛИСТЫ СПЕЦИФИКАЦИИ  
С ОСНОВНОЙ НАДПИСЬЮ ФОРМЫ «2 а». ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИЗ ГОСТ 2.108-68

The drawing shows a rectangular form with a total width of 210 and a total height of 297. The form is divided into several sections:

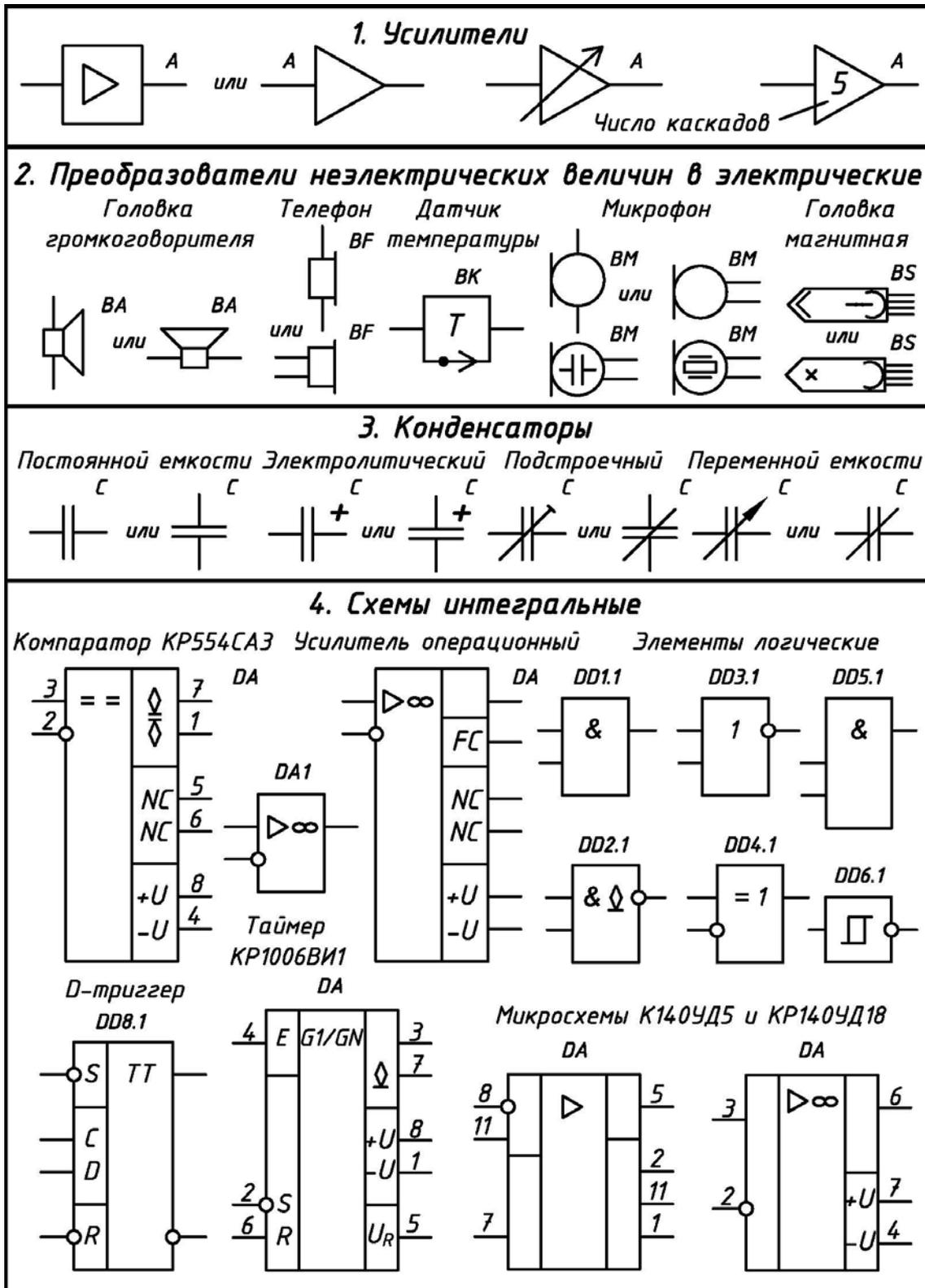
- Header Section (Top):** A shaded header row with the following columns:
  - Form Zone (Форм. Зона): 6 units wide
  - Position (Поз.): 6 units wide
  - Designation (Обозначение): 70 units wide
  - Name (Наименование): 63 units wide
  - Quantity (Кол): 10 units wide
  - Remarks (Примеч.): 22 units wide
- Table Body:** A grid of 15 rows and 6 columns for data entry. The height of each row is labeled as  $5 \times 3 = 15$ . The height of the table body is labeled as  $\text{min } 8$ .
- Footer Section (Bottom):** A section containing administrative information:
  - Number of sheets (Лист): 7 units wide
  - Number of documents (N докум.): 10 units wide
  - Signature (Подпись): 23 units wide
  - Date (Дата): 15 units wide
  - Sheet number (Лист): 10 units wide

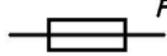
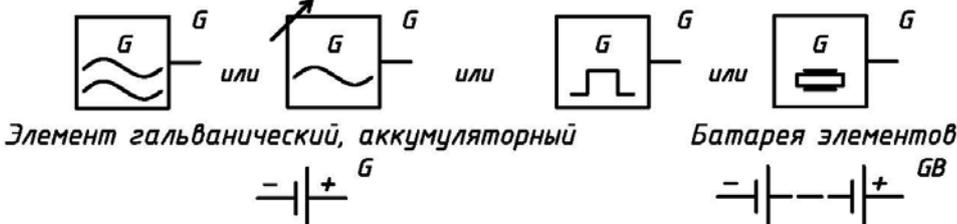
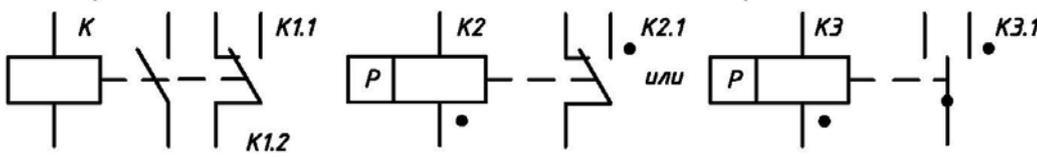
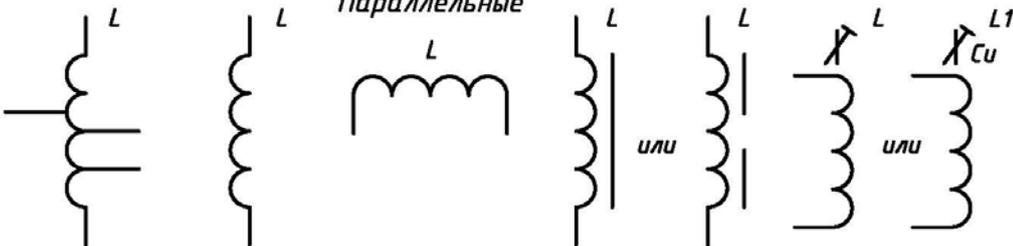
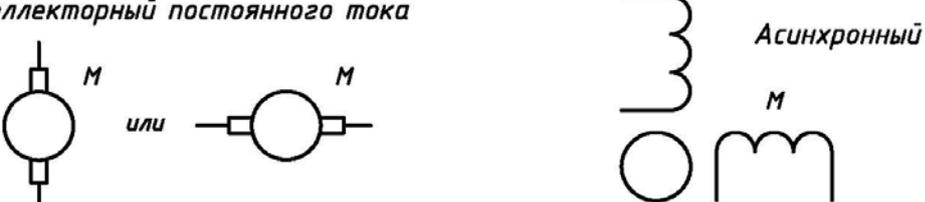
Dimensions are indicated by arrows and numbers: 210 (total width), 297 (total height), 185 (width of the main table area), and various smaller dimensions for margins and sections.

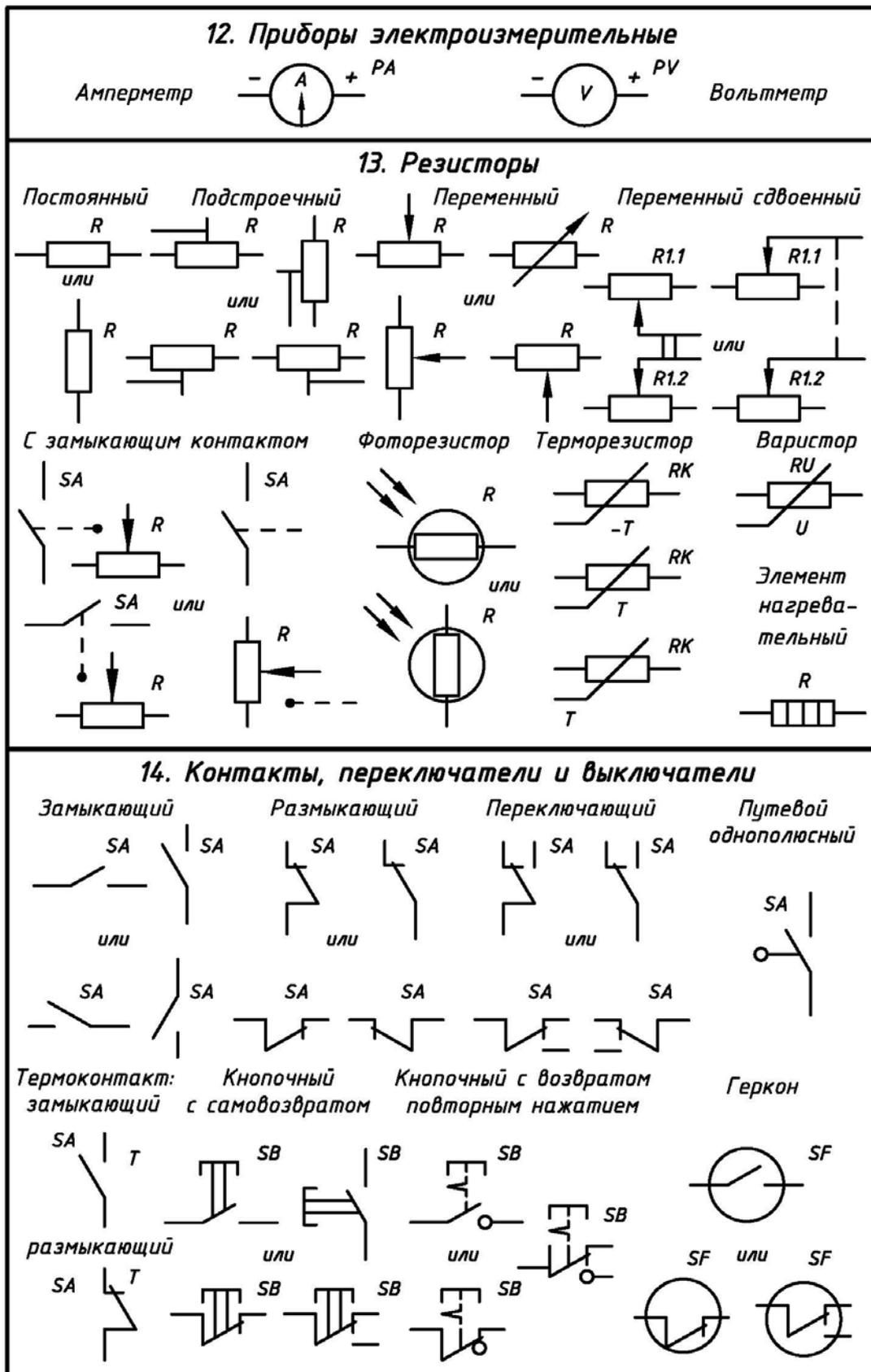
СОВМЕЩЕНИЕ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА ФОРМАТА А4  
СО СПЕЦИФИКАЦИЕЙ

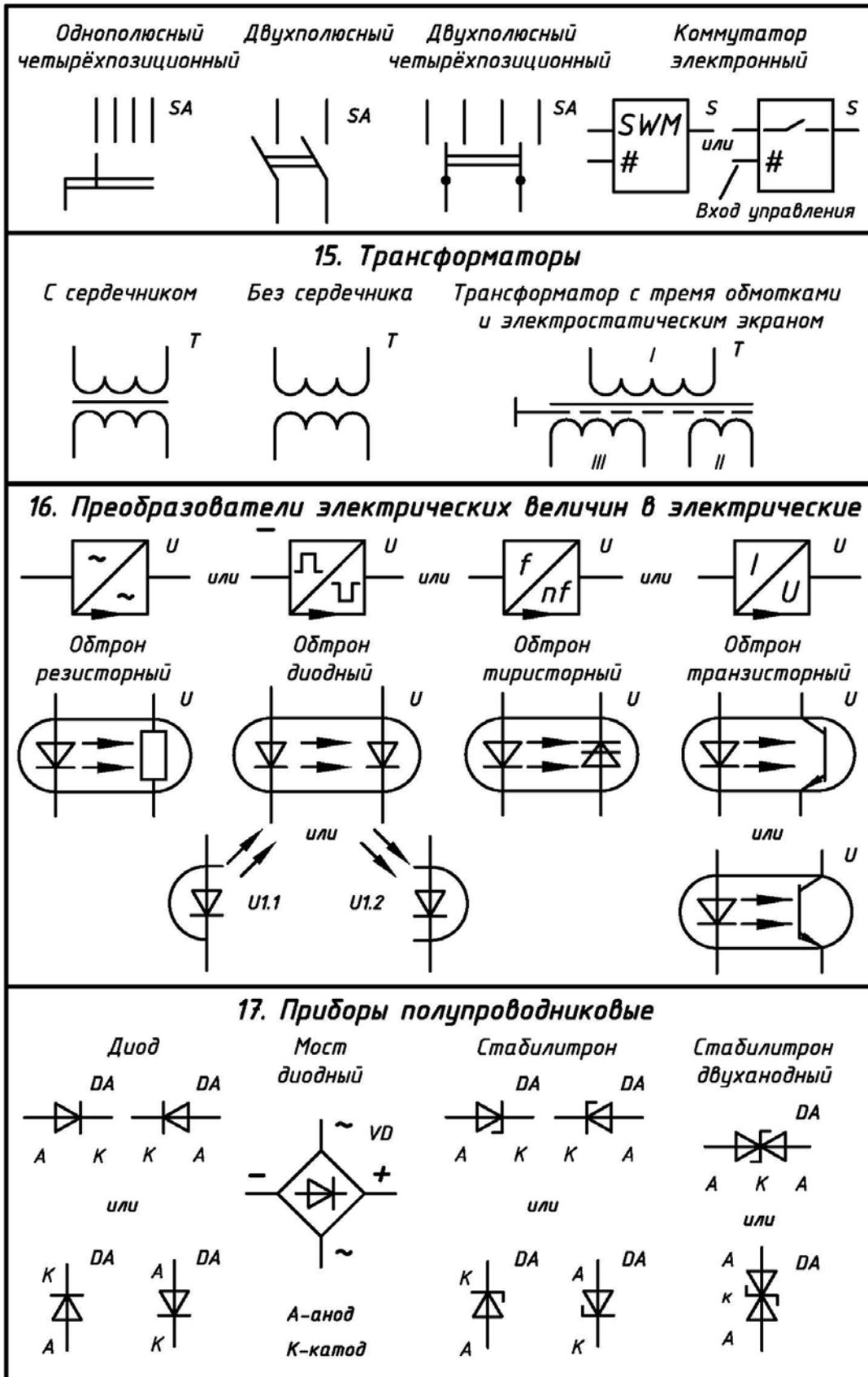


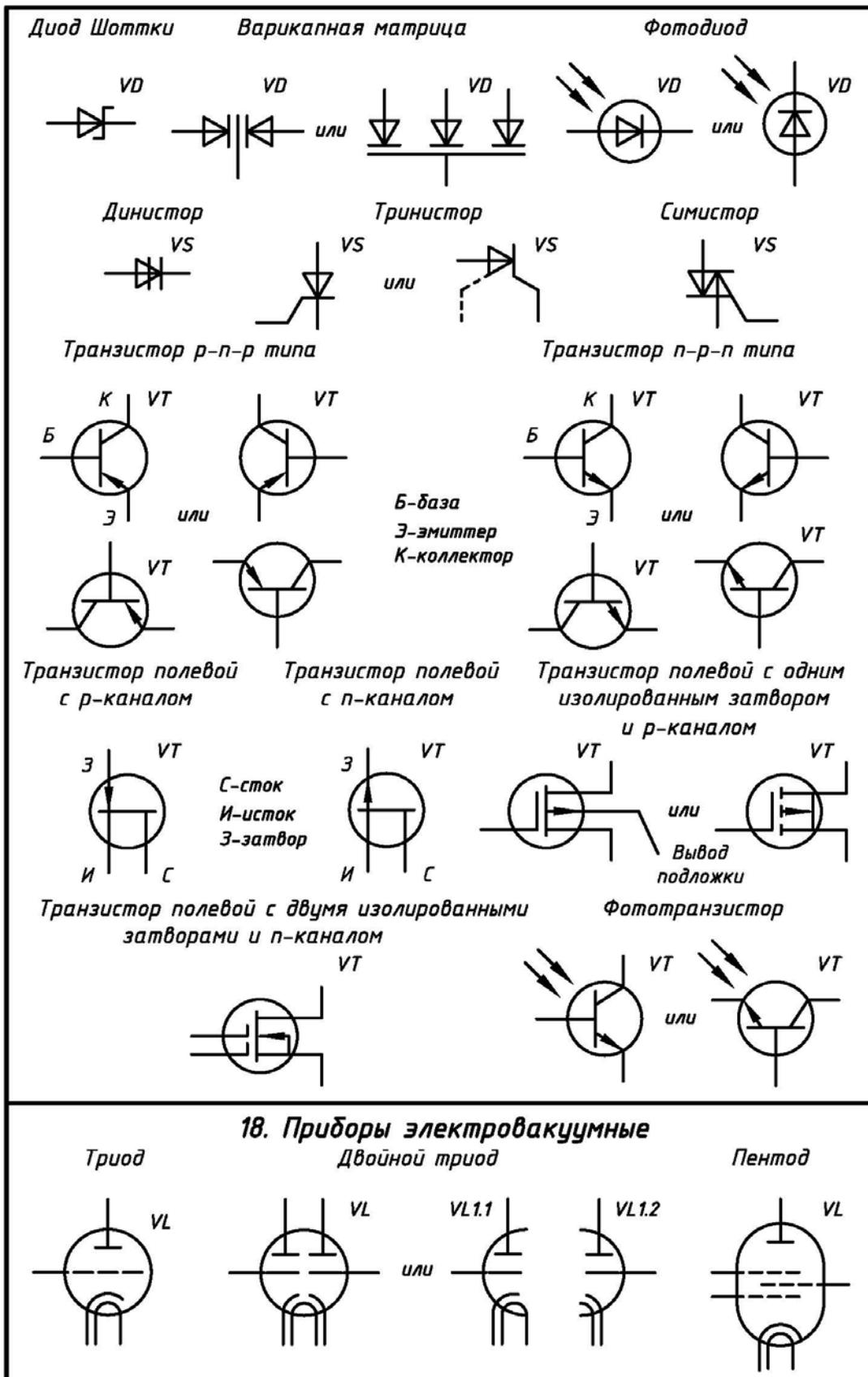
УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ  
ДЛЯ СХЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ

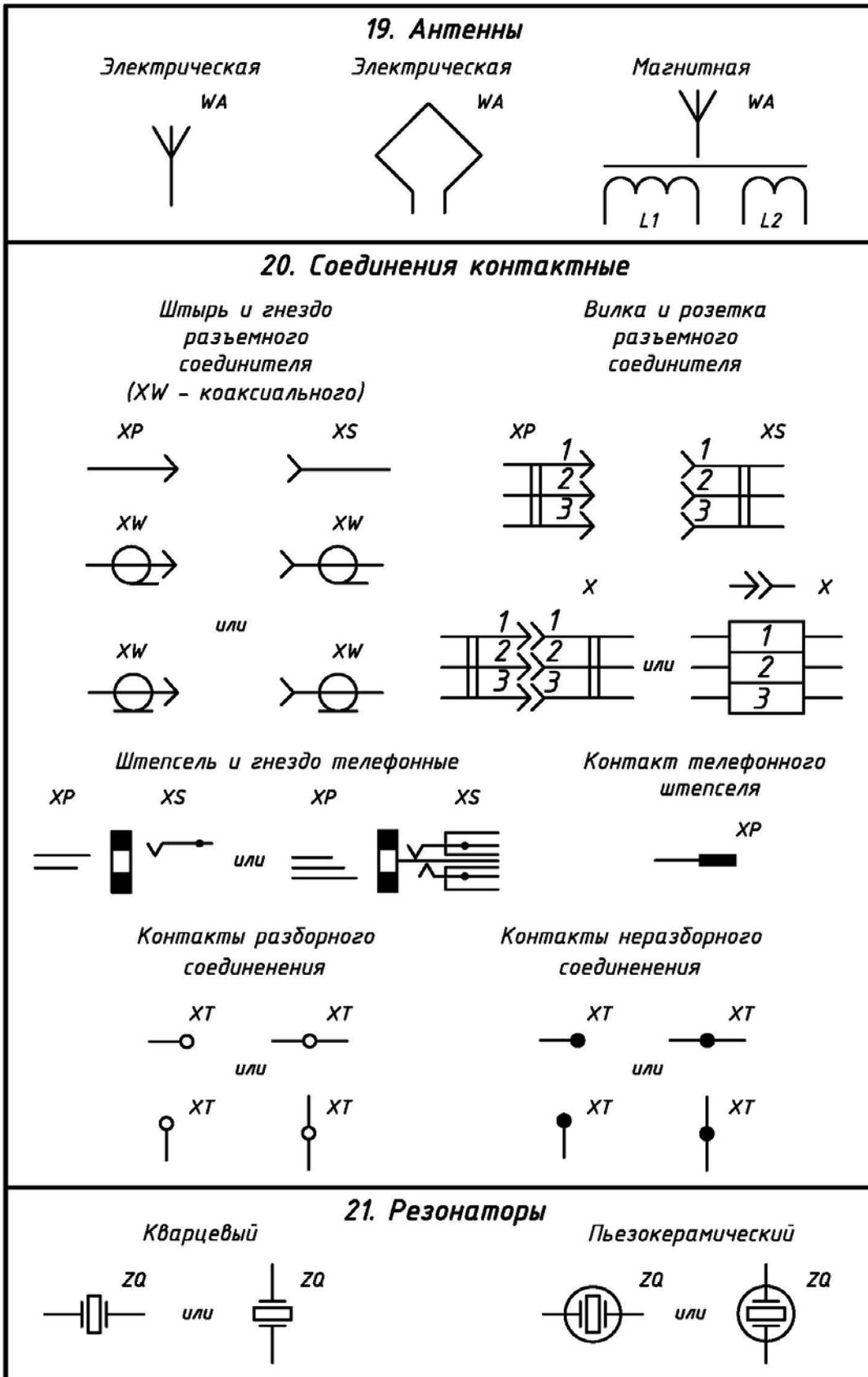


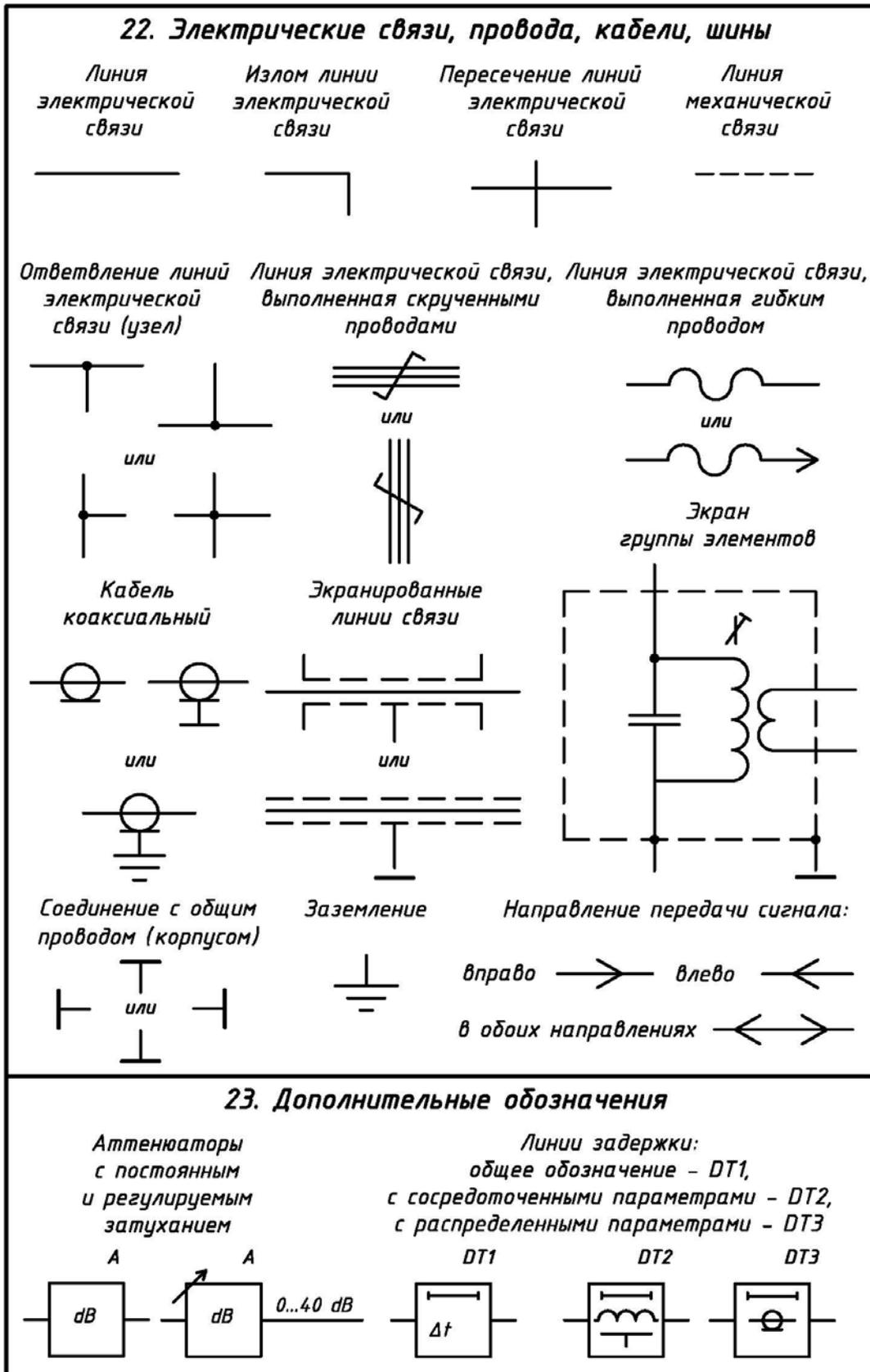
|  |   |
|--|---|
| <b>5. Элементы разные</b>  |   |
| Лампа накаливания осветительная  |  |
| <b>6. Предохранители</b>   |   |
| Предохранитель плавкий   |  |
| <b>7. Генераторы и источники питания</b>   |   |
| <br>Элемент гальванический, аккумуляторный | Батарея элементов   |
| <b>8. Устройства индикационные и сигнальные</b>  |   |
| Светодиод  | Лампа сигнальная  |
|   |   |
| <b>9. Реле</b>   |   |
| Электромагнитное   | Поляризованное  |
|    |   |
| <b>10. Катушки индуктивности и дроссели</b>  |   |
| Прямые с отводами и без  | С магнитопроводом (L1 - с медным)   |
|    |   |
| <b>11. Электродвигатели</b>  |   |
| Коллекторный постоянного тока  | Асинхронный   |
|    |   |











## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Единая система конструкторской документации: ГОСТ 2.301–68 – ГОСТ 2.321–84: сб. – офиц. изд. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 158 с.
2. Единая система конструкторской документации: справ. пособие. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 280 с.
3. Ануриев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х томах / В.И. Ануриев; под. ред. И.Н. Жестковой. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001. – 912 с.
4. Козел, В.И. Альбом чертежей радиотехнических устройств и приборов для детализации: справочное пособие для вузов / В.И. Козел. – Минск: Высш. шк., 1980. – 74 с.
5. Кувшинов, Н.С. Приборостроительное черчение: учеб. пособие / Н.С. Кувшинов, В.С. Дукмасова. – Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2009, – 397 с.; ил.
6. Кувшинов, Н.С. Инженерная графика в приборостроении: учеб. пособие / Н.С. Кувшинов, Т.Н. Скоцкая. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 119 с.
7. Кувшинов, Н.С. Схемы электрические принципиальные в инженерной графике: учеб. пособие / Н.С. Кувшинов, А.Л. Хейфец. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 74 с.
8. Кувшинов, Н.С. Начертательная геометрия: сборник задач / Н.С. Кувшинов, Т.Н. Скоцкая, И.Л. Костюнина. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 103 с.
9. Кувшинов, Н. С. Сборник задач по начертательной геометрии с элементами инженерной графики / Н.С. Кувшинов, Ж.В. Путина, И.Л. Костюнина. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. – 65 с.
10. Кувшинов, Н.С. Приборостроительное черчение: учеб. пособие / Н.С. Кувшинов, В.С. Дукмасова. – М.: Издательство КНОРУС, 2015. – 400 с.
11. Левицкий, В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учебник для бакалавров / В.С. Левицкий. – 9-е изд., испр. и доп. – М.: Юрайт, 2014. – 435 с.
12. Усатенко, С.Т. Выполнение электрических схем по ЕСКД: справочник / С.Т. Усатенко, Т.К. Каченюк, М.В. Терехова. – М.: Издательство Стандартов, 1989. – 325 с.
13. Чекмарев, А.А. Справочник по машиностроительному черчению / А.А. Чекмарев, В.К. Осипов. – 7-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2006. – 493 с.
14. Чекмарев, А.А. Инженерная графика: учебник для немашиностр. специальностей вузов / А.А. Чекмарев. – 10-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2008. – 382 с.