

Н.С. КУВШИНОВ, Т.Н. СКОЦКАЯ

ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ графика

УЧЕБНИК

Инженерная графика

Основные требования ГОСТ ЕСКД к выполнению и оформлению чертежей

Выполнение учебных эскизов деталей на основе натуральных образцов

Выполнение учебных проекционных чертежей деталей на основе заготовок

Выполнение рабочих чертежей болтов и гаек на основе натуральных образцов

Выполнение рабочих чертежей приборостроительных деталей и сборочных единиц на основе натуральных образцов

Компьютерная 2D- и 3D-графика

Основные понятия, определения и особенности

Создание чертежа «прототипа»

Выполнение учебных чертежей плоских контуров

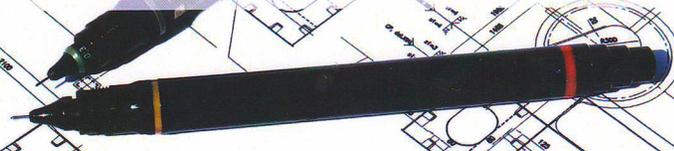
Общий подход к построению компьютерных 3D-моделей деталей и их 2D-чертежей

Дополнительные возможности пакета AutoCAD для построения сложных разрезов деталей

Детализирование чертежей общего вида изделий приборостроения на основе заготовок

Выполнение сборочных чертежей изделий приборостроения на основе заготовок

Выполнение учебных чертежей схем электрических принципиальных на основе заготовок



BOOK.ru
ONLINE МАТЕРИАЛЫ

Б А К А Л А В Р И А Т

Н.С. Кувшинов

Т.Н. Скоцкая

ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Учебник

BOOK.ru

ЭЛЕКТРОННО-БИБЛИОТЕЧНАЯ СИСТЕМА

КНОРУС • МОСКВА • 2016

УДК 744/004.9(075.8)
ББК 30.182я73
К88

Рецензенты:

И.Г. Торбеев, заведующий кафедрой графики Челябинской агроинженерной академии, канд. техн. наук, доц.,

С.В. Евсеенков, заведующий кафедрой общепрофессиональных дисциплин Челябинского института путей сообщения, д-р техн. наук, проф.

Кувшинов Н.С.

К88 Инженерная и компьютерная графика : учебник / Н.С. Кувшинов, Т.Н. Скоцкая. — М. : КНОРУС, 2016. — 234 с. — (Бакалавриат).

ISBN 978-5-406-04971-6

DOI 10.15216/978-5-406-04971-6

Рассматриваются вопросы инженерной графики во взаимосвязи с компьютерной 2D- и 3D-графикой.

В разделе 1 «Инженерная графика» приведены основные требования ГОСТ ЕСКД к выполнению и оформлению чертежей. Рассмотрены вопросы проекционного черчения, приведены многочисленные примеры выполнения и оформления эскизов, учебных чертежей, а также рабочих чертежей деталей и сборочных единиц из реальных изделий приборостроения.

В разделе 2 «Компьютерная 2D- и 3D-графика» рассмотрены вопросы детализации чертежей общего вида, создание сборочных чертежей изделий, выполнение схем электрических принципиальных. На основе графического пакета AutoCAD и современной технологии «3D-модель — 2D-модель — 2D-чертеж» показана последовательность выполнения и оформления рабочих чертежей деталей и изделий приборостроения. Приложение содержит условные графические обозначения элементов для схем электрических принципиальных.

Соответствует ФГОС ВО 3+.

Для самостоятельной работы студентов, обучающихся по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки «Инженерное дело, технологии и технические науки». Работа может быть рекомендована для преподавателей и аспирантов высших учебных заведений.

УДК 744/004.9(075.8)
ББК 30.182я73

Кувшинов Николай Сергеевич
Скоцкая Татьяна Николаевна

ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Сертификат соответствия № РОСС RU.АГ51.Н03820 от 08.09.2015.

Изд. № 10131. Подписано в печать 15.01.2016. Формат 60×90/16.

Гарнитура «PeterburgС». Печать офсетная.

Усл. печ. л. 15,0. Уч.-изд. л. 14,68. Тираж 500 экз.

ООО «Издательство «КноРус».

117218, г. Москва, ул. Кедрова, д. 14, корп. 2.

Тел.: 8-495-741-46-28.

E-mail: office@knorus.ru <http://www.knorus.ru>

Отпечатано в ООО «Контакт».

107150, г. Москва, проезд Подбельского 4-й, д. 3.

ISBN 978-5-406-04971-6

© Кувшинов Н.С., Скоцкая Т.Н., 2016
© ООО «Издательство «КноРус», 2016

ВВЕДЕНИЕ

Весь окружающий нас мир – это система со своими внутренними и внешними связями, со своими закономерностями и особой логикой существования.

В то же время небольшие по размерам детали и изделия приборостроения в значительной, а иногда и в решающей степени влияют на функциональность больших систем и механизмов. Это влияние может проявляться и иметь различного рода последствия на самых разных уровнях.

В таких системах существуют самостоятельные внутренние и внешние подсистемы как с двухсторонним, так и с односторонним воздействием.

Например, на бытовом уровне: в системах типа “Человек – Квартира”. Растрескивание резьбы патрона (из-за неправильного оформления его рабочего чертежа) влияет на работу светильника, но не влияет на работу выключателя. Поломка отдельных частей выключателя (из-за неправильного оформления чертежей отдельных деталей или некачественной сборки) не влияет непосредственно на работу светильника. В то же время выход из строя любой из подсистем приводит к одинаковым последствиям – к отсутствию освещения в квартире со всеми вытекающими отсюда моральными и иными потерями.

Например, на промышленном уровне: в системах типа “Пусковой механизм – Прокатный стан”. Залипание контакта реле при перегреве (из-за отсутствия указаний или неверных указаний на чертеже шероховатости поверхности) приводит к нарушению функциональности самого реле. Последствия, к которым приводит неправильное оформление чертежа небольшого контакта, уже очень существенны – станок с ЧПУ не работает, продукция не выпускается, а предприятие несет экономические потери.

С точки зрения понимания задач инженерной графики наиболее характерной и представляющей интерес является внешняя система «Человек – Изделие» с ее внутренними подсистемами и с факторами обеспечения надежности ее работы (схема).

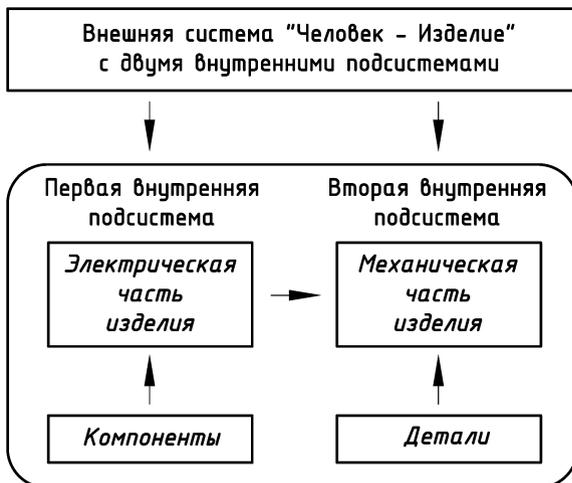


Схема. Взаимодействие в системе «Человек – Изделие»

В такой системе при выходе из строя хотя бы одной детали (из-за неправильного оформления ее чертежа, или некачественного изготовления, или некачественной сборки) вся «Механическая часть изделия» теряет свою функциональность и независимо от работающей «Электрической части изделия» приводит к нарушению работоспособности всего изделия.

«Механическая часть изделия», как правило, имеет значительно меньшую надежность и практически только от нее зависит работа приборов. Например, выход из строя нажимных кнопок пульта управления не позволяет комфортно смотреть телевизор, выход из строя движущихся частей жесткого диска (винчестера) в системном блоке компьютера приводит к потере дорогостоящей информации и к невозможности работы на компьютере и т.д. и т.п.

Повышение надежности «Механической части изделий» возможно: а) при правильно выбранной технологии изготовления деталей и изделий; б) при качественной сборке и соответствующей системе контроля; в) при наличии конструкторской документации, оформленной в соответствии с требованиями ГОСТ ЕСКД (Единой Системы Конструкторской Документации) [1,2].

Именно **Инженерная графика** формирует практические навыки выполнения чертежно-графических работ на основе соответствующих ГОСТ ЕСКД. 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 и т.п. То есть все то, что имеет отношение к проектно-конструкторской документации.

Одним из разделов инженерной графики является **Приборостроительное черчение**, основной задачей которого является создание конструкторской документации на специфичные, малогабаритные изделия приборостроения, существенно отличающиеся от изделий других отраслей назначением, внутренним устройством, технологией сборки, условиями эксплуатации.

Чертежам необходимо уделять самое пристальное внимание, так как именно с них «начинаются» изделия. Чертежи необходимо выполнять: 1) с применением положений стандартов, чтобы исключить ошибки и двоякое толкование; 2) с графически четкими, аккуратными линиями и текстовыми надписями, чтобы исключить неясности в чтении чертежа. Все это напрямую отражается на качестве изготовления изделий, а в дальнейшем – на надежности их работы в приборах и устройствах.

Несомненным следует считать и тот факт, что создание на современном этапе **проектно-конструкторской документации** изделий приборостроения практически невозможно без применения **новых технологий**, в том числе и без **Компьютерной графики** как одного из разделов информатики, изучающего средства, способы создания и обработки графических изображений при помощи компьютерной техники и компьютерных технологий. О перспективе использовании компьютерных технологий свидетельствует и появление соответствующих новых нормативных документов: ГОСТ 2.051–2013 «Электронные документы. Общие положения»; ГОСТ 2.052–2013 «Электронная модель изделия. Общие положения»; ГОСТ 2.053–2013 «Электронная структура изделия. Общие положения». При этом нелишним будет упомянуть, что сами **компьютеры** используются в основном только **в качестве инструмента**.

Содержание учебного пособия и методика подачи материала основаны на принципе **«от простого к сложному»** и на **системном подходе** к выполнению и оформлению эскизов деталей, чертежей деталей и изделий.

Учитывая все вышеизложенное, материал пособия расположен в следующем порядке:

1) знакомство с основными требованиями ГОСТ ЕСКД к выполнению и оформлению эскизов и чертежей – **раздел 1 «Инженерная графика»**;

2) последовательное чередование: а) учебных металлических натуральных образцов деталей; б) учебных бумажных заготовок проекционных чертежей; в) натуральных образцов приборостроительных деталей и сборочных единиц из реальных приборов – **раздел 1 «Инженерная графика»**;

3) последовательное чередование: а) учебных бумажных заготовок проекционных чертежей; б) учебных бумажных заготовок чертежей общего вида изделий приборостроения; в) сборочных чертежей на основе реальных изделий приборостроения; г) бумажные заготовки схем электрических принципиальных с таблицами исходных данных – **раздел 2 «Компьютерная 2D- и 3D-графика»**;

4) использование графического пакета **AutoCAD** и современных методов построения чертежей по технологии «3D-модель – 2D-модель – 2D-чертеж» – **раздел 2 «Компьютерная 2D- и 3D-графика»**.

При работе над содержанием учебного пособия:

1) учитывался многолетний опыт преподавания авторами инженерной и компьютерной графики в Южно-Уральском государственном университете;

2) были использованы: учебно-методические материалы кафедры графики Южно-Уральского государственного университета [10–17, 19, 37, 38]; нормативная [20–36], справочная [1, 5, 8, 9] и учебная литература для вузов [2, 3, 7, 18, 39].

Содержание, структура и методика учебного пособия соответствуют требованиям государственных образовательных стандартов для вузов.

Последовательность изложения материала направлена на формирование у студентов необходимых, соответствующих современному уровню **профессиональных компетенций**: 1) способности к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения; 2) способности к личностному развитию и повышению профессионального мастерства; 3) способности собирать и анализировать научно-техническую информацию, учитывать современные тенденции и использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в профессиональной деятельности; 4) способности применять современные программные средства, владеть элементами инженерной и компьютерной графики.

Учебное пособие предназначено для **самостоятельной работы** студентов, изучающих инженерную и компьютерную графику, и может использоваться для укрупненной группы специальностей и направлений подготовки **«Инженерное дело, технологии и технические науки»**.

Учебное пособие может быть полезным для преподавателей и аспирантов высших учебных заведений.

Раздел 1. ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

1.1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ГОСТ ЕСКД К ВЫПОЛНЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ ЧЕРТЕЖЕЙ

1.1.1. Форматы

Учебные чертежи чаще всего выполняются на листах ватмана формата А3 или А4. Размеры указанных форматов (ГОСТ 2.301–68) приведены на рис. 1.1.

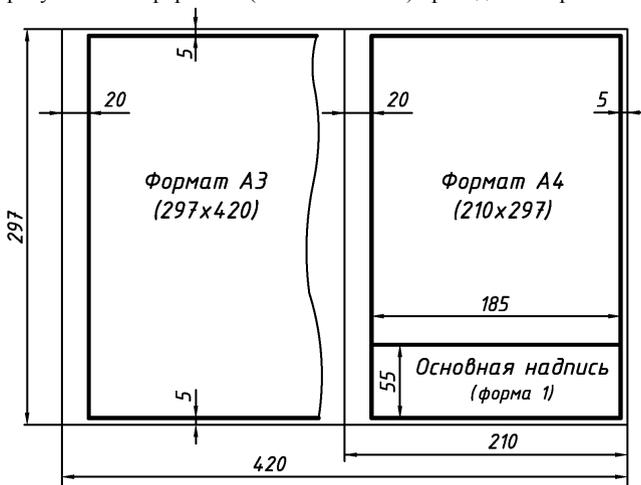


Рис. 1.1. Размеры форматов А3 и А4

1.1.2. Основная надпись

Для оформления чертежей используется основная надпись формы 1 (ГОСТ 2.104–2006), размеры которой приведены на рис. 1.2.

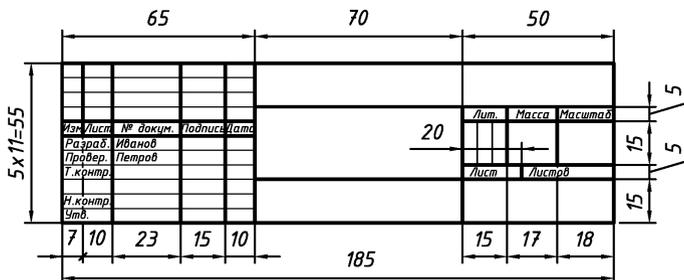


Рис. 1.2. Основная надпись формы 1

1.1.3. Масштабы

Для оформления чертежей масштабы выбираются из ряда, приведенного в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Масштабы изображений (извлечение из ГОСТ 2.302–68)

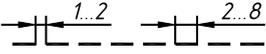
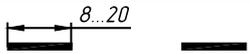
Масштабы уменьшения	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50
Натуральная величина	1:1
Масштабы увеличения	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1

1.1.4. Линии

Для оформления чертежей используются типы линий, приведенные в табл. 1.2. Толщина линии s в учебных чертежах принимается в пределах **0,7...0,8** мм.

Таблица 1.2

Типы линий (извлечение из ГОСТ 2.303–68)

Наименование	Начертание	Толщина
Сплошная основная		S (от 0,5 до 1,4 мм)
Сплошная тонкая		От $s/3$ до $s/2$
Сплошная волнистая		
Штриховая		
Штрихпунктирная тонкая		От $s/3$ до $s/2$
Разомкнутая		От s до $1,5s$

Сплошные толстые основные – линии видимого контура, линии перехода видимые, линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза).

Сплошные тонкие – линии контура наложенного сечения, линии размерные и выносные, линии штриховки, линии ограничения выносных элементов: на видах разрезах и сечениях, линии перехода изображений, полки линий выносок.

Сплошные волнистые – линии обрыва, линии разграничения вида и разреза.

Штриховые линии – линии невидимого контура, линии перехода невидимых.

Штрихпунктирные тонкие – линии осевые и центровые, линий сечений, являющихся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений.

Разомкнутые линии – линии для обозначения сечений.

1.1.5. Шрифты чертежные

Для оформления чертежей используются шрифты чертежные (ГОСТ 2.304–81), конфигурация которых приведена на рис. 1.3.



Рис. 1.3. Шрифты чертежные

1.1.6. Изображения

К изображениям относятся: 1) виды; 2) разрезы; 3) сечения; 4) выносные элементы. Их оформление на чертежах выполняется с учетом общих требований ГОСТ 2.305–2008.

Особенности: 1) изображения предметов выполняются по методу прямоугольного проецирования; 2) предмет располагается между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций (рис. 1.4); 3) за основные плоскости проекций принимаются шесть граней куба, при этом сами грани совмещают с плоскостью (рис. 1.5); 4) грань 6 допускается располагать рядом с гранью 4.

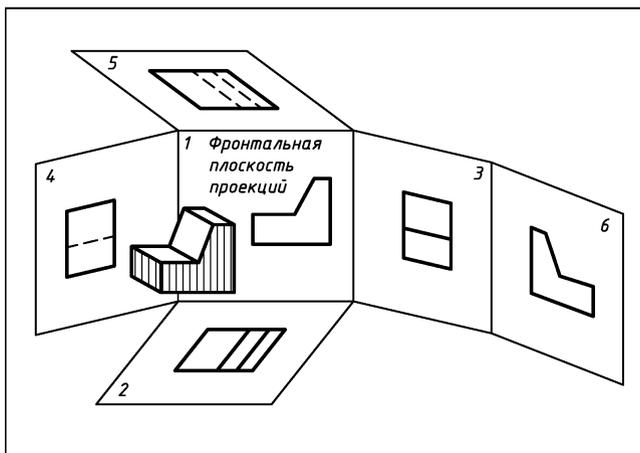


Рис. 1.4. Расположение предмета между наблюдателем и плоскостями проекций

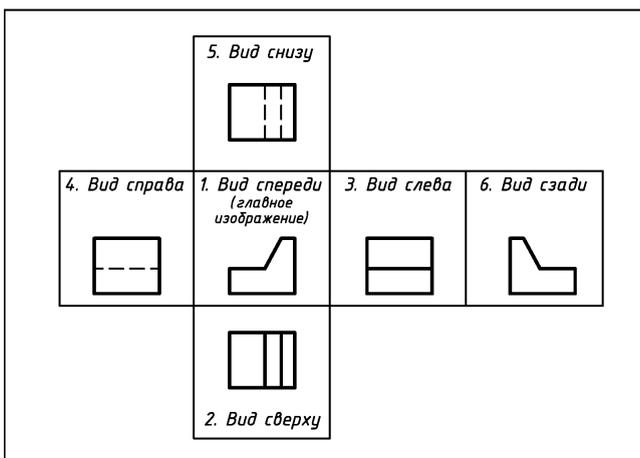


Рис. 1.5. Изображение предмета на основных плоскостях проекций в виде шести граней куба, совмещенных с плоскостью чертежа

Главное изображение. Главное изображение – изображение предмета на фронтальной плоскости проекций (рис. 1.5).

Особенности: предмет располагается относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета.

Классификация изображений. Изображения на чертежах (в зависимости от их содержания) разделяются на виды, разрезы и сечения.

Количество изображений. Количество изображений (видов, разрезов, сечений) должно быть наименьшим, но обеспечивающим полное представление о предмете.

1.1.6.1. Виды

Вид – изображение, обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Все виды подразделяются на основные, местные и дополнительные.

Основные виды. Основные виды – изображения, получаемые на основных плоскостях проекций (рис. 1.5): **1)** вид спереди (главный вид); **2)** вид сверху; **3)** вид слева; **4)** вид справа; **5)** вид снизу; **6)** вид сзади.

Особенности:

1) если перечисленные виды не находятся в проекционной связи с главным видом или разрезом, показанным на фронтальной плоскости проекций, то на чертежах они отмечаются прописными буквами русского алфавита по типу «А»;

2) направление взгляда указывается стрелкой, обозначенной той же прописной буквой русского алфавита «А» (рис. 1.6).

Дополнительный вид. Дополнительный вид – изображение части предмета, которую невозможно показать на основных видах без искажения формы и размеров.

Особенности:

1) любые дополнительные виды – изображения на плоскостях, непараллельных основным плоскостям проекций;

2) отмечаются на чертежах прописными буквами русского алфавита по типу «А», а у связанного с ним изображения предмета ставится стрелка, указывающая направление взгляда и обозначенная той же буквой русского алфавита «А» (рис. 1.7);

3) если расположение дополнительного вида находится в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением, то стрелка и надпись над видом не наносятся;

4) при необходимости, а также для удобства компоновки чертежа дополнительный вид можно повертывать: **а)** сохраняя положение принятое для данного предмета на главном изображении; **б)** добавляя к надписи «А» знак поворота \curvearrowright , заменяющий слово «повернуто» (рис. 1.6).

Местный вид. Местный вид – изображение отдельного, ограниченного места поверхности предмета.

Особенности:

1) местный вид располагается на любом свободном месте чертежа;

2) не ограничивается или ограничивается линией обрыва;

3) отмечается на чертеже аналогично дополнительному виду.

1.1.6.2. Сечения

Сечение – изображение фигуры, образующееся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями.

Особенности:

1) на сечении изображается только то, что попало в секущую плоскость;

2) секущие плоскости выбираются из расчета получения нормального сечения.

Виды сечений. Сечения подразделяются на: 1) вынесенные; 2) наложенные.

Особенности:

1) вынесенные сечения являются предпочтительными – и могут располагаться в разрыве между частями одного и того же вида;

2) контур вынесенного сечения и сечений в составе разреза изображается сплошными основными линиями s (табл. 1.2);

3) контур наложенного сечения изображается сплошными тонкими линиями (табл. 1.2), при этом контур самого изображения в месте расположения наложенного сечения не прерывается;

4) положение секущей плоскости на чертеже указывается линией сечения;

5) для линии сечения применяется разомкнутая линия (табл. 1.2), направление взгляда указывается двумя стрелками с обозначением двумя одинаковыми прописными буквами русского алфавита (рис. 1.9);

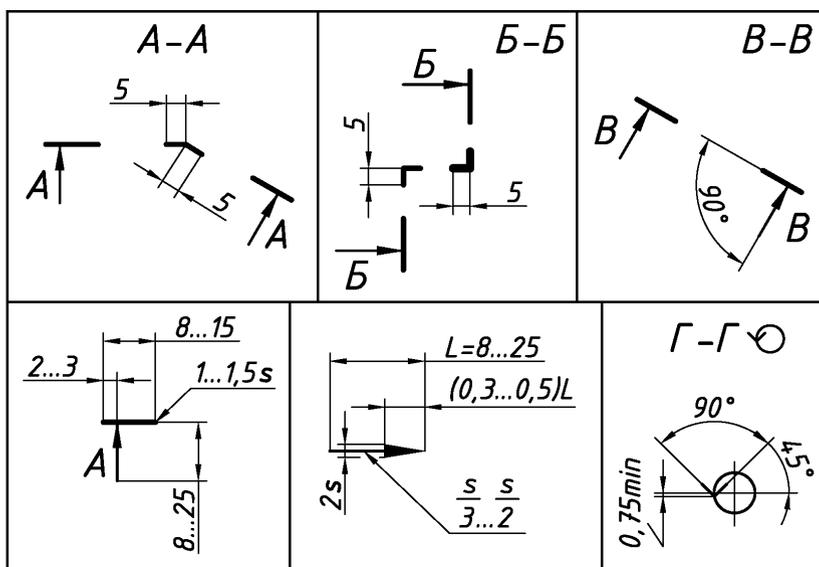


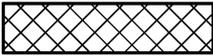
Рис. 1.6. Элементы для обозначения разрезов, сечений и их основные размеры

6) на чертеже сечения выделяются штриховкой, вид которой (согласно ГОСТ 2.306–68) зависит от графического обозначения материала детали (табл. 1.3);

7) линии штриховки всегда выполняются: а) тонкими линиями (табл. 1.2); б) для металлов, твердых сплавов и для общего обозначения материалов независимо от их вида под углом 45° ; в) в учебных чертежах на расстоянии между параллельными линиями $3...5$ мм;

8) при необходимости, а также для удобства компоновки чертежа сечения можно поворачивать, добавляя к надписи «А-А» знак поворота \odot , заменяющий слово «повернуто» (рис. 1.6).

Обозначения графические материалов (извлечение из ГОСТ 2.306–68)

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

1.1.6.3. Разрезы

Разрез – изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями для выявления его внутренней формы.

Особенности:

1) разрез состоит из сечения и вида части предмета, расположенной за секущей плоскостью;

2) на разрезе изображается то, что попало в секущую плоскость и то, что находится за ней.

Виды разрезов. Разрезы подразделяются в зависимости от числа и положения секущих плоскостей:

1) от числа секущих плоскостей: **а)** одна плоскость – разрезы простые (табл. 1.4); **б)** несколько плоскостей – разрезы сложные, при этом, если секущие плоскости параллельны, то разрез называется ступенчатым (рис. 1.7) [15], если секущие плоскости пересекаются, то разрез называется ломаным (рис. 1.8) [15];

2) от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций: **а)** секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций – разрез горизонтальный; **б)** секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций – разрез вертикальный, при этом, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций, то разрез фронтальный, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций, то разрез профильный; **в)** секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого угла – разрез наклонный; **г)** секущая плоскость направлена вдоль длины или высоты предмета – разрез продольный; **д)** секущая плоскость направлена перпендикулярно длине или высоте предмета – разрез поперечный.

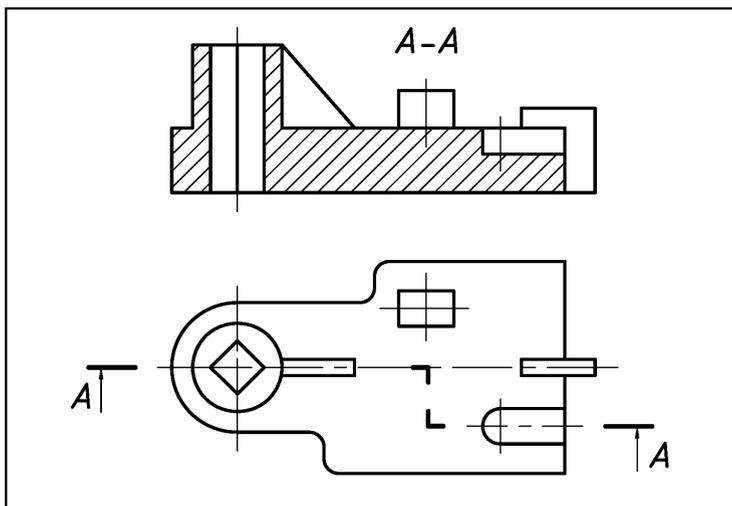


Рис. 1.7. Построение разреза ступенчатого, его обозначение и нанесение штриховки

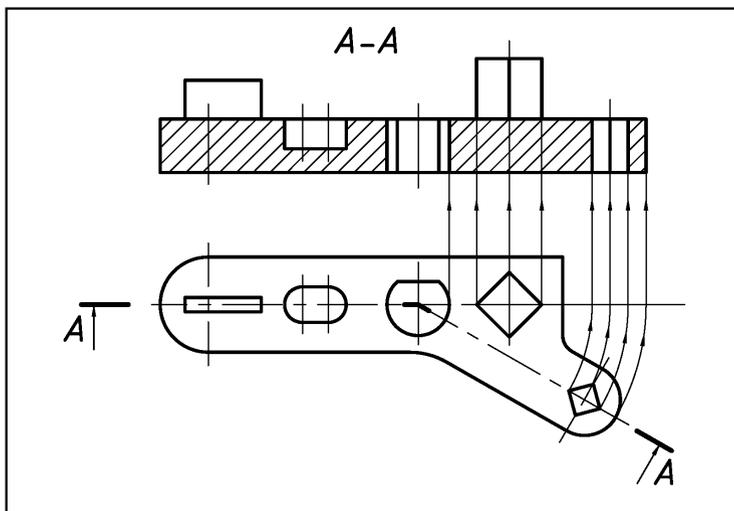


Рис. 1.8. Построение разреза ломаного, его обозначение и нанесение штриховки

Расположение разрезов. Горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы располагаются на месте соответствующих основных видов или на любом свободном месте чертежа, но не между основными видами и не выше главного изображения.

Особенности:

- 1) положение секущей плоскости на чертеже указывается линией сечения;
 - 2) для линии сечения применяется разомкнутая линия (табл. 1.2), направление взгляда указывается двумя стрелками с обозначением двумя одинаковыми прописными буквами русского алфавита (рис. 1.6, рис. 1.7 и рис. 1.8);
 - 3) на чертеже разрез выделяется штриховкой, вид которой (согласно ГОСТ 2.306–68) зависит от графического обозначения материала детали (табл. 1.3);
 - 4) линии штриховки всегда выполняются:
 - а) тонкими линиями (табл.1.2);
 - б) для металлов, твердых сплавов и для общего обозначения материалов независимо от их вида под углом 45° ;
 - в) в учебных чертежах на расстоянии между параллельными линиями **3...5 мм**.
- Местный разрез.** Местный разрез – предназначен для выяснения устройства предмета лишь в отдельном, ограниченном месте (табл. 1.4).

Особенности:

- 1) выделяется на виде сплошной волнистой линией;
- 2) линия не должна совпадать с какими-либо другими линиями изображения;
- 3) на чертеже разрез выделяется штриховкой, вид которой (согласно ГОСТ 2.306–68) зависит от графического обозначения материала детали (табл. 1.3);
- 4) линии штриховки всегда выполняются: **а)** тонкими линиями (табл.1.2); **б)** для металлов, твердых сплавов и для общего обозначения материалов под углом 45° ; **в)** в учебных чертежах на расстоянии **3...5 мм** между параллельными линиями.

Соединение части вида с частью разреза. Часть вида и часть соответствующего разреза допускается соединять на одном изображении. Соединение части вида с частью разреза выполняется с целью повышения наглядности чертежа и для того, чтобы «не потерять» на виде геометрическую форму предмета.

Особенности:

- 1) линии невидимого контура на соединяемых частях не показываются;
- 2) разделительной линией между половиной вида и половиной разреза (если вид и разрез представляют собой симметричные фигуры) служит штрихпунктирная тонкая линия (табл. 1.2), являющаяся осью симметрии (рис. 1.9, табл. 1.4);
- 3) часть разреза располагается справа или снизу от оси симметрии, которая разделяет часть вида и часть разреза (рис. 1.9, табл. 1.4);
- 4) если с осью симметрии совпадает проекция ребра многогранника, то вид и разрез отделяются друг от друга сплошной волнистой линией (табл. 1.2) для того, чтобы ребро многогранника стало видимым (рис. 1.9, рис. 1.10) [15];
- 5) если на одном изображении вид и разрез являются несимметричными фигурами, то часть вида от части разреза отделяется сплошной волнистой линией.

Условности и упрощения. Для повышения наглядности изображения предметов на чертежах устанавливаются определенные условности и упрощения, некоторые из них приведены ниже:

- 1) тонкостенные элементы (в том числе ребра жесткости) при рассечении секущей плоскостью вдоль длинной стороны условно показываются не заштрихованными;
- 2) проекции линий пересечения поверхностей на видах и разрезах допускается изображать упрощенно, если не требуется точного их построения.

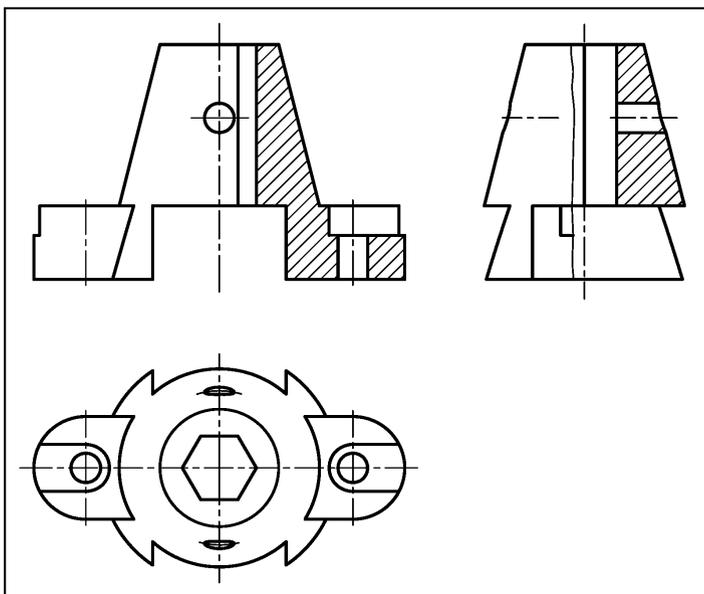


Рис. 1.9. Пример выполнения соединения половины вида с половиной разреза

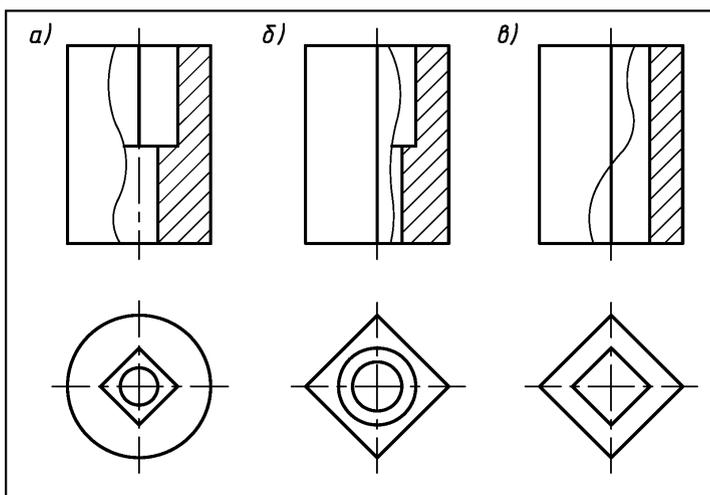


Рис. 1.10. Варианты выполнения соединения половины вида с половиной разреза при совпадении оси симметрии с проекциями ребер многогранников:
 а) ребро внутреннее; б) ребро наружное; в) ребра внутреннее и наружное

1.1.7. Основные правила простановки размеров на чертежах

Простановка размеров на чертежах выполняется с учетом положений и требований ГОСТ 2.307–2011. Простановка размеров обычно разбивается 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 размерные и выносные линии, а также размерные числа таким образом, чтобы исключить их неправильное толкование и обеспечить удобство чтения чертежа.

Краткие положения ГОСТ 2.307–2011 проиллюстрированы в табл. 1.4 [10, 12], на рис. 1.11 [15] и изложены ниже:

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 – **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, проставляются 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) проставляются 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) размещаются 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 располагаются на изображении детали одновременно с их глубиной **H**.

14) при нанесении размера радиуса перед размерным числом размещается прописная буква **R**, а при нанесении размера диаметра или квадрата – знаки \varnothing и \square соответственно;

15) перед размерным числом радиуса сферы размещается знак окружности \bigcirc ;

Примеры простановки размеров на чертежах деталей

1. Фланцы. Корпусные детали		
2. Детали с поверхностями "под ключ"		
3. Тонкостенные пластины, крышки, лепестки. Контакты реле		

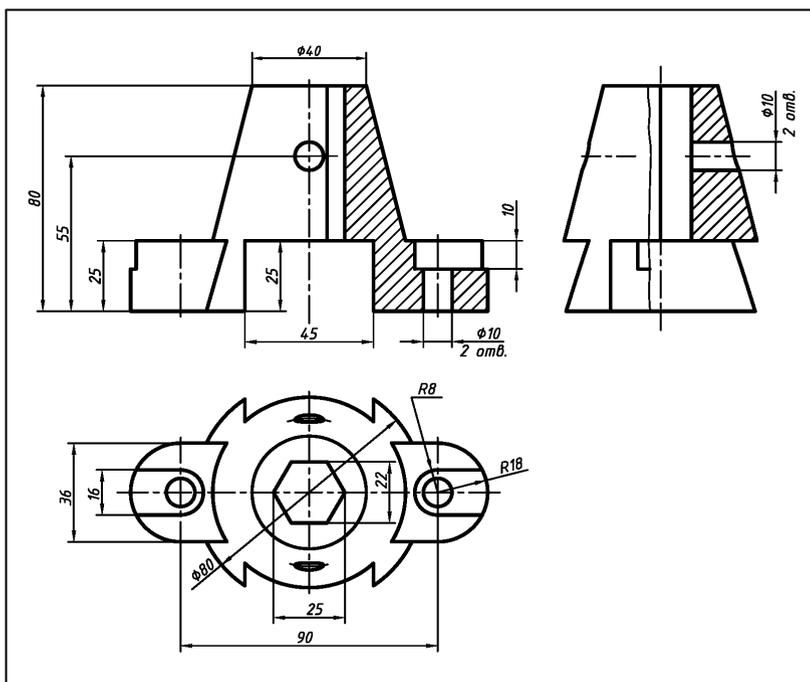


Рис. 1.11. Примеры простановки размеров на учебных чертежах

1.1.8. Проекционное черчение как основа построения чертежей

Проекционное черчение – основной раздел курса технического черчения. В нем изучаются правила и приемы построения изображений в ортогональных и аксонометрических проекциях на основе стандартов ЕСКД (Единой Системы Конструкторской Документации).

Построение изображений предметов на плоскости – основано на методе проецирования: через каждую точку геометрической фигуры проводится проецирующая прямая перпендикулярно к плоскости проекций и точка пересечения ее с этой плоскостью принимается за ортогональную проекцию точки (например, [7, 14, 16]).

Между предметом и его проекцией существует взаимно однозначное точечное соответствие.

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

Ниже рассматриваются вопросы:

- 1) выполнения учебных эскизов деталей на основе натуральных образцов;
- 2) выполнения учебных чертежей деталей на основе заготовок;
- 3) выполнения рабочих чертежей болтов и гаек на основе натуральных образцов;
- 4) выполнения рабочих чертежей приборостроительных деталей и сборочных единиц на основе натуральных образцов.

1.2. ВЫПОЛНЕНИЕ УЧЕБНЫХ ЭСКИЗОВ ДЕТАЛЕЙ НА ОСНОВЕ НАТУРНЫХ ОБРАЗЦОВ

1.2.1. Основные понятия, определения и особенности

Деталь (от фр. detail) — изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций.

Изделие — любой предмет или набор предметов, подлежащих изготовлению.

Чертеж — документ, содержащий изображение изделия, а также другие данные (размеры, масштаб, технические требования), необходимые для его изготовления и контроля. Чертежи, предназначенные для разового использования, допускается выполнять в виде эскизов.

Эскиз — чертеж, выполненный от руки без помощи чертежных инструментов в глазомерном масштабе, с обеспечением пропорций детали и всех ее элементов на всех изображениях. Эскиз предназначен для изготовления детали или для выполнения ее рабочего чертежа. Эскиз должен содержать все сведения о детали: геометрическая форма, размеры, шероховатости поверхностей, материал, а также ряд других сведений, например, технические требования и т.д.

Эскизирование — процесс выполнения эскизов на листах бумаги стандартного формата, в том числе на клетчатой бумаге или ватмане.

Этапы эскизирования — отдельные, взаимосвязанные друг с другом части процесса выполнения эскизов.

В учебном процессе предусматриваются следующие этапы эскизирования:

- 1) знакомство с деталью;
- 2) выбор главного вида и других изображений для детали;
- 3) выбор формата листа для детали;
- 4) подготовка листа для детали;
- 5) компоновка изображений детали на листе;
- 6) нанесение изображений элементов детали на листе;
- 7) формирование изображений детали на листе;
- 8) простановка размеров на детали;
- 9) заполнение основной надписи.

Модель — искусственный предмет, копирующий реальное изделие и предназначенный для изучения свойств настоящего объекта.

Натурный образец учебной модели — предназначен для начального знакомства с основами построения изображений на плоскости чертежа с учетом положений ГОСТ ЕСКД (раздел 1.1).

Варианты натуральных образцов учебных моделей:

- 1) представляют собой совокупность стандартных геометрических поверхностей: призмы, пирамиды, цилиндры, конусы, сферы и т.п.;
- 2) чаще всего выполняются из металла, легких сплавов или дерева;
- 3) на моделях могут быть вырезы различной геометрической формы.

Особенности использования. Выполнение учебных эскизов деталей на основе натуральных образцов необходимо для знакомства с основами «Инженерной графики» с целью дальнейшего перехода к решению более сложных задач на плоскости чертежа.

Ниже рассматриваются вопросы эскизирования натуральных образцов учебных моделей, имеющих одну или две плоскости симметрии.

1.2.2. Выполнение эскизов моделей с двумя плоскостями симметрии

Этап 1. Знакомство с моделью. Для варианта учебной литой металлической модели определяются ее общая форма и формы ее составных элементов (рис. 1.12).

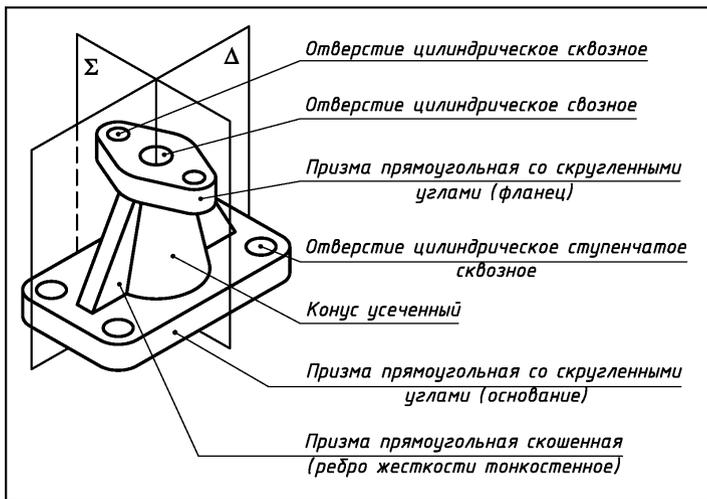


Рис. 1.12. Вариант натурального образца учебной модели с двумя плоскостями симметрии

Этап 2. Выбор главного вида и других необходимых изображений. Главный вид (вид спереди) выбирается таким образом, чтобы он давал наиболее полное представление о форме и размерах модели на фронтальной плоскости проекций. Поэтому данная модель располагается из соображения параллельности ее продольной плоскости симметрии фронтальной плоскости проекций (рис. 1.13). Кроме вида спереди формируется вид слева (поперечная плоскость модели параллельна профильной плоскости проекций), вид сверху (изображение модели параллельное горизонтальной плоскости проекций) и местный разрез на месте главного вида (рис. 1.13).

Этап 3. Выбор формата листа. При выборе формата листа (ГОСТ 2.301–68) учитывается величина изображения модели, которая должна в полной мере отображать все ее элементы (этап 2) и проставленные на ней размеры. Определенные с помощью мерительных инструментов размеры модели округляются (в учебных целях) до целых чисел с учетом их кратности **2-м, 5-ти**, или их окончания цифрой «ноль». Для модели (рис. 1.12) с габаритами 120x70x80 выбирается формат А3 (рис. 1.1).

Этап 4. Подготовка листа. На листе формата А3 вычерчивается внутренняя рамка (рис. 1.1) и контуры основной надписи (рис. 2.3) формы 1 (рис. 1.2).

Этап 5. Компоновка изображений на листе. Для будущих изображений (этап 2) тонкими линиями вычерчиваются «габаритные прямоугольники», равномерно расположенные по полю формата. Их размеры и расстояние между ними выбираются с учетом предварительно выбранного глазомерного масштаба модели и дальнейшей простановки размеров.

Примерное расположение «габаритных прямоугольников» для данной модели (рис. 1.12) приведено на (рис. 1.14).

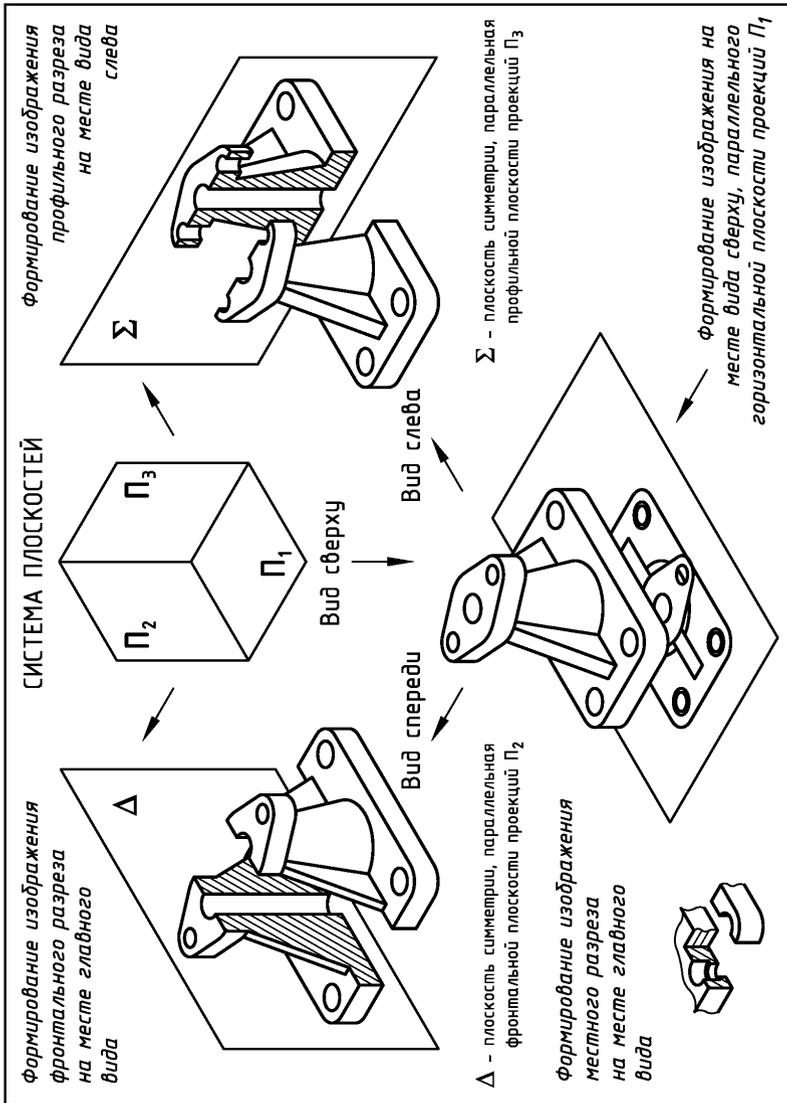


Рис. 1.13. Выбор главного вида для натурального образца учебной модели с двумя плоскостями симметрии и формирование необходимых изображений

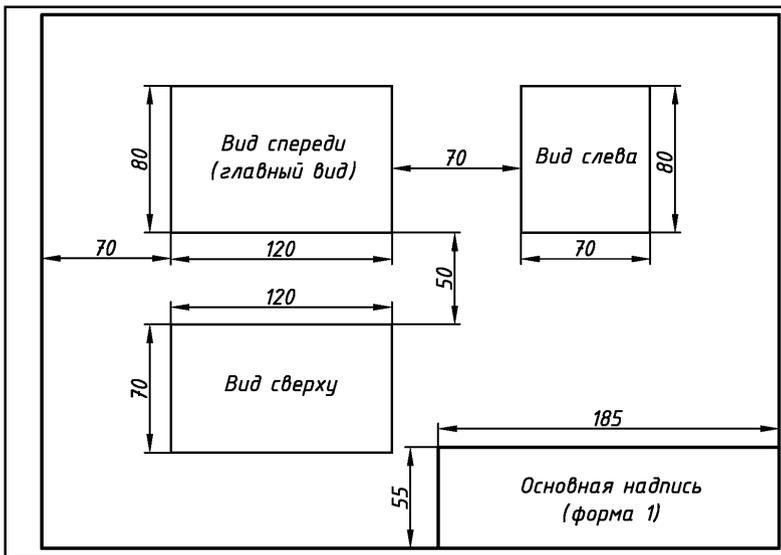


Рис. 1.14. Выбор формата листа бумаги для эскиза модели и его разметка с нанесением «габаритных прямоугольников»

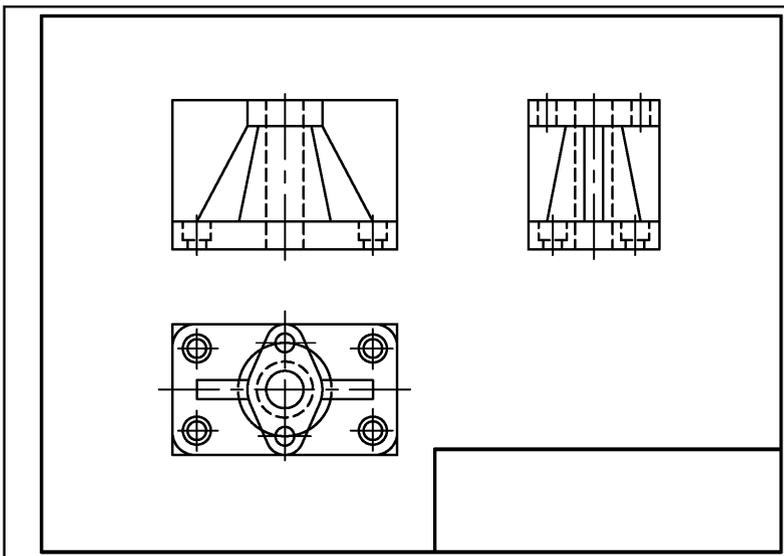


Рис. 1.15. Нанесение изображений элементов модели в «габаритные прямоугольники»

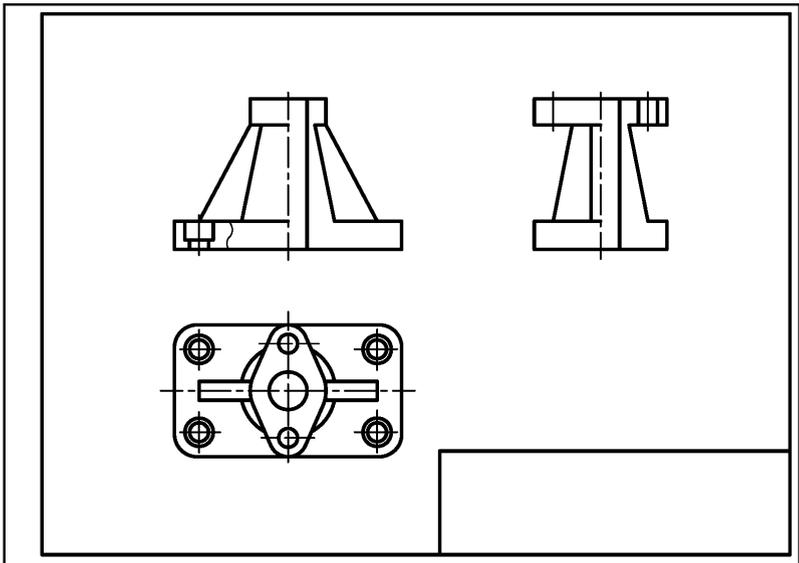


Рис. 1.16. Формирование разрезов на изображениях модели

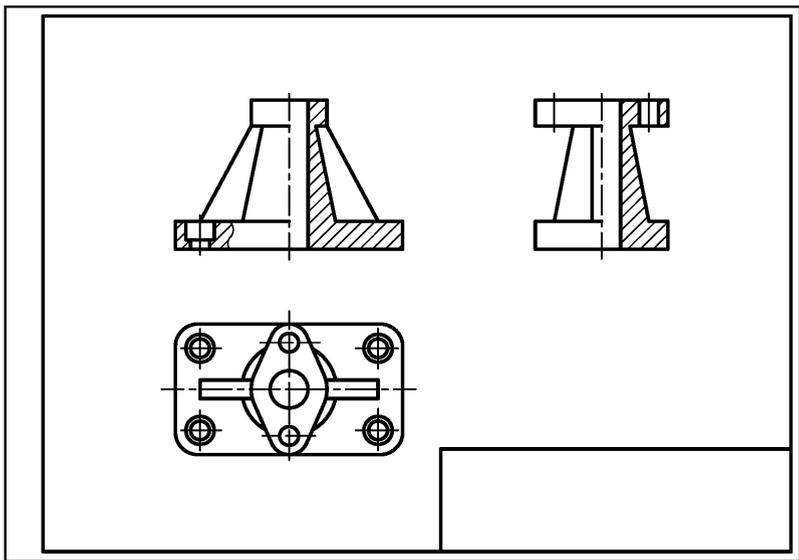


Рис. 1.17. Нанесение штриховки на изображениях модели

Этап 6. Нанесение изображений элементов модели. Внутри «габаритных прямоугольников» тонкими линиями вычерчиваются оси, внешние и внутренние контуры выбранных на этапе 2 видов, при этом соблюдаются пропорции размеров и проекционная связь всех изображений (рис. 1.15).

Этап 7. Формирование изображений. При оформлении «габаритные прямоугольники» стираются и уточняются подробности, неучтенные на этапе 6.

Формирование изображения на месте главного вида (рис. 1.5) осуществляется с помощью плоскости симметрии Δ , параллельной фронтальной плоскости проекций (рис. 1.13), путем соединения половины вида с половиной фронтального разреза (рис. 1.16). Попавшие в секущую плоскость Δ сечения заштриховываются тонкими сплошными параллельными линиями под углом наклона 45^0 (рис. 1.17). Исключением являются тонкостенные элементы (ребра жесткости – рис.1.12), которые не заштриховываются (рис. 1.16). Все невидимые линии внутренних контуров стираются.

Формирование изображения на месте вида слева (рис. 1.5) осуществляется с помощью плоскости симметрии Σ , параллельной профильной плоскости проекций (рис. 1.13), путем соединения половины вида с половиной профильного разреза (рис. 1.16). Попавшие в секущую плоскость Σ сечения заштриховываются тонкими сплошными параллельными линиями под углом наклона 45^0 (рис. 1.17). Все невидимые линии внутренних контуров стираются.

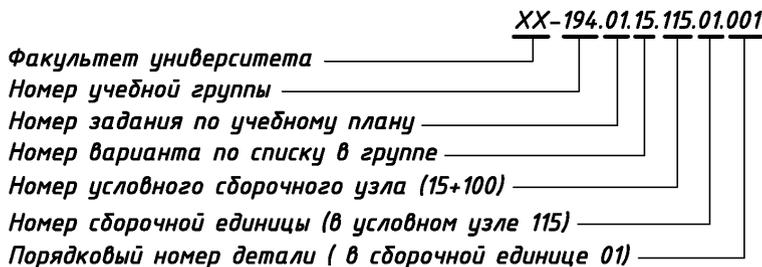
Формирование изображения на месте вида сверху (рис. 1.5) осуществляется для данной модели (рис. 1.12) без разреза, так как необходимости в нем нет (рис. 1.17). Все невидимые линии внутренних контуров стираются.

Формирование изображения местного разреза на месте главного вида (рис. 1.5) осуществляется для выявления формы цилиндрического ступенчатого отверстия (рис. 1.12) и заштриховывается тонкими линиями под углом наклона 45^0 (рис. 1.17).

Обводка изображений. Контурные линии изображений обводятся сплошной основной линией толщины s (раздел 1, табл. 1.2). Разделительной линией между видом и разрезом является ось симметрии. Оси изображаются тонкими штрихпунктирными линиями (раздел 1, табл. 1.2). Местный разрез отделяется от остальной части вида сплошной тонкой плавной волнистой линией (раздел 1, табл. 1.2).

Этап 8. Простановка размеров. Выполняется с учетом положений ГОСТ 2.307–2011 (раздел 1.7, табл. 1.4, рис. 1.11).

Этап 9. Заполнение основной надписи. Основная надпись (рис. 1.2) вместо сложного классификатора ЕСКД обозначения изделий (ГОСТ 2.201–80) в учебных работах заполняется по упрощенной схеме [10, 15]:



Пример оформления эскиза учебной модели дан на рис. 1.18.

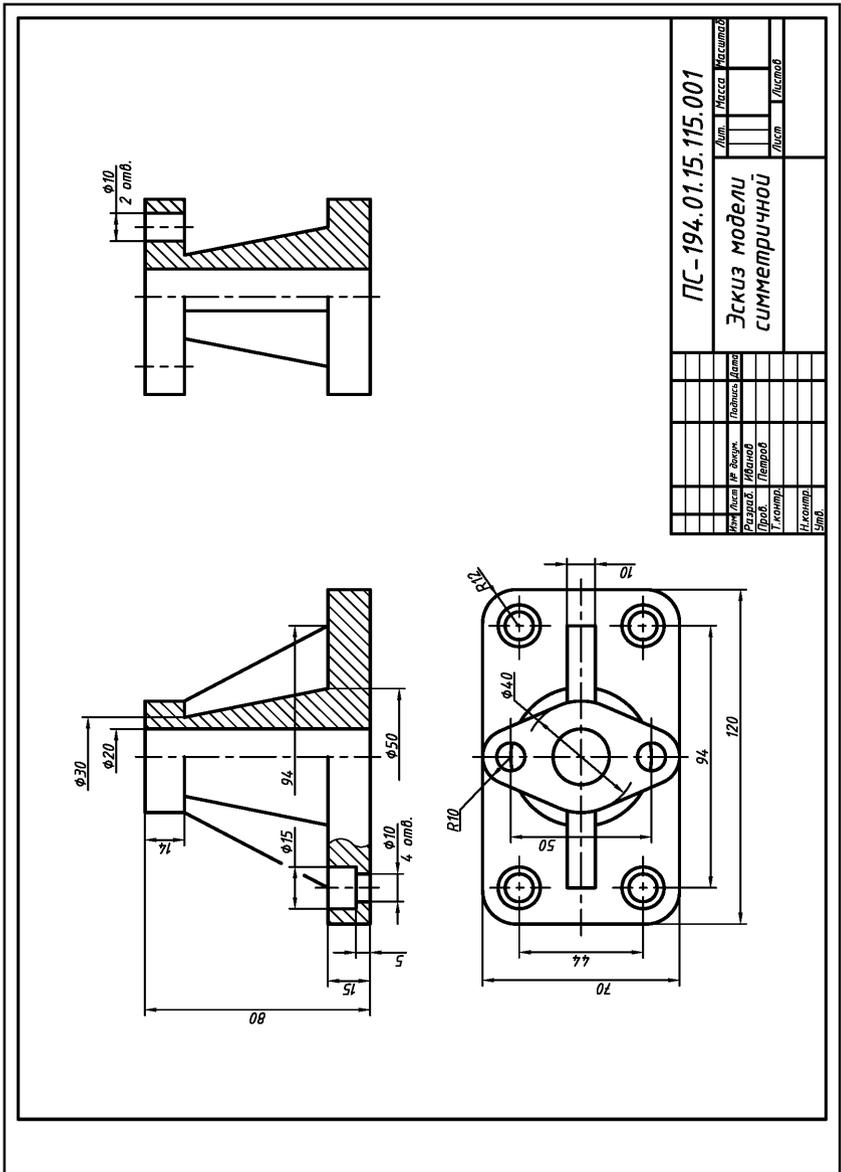


Рис. 1.18. Пример оформления эскиза учебной металлической модели с двумя плоскостями симметрии

1.2.3. Выполнение эскизов моделей с одной плоскостью симметрии

Этап 1. Знакомство с моделью. Для варианта учебной литой металлической модели определяются ее общая форма и формы ее составных элементов (рис. 1.19).

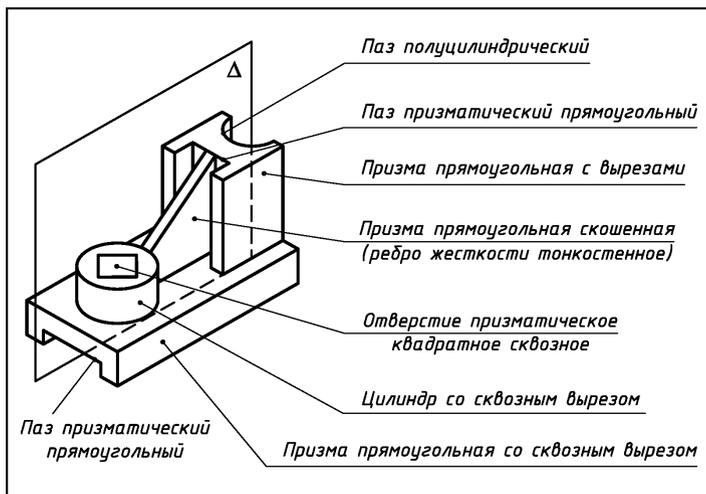


Рис. 1.19. Вариант натурального образца учебной модели с одной плоскостью симметрии

Этап 2. Выбор главного вида и других необходимых изображений. Главный вид (вид спереди) выбирается таким образом, чтобы он давал наиболее полное представление о форме и размерах модели на фронтальной плоскости проекций. Поэтому данная модель (рис. 1.19) располагается из соображения параллельности ее продольной плоскости симметрии фронтальной плоскости проекций (рис. 1.20). Кроме вида спереди формируется вид слева (поперечная плоскость модели параллельна профильной плоскости проекций) и вид сверху (изображение модели параллельное горизонтальной плоскости проекций) рис. 1.20.

Этап 3. Выбор формата листа. При выборе формата листа (ГОСТ 2.301–68) учитывается величина изображения модели, которая должна в полной мере отображать все ее элементы (этап 2) и проставленные на ней размеры. Определенные с помощью мерительных инструментов размеры модели округляются (в учебных целях) до целых чисел с учетом их кратности **2-м, 5-ти**, или их окончания цифрой **«ноль»**.

Для модели (рис. 1.19) с габаритами 120x60x75 выбирается формат **A3**.

Этап 4. Подготовка листа. На листе формата A3 (рис. 1.1) вычерчивается рамка (рис. 1.1) и контуры основной надписи (рис. 2.10) формы 1 (рис. 1.2).

Этап 5. Компоновка изображений на листе. Для будущих изображений (этап 2) тонкими линиями вычерчиваются «габаритные прямоугольники», равномерно расположенные по полю формата. Их размеры и расстояние между ними выбираются с учетом предварительно выбранного глазомерного масштаба модели и дальнейшей простановки размеров.

Примерное расположение «габаритных прямоугольников» для данной модели (рис. 1.19) приведено на (рис. 1.21).

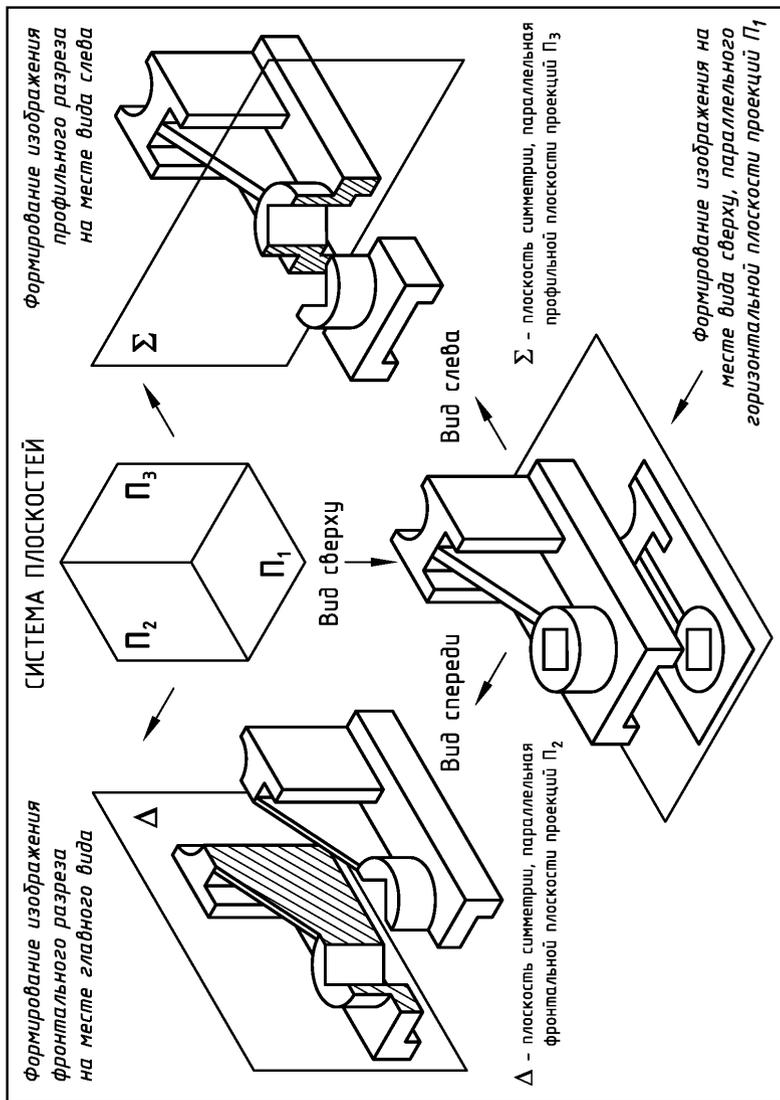


Рис. 1.20. Выбор главного вида для натурального образца учебной модели с одной плоскостью симметрии и других необходимых изображений

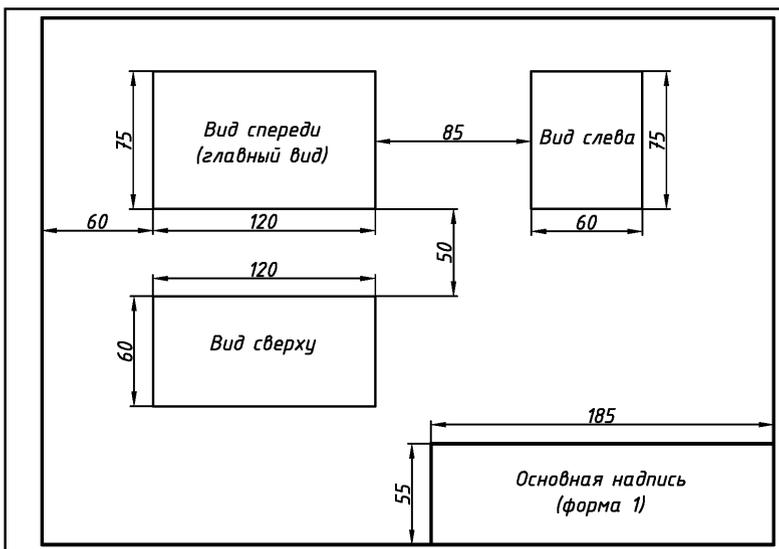


Рис. 1.21. Выбор формата листа бумаги для эскиза модели и его разметка с нанесением «габаритных прямоугольников»

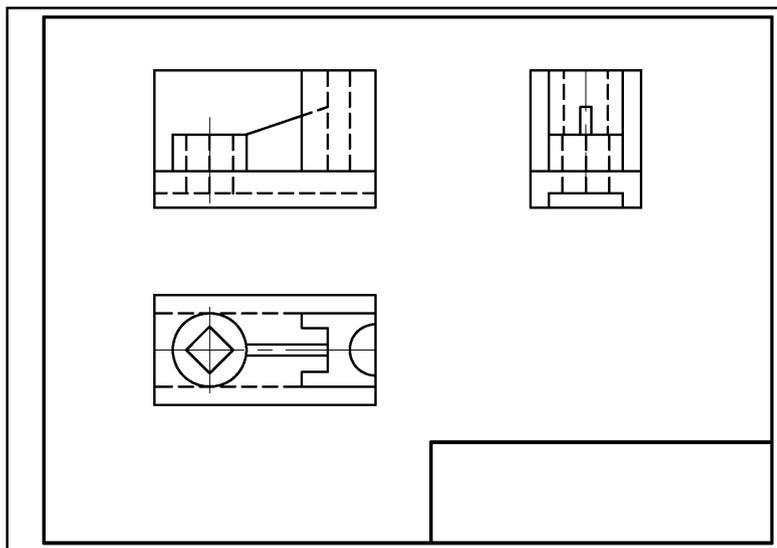


Рис. 1.22. Нанесение изображений элементов модели в «габаритные прямоугольники»

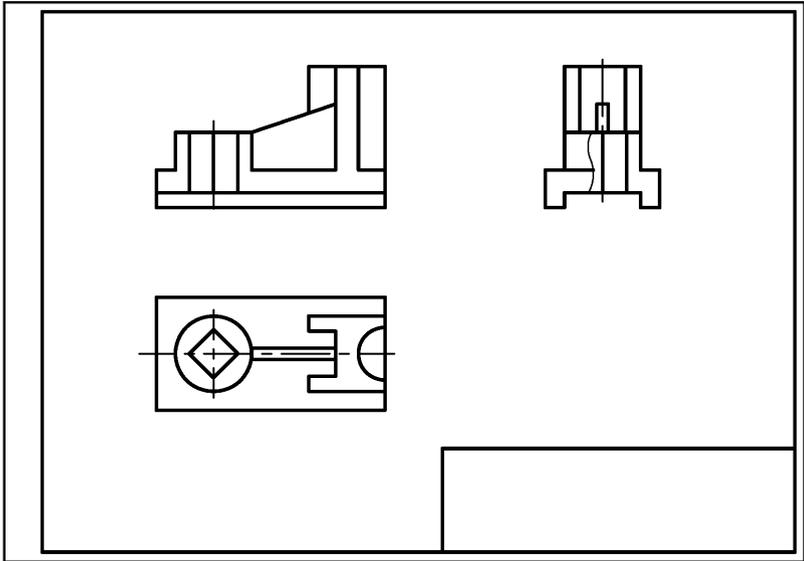


Рис. 1.23. Формирование разрезов на изображениях модели

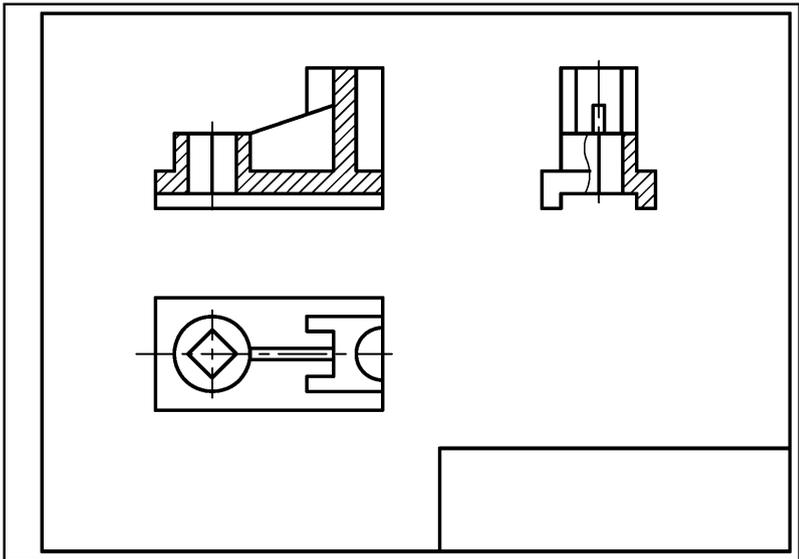


Рис. 1.24. Нанесение штриховки на изображениях модели

Этап 6. Нанесение изображений элементов модели. Внутри «габаритных прямоугольников» тонкими линиями вычерчиваются оси, внешние и внутренние контуры выбранных на этапе 2 видов, при этом соблюдаются пропорции размеров и проекционная связь всех изображений. Помимо этого учитывается, что у данной модели (рис. 1.19) отсутствует поперечная плоскость симметрии, а вид слева должен содержать максимум информации – большие по высоте части не должны перекрывать меньшие по высоте части (рис. 1.22).

Этап 7. Формирование изображений. При оформлении «габаритные прямоугольники» стираются и уточняются все те подробности, которые не были учтены при выполнении этапа 6.

Формирование изображения на месте главного вида (рис. 1.5) осуществляется с помощью плоскости симметрии Δ , параллельной фронтальной плоскости проекций (рис. 1.20), путем выполнения полного фронтального разреза (рис. 1.23). Попавшие в секущую плоскость Δ сечения заштриховываются тонкими сплошными параллельными линиями под углом наклона 45° (рис. 1.24). Исключением является тонкостенный элемент (ребро жесткости – рис.1.19), который не заштриховывается (рис. 1.24). Все лишние невидимые линии внутренних контуров стираются.

Формирование изображения на месте вида слева (рис. 1.5) осуществляется с помощью плоскости Σ , параллельной профильной плоскости проекций (рис. 1.20), путем соединения части вида с частью профильного разреза (рис. 1.23). Внутреннее ребро многогранника совпадает с осью симметрии, поэтому разрез искусственно расширяется (рис. 1.23) как в примере рис. 1.9. Попавшее в секущую плоскость Σ сечение заштриховывается тонкими параллельными линиями под углом наклона 45° (рис. 1.24). Все лишние невидимые линии внутренних контуров стираются.

Формирование изображения на месте вида сверху (рис. 1.5) осуществляется для данной модели (рис. 1.19) без разреза, так как необходимости в нем нет (рис. 1.23). Все лишние невидимые линии внутренних контуров стираются.

Обводка изображений. Контурные линии изображений обводятся сплошной основной линией толщины s (раздел 1, табл. 1.2). Оси изображаются тонкими штрихпунктирными линиями (раздел 1, табл. 1.2). В месте расширения разреза вид от разреза отделяется сплошной тонкой плавной волнистой линией (табл. 1.2).

Обозначение разреза. Учитывая, что секущая плоскость Σ не является плоскостью симметрии для профильного разреза, для обозначения линии сечения применяется разомкнутая линия (табл. 1.2). Направление взгляда указывается двумя стрелками с обозначением двумя одинаковыми прописными буквами русского алфавита «А» (рис. 1.6). Сам разрез обозначается теми же буквами русского алфавита по типу «А-А» (рис. 1.6, рис. 2.14).

Этап 8. Простановка размеров. Выполняется с учетом положений ГОСТ 2.307–2011 (табл. 1.4, рис. 1.11).

Этап 9. Заполнение основной надписи. Основная надпись (рис. 1.2) заполняется по упрощенной схеме аналогично разделу 1.2.2 [10, 15]:

XX-194.02.15.115.001.

Пример оформления эскиза учебной металлической модели с одной плоскостью симметрии представлен на рис. 1.25.

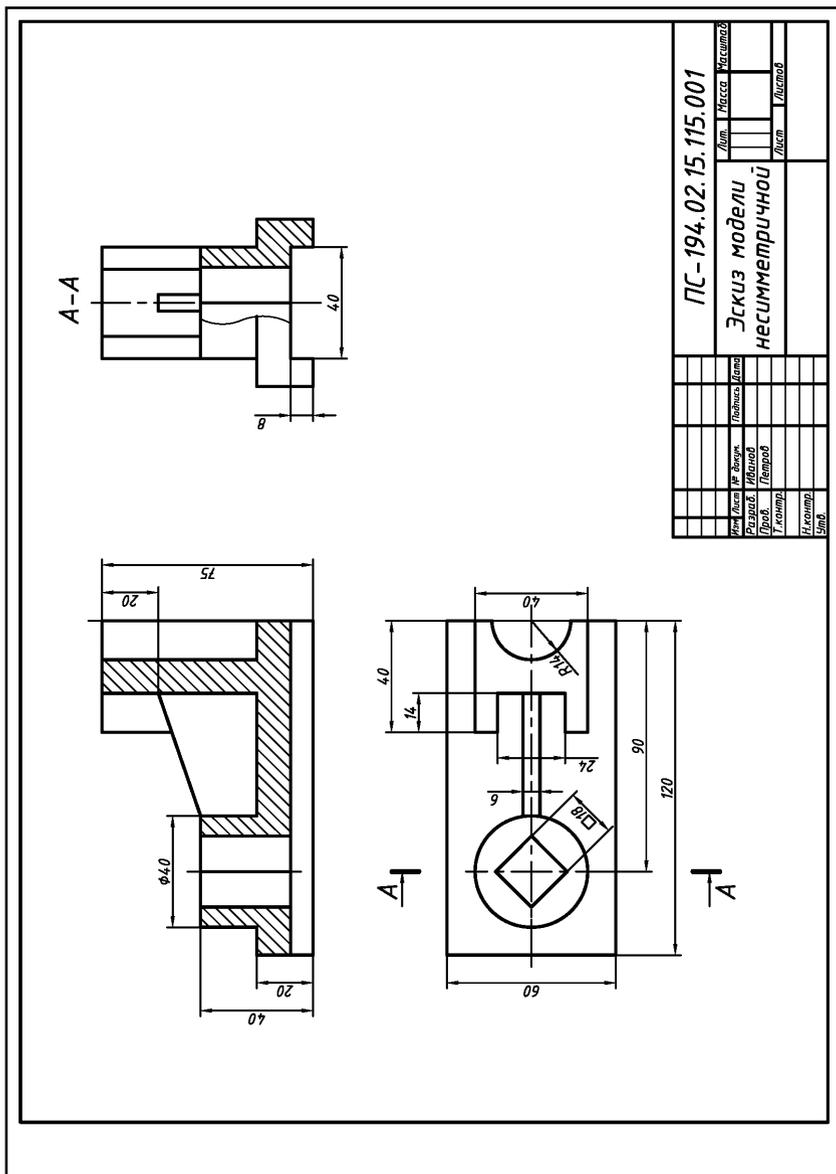


Рис. 1.25. Пример оформления эскиза учебной металлической модели с одной плоскостью симметрии

1.3. ВЫПОЛНЕНИЕ УЧЕБНЫХ ПРОЕКЦИОННЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ НА ОСНОВЕ ЗАГОТОВОК

1.3.1. Основные понятия, определения и особенности

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

Учебные проекционные чертежи – чертежи, предназначенные для решения задач «Инженерной графики» с целью последующего выполнения рабочих чертежей реальных изделий.

Выполнение учебных проекционных чертежей. Основано, как правило, на использовании учебных заготовок.

Заготовки для учебных проекционных чертежей. Заготовки, как правило, представляют собой чертежи деталей на листах бумаги различных форматов.

Детали изображаются с различными вариантами исходных условий: **1)** в виде совокупности стандартных геометрических поверхностей: призм, пирамид, цилиндров, конусов, сфер; **2)** с пазами и вырезами различной конфигурации; **3)** в двух видах: главный вид и вид сверху; **4)** в натуральном масштабе (1:1); **5)** с невидимыми линиями внутренних контуров; **6)** без размеров или с размерами; **7)** без указания или с указанием местоположения секущих плоскостей.

Детали могут иметь одну или две плоскости симметрии.

Особенности использования учебных заготовок. Учебные заготовки используются для построения: **1)** вида слева; **2)** простых и сложных разрезов; **3)** необходимых местных разрезов; **4)** необходимых местных и дополнительных видов; **5)** аксонометрических проекций; **6)** натуральной величины наклонного сечения. Кроме того предусматривается обязательная простановка размеров и заполнение основной надписи при окончательном оформлении чертежей.

Ниже рассматриваются вопросы выполнения учебных проекционных чертежей деталей, имеющих одну или две плоскости симметрии.

1.3.2. Выполнение чертежей деталей с простыми разрезами

Исходные условия. На листах бумаги даны различные варианты заготовок чертежей детали в двух видах (главный вид и вид сверху) без указания размеров. Возможны два варианта исходных условий:

1) деталь с двумя плоскостями симметрии (например, рис. 1.26) [15];

2) деталь с одной плоскостью симметрии (например, рис. 1.27) [15].

Выполнить и скомпоновать на листе ватмана формата А3 (420x297):

1) три изображения детали:

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

б) для детали с одной плоскостью симметрии – на месте главного вида полный фронтальный разрез и вид сверху. На сконструированном виде слева – соединение половины (части) вида слева с половиной (частью) профильного разреза;

2) другие необходимые виды и разрезы;

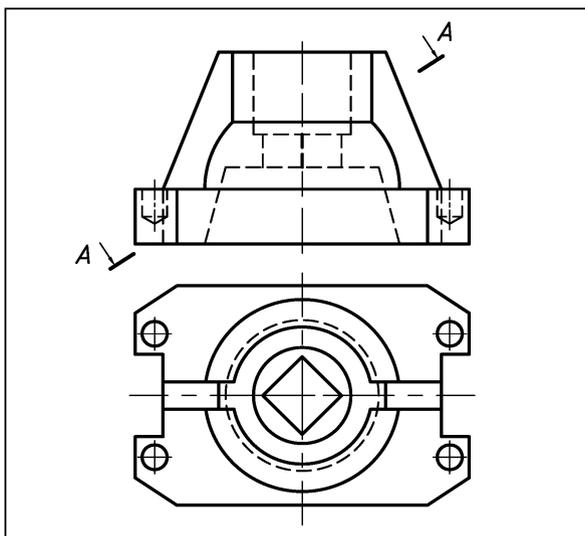


Рис. 1.26. Вариант исходной заготовки чертежа детали с двумя плоскостями симметрии для выполнения простых разрезов

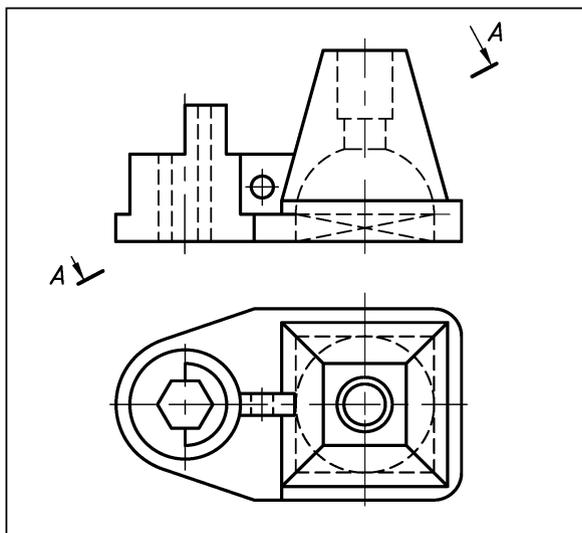


Рис. 1.27. Вариант исходной заготовки чертежа детали с одной плоскостью симметрии для выполнения простых разрезов

3) простановку размеров в соответствии с требованиями ГОСТ 2.307–2011 [1];

4) истинный вид указанного наклонного сечения.

Последовательность выполнения и оформления чертежей [15]:

1) чертеж детали мысленно разделяется на отдельные простейшие геометрические фигуры. Находятся проекции этих фигур на заданных изображениях. Определяется форма внутренних поверхностей;

2) подготавливается лист ватмана формата А3 (420х297) – рис.1.1. На листе ватмана вычерчивается рамка и основная надпись формы 1 (рис. 1.2). Основная надпись заполняется по упрощенной схеме аналогично разделу 1.2.2 [10, 12];

XX-194.03.15.115.001;

3) продумывается компоновка формата путем определения взаимного расположение изображений и их расстояний от линий рамки и основной надписи с учетом: а) равномерного заполнения поля формата; б) проставленных размеров; в) обозначенных необходимых разрезов; г) наличия необходимых местных видов; д) наличия выполненного наклонного сечения;

4) тонкими линиями перечерчиваются два заданных вида детали с предварительно замеренными размерами на исходном чертеже. Размеры округляются до целых чисел с учетом их кратности **2-м, 5-ти**, или их окончания цифрой **«ноль»**. По двум заданным видам, соблюдая проекционную связь, строится вид слева. Строятся необходимые местные виды (раздел 1.6);

5) на видах выполняются необходимые (включая местные) разрезы (раздел 1.6). При выполнении разрезов учитывается следующее:

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

б) разделительной линией между видом и разрезом является ось симметрии, которая изображается в виде тонкой штрихпунктирной линии (раздел 1.3);

в) если с осью симметрии изображения совпадает проекция ребра призмы или пирамиды, то при наличии внутренних ребер разрез искусственно расширяется (рис. 1.10 а), при наличии внешних ребер – искусственно сужается (рис. 1.10 б), для комбинированного случая – расширяется и сужается (рис. 1.10 в). Во всех этих случаях используется сплошная тонкая плавная волнистая линия (раздел 1.3);

г) местный разрез отделяется от остальной части вида сплошной тонкой плавной волнистой линией (раздел 1.3);

б) наносится штриховка (раздел 1.3). При этом:

а) заштриховываются только сечения, принадлежащие секущей плоскости;

б) **не штрихуются** (принято условно) тонкостенные элементы (например, ребра жесткости), если секущая плоскость направлена вдоль их длинной стороны;

7) проставляются размеры с учетом положений ГОСТ 2.307–2011 (раздел 1.7);

8) строится натуральная величина указанного наклонного сечения способом замены плоскостей проекций, который рассматривается в курсе начертательной геометрии (например, [14, 16]). Рекомендуется соблюдать следующую последовательность:

а) анализируется: на какую дополнительную плоскость проекций проецируется фигура сечения; какая одна из основных плоскостей проекций заменяется; какие линейные размеры детали при такой замене остаются неизменными (высоты или глубины точек);

б) анализируется: какие геометрические фигуры, и по каким линиям заданная секущая плоскость пересекает деталь снаружи и внутри;

в) исходя из п. 8а и п. 8б, строятся опорные точки наклонного сечения, относящиеся первоначально только к наружной поверхности детали, а затем, относящиеся только к внутренней поверхности детали;

г) последовательно соединяются опорные точки, относящиеся к наружной поверхности детали;

д) последовательно соединяются опорные точки, относящиеся к внутренней поверхности детали;

е) наклонное сечение обводится и заштриховывается;

9) обозначаются разрезы, дополнительные виды и наклонное сечение (раздел 1.6. При этом:

а) **разрезы не обозначаются**, если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии детали в целом, а изображения детали расположены в непосредственной проекционной связи и не разделены какими-либо другими изображениями;

б) после обозначения наклонного сечения, дополнительно изображается **знак «повернуто»** (рис. 1.29 и рис. 1.30), если наклонное сечение было повернуто на стадии компоновки чертежа;

в) прописные буквы русского алфавита (рис. 1.1) используются в порядке их следования (*А, Б, В, Г*, и т. д.), а их высоту увеличивается в **1,5...2 раза** по отношению к высоте размерных чисел на поле чертежа (раздел 1.6);

10) чертеж обводится. При этом:

а) используются типы линий в соответствии с ГОСТ 2.303–68 (табл. 1.2);

б) для заданного формата А3 (с размерами 420x297) и величины изображений толщину основной линии *s* целесообразно принимать в пределах **0,7...0,8 мм**;

На рис. 1.28 показан пример построения натуральной величины наклонного сечения для деталей с двумя и с одной плоскостью симметрии (исходные условия вариантов заготовок – рис. 1.26 и рис. 1.27) [15].

На рис. 1.29 показан пример оформления чертежа детали с двумя плоскостями симметрии (исходные условия варианта заготовки – рис. 1.26) [15].

На рис. 1.30 показан пример оформления чертежа детали с одной плоскостью симметрии (исходные условия варианта заготовки – рис. 1.27) [15].

1.3.3. Аксонометрические проекции

1.3.3.1. Основные понятия, определения и особенности

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

Использование аксонометрических проекций. Аксонометрические проекции используются для создания более наглядных («объемных») изображений предметов на плоскости чертежа по сравнению с «плоскими» изображениями тех же предметов на комплексном чертеже.

Общий подход к построению аксонометрических проекций. Предмет с системой координат, к которой он отнесен, проецируют на произвольную плоскость («картинная плоскость» аксонометрической проекции) таким образом, чтобы эта плоскость не совпадала с его координатной плоскостью.

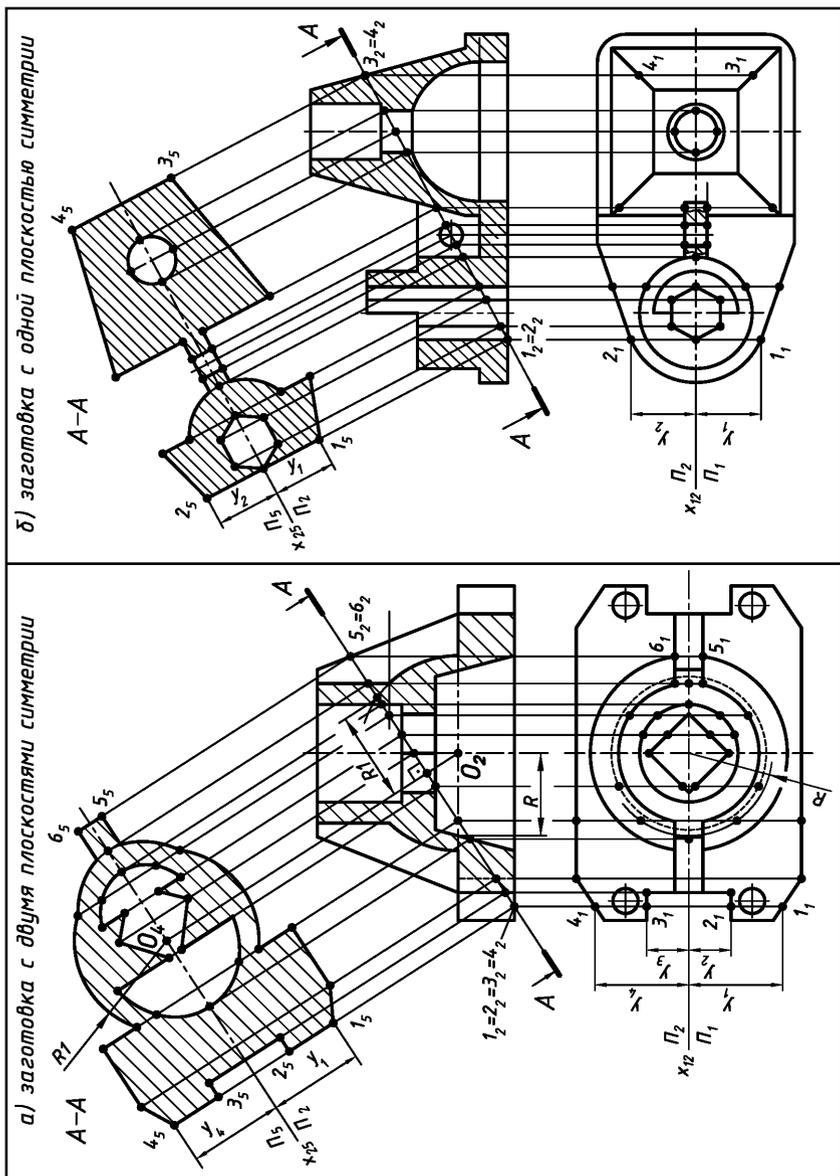


Рис. 1.28. Примеры построения натуральной величины наклонного сечения деталей (варианты исходных заготовок: а) рис. 1.26; б) рис. 1.27)

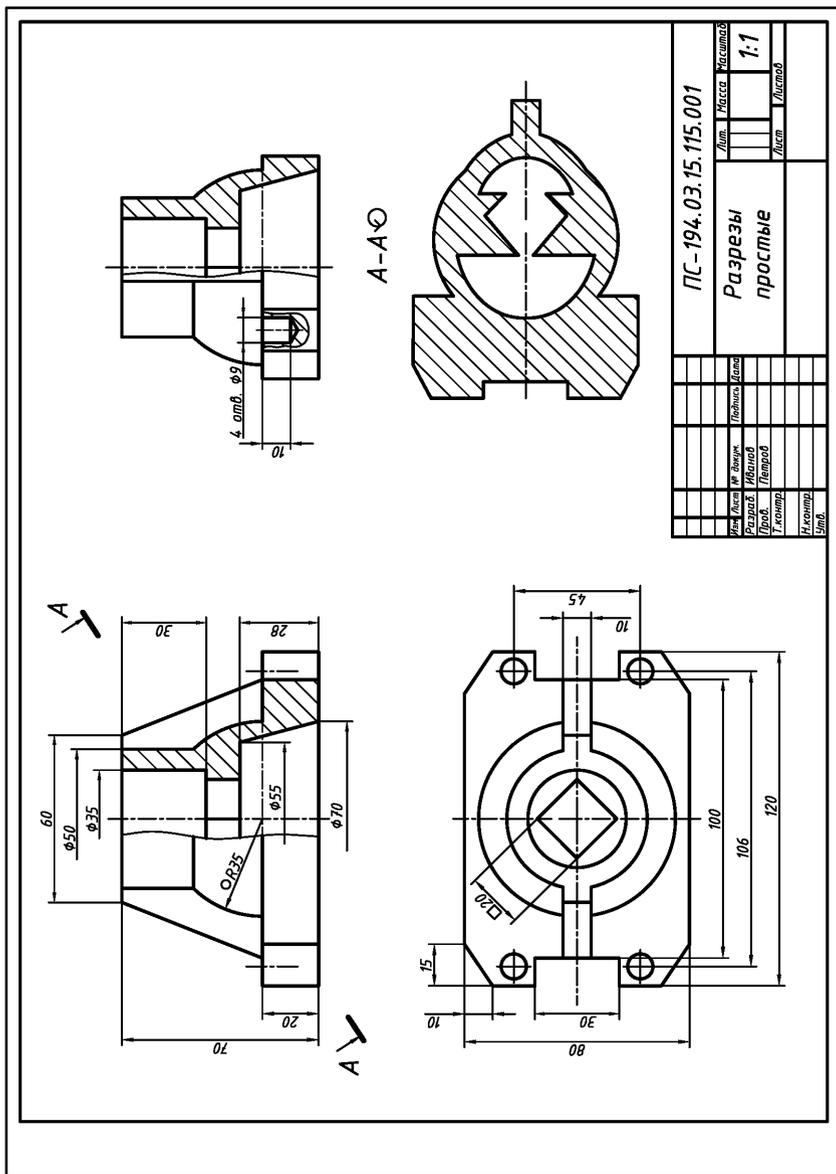


Рис. 1.29. Пример оформления чертежа детали с двумя плоскостями симметрии (вариант исходной заготовки – рис. 1.26)

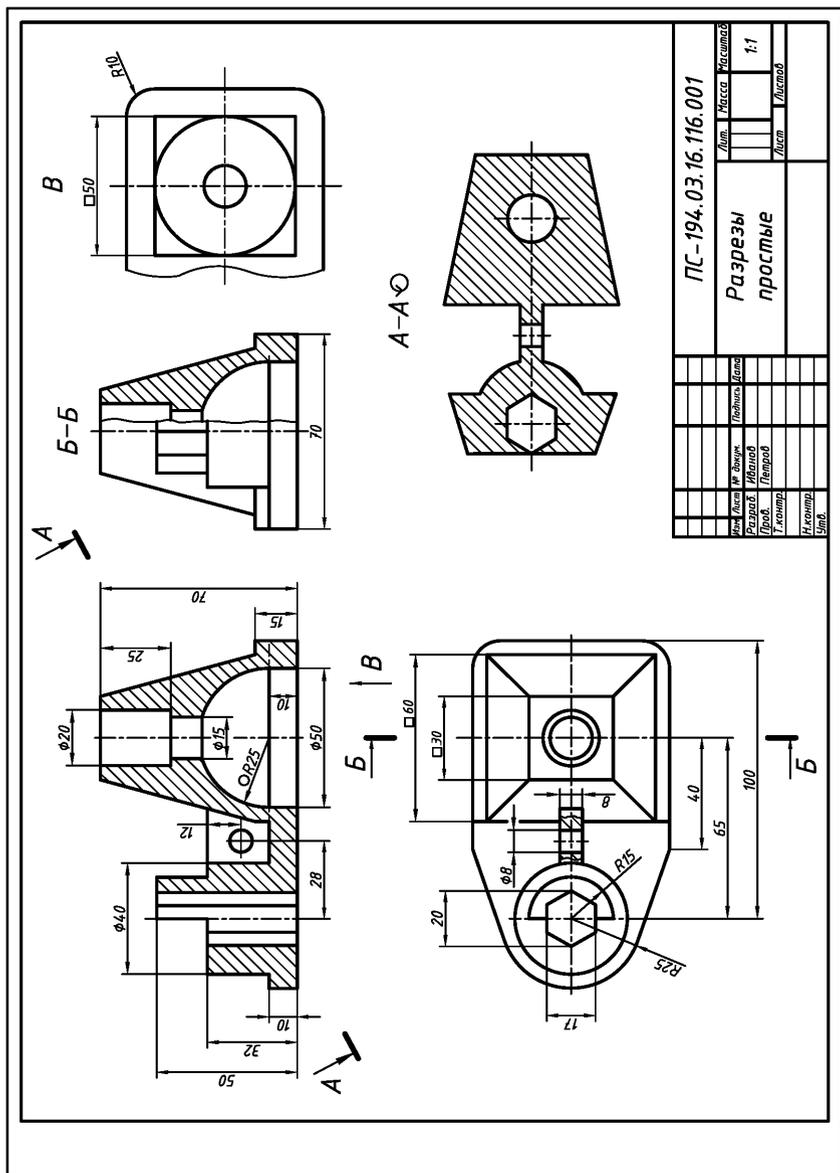


Рис. 1.30. Пример оформления чертежа детали с одной плоскостью симметрии (вариант исходной заготовки – рис. 1.27)

В итоге получаются две взаимосвязанные проекции одной фигуры на одну плоскость, что позволяет восстановить положение в пространстве, получив наглядное изображение предмета. Так как картинная плоскость не параллельна ни одной из координатных осей, то имеются искажения отрезков по длине параллельных координатным осям.

Искажения могут быть:

- 1) равными по всем трём осям – изометрическая проекция;
- 2) одинаковыми по двум осям – диметрическая проекция;
- 3) разными по всем трём осям – триметрическая проекция.

Виды аксонометрических проекций. Для чертежей всех отраслей промышленности и строительства ГОСТ 2.317–2011 устанавливает следующие виды аксонометрических проекций: 1) прямоугольные проекции: а) изометрическая; б) диметрическая; 2) косоугольные проекции: а) фронтальная изометрическая; б) горизонтальная изометрическая; в) фронтальная диметрическая.

В технике наибольшее применение находят оба вида прямоугольных проекций: изометрическая и диметрическая.

Прямоугольная изометрическая проекция. С греческого языка слово «изометрическая» в названии проекции означает «равный размер», то есть масштабы по всем осям одинаковы. Аксонометрические оси x , y и z образуют между собой углы в 120° , а ось z расположена вертикально. Коэффициенты искажения k по осям x , y и z (k_x , k_y и k_z) имеют одинаковое числовое значение $\approx 0,82$.

При выполнении чертежей (для упрощения построений) изометрическая проекция выполняется без искажений по осям, а коэффициент искажения принимается равным 1. При таком подходе линейные размеры изображения увеличиваются в $1/0,82 \approx 1,22$ раза [39].

На чертежах оси строятся с помощью прямоугольных треугольников, у которых горизонтальные катеты равны 7, а вертикальные 4 (рис. 1.31) [15, 39].

В прямоугольной изометрической проекции окружности проецируются в эллипсы. На практике при выполнении чертежей эллипсы заменяются на овалы. Построение овалов, геометрических фигур и нанесение штриховки в сечениях представлено на рис. 1.31 и рис. 1.34 [15].

Прямоугольная диметрическая проекция. В прямоугольной диметрической проекции масштабы по двум осям имеют равные значения, а искажение по третьей оси может принимать различное значение. Поэтому из многочисленных вариантов диметрических проекций в технических чертежах применяется такая, у которой: 1) ось z расположена вертикально; 2) оси x и y образуют с горизонтальной линией углы $70^\circ 10'$ и $41^\circ 25'$; 3) коэффициент искажения по оси $y = 0,47$, а по осям x и $z = 0,94$.

При выполнении чертежей (для упрощения построений) используются приведённые коэффициенты искажения $k_x = k_z = 1$, а $k_y = 0,5$. При таком подходе линейные размеры изображения увеличиваются в $1/0,94 \approx 1,06$ раза [39].

Приближённо аксонометрические оси стандартной диметрической проекции строятся путем принятия тангенса угла $70^\circ 10' = 1/8$, а тангенса угла $41^\circ 25' = 7/8$. На чертежах оси строятся с помощью прямоугольных треугольников, у которых горизонтальные катеты равны 8, а вертикальные соответственно 1 и 7 (рис. 1.32) [15, 39].

В прямоугольной диметрической проекции (так же как и прямоугольной изометрической проекции) окружности проецируются в эллипсы. На практике при выполнении чертежей эллипсы заменяются на овалы. Построение овалов, геометрических фигур и нанесение штриховки в сечениях представлено на рис. 1.32 и рис. 1.34.

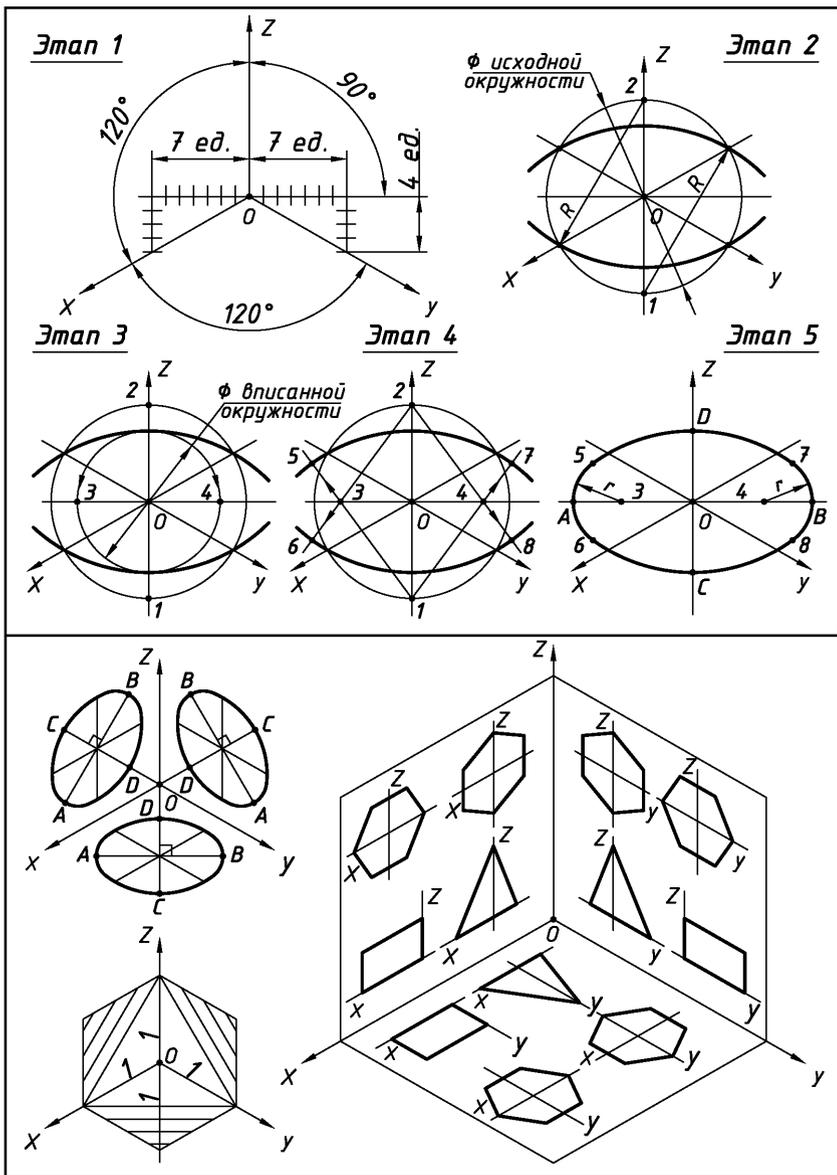


Рис. 1.31. Этапы построения овалов и геометрических фигур в изометрии прямоугольной. Нанесение штриховки в сечениях

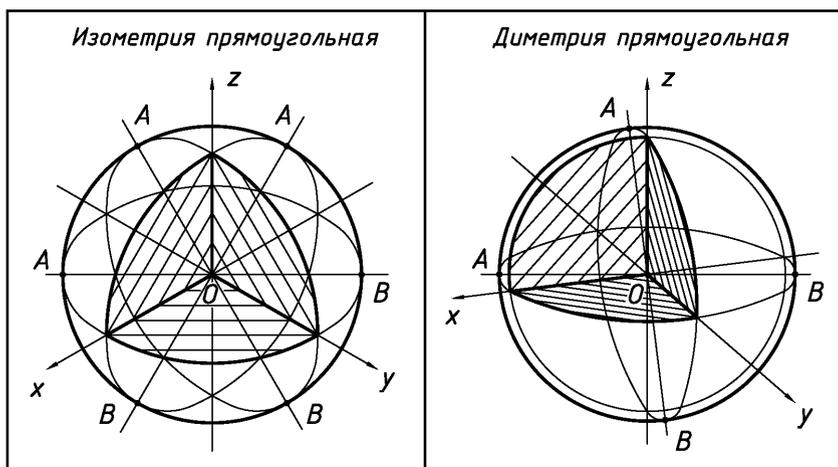


Рис. 1.34. Построение изометрии прямоугольной и диметрии прямоугольной шара с вырезом плоскостями xoz , yoz и zox . Нанесение штриховки в сечениях

1.3.3.2. Выполнение чертежей в аксонометрических проекциях

Исходные условия. В учебном процессе для выполнения чертежей в аксонометрических проекциях, как правило, используются уже построенные учебные проекционные чертежи (например, рис. 1.26 и рис. 1.27).

Выполнить и скомпоновать на листе ватмана формата А3 (420x297):

1) изображение детали с двумя плоскостями симметрии в диметрии прямоугольной с разрезами плоскостями xoy и yoz (исходное условие – рис. 1.26);

2) изображение детали с одной плоскостью симметрии в изометрии прямоугольной с разрезами плоскостями xoz и yoz (исходное условие – рис. 1.27);

Последовательность выполнения и оформления чертежей [15]:

1) подготавливается лист ватмана формата А3 (420x297) – рис. 1.1. На листе ватмана вычерчивается рамка и основная надпись формы 1 (рис. 1.2). Основная надпись заполняется по упрощенной схеме аналогично разделу 1.2.2:

XX-194.04.15.115.000;

3) продумывается компоновка формата путем определения взаимного расположение изображений и их расстояний от линий рамки и основной надписи с учетом размеров исходных проекционных чертежей (рис. 1.26 и рис. 1.27);

4) тонкими линиями выполняются чертежи деталей в аксонометрических проекциях по размерам исходных проекционных чертежей.

Этапы построения представлены на рис. 1.35:

а) на первом этапе выстраиваются оси и начальные контуры проекций аксонометрических сечений деталей плоскостями xoz и yoz ;

б) на втором этапе выстраиваются овалы, являющиеся проекциями окружностей оснований цилиндров и сфер;

в) на третьем этапе удаляются лишние линии;

г) на четвертом этапе выполняется доводка изображений: по правилам начертательной геометрии строятся линии пересечения поверхностей; строятся проекций прямолинейных очертаний деталей; проекции сечений и ребра жесткости заштриховываются линиями, параллельными одной из диагоналей проекции квадратов, принадлежащих соответствующей координатной плоскости; производится обводка изображений. При этом: используются типы линий в соответствии с ГОСТ 2.303–68 (табл. 1.2); для заданного формата А3 (с размерами 420x297) и величины изображений толщина основной линии s принимается равной **0,8 мм**.

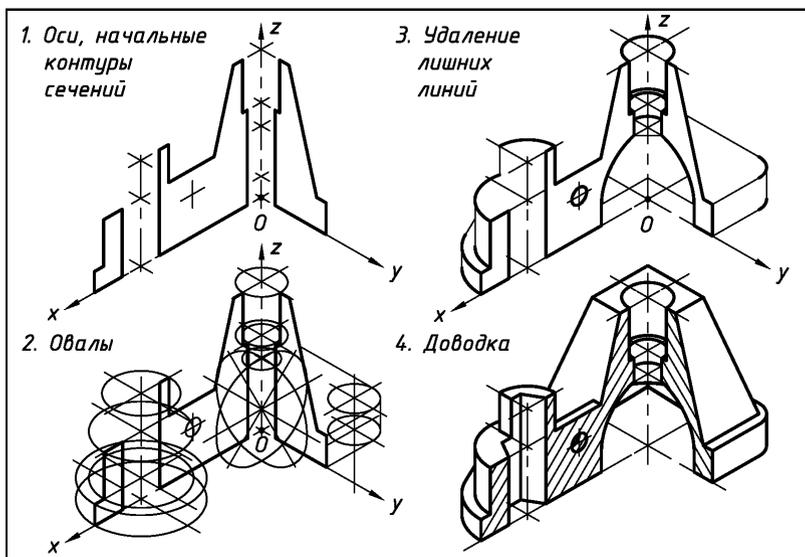


Рис. 1.35. Этапы построения чертежа детали в изометрии прямоугольной с вырезами плоскостями xoz и yoz (вариант исходных условий – рис. 1.27)

Примечание 1. При построении овалов должно учитываться правило – «большая ось овала всегда перпендикулярна той аксонометрической оси, которая не принадлежит плоскости, в которой расположена изображаемая окружность».

Примечание 2. Для проверки правильности построения овалов должно учитываться следующее [7]: 1) в прямоугольной изометрии большая ось овала $AB = 1,22d$, а малая ось – $BC = 0,7d$; 2) в прямоугольной диметрии большая ось овала $AB = 1,05d$, а малая ось в горизонтальной и профильной плоскостях проекций – $BC = 0,35d$. Во фронтальной плоскости проекций оси соответственно равны $0,95d$.

Примечание 3. В прямоугольной диметрии возможна замена овалов, принадлежащих плоскости xoz , на окружности исходного радиуса R (рис. 1.34) – в учебном процессе детали имеют небольшие размеры, поэтому значением коэффициента искажения $0,95$ можно пренебречь, приняв его равным **1**.

Примечание 4. Выполнение чертежей можно осуществлять и в другой последовательности: **а)** построить аксонометрическую проекцию всей детали; **б)** выполнить разрезы; **в)** линии пересечения поверхностей, построить по правилам курса начертательной геометрии [7, 16]; **г)** удалить лишние линии и обвести чертеж.

Пример оформления чертежа деталей дан на рис. 1.36 [15].

1.3.4. Выполнение чертежей деталей со сложными разрезами

Исходные условия. На листах бумаги даны различные варианты заготовок чертежей деталей в двух видах с размерами и с указанием местоположения сложных разрезов: ломаного и ступенчатого (например, рис. 1.37) [15].

Примечание 1. На учебных заготовках чертежей для выявления геометрической формы невидимых внутренних элементов деталей размеры проставляются на двух видах и, в том числе, с отклонениями от требований ГОСТ 2.307–2011.

Выполнить на листе ватмана формата А3 (420x297):

- 1) три проекции детали (вид главный, вид сверху и вид слева);
- 2) разрез сложный ломаный (ГОСТ 2.305–2008);
- 3) разрез сложный ступенчатый (ГОСТ 2.305–2008);
- 4) линии пересечения поверхностей (по правилам начертательной геометрии);
- 5) необходимые разрезы на других видах (ГОСТ 2.305–2008);
- 6) необходимые местные и дополнительные виды (ГОСТ 2.305–2008);
- 7) простановку размеров в соответствии с требованиями ГОСТ 2.307–2011.

Последовательность выполнения и оформления чертежей [15]:

1) выполняется сложный ломаный разрез на месте главного вида, т.к. одна из секущих плоскостей параллельна фронтальной плоскости проекций, а направление стрелок указывает на главный вид.

Примечание 2. На рис. 1.8 дано теоретическое обоснование выполнения сложного ломаного разреза, представленного на рис. 1.38. Разрез получается путем совмещения секущих плоскостей в одну, параллельную фронтальной плоскости проекций. Элементы, расположенные за плоскостью разреза, в повороте не участвуют, поэтому они изображаются в прямой проекционной связи;

2) выполняется сложный ступенчатый разрез на месте вида слева, т.к. секущие плоскости параллельны профильной плоскости проекций, а направление стрелок указывает на вид слева.

Примечание 3. На рис. 1.7 дано теоретическое обоснование выполнения сложного ступенчатого разреза, представленного на рис. 1.38. Разрез получается совмещением всех секущих плоскостей в одну, путем их параллельного переноса. Элементы, расположенные за плоскостью разреза, в переносе не участвуют, поэтому они изображаются в прямой проекционной связи;

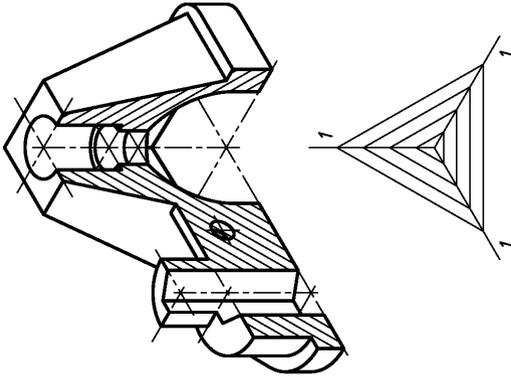
3) выявляется наличие линий пересечения поверхностей и осуществляется их построение по правилам курса начертательной геометрии (например, [7, 16]);

4) оформляется чертеж детали с учетом соблюдения последовательности и указаний из раздела 1.3.2 «Выполнение чертежей деталей с простыми разрезами». Основная надпись заполняется по упрощенной схеме аналогично разделу 1.2.2 [10, 12];

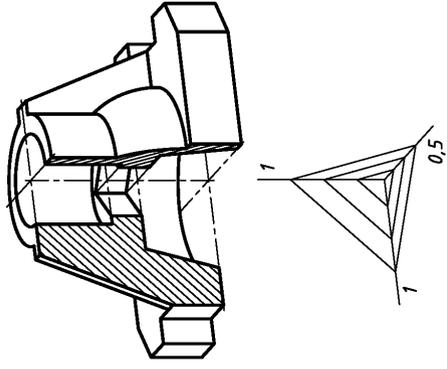
XX-194.05.15.115.001.

Пример оформления чертежа деталей дан на рис. 1.38 [15].

Деталь с одной плоскостью симметрии.
Изометрия прямоугольная с вырезом



Деталь с двумя плоскостями симметрии.
Диметрия прямоугольная с вырезом



ПС-194.04.15.115.000									
АксонOMETРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ									
Изм.	Авт.	Вп.	Провер.	Техник	Машин.	Лист	Листов	Контур	Контур
Уров.	Матриц	Матриц	Матриц	Матриц	Матриц	Матриц	Матриц	Матриц	Матриц
Контур	Контур	Контур	Контур	Контур	Контур	Контур	Контур	Контур	Контур
Контур	Контур	Контур	Контур	Контур	Контур	Контур	Контур	Контур	Контур
Симв.	Симв.	Симв.	Симв.	Симв.	Симв.	Симв.	Симв.	Симв.	Симв.

Рис. 1.36. Пример оформления чертежа деталей в аксонометрических проекциях

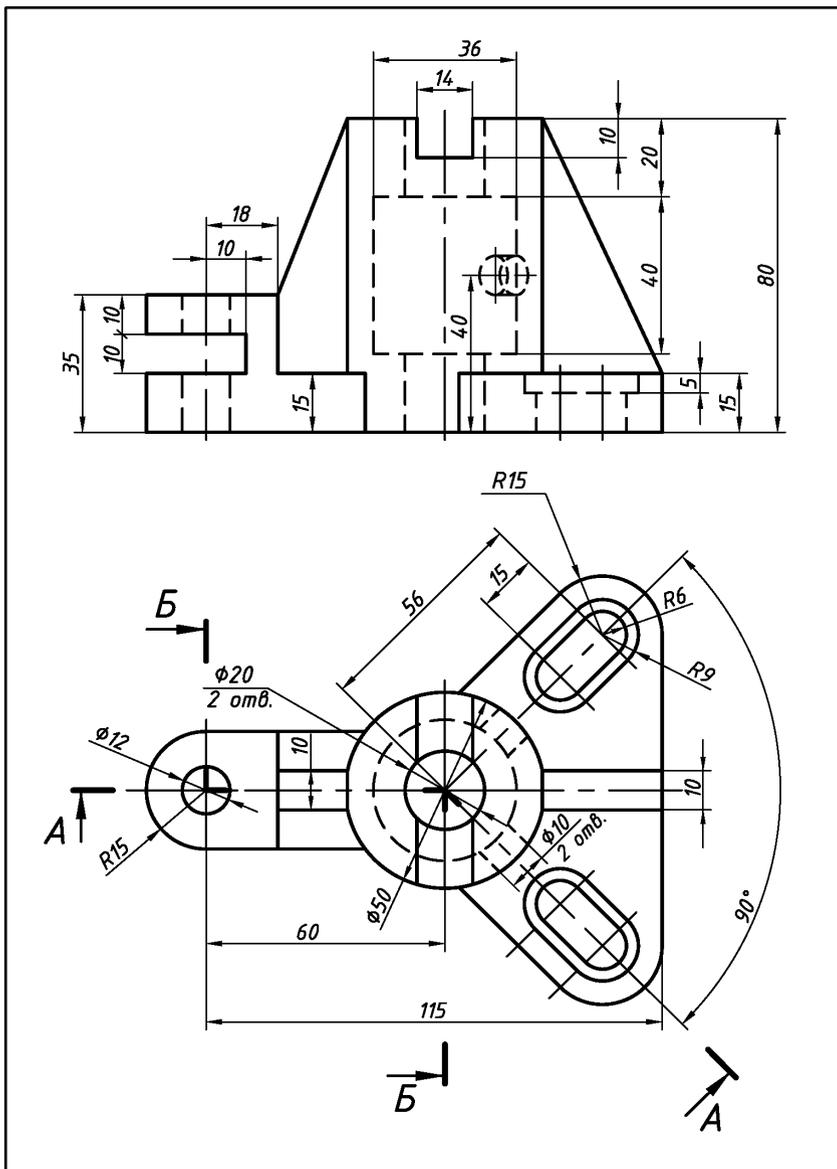


Рис. 1.37. Вариант исходной заготовки чертежа детали для выполнения сложных разрезов

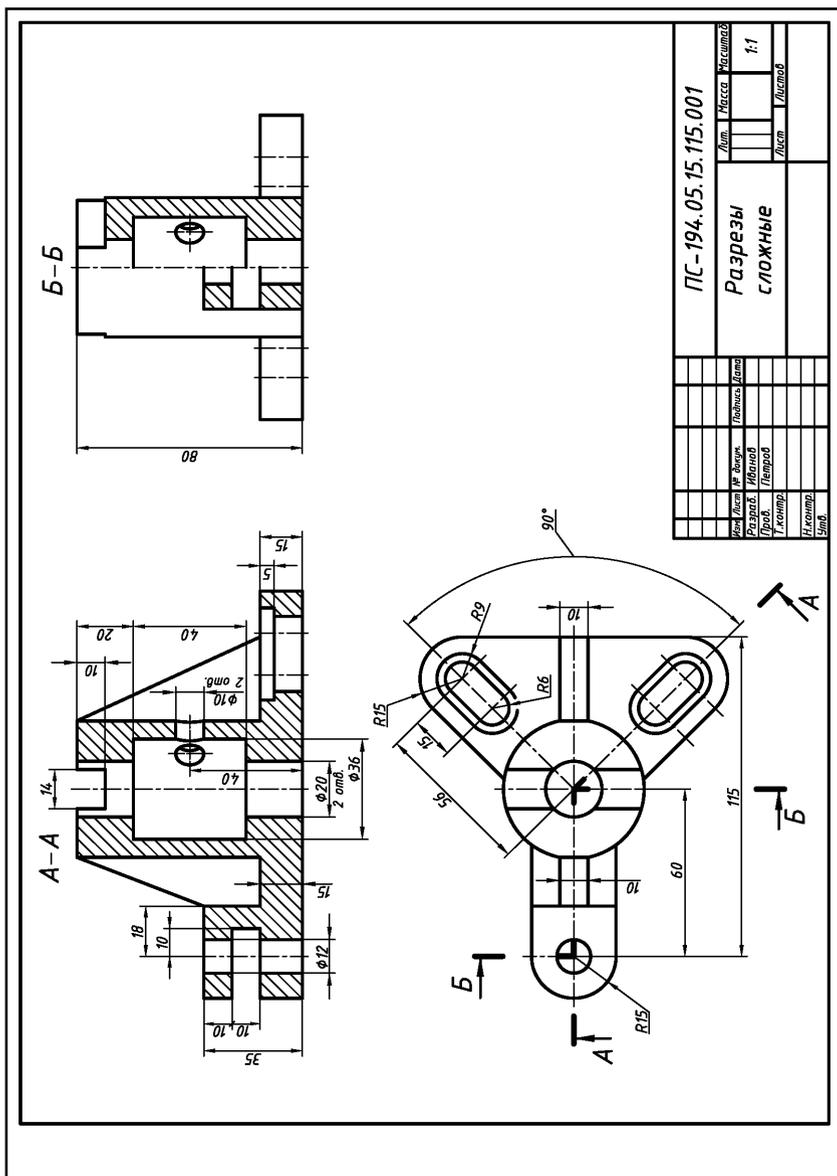


Рис. 1.38. Пример оформления чертежа детали со сложными разрезами (вариант исходной заготовки – рис. 1.37)

1.4. ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ БОЛТОВ И ГАЕК НА ОСНОВЕ НАТУРНЫХ ОБРАЗЦОВ

1.4.1. Основные понятия, определения и особенности

Натурные образцы. Представляют собой учебные модели с резьбой, изготовленные токарно-фрезерной обработкой из стандартных металлических профилей.

Особенности использования. Данный вид учебных моделей необходим для начального знакомства с понятием «резьба», с разновидностями резьбовых крепежных изделий и их изображениями на чертежах в соответствии с требованиями ГОСТ ЕСКД.

Болт – крепежное изделие, представляющее собой цилиндрический стержень, на одном конце которого шестигранная призматическая головка с наружной конической фаской, а на другом – резьба для гайки с наружной конической фаской (рис. 1.39).

Гайка – крепежное изделие, представляющее собой шестигранную призму с двумя наружными коническими фасками, со сквозным цилиндрическим резьбовым отверстием для болта и с двумя внутренними коническими фасками (рис. 1.39).

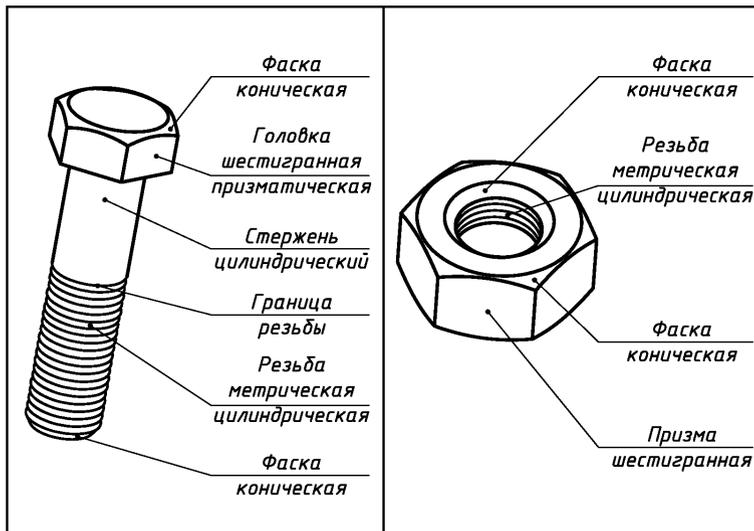


Рис. 1.39. Составные элементы болта с шестигранной головкой и гайки шестигранной

Наружные конические фаски на поверхности головки болта и на поверхностях гайки – гиперболы, образующиеся при изготовлении изделий в результате пересечения граней призмы с конической поверхностью.

Конические фаски на резьбе – конструктивные элементы для предохранения первого витка при навинчивании.

Резьба – поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура по цилиндрической или конической поверхности при постоянном прохождении плоскости контура через ось поверхности вращения.

Ось резьбы – прямая, относительно которой происходит винтовое движение плоского контура, образующего резьбу.

Профиль резьбы – контур сечения резьбы плоскостью, проходящей через ее ось.

Шаг резьбы – расстояние между точками одноименных соседних боковых сторон профиля в направлении, параллельном оси резьбы.

Резьба метрическая цилиндрическая – основной тип крепежной резьбы:

1) профиль установлен ГОСТ 9150–2002 и представляет собой равносторонний треугольник с углом при вершине 60° ;

2) номинальный диаметр d и шаг резьбы p установлен ГОСТ 8724–2002, причем для каждого диаметра резьбы предусмотрен один крупный шаг и несколько мелких.

Классы точности и поля допусков. Изготовить детали абсолютно точно по номинальным (расчетным) размерам не позволяют различные факторы. К ним относятся погрешности станков и приспособлений, износ инструмента, температурные изменения среды, неоднородность структуры обрабатываемого материала и т.п.

Разность между номинальными (расчетными) размерами и фактическими размерами, полученными с учетом погрешностей изготовления, образует **допуск**.

Зная назначение детали, можно заранее задать ее размеры на чертеже так, чтобы они находились в пределах соответствующего допуска. Детали, изготовленные с размерами, находящимися в пределах допуска, дают возможность сборки изделий без специальной подгонки и обеспечивают их надежную дальнейшую работу.

ГОСТ 16093–2002 распространяется на метрическую цилиндрическую резьбу с профилем по ГОСТ 9150–2002, диаметрами по ГОСТ 8724–2002, основными размерами по ГОСТ 24705–2004 и устанавливает систему допусков и посадок для соединений деталей с зазором (табл. 1.5).

Таблица 1.5

Классы точности и поля допусков резьбы метрической цилиндрической общего назначения (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>

Классы прочности болтов и гаек. Одним из технических требований является обеспечение механических свойств изделий, которые характеризуются классом прочности и регламентируются ГОСТ Р 52627–2006 и ГОСТ Р 52628–2006.

По установленным классам прочности выбираются марки материалов для изготовления болтов (табл. 1.6) и гаек (табл. 1.7).

Таблица 1.6

**Механические свойства болтов из углеродистых сталей
(извлечение из ГОСТ Р 52627–2006)**

Класс прочности	Марка стали	Номер стандарта
3.6	Ст3, Ст3кп	ГОСТ 380–2005
3.6	10, 10кп	ГОСТ 10702–78
4.6	20	ГОСТ 1050–2013
4.8	10, 10кп	ГОСТ 1050–2013
5.6	30, 35	ГОСТ 1050–2013

Таблица 1.7

**Механические свойства гаек из углеродистых сталей
(извлечение из ГОСТ Р 52628–2006)**

Класс прочности	Марка стали	Номер стандарта
4	Ст3, Ст3кп	ГОСТ 380–2005
4	20	ГОСТ 1050–2013
5	10, 10кп, 20	ГОСТ 10702–78
6	Ст5	ГОСТ 380–2005
6	15, 15кп	ГОСТ 1050–2013
8, 9	35, 40, 45	ГОСТ 1050–2013

Шероховатость поверхности. После любой механической обработки деталей на их поверхности остаются следы в форме микронеровностей – выступов и впадин, то есть поверхность становится шероховатой.

Шероховатость поверхности определяется как величина отклонений микронеровностей поверхности детали от идеально гладкой поверхности, численно измеряется в микрометрах (мкм), по ГОСТ 2789–73 оценивают несколькими параметрами, из которых в учебных чертежах используют только два:

1) Ra – среднее арифметическое отклонение профиля, т.е. среднее арифметическое значение ординат некоторого количества точек, выбранных на базовой длине L ;

2) Rz – высота неровностей профиля по десяти точкам, т.е. сумма средних абсолютных значений высот пяти наибольших выступов и глубин пяти наибольших впадин профиля в пределах базовой длины L .

Параметр Ra является более предпочтительным, а его значение выбирается из ряда: **100; 50; 25; 12,5; 6,3; 3,2; 1,6; 0,63; 0,4; 0,2** (мкм) – табл. 1.8 [10, 12].

Для обозначения шероховатости поверхности деталей (в соответствии с ГОСТ 2.309–73 и внесенных изменений от 28.05.2002 г.) применяются специальные знаки, имеющие определенную форму и размеры (табл. 1.9) [10].

Правила обозначения шероховатости поверхности и расположения специальных знаков на чертежах:

1) знаки шероховатости поверхности на изображении деталей располагаются:

а) на выносных линиях – между контуром поверхности и размерными линиями;

б) на полках линий-выносок за размерами – с возможностью пересечения выносных линии; **в)** на размерных линиях или их продолжении; **г)** на линиях контура поверхности – по возможности ближе к размерным линиям;

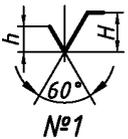
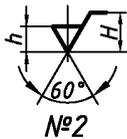
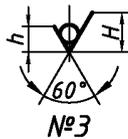
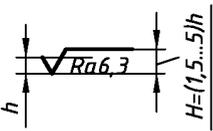
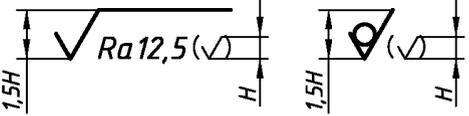
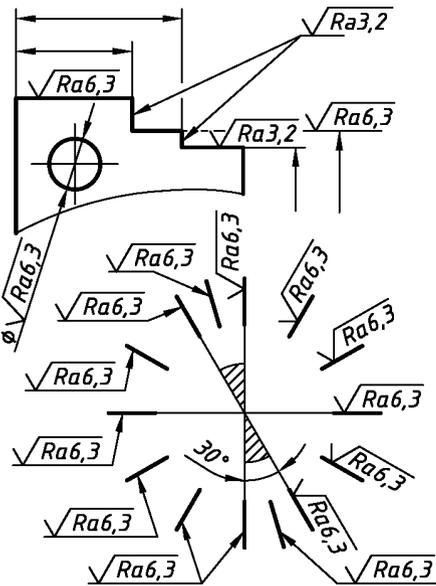
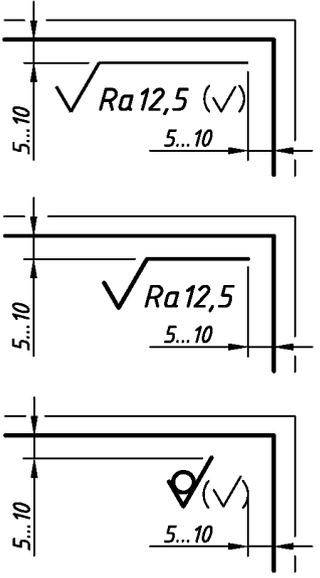
2) знаки шероховатости всегда наносятся со стороны обработки поверхности – острие знака шероховатости  должно указывать на обрабатываемую поверхность;

Таблица 1.8

Основные значения шероховатости поверхности деталей

Вид поверхности, материал, наличие механической обработки поверхности, примеры деталей	Ra, МКМ
<p>1. Поверхности деталей из сортового материала или заготовок, не прошедшие механической обработки и находящиеся в состоянии поставки: а) листы, ленты, прутки, проволока и т.п. из металлов и сплавов; 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>	
<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, контакты, кронштейны, экраны и т.п.</p>	12,5
<p>Поверхности деталей из металлов и сплавов после механической (токарно-фрезерной) обработки: отверстия под болты, валы, канавки, фаски, резба грубого класса точности и т.п.</p>	6,3
<p>Поверхности деталей из металлов и сплавов после механической (токарно-фрезерной) обработки: пазы на валах, резба среднего класса точности, ответственные детали и т.п.</p>	3,2
<p>Поверхности деталей из сортового материала (металлы и сплавы) после механической (токарно-фрезерной) обработки: контакты реле, валики, тонкостенные детали и т.п.</p>	0,2...1,6
<p>Поверхности деталей из пластмасс (фенопласт,氨基-пласт, пресс-материал, фторопласт) после горячего прессования или литья под давлением: корпуса приборов, кнопки, крышки, патроны, гайки, штуцеры т.п.</p>	0,63

Знаки обозначения 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> 

3) высота цифр, обозначающая значения шероховатости в мкм, равна высоте цифр размерных чисел на поле чертежа;

4) если все поверхности детали не обрабатываются по данному чертежу, то в правом верхнем углу чертежа размещается один знак шероховатости $\sqrt{\text{R}}$;

5) если какая-либо поверхность детали не обрабатывается по данному чертежу, то на ее изображении наносится знак шероховатости $\sqrt{\text{R}}$;

6) если все поверхности детали обрабатываются по данному чертежу, а шероховатость их одинакова, то в правом верхнем углу чертежа размещается только один знак шероховатости $\sqrt{\text{R}}$;

7) если все поверхности детали обрабатывают по данному чертежу, а шероховатость их различна, то в правом верхнем углу чертежа размещаются два знака шероховатости $\sqrt{\text{R1}}$ $\sqrt{\text{R2}}$;

8) если у всех поверхностей, образующих контур детали, шероховатость одинакова, то она на изображении указывается только один раз, при этом используется знак шероховатости с окружностью $\sqrt{\text{R}}$. Диаметр окружности равен 3...5 мм.

Изображение резьбы. Подробное изображение резьбы на чертежах трудоемко. Поэтому ГОСТ 2.311–68 для всех видов резьбы устанавливает одно и то же их условное изображение.

Особенности: профиль стандартной резьбы и его размеры указываются на чертежах только при необходимости.

Графические пояснения к положениям ГОСТ 2.311–68 даны в табл. 1.10.

1. Резьба на стержне (на изображении, полученном проецированием на плоскость, параллельную оси резьбы) изображается сплошными толстыми линиями по наружному диаметру и сплошными тонкими линиями по внутреннему диаметру, при этом тонкие линии проводят на всю длину резьбы от ее границы до линии фаски или выступа без изображения сбега резьбы.

2. Резьба на стержне (на изображении, полученном проецированием на плоскость, перпендикулярную оси резьбы) по наружному диаметру изображается окружностью, проводимой сплошной толстой линией, а по внутреннему диаметру – дугой, проводимой сплошной тонкой линией приблизительно на $3/4$ полной окружности.

3. Резьба в отверстии (на изображении, полученном проецированием на плоскость, параллельную оси резьбы) изображается сплошными тонкими линиями по наружному диаметру и сплошными толстыми линиями по внутреннему диаметру, при этом тонкие линии проводят на всю длину резьбы от ее границы до линии фаски или выточки без изображения сбега резьбы.

4. Резьба в отверстии (на изображении, полученном проецированием на плоскость, перпендикулярную оси резьбы) по внутреннему диаметру изображается окружностью, проводимой сплошной толстой линией, а по наружному диаметру – дугой, проводимой сплошной тонкой линией приблизительно на $3/4$ полной окружности.

5. Граница резьбы всегда изображается сплошной толстой линией.

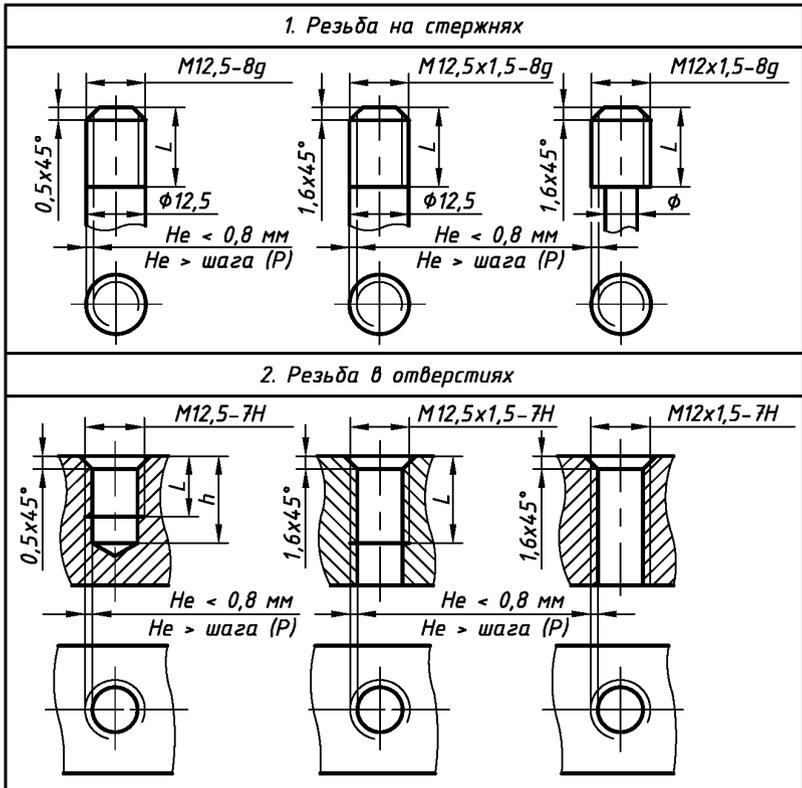
6. Размер длины резьбы на стержне и в отверстии указывается без сбега.

7. Штриховка в разрезах и сечениях проводится до линии наружного диаметра резьбы на стержне и до линии внутреннего диаметра в отверстии.

8. Конец глухого резьбового отверстия, остающийся от сверла, заканчивается конусом с углом $\alpha = 120^\circ$ при его вершине. Размеры этого угла на чертежах не представляются.

9. Фаски на стержне с резьбой и в отверстии с резьбой в проекции на плоскость, перпендикулярную к оси стержня или отверстия, не изображаются.

**Изображение и обозначение резьбы метрической цилиндрической
общего назначения**



Условные обозначения болтов и гаек. Для учебных заданий в условном обозначении болтов и гаек последовательно отмечают [39]:

- 1) наименование крепежного изделия;
- 2) исполнение (исполнение 1 не указывают);
- 3) символ резьбы и ее наружный диаметр;
- 4) мелкий шаг резьбы (крупный шаг не указывают);
- 5) поле допуска резьбы;
- 6) длину болта в мм;
- 7) класс прочности;
- 8) марку легированной стали или сплава (марку углеродистой стали не указывают);
- 9) номер стандарта на конструкцию и размеры.

Ниже приведены примеры обозначения указанных стандартных изделий.

1. Пример условного обозначения болтов нормальной точности с шестигранной головкой:

а) исполнение *I*, с диаметром резьбы $d = 14$ мм, с крупным шагом резьбы $p = 2$ мм, полем допуска *8g*, длиной $L = 45$ мм, класса прочности *4.8*, без покрытия:

Болт М14–8g x 45.48 ГОСТ 7798–70;

б) исполнение *I*, с диаметром резьбы $d = 14$ мм, с мелким шагом резьбы $p = 1,5$ мм, полем допуска *8g*, длиной $L = 45$ мм, класса прочности *4.8*, без покрытия:

Болт М14 x 1,5–8g x 45.48 ГОСТ 7798–70.

2. Примеры условного обозначения гаек шестигранных нормальной точности:

а) исполнение *I*, с диаметром резьбы $d = 14$ мм, с крупным шагом резьбы $p = 2$ мм, полем допуска *7H*, класса прочности *5*, без покрытия:

Гайка М14–7H.5 ГОСТ 5915–70;

б) исполнение *2*, с диаметром резьбы $d = 14$ мм, с мелким шагом резьбы $p = 1,5$ мм, полем допуска *7H*, класса прочности *5*, без покрытия:

Гайка 2М14–7H.5 ГОСТ 5916–70.

1.4.2. Последовательность выполнения и оформления рабочих чертежей

Этап 1. Знакомство с моделями и их составными элементами. Для вариантов учебных моделей определяются их общая форма и формы ее составных элементов (рис. 1.39).

Этап 2. Определение размеров болта и гайки. На чертежах проставляются размеры, установленные соответствующими стандартами.

Для этого:

1) мерительными инструментами определяются наружный (у болта) и внутренний (у гайки) диаметры резьбы, а также шаг резьбы (рис. 1.40) [39];

2) при отсутствии резьбомера шаг резьбы определяется накаткой по отпечатку на бумаге (рис. 1.40) [39];

3) измеренные параметры (п.1 и п.2) округляются до их соответствия ГОСТ ЕСКД (табл. 1.11, табл. 1.12 и табл. 1.13);

4) остальные размеры болта и гайки не измеряются, а выбираются по табл. 1.12 и табл. 1.13 с учетом предварительно определенных размеров диаметра резьбы и ее шага (п.1 и п. 2).

Этап 3. Выбор главного вида и других необходимых изображений. Главный вид (вид спереди) выбирается таким образом, чтобы он давал наиболее полное представление о форме и размерах моделей на фронтальной плоскости проекций.

Данные модели (рис. 1.39) располагаются на фронтальной плоскости проекций из соображения видимости одновременно трех граней головки винта и трех граней гайки.

Для выявления внутренней формы гайки на главном виде выполняется соединение половины вида с половиной фронтального разреза.

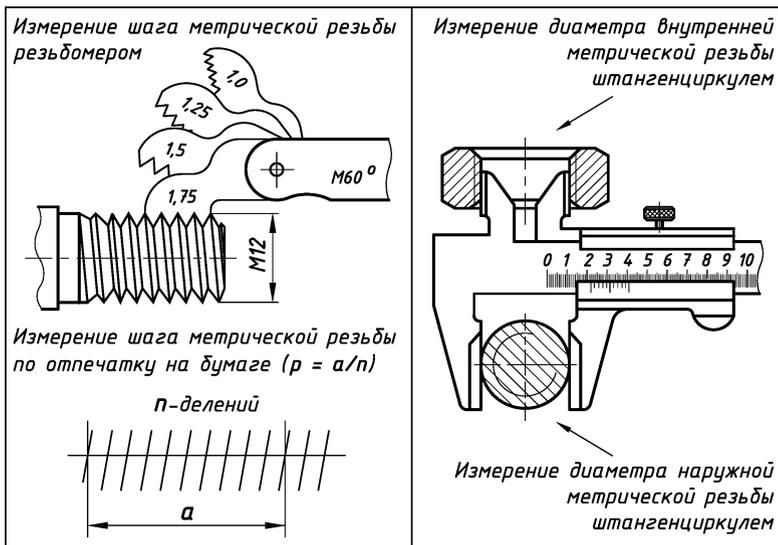


Рис. 1.40. Определение параметров резьбы метрической цилиндрической

Кроме вида спереди для болта и гайки формируется вид сверху.

Этап 4. Выбор формата листа. С учетом двух изображений (главный вид и вид сверху) для болта и для гайки выбирается формат A4 (рис 1.1).

Этап 5. Построение изображений болта и гайки. Изображения болта и гайки строятся с учетом размеров, представленных в табл. 1.11, табл. 1.12 и табл. 1.13.

Гиперболы на гранях головки болта и гайки проецируются на главном виде также в гиперболы. При построении болта и гайки проекции гипербол заменяются дугами окружностей. Последовательность построения головки болта и гайки показана в табл. 1.14.

Этап 6. Заполнение основной надписи. Основная надпись (рис. 1.2) заполняется по упрощенной схеме аналогично подразделу 1.2.2 [10, 12]:

XX-194.06.15.115.001.

Примеры оформления эскизов учебных металлических моделей болта с шестигранной головкой и гайки шестигранной с резьбой метрической цилиндрической представлены на рис. 1.41 и рис. 1.42.

Таблица 1.11

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

Таблица 1.12

Гайки шестигранные нормальной точности (извлечение из ГОСТ 5915–70)

Номинальный диаметр резьбы d , мм		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Шаг резьбы p	крупный	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	2,5	3
	мелкий	–	1	1,25	1,25	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2
Размер под ключ S		10	13	17	19	22	24	27	30	32	36
Высота m		5	6,5	8,0	10,0	11,0	13,0	15,9	16,0	18,0	19,0
Диаметр описанной окружности e		10,9	14,2	18,7	20,9	24,3	26,5	29,5	33,3	35,0	39,6
Диаметр фаски d_w min		9	11,7	15,5	17,2	20,1	22,0	24,8	27,7	29,5	33,2
Диаметр фаски d_a min		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Диаметр фаски d_a max		6,75	8,75	10,8	13,0	15,1	17,3	19,4	21,6	23,8	25,9

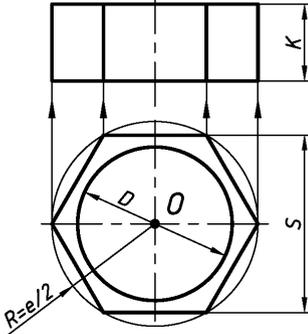
Таблица 1.13

Болты с шестигранной головкой нормальной точности
(извлечение из ГОСТ 7798–70)

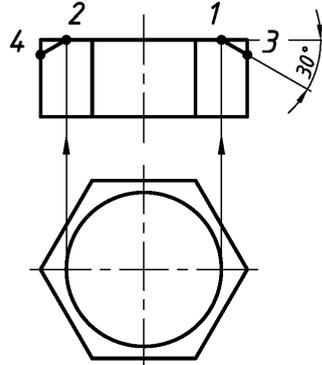
Номинальный диаметр резьбы d , мм	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Шаг резьбы p	крупный	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	2,5
	мелкий	–	1	1,25	1,25	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Размер под ключ S	10	13	17	19	22	24	27	30	32	36
Высота головки K	4	5,5	7,0	8,0	9,0	10,0	12,0	13,0	14,0	15,0
Диаметр описанной окружности e	10,9	14,2	18,7	20,9	24,3	26,5	29,5	33,3	35	39,6
Радиус под головкой R	0,25	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8
Диаметр фаски $D = (0,9...0,95)S$; диаметр стержня $d_1 = d$										
Длина болта L , мм	Длина резьбы b , мм									
25	18	25	25	25	25	25	25	25		
30	18	22	30	30	30	30	30	30	30	30
35	18	22	26	30	35	35	35	35	35	35
40	18	22	26	30	34	40	40	40	40	40
45	18	22	26	30	34	38	45	45	45	45
50	18	22	26	30	34	38	42	50	50	50
55	18	22	26	30	34	38	42	46	50	55
60	18	22	26	30	34	38	42	46	50	55
65	18	22	26	30	34	38	42	46	50	55
70	18	22	26	30	34	38	42	46	50	55

Последовательность построения головки болта и гайки

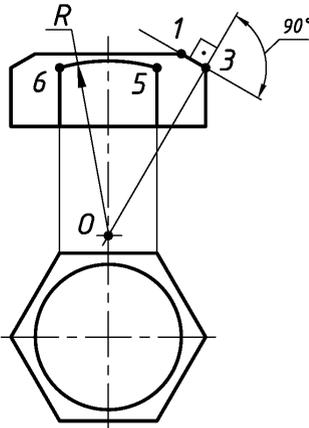
1. Строится шестигранный детали на виде сверху, вписывая его в окружность радиуса $R = e/2$. Строится окружность основания конической фаски на виде сверху диаметром $D = (0,9...0,95)S$. Строится главный вид детали, зная высоту головки болта K или высоту гайки m .



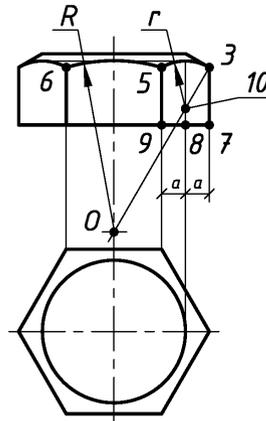
2. Строится проекции точек 1 и 2, определяющих окружность конической фаски на главном виде. Строится сама фаска путем проведения отрезков 1-3 и 2-4 под углом 30° .



3. Определяется радиус большой дуги R и центра O , путем проведения перпендикуляра из точки 3 (отрезка 1-3) до оси. Радиус $R = O-5 = O-6$.



4. Определяется центр малой дуги r (точка 10) как результат пересечения отрезков 3-O и 8-10. Отрезок 7-8 = 8-9. Радиус $r = 3-10 = 5-10$.



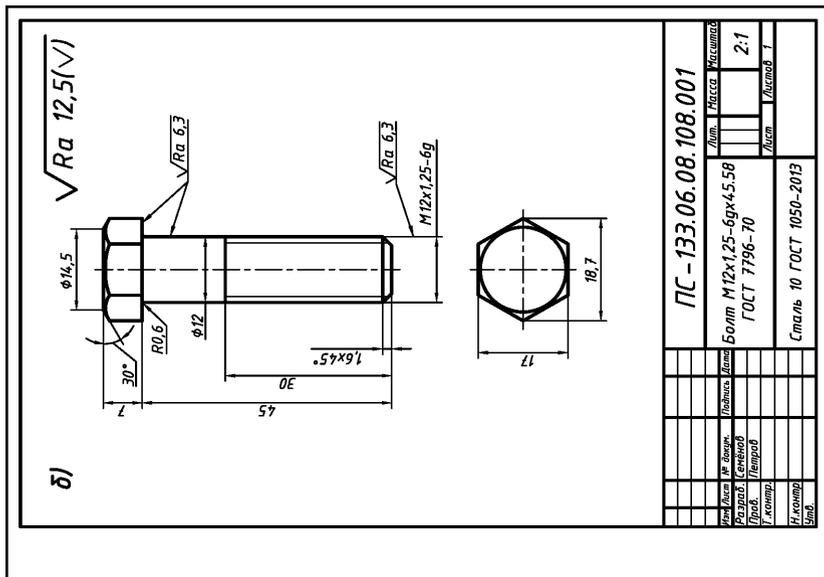
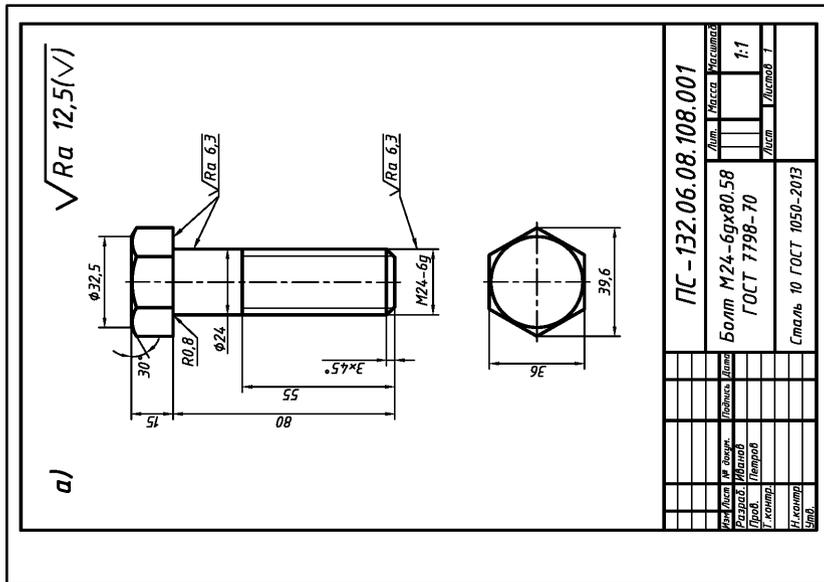


Рис. 1.41. Примеры оформления рабочих чертежей учебных металлических моделей болтов: а) с нормальной головкой; б) с уменьшенной головкой

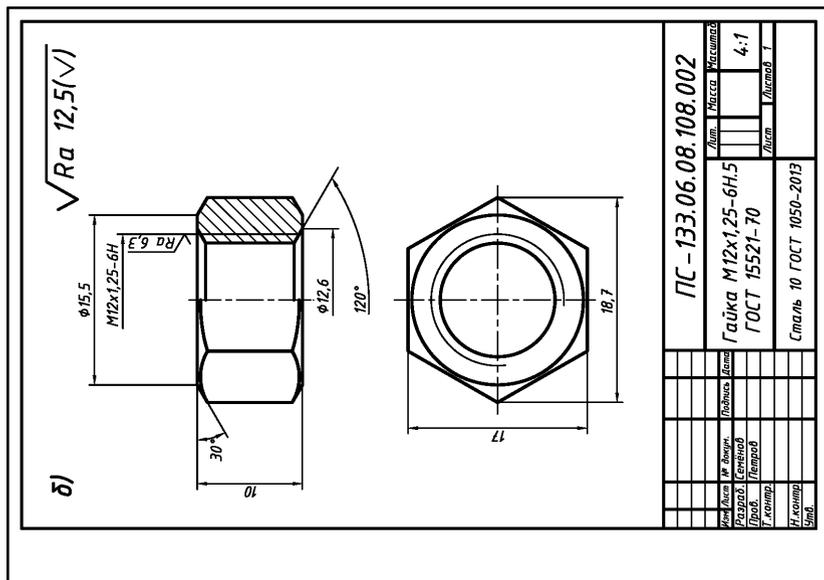
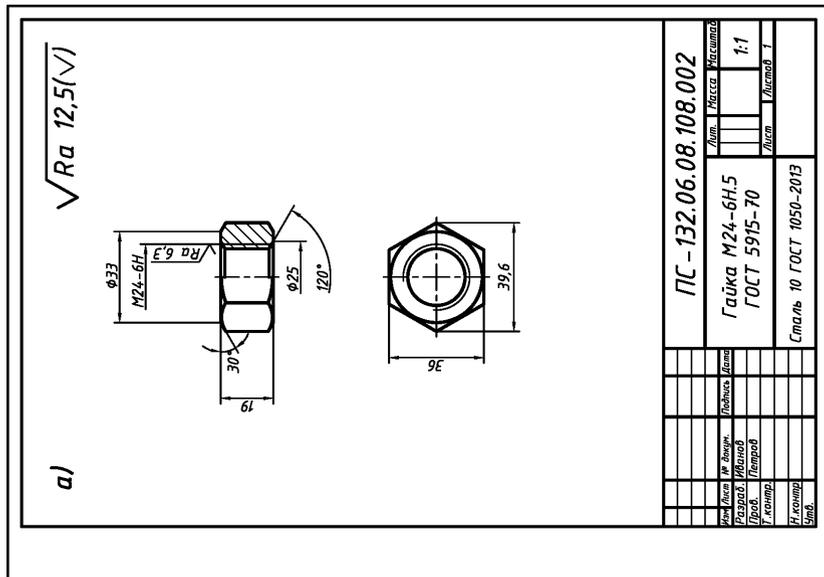


Рис. 1.42. Примеры оформления рабочих чертежей учебных металлических моделей гаск: а) с нормальной головкой; б) с уменьшенной головкой

1.5. ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ И СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ НА ОСНОВЕ НАТУРНЫХ ОБРАЗЦОВ

1.5.1. Основные понятия, определения и особенности

Деталь (от фр. detail) — изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций.

Сборочная единица — изготовленное, изготавливаемое, или же подлежащее изготовлению изделие, состоящее из нескольких деталей, соединяемых в процессе его изготовления между собой в одну общую конструкцию при помощи различного вида сборочных операций (клёпки, сварки, пайки, развальцовки, склеивания и т. п.).

Натурные образцы. Представляют собой детали и сборочные единицы (рис. 1.43) из различных реальных изделий приборостроения.

Типовые детали приборостроения подразделяются на следующие укрупненные группы (табл. 1.15):

1) изделия из сортового материала или заготовок (металлы и сплавы), изготовленные токарной обработкой или фрезерованием, например, переходники, штуцеры, контакты, втулки, крышки, штифтовая и втулочная арматура и т.п. [10, 11, 12];

2) изделия из сортового материала (тонколистовые металлы и сплавы), изготовленные холодной штамповкой (вырубкой, гибкой, глубокой вытяжкой), например, планки, контакты, кронштейны, токопроводящие элементы и т.п. [10, 11, 12];

3) изделия из сортового материала (проволока из металлов и сплавов), изготовленные навивкой на оправку или деформированием, например, пружины, пружинящие контакты, упругие элементы, петли, растяжки, арматура и т.п. [10, 11, 12];

4) изделия из металлов или сплавов, изготовленные литьем (заливкой расплава в заранее подготовленную форму), например, крышки, корпуса и т.п. [10, 11, 12];

5) изделия из пластмасс и керамики, изготовленные горячим прессованием или литьем под давлением, например, рукоятки, диафрагмы, основания, колодки, корпуса, панели, изоляторы, светофильтры, колпачки, гайки, винты и т.п. [5, 10, 11, 12];

6) в отдельную группу можно выделить изделия (сборочные единицы), соединение составных частей которых на предприятиях-изготовителях позволяет получать неразъемные соединения:

а) из металлов или пластмасс, соединенных между собой сборочными операциями (спайкой, расклепкой, развальцовкой, склейкой, сваркой и т.п.), например, кронштейны, контакты реле, токосъемники, основания, стойки и т.п. [10, 12];

б) из пластмасс, армированных металлом, сплавами, стеклом или фарфором, например, переходники, заглушки, крышки, кнопки, толкатели, рукоятки [10, 12].

Особенности простановки размеров. Небольшие по размерам детали приборостроения достаточно специфичны. Одну и ту же геометрическую форму деталей можно получить различными способами. Поэтому наряду с общими положениями ГОСТ 2.307–2011 дополнительно учитывается технология изготовления деталей.

Ниже приводятся рекомендации по простановке размеров [10, 12, 15], учитывающие различия в способах изготовления деталей приборостроения:

1) размеры деталей, выполненных токарно-фрезерной обработкой заготовок из металлов, сплавов и стандартных профилей, проставляются 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, проставляются на одном изображении с указанием толщины s .

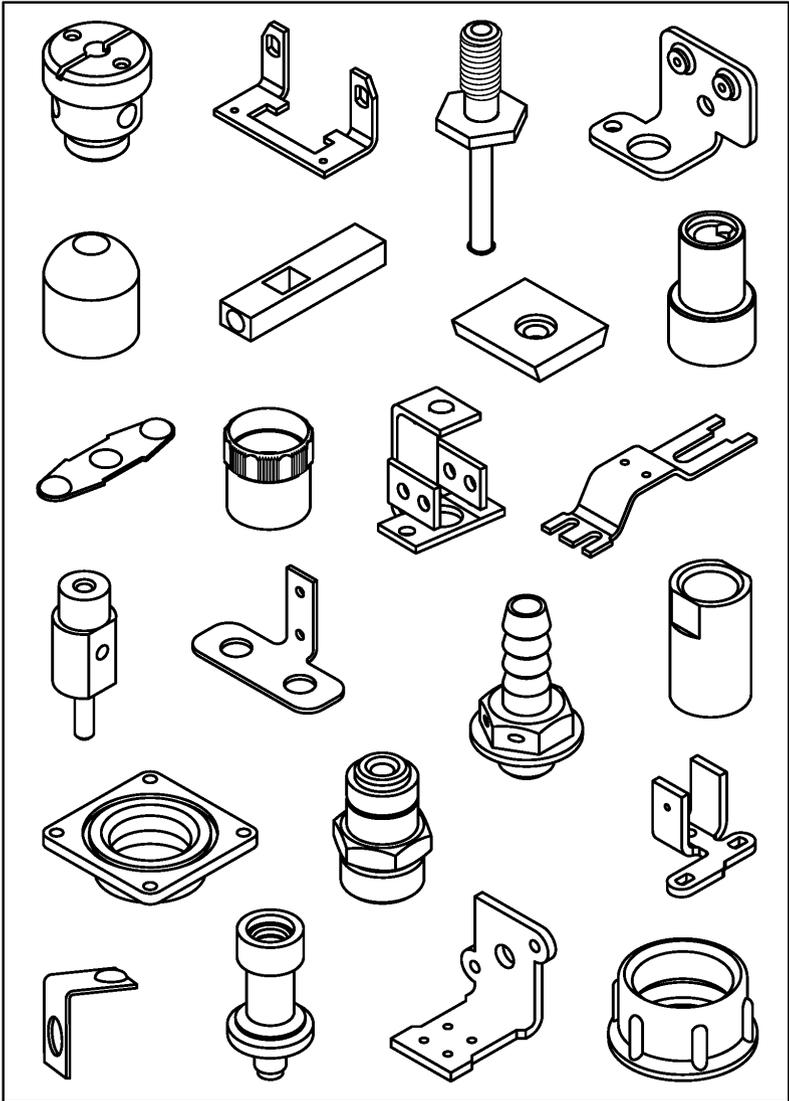


Рис. 1.43. Натурные образцы приборостроительных изделий

Таблица 1.15

Распространенные наименования деталей приборостроения

1. Арматура	22. Лепестки	43. Разделители
2. Болты	23. Лимбы	44. Рамки
3. Валы	24. Маятники	45. Распорки
4. Винты	25. Мембраны	46. Растяжки
5. Вкладыши	26. Наконечники	47. Рукоятки
6. Втулки	27. Направляющие	48. Рычаги
7. Гайки	28. Насадки	49. Светофильтры
8. Гильзы	29. Обоймы	50. Скобы
9. Демпферы	30. Ограничители	51. Стаканы
10. Диафрагмы	31. Опоры	52. Стопоры
11. Заглушки	32. Оси	53. Стойки
12. Зажимы	33. Основания	54. Толкатели
13. Заклепки	34. Панели	55. Уголки
14. Изоляторы	35. Патрубки	56. Упоры
15. Колпачки	36. Петли	57. Фиксаторы
16. Кольца	37. Перемычки	58. Фланцы
17. Контакты	38. Переходники	59. Хомутики
18. Короба	39. Пластины	60. Цанги
19. Корпуса	40. Проводники	61. Шайбы
20. Кронштейны	41. Прокладки	62. Штифты

3) размеры деталей, выполненных гибкой из тонколистовых металлов и сплавов, все проставляются 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 проставляются 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 проставляются следующим образом: **а)** первой группой размеров связываются все “черные” (необработанные) поверхности; **б)** второй группой размеров связываются все “чистые” (обработанные) поверхности; **в)** в направлении каждой координатной оси проставляется 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, например, [1, 2, 8]), “черные” поверхности, как правило, отсутствуют и изложенными выше положениями на практике пренебрегают;

6) размеры деталей из пластмасс, выполненных горячим прессованием или литьем, проставляются как размеры, фактически необходимые для изготовления их пресс-форм, например, рис. 1.61, рис. 1.62, рис. 2.62, рис. 2.63 и рис. 2.65;

7) размеры деталей из керамики, выполненных прессованием, проставляются как размеры, фактически необходимые для изготовления их пресс-форм;

8) чертежи деталей сложной геометрической формы (независимо от технологии изготовления деталей) выполняются на форматах А2 или А3 [10, 11, 12, 15]. В противном случае выявить форму детали и проставить все размеры в соответствии с ГОСТ 2.307–2011 на меньшем формате не представляется возможным.

Развертки поверхности тонкостенных деталей. В приборостроении значительное количество деталей и упругих элементов изготавливается из тонколистовых металлов и сплавов различными методами пластической деформации, включая гибку и глубокую вытяжку [1, 3, 10, 11, 12]. Некоторые гнутые детали и упругие элементы имеют сложную геометрическую форму, поэтому при необходимости на рабочих чертежах изображается развертка поверхности или ее части.

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

Особенности изображения разверток поверхности. Особенности для рабочих чертежей определены ГОСТ 2.109–73 и рассмотрены в работах [10, 11, 12].

Изображение развертки поверхности на рабочих чертежах деталей может или присутствовать, или отсутствовать:

1) если для детали, изготовленной гибкой, геометрическую форму и размеры можно определить по рабочему чертежу (размер заготовки равен сумме прямолинейных и криволинейных участков), то изображение развертки поверхности на рабочем чертеже детали не приводится;

2) если по рабочему чертежу детали геометрическую форму и размеры определить невозможно, то на поле рабочего чертежа размещается полная развертка поверхности (рис. 1.52, рис. 1.53, рис. 1.54, рис. 1.55 и рис. 2.45) или ее часть [10, 15];

3) изображение развертки поверхности выполняется сплошными толстыми линиями, толщина которых равна толщине контурных линий детали (S), например, рис. 1.52, рис. 1.53, рис. 1.54, рис. 1.55 и рис. 2.45.;

4) над изображением развертки поверхности выполняется надпись по типу: *Развертка*, например, рис. 1.52, рис. 1.53 и рис. 2.45 или проставляется специальный условный знак развертывания поверхности, например, рис. 1.54;

5) на изображении развертки поверхности (при необходимости) штрихпунктирными линиями с двумя точками указываются линии сгибов: **а)** от всех линий сгиба проводятся линии-выноски (сплошные тонкие линии со стрелками) под углом к основной надписи чертежа и не пересекающие выносные и размерные линии; **б)** от места пересечения всех линий-выносок проводится полка (сплошная тонкая линия) параллельно основной надписи чертежа и не пересекающая выносные и размерные линии; **в)** на полке размещается надпись по типу: *Линии сгиба*, например, рис. 2.45;

6) на изображении развертки поверхности проставляются все те размеры, которые невозможно указать на изображении готовой детали или упругого элемента: **а)** габаритные размеры контура листового материала; **б)** размеры для обрезки и последующей обработки кромок; **в)** размеры для выполнения различного рода прорезей, пазов и т.п.; **г)** размеры, определяющие положение линий сгиба, например, рис. 2.45;

7) при необходимости указания действительных размеров элементов, формируемых на цилиндрических поверхностях изделий (изготовленных, например, глубокой вытяжкой), выполняется частичная развертка поверхности, а за обозначением местного вида размещается знак развертывания поверхности [10, 11, 12, 15].

1.5.2. Требования к оформлению и последовательность выполнения рабочих чертежей деталей

Требования к оформлению рабочих чертежей. При оформлении учитывается следующее:

1) на чертеже должны содержаться данные, необходимые для изготовления деталей [7, 8, 10, 11, 12] из назначенного материала или сортамента [1, 10, 12];

2) из-за небольших размеров, чертежи деталей приборостроения чаще всего изображаются с увеличением, в масштабе **2:1, 2,5:1, 4:1, 5:1, 10:1** и т. д. (табл. 1.1);

3) число изображений детали на чертеже устанавливается наименьшим, но достаточным, чтобы судить о ее форме и размерах ее поверхностей;

4) при постановке размеров учитывается технология изготовления деталей – табл. 1.16 [1, 10, 11, 12] и дополнительно принимается во внимание следующее:

а) дефекты детали (раковины, износ и т.п.) на чертежах не отображаются;

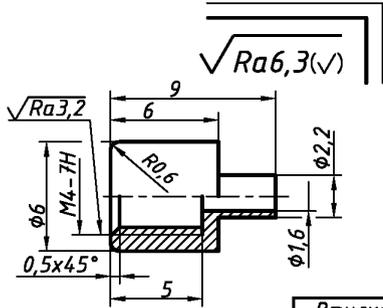
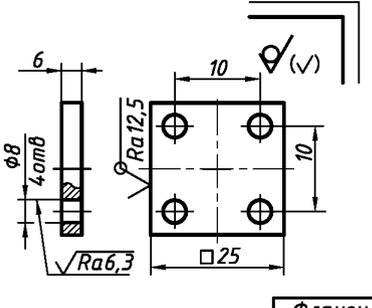
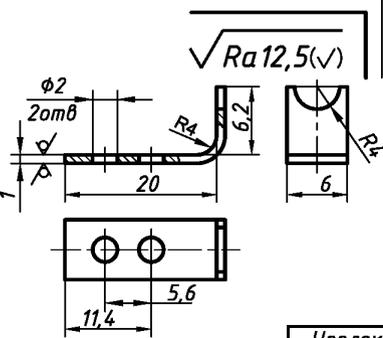
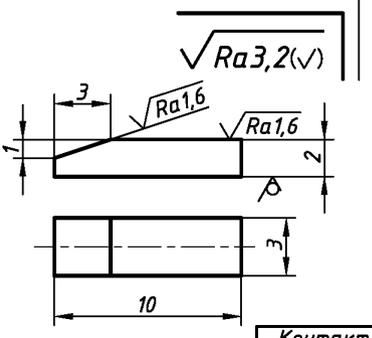
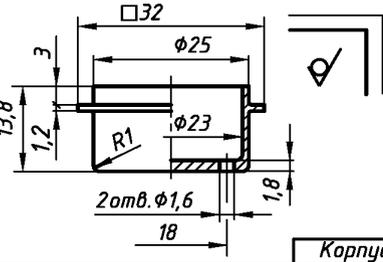
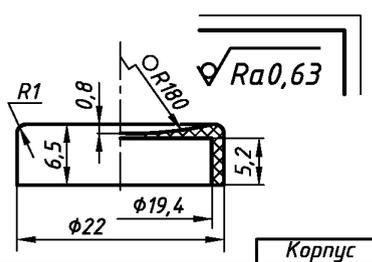
б) при отсутствии резболомера шаг резьбы измеряется по ее отпечатку на бумаге (рис. 1.40) [39];

в) для определения радиуса кривизны поверхности, имеющей плоскую кромку, используется отпечаток этой кромки на бумаге;

г) измерения на детали выполняют так, как нанесены размерные линии. Если при этом окажется, что невозможно или сложно измерить проставленный размер, то он проставляется иначе;

5) при определении размеров конструктивно-технологических элементов детали проверяются их значения на соответствие установленным стандартам:

Взаимосвязь технологии изготовления деталей приборостроения с протановкой размеров и знаков шероховатости поверхностей

1. Токарная обработка	2. Фрезерование и сверление
 <p>Втулка</p>	 <p>Фланец</p>
3. Вырубка и гибка	4. Вырубка и шлифование
 <p>Уголок</p>	 <p>Контакт</p>
5. Литье	6. Прессование или литье
 <p>Корпус</p>	 <p>Корпус</p>

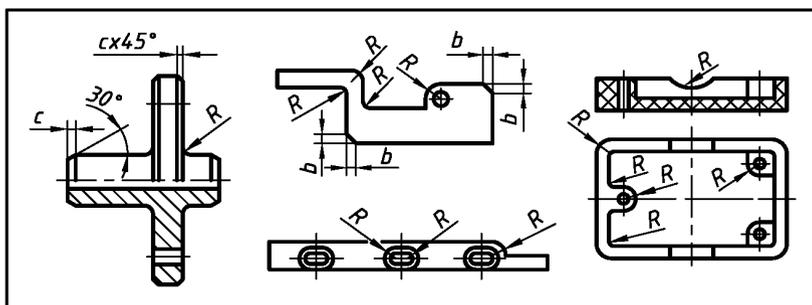
- а) фаски, скосы и радиусы закруглений – табл. 1.11 и табл. 1.17;
- б) рифления – табл. 1.18;
- в) классы точности и поля допусков на резьбу – табл. 1.5 и табл. 1.19;
- г) изображение резьбы – табл. 1.10 и табл. 1.20;
- д) размеры кольцевых проточек для резьбы – табл.1.21 и табл. 1.22;
- е) знаки шероховатости поверхности и их значения – табл. 1.8 и табл. 1.9;
- б) если деталь имеет резьбу, то она должна иметь поверхности под ключ, пазы, прорезы, специальные выступы или рифление (табл. 1.4), а для предотвращения отвинчивания – отверстия под шплинты [10, 12];

7) на чертежах в основной надписи указывается материал, из которого деталь изготовлена, а также необходимые данные, характеризующие свойства материала готовой детали.

Марки материалов указываются в соответствие с присвоенными им в стандартах обозначениями [10, 12], а при отсутствии стандарта обозначение материала указывается по техническим условиям (ТУ).

Таблица 1.17

**Фаски (с), скосы (b) и закругления (R) на поверхностях деталей
из металлов, сплавов, керамики и пластмасс
(извлечение из ГОСТ 10948–64)**

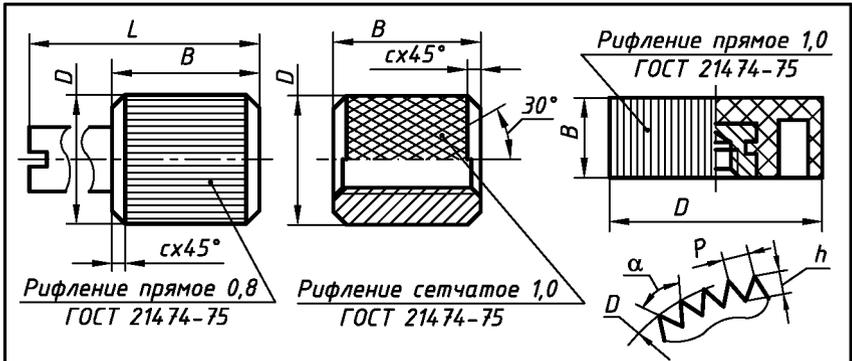


c и b , мм*	0,10	0,16	0,25	0,40	0,60	1,0	1,6	2,5	4,0	6,0	10	16	25
* Не распространяются на фаски любых деталей с резьбой													
R , мм**	0,10	0,16	0,25	0,40	0,60	1,0	1,6	2,5	4,0	6,0	10	16	25
** * Не распространяются: 1) на радиусы гибки деталей при штамповке; 2) на радиусы любых видов проточек в деталях.													

Последовательность выполнения:

- 1) выясняется назначение детали (если есть описание изделия, составной частью которого она является);
- 2) устанавливается наименование детали, определяется технология ее изготовления [10, 11, 12] и материал [10, 12];

Рифления на поверхностях деталей из металлов, сплавов и пластмасс
(извлечение из ГОСТ 21474-75)



Рифления прямые для всех материалов								
Ширина накатываемой поверхности B , мм		Диаметр накатываемой поверхности D , мм						
		до 8	св. 8 до 16	св. 16 до 32	св. 32 до 63	св. 63 до 125	св. 125	
		Шаг рифлений P , мм						
До 4		0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	1,0	
Св. 4 до 8			0,6	0,6	0,6			
Св. 8 до 16			0,6	0,8	0,8			
Св. 16 до 32 / Св. 32			0,6	0,8	1,0	1,0 / 1,2	1,2 / 1,6	
Рифления сетчатые								
Материал заготовки	Ширина накатываемой поверхности B , мм	Диаметр накатываемой поверхности D , мм						
		до 8	св. 8 до 16	св. 16 до 32	св. 32 до 63	св. 63 до 125	св. 125	
		Шаг рифлений P , мм						
Цветные металлы	До 8	0,5	0,6	0,6	0,6	0,8	—	
	Св. 8 до 16			0,8	0,8	0,8	—	
	Св. 16 до 32			0,8	1,0	1,0	—	
	Св. 32			0,8	1,0	1,2	1,6	
Сталь	До 8	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	—
	Св. 8 до 16			0,8	1,0	1,0	1,0	—
	Св. 16 до 32			0,8	1,0	1,2	1,2	—
	Св. 32			0,8	1,6	1,2	1,6	2,0

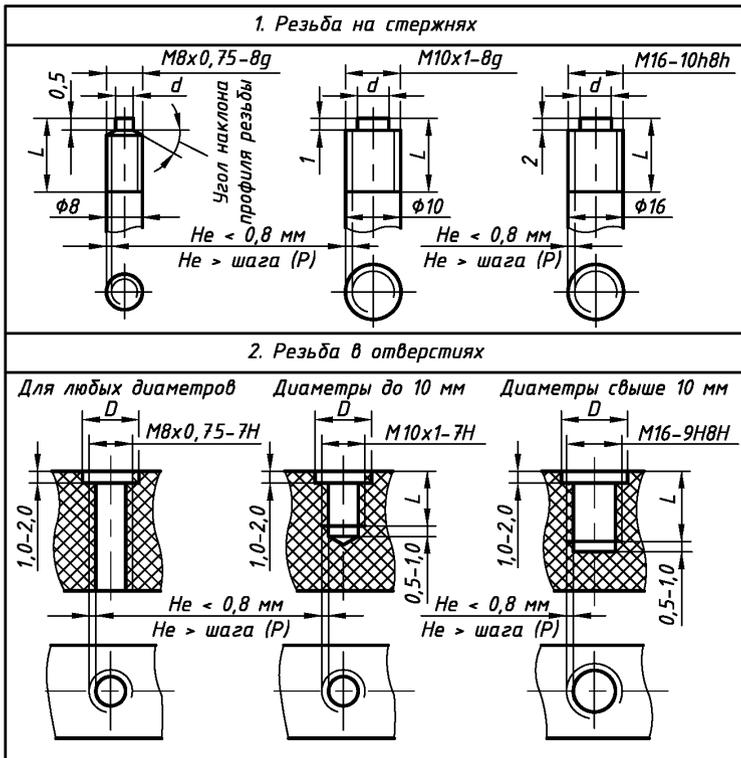
Таблица 1.19

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	<i>6g</i>	<i>6h</i>	<i>6G</i>	<i>6H</i>
Грубый	<i>8g</i>	<i>8h; (8h6h)*</i>	<i>7G</i>	<i>7H</i>
Очень грубый	<i>10h8h</i>		<i>9H8H</i>	

Таблица 1.20

Изображение и обозначение резьбы метрической для деталей из пластмасс



Размеры наружных кольцевых проточек в деталях из металлов и сплавов с наружной резьбой метрической цилиндрической (извлечение из ГОСТ 27148–86)

Деталь с резьбой Изображение детали на чертеже

Шаг резьбы P , мм	Номинальный диаметр резьбы d с крупным шагом P , мм	Размеры кольцевых проточек *			
		g_1 не менее, мм	g_2 не более $= 3P$, мм	dg H13, мм	$R=0,5P$, мм
0,2	0,8	0,32	0,6	d - 0,3	0,1
0,3	1,4	0,5	0,9	d - 0,5	0,16
0,4	2	0,6	1,2	d - 0,7	0,2
0,5	3	0,8	1,5	d - 0,8	0,2
0,6	3,5	0,9	1,8	d - 1,0	0,4
0,7	4	1,1	2,1	d - 1,1	0,4
0,8	5	1,3	2,4	d - 1,3	0,4
1	6; 7	1,6	3,0	d - 1,6	0,6
1,25	8	2,0	3,75	d - 2,0	0,6
1,5	10	2,5	4,5	d - 2,3	0,8
1,75	12	3,0	5,25	d - 2,6	1,0
2	14; 16	3,4	6,0	d - 3,0	1,0
2,5	18; 20; 22	4,4	7,5	d - 3,6	1,2
3	24; 27	5,2	9,0	d - 4,4	1,6

* Не распространяются на детали из любых видов керамики и пластмасс

- 3) определяются размеры детали путем обмера мерительными инструментами;
- 4) определяется **главный вид детали** и другие необходимые виды. **Главный вид** (с учетом выполненных разрезов) должен давать наибольшую информацию о детали и отображать технологию ее изготовления [10, 11, 12];
- 5) оформляется чертёж детали: выполняются разрезы, наносится штриховка, проставляются размеры, указывается шероховатость поверхностей и т.д. [10, 12];
- 6) заполняется основная надпись (рис. 1.2) с учетом упрощенной системы обозначения деталей (раздел 1.2.2) [10, 12, 15];

XX-194.04.15.115.001.

Размеры внутренних кольцевых проточек в деталях из металлов и сплавов с внутренней резьбой метрической цилиндрической (извлечение из ГОСТ 27148–86)

Деталь с резьбой Изображение детали на чертеже

Шаг резьбы P , мм	Номинальный диаметр резьбы D с крупным шагом P , мм	Размеры кольцевых проточек*					
		g_1 не менее, мм		g_2 не более, мм		dg H13, мм	$R=0,5P$, мм
		Нормальная	Узкая	Нормальная	Узкая		
0,2	0,8	0,8	0,5	1,2	0,9	$D + 0,1$	0,1
0,3	1,4	1,2	0,75	1,6	1,25	$D + 0,1$	0,1
0,4	2	1,6	1,0	2,2	1,6	$D + 0,2$	0,2
0,5	3	2,0	1,25	2,7	2,0	$D + 0,3$	0,2
0,6	3,5	2,4	1,5	3,3	2,4	$D + 0,3$	0,4
0,7	4	2,8	1,75	3,8	2,75	$D + 0,3$	0,4
0,8	5	3,2	2,0	4,2	3,0	$D + 0,3$	0,4
1	6; 7	4,0	2,5	5,2	3,7	$D + 0,5$	0,6
1,25	8	5,0	3,2	6,7	4,9	$D + 0,5$	0,6
1,5	10	6,0	3,8	7,8	5,6	$D + 0,5$	0,7
1,75	12	7,0	4,3	9,1	6,4	$D + 0,5$	1,0
2	14; 16	8,0	5,0	10,3	7,3	$D + 0,5$	1,0
2,5	18; 20; 22	10,0	6,3	13,0	9,3	$D + 0,5$	1,2
3	24; 27	12,0	7,5	15,2	10,7	$D + 0,5$	1,6

* Не распространяются на детали из любых видов керамики и пластмасс

Примеры оформления рабочих чертежей приборостроительных деталей из металлов и пластмасс с учетом системного подхода [10, 37] и общих закономерностей [10] приведены ниже на рис. 1.44...рис. 1.62.

При оформлении учитывались:

- 1) геометрическая форма деталей;
- 2) технология изготовления;
- 3) простановка размеров;
- 4) материал;
- 5) шероховатость поверхности.

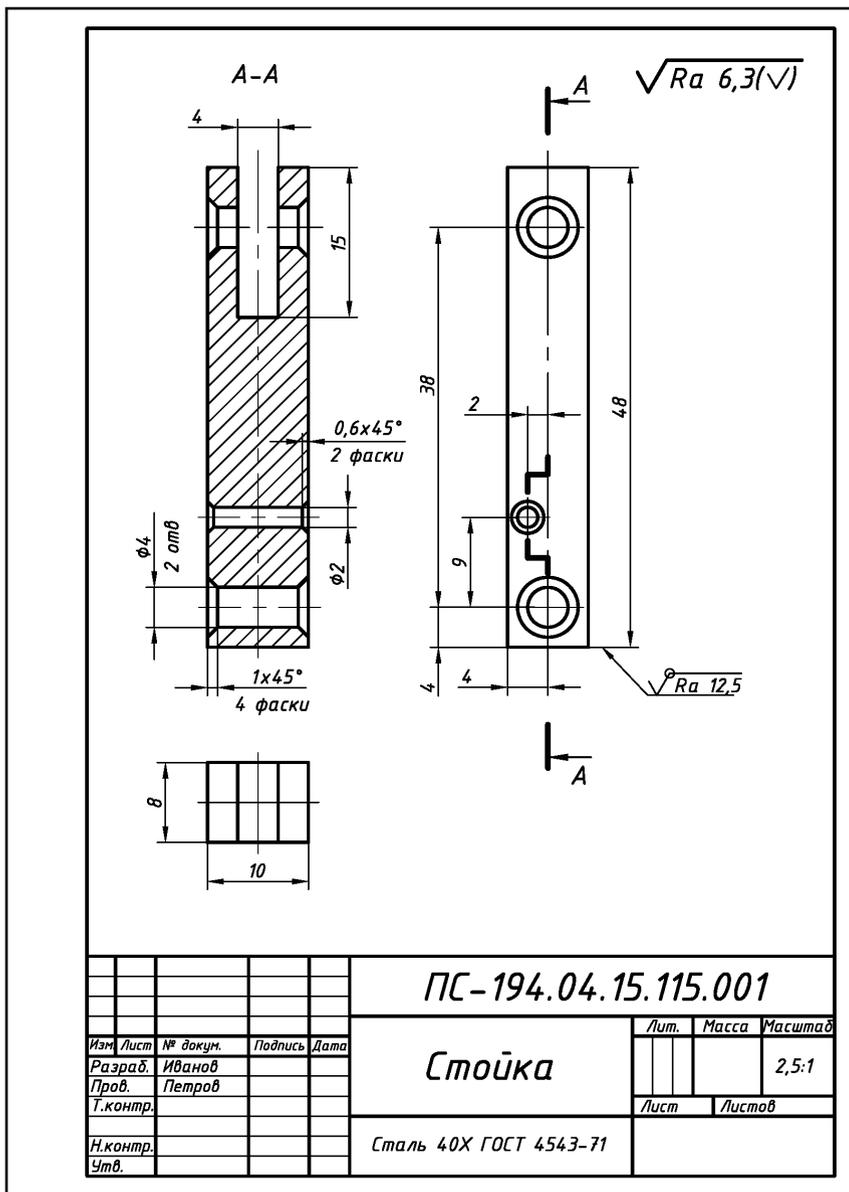


Рис. 1.44. Оформление рабочего чертежа точной детали из металла

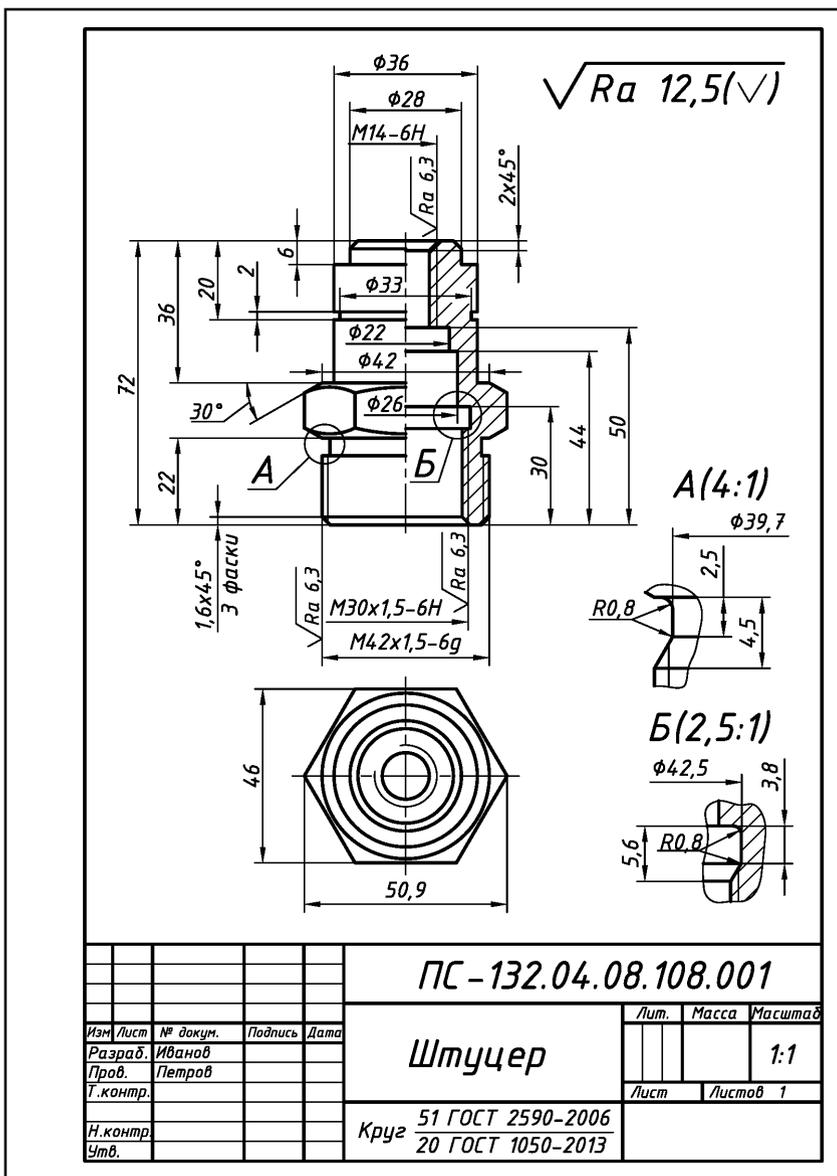


Рис. 1.45. Оформление рабочего чертежа точеной детали из металла

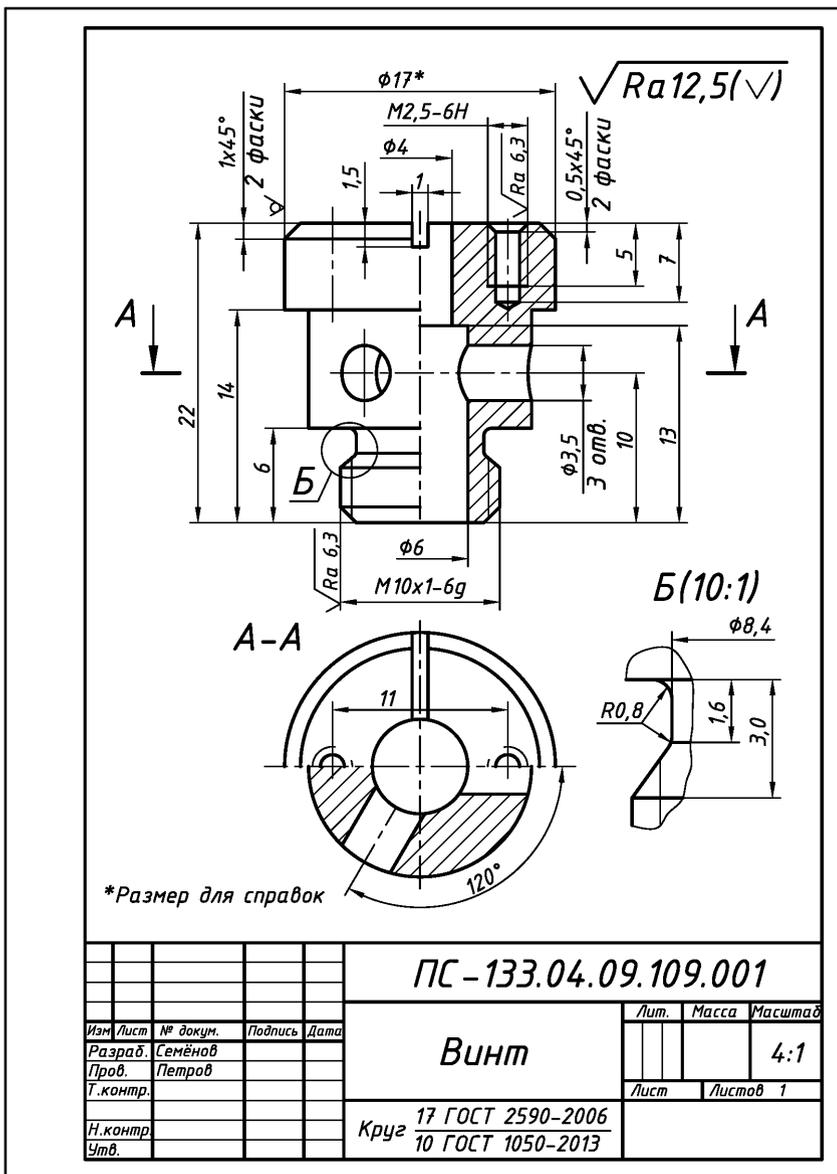


Рис. 1.46. Оформление рабочего чертежа точеной детали из металла

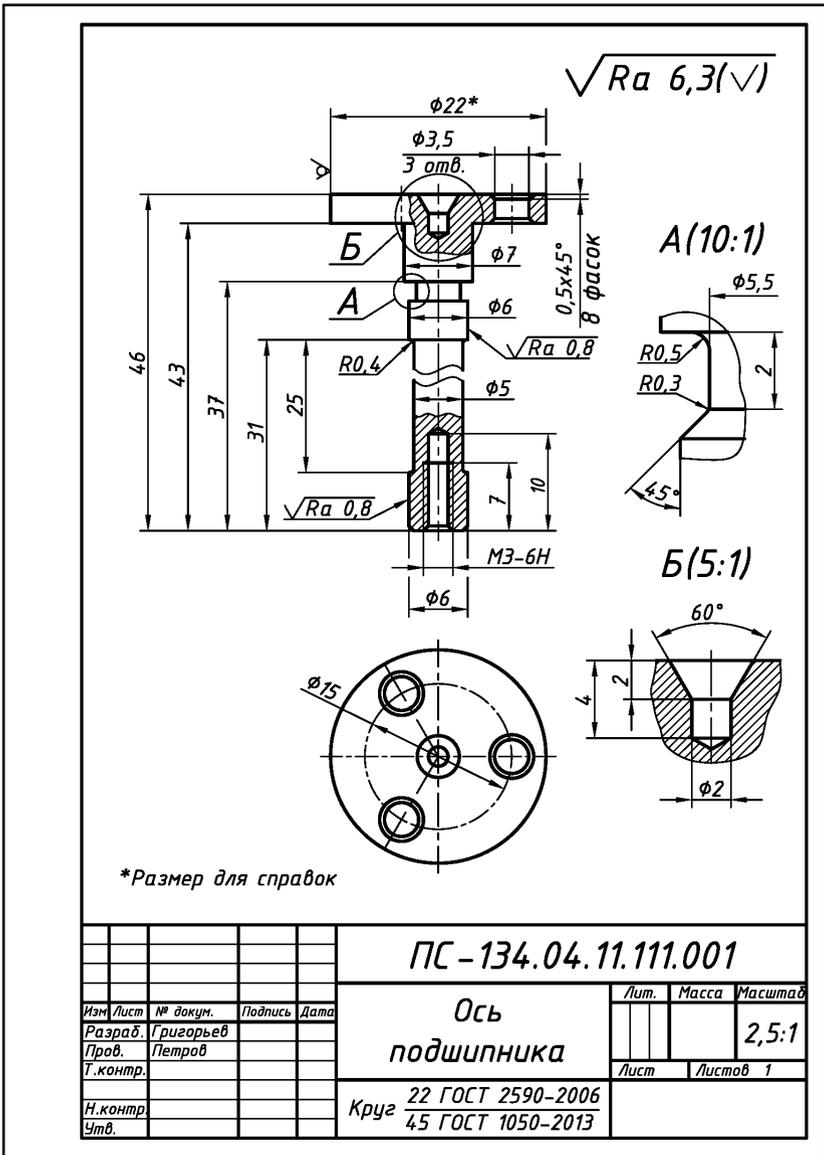


Рис. 1.47. Оформление рабочего чертежа точеной детали из металла

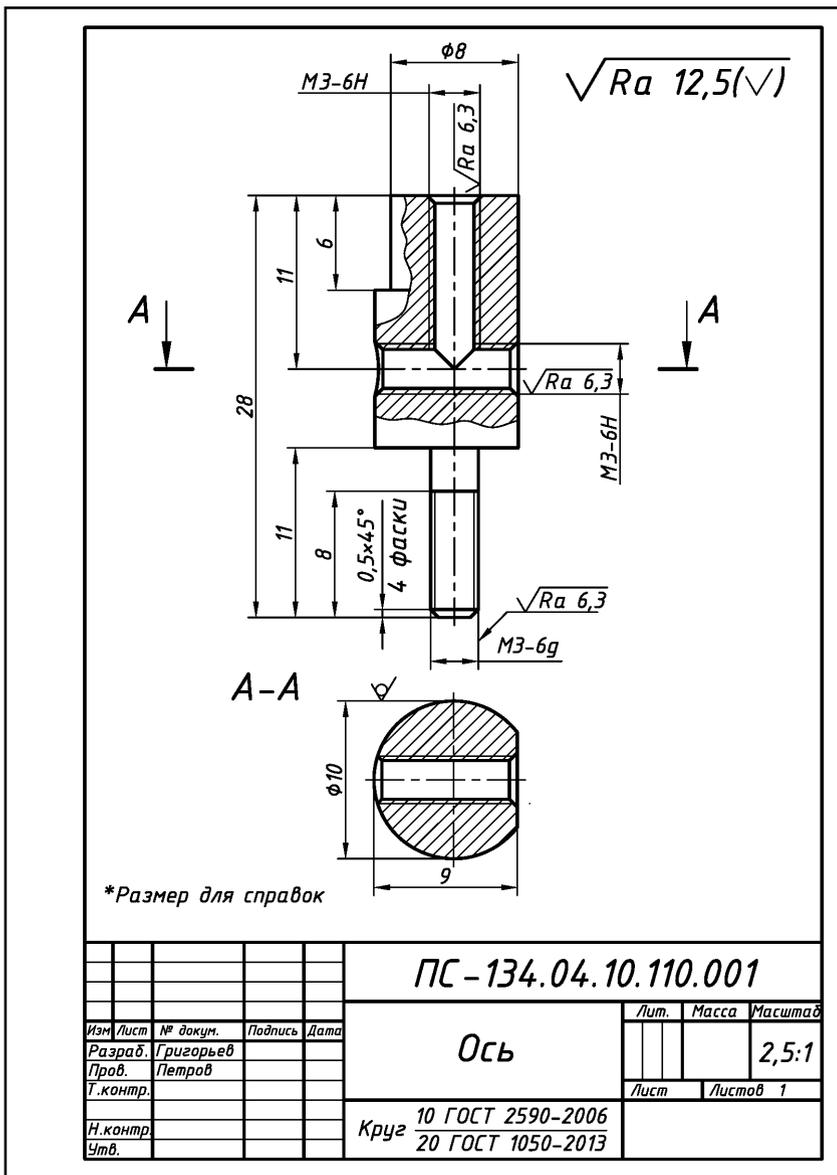
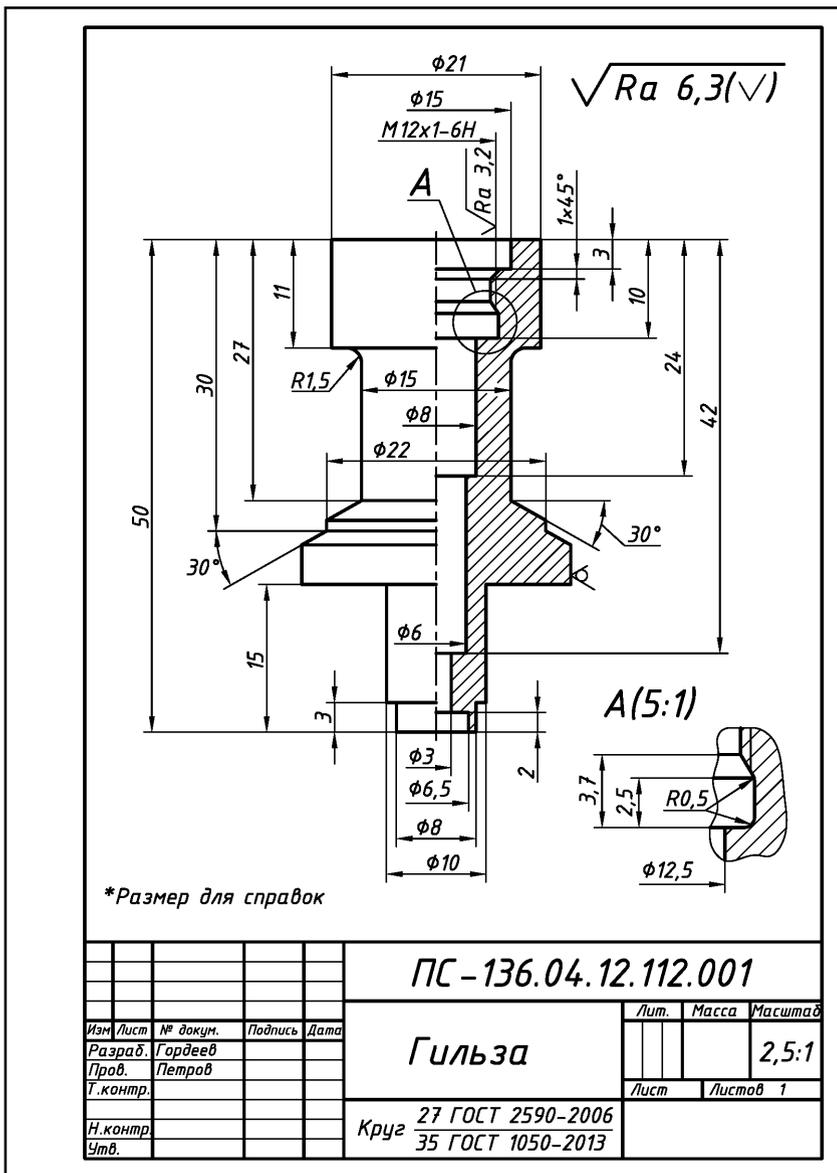


Рис. 1.48. Оформление рабочего чертежа точеной детали из металла



					ПС - 136.04.12.112.001		
					Гильза		
					Лит.	Масса	Масштаб
							2,5:1
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата			
					Лист	Листов 1	
					Круг 27 ГОСТ 2590-2006 35 ГОСТ 1050-2013		
Разраб.	Гордеев						
Пров.	Петров						
Т. контр.							
Н. контр.							
Утв.							

Рис. 1.49. Оформление рабочего чертежа точеной детали из металла

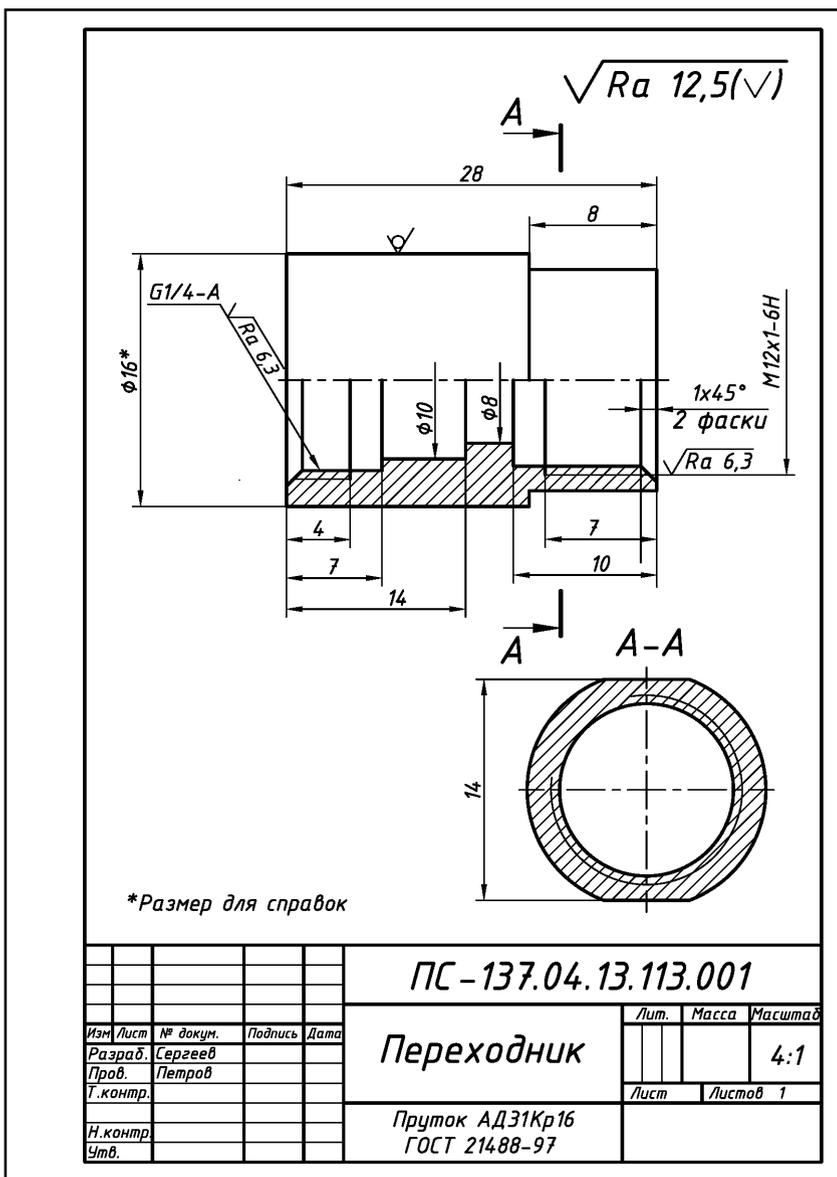


Рис. 1.50. Оформление рабочего чертежа точеной детали из металла

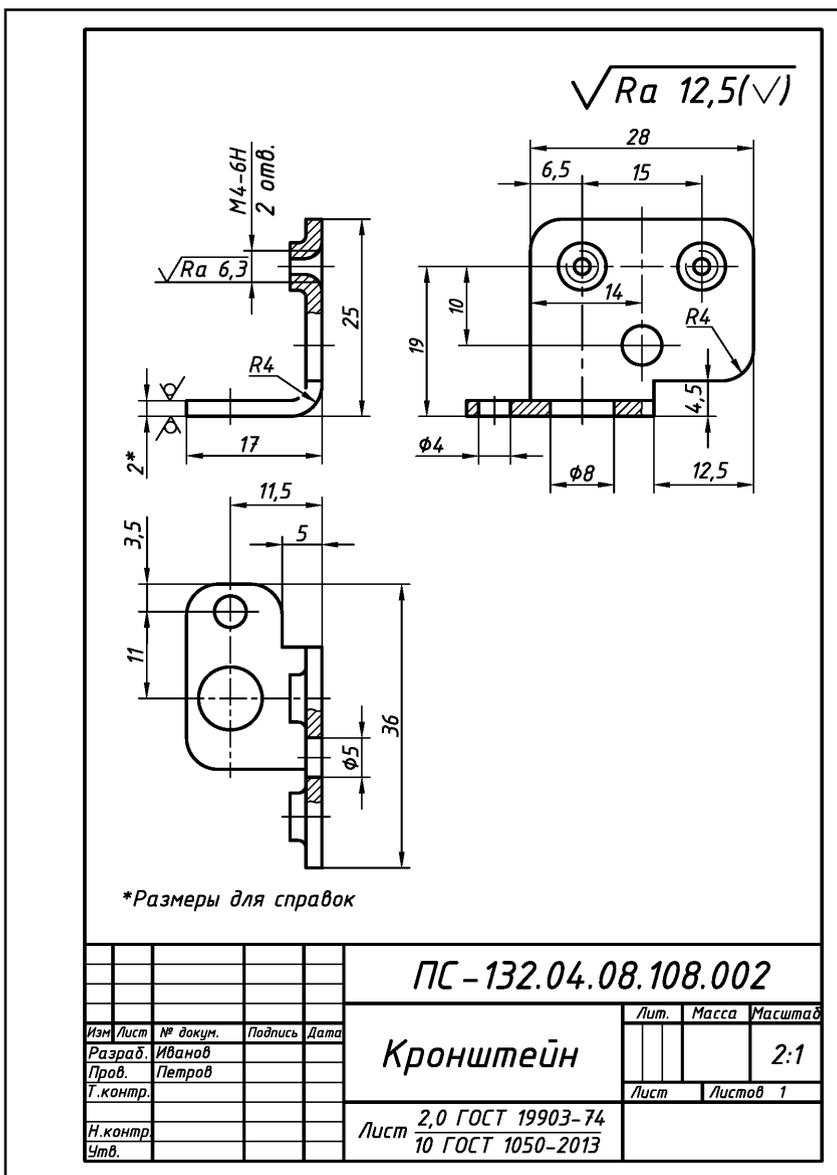


Рис. 1.51. Оформление рабочего чертежа гнутой детали из тонколистового металла

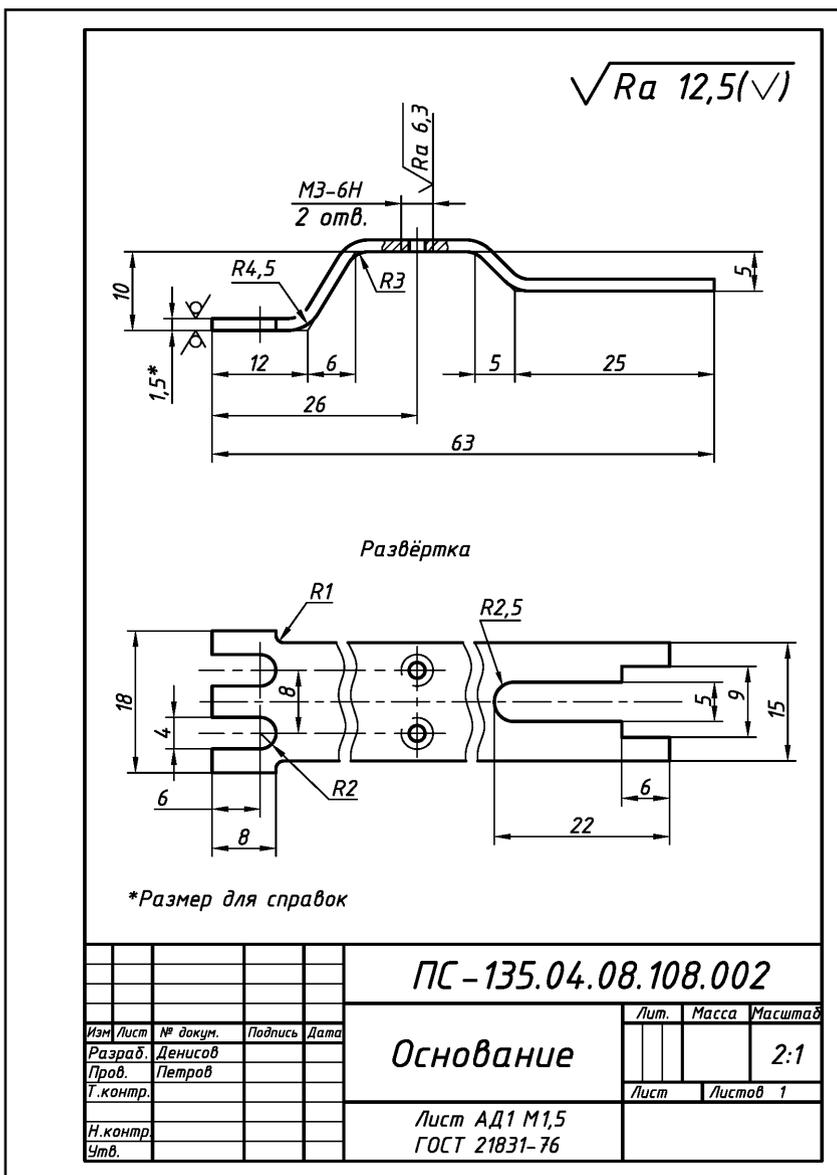


Рис. 1.52. Оформление рабочего чертежа гнутой детали из тонколистового металла

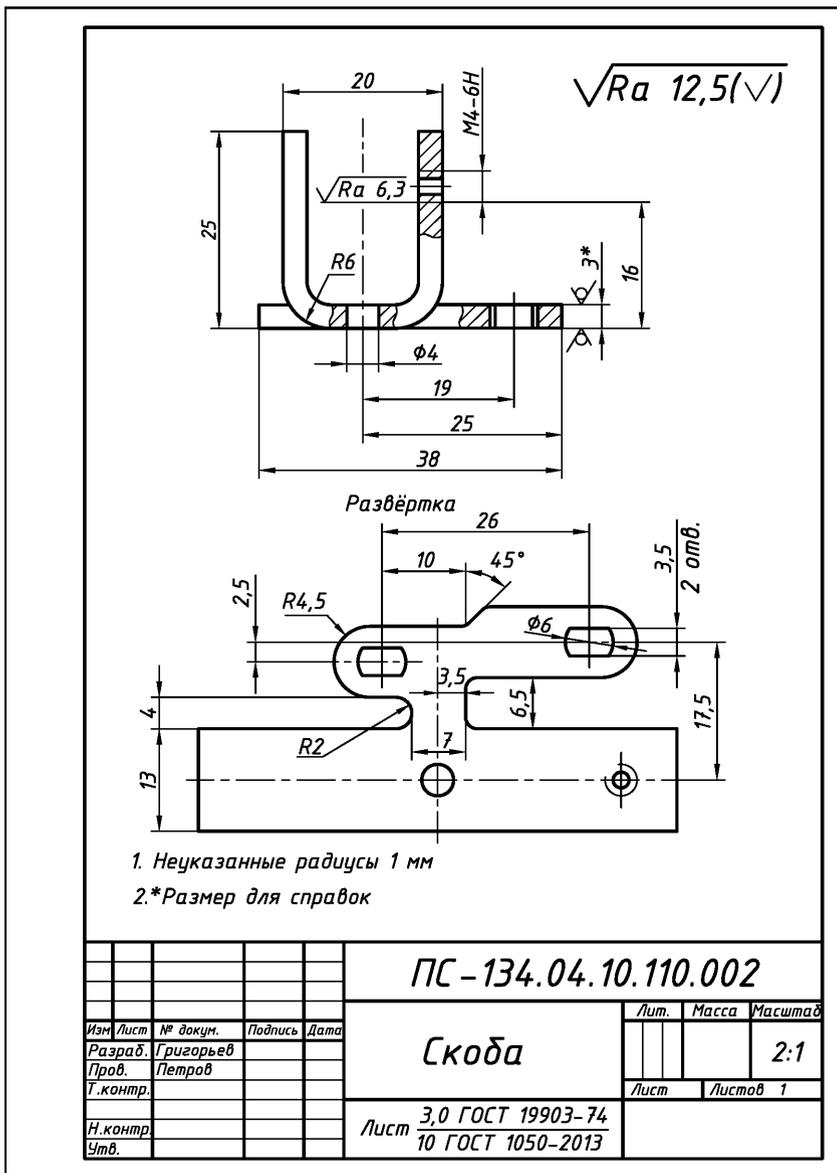


Рис. 1.53. Оформление рабочего чертежа гнутой детали из тонколистового металла

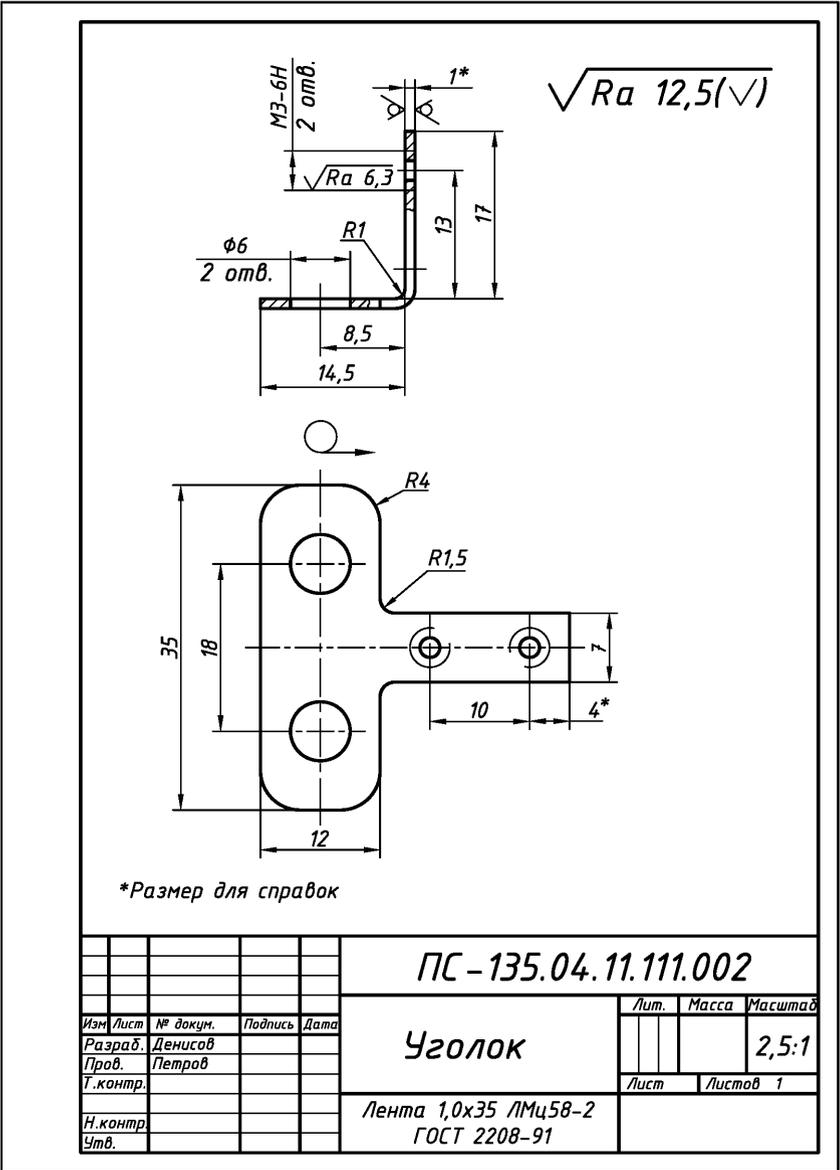


Рис. 1.54. Оформление рабочего чертежа гнутой детали из тонколистового металла

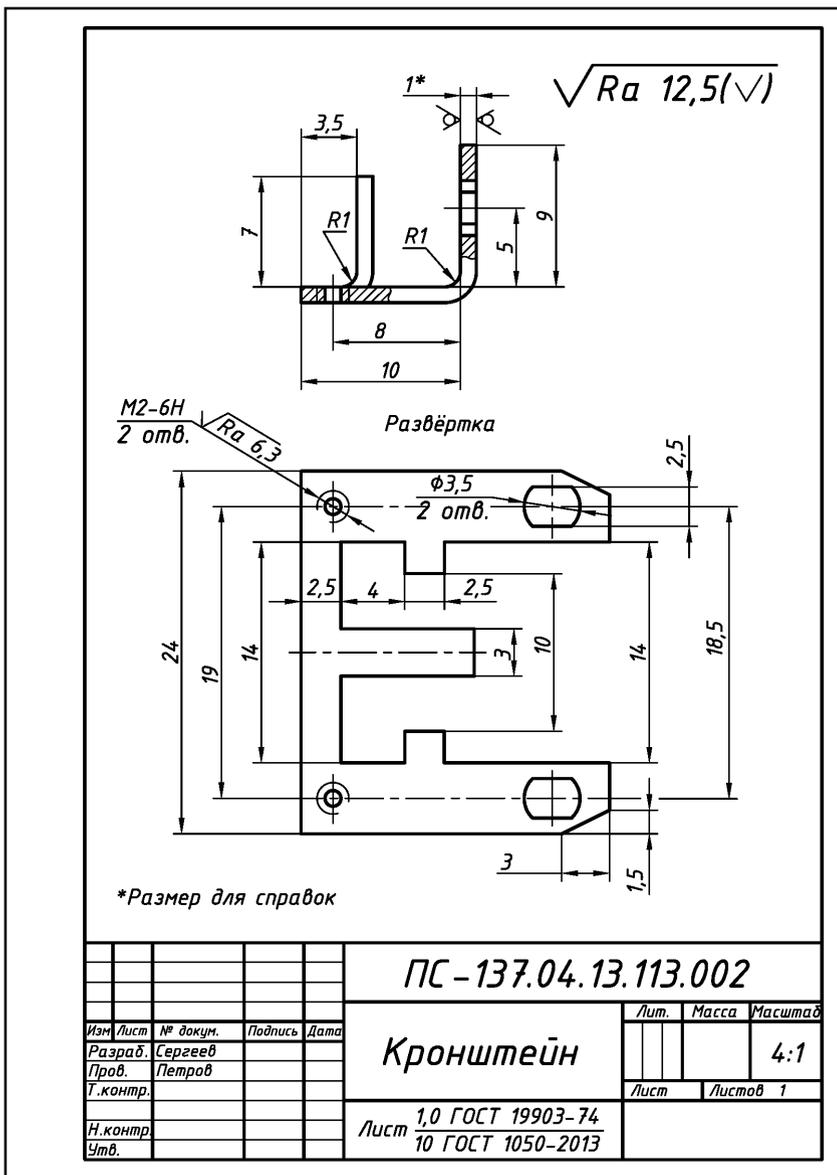


Рис. 1.55. Оформление рабочего чертежа гнутой детали из тонколистового металла

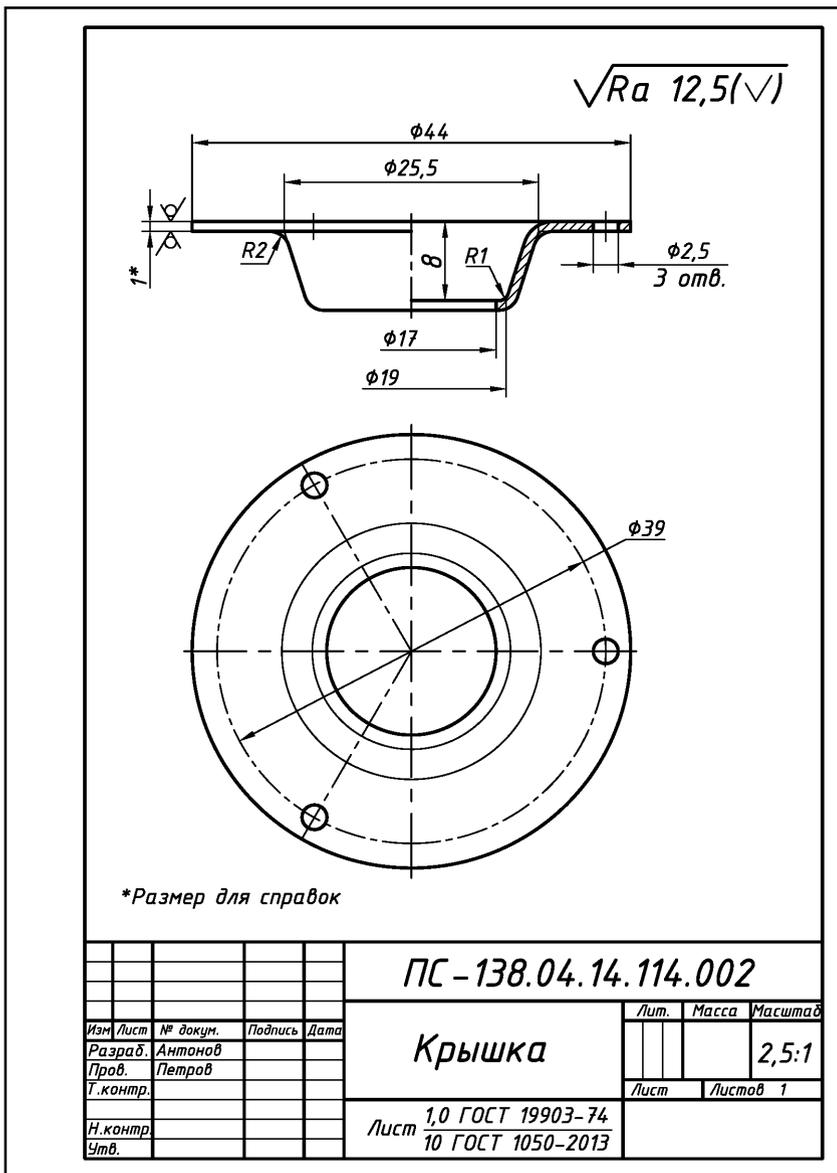


Рис. 1.56. Оформление рабочего чертежа вытянутой детали из тонколистового металла

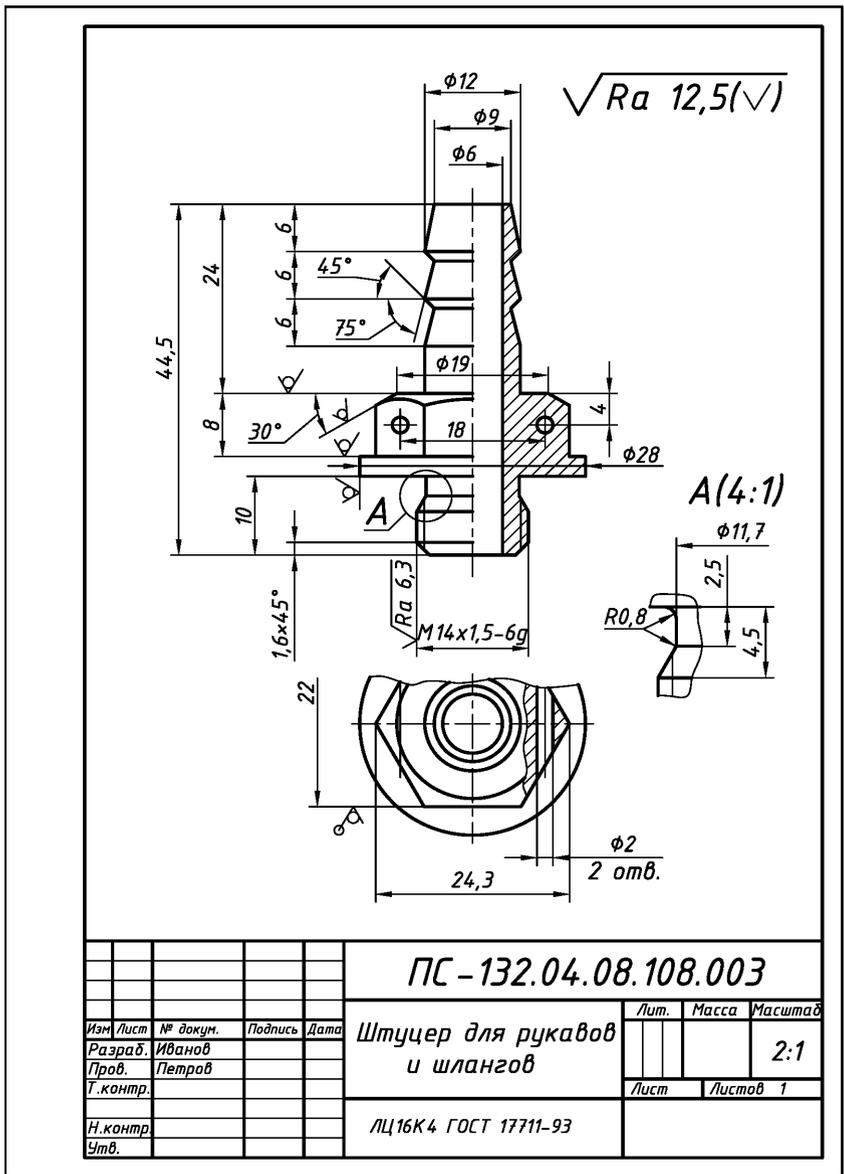


Рис. 1.57. Оформление рабочего чертежа литой детали из металла с обработкой

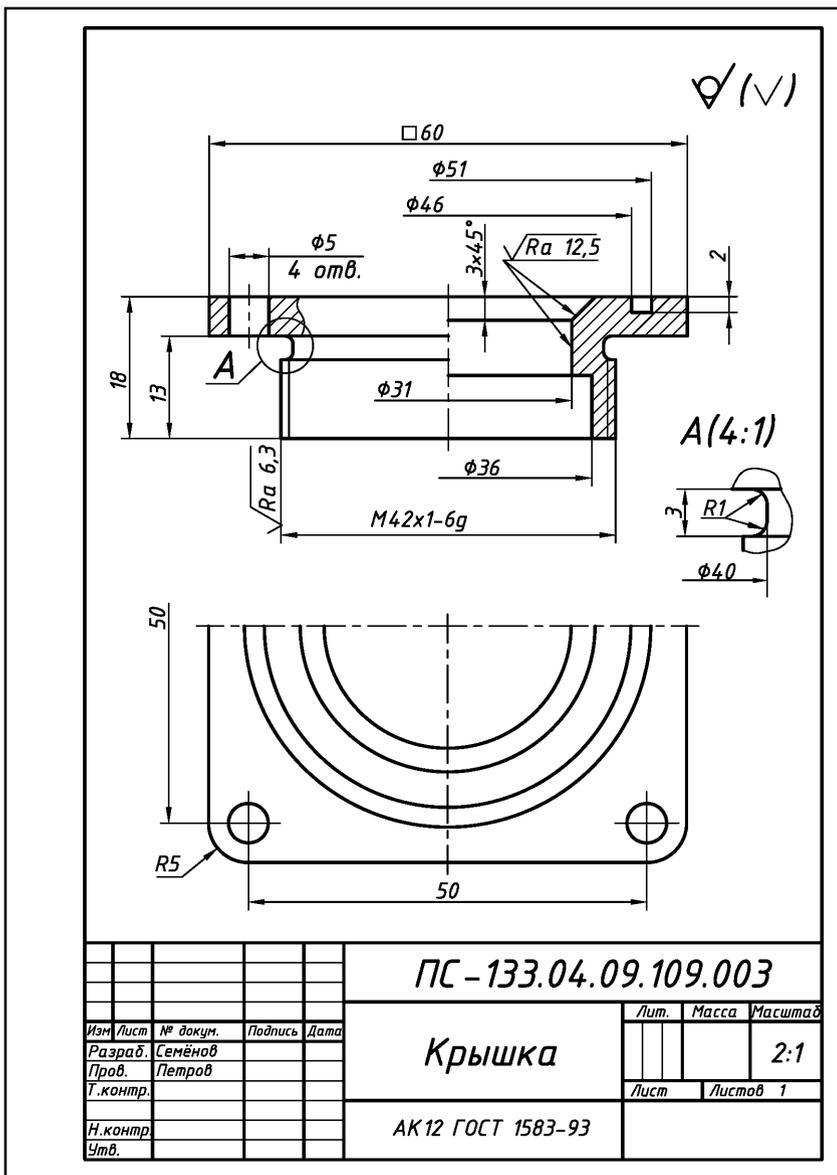


Рис. 1.58. Оформление рабочего чертежа литой детали из металла с обработкой

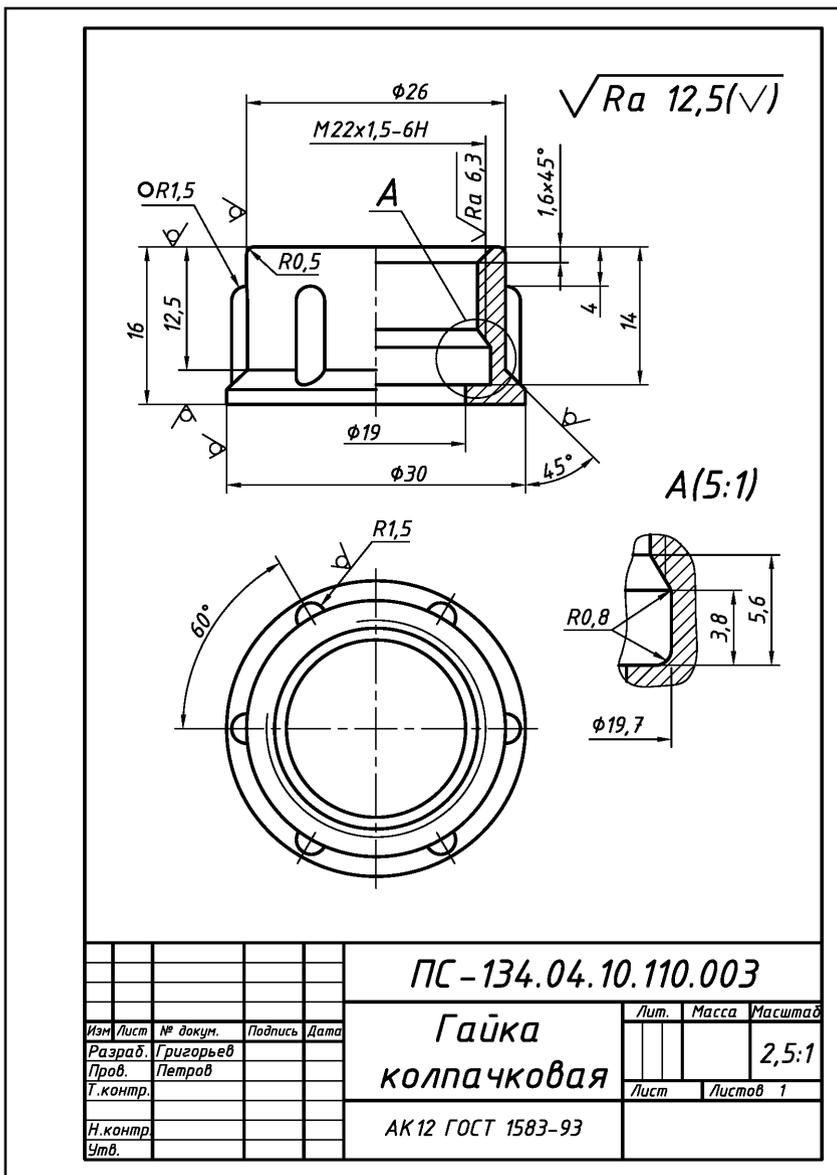


Рис. 1.59. Оформление рабочего чертежа литой детали из металла с обработкой

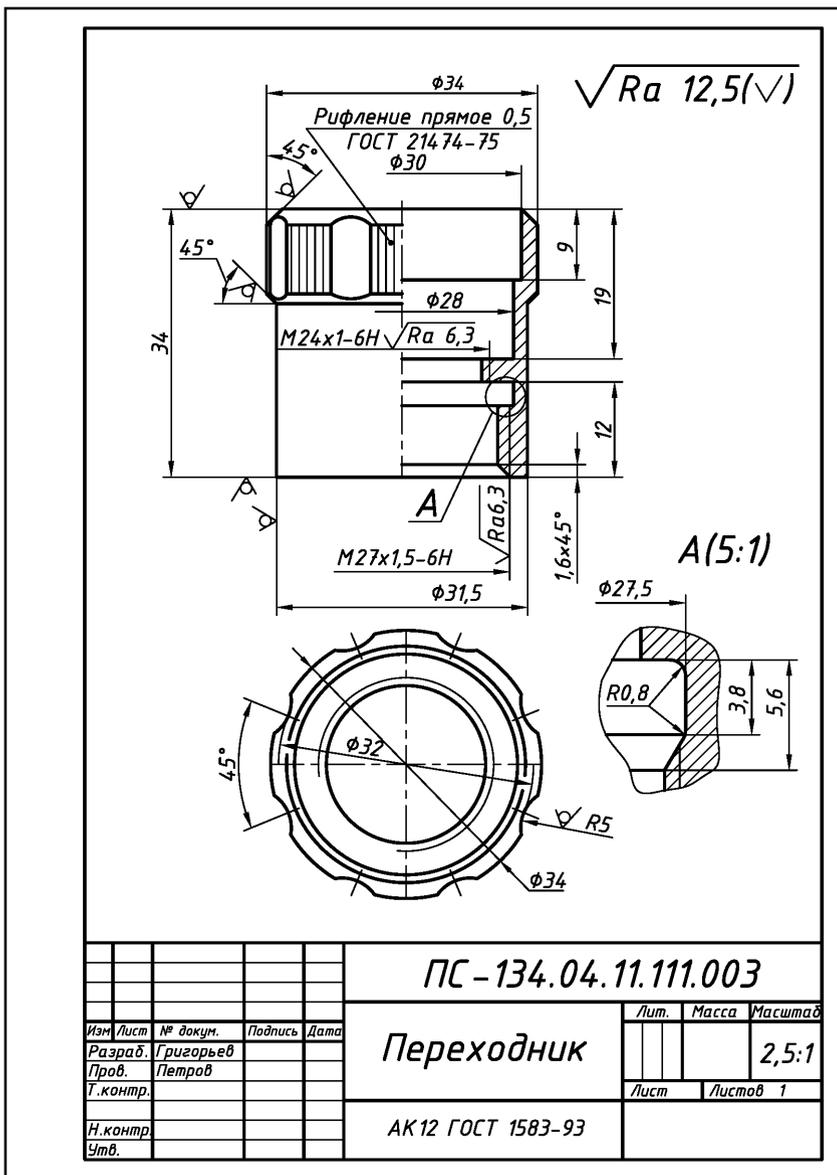


Рис. 1.60. Оформление рабочего чертежа литой детали из металла с обработкой

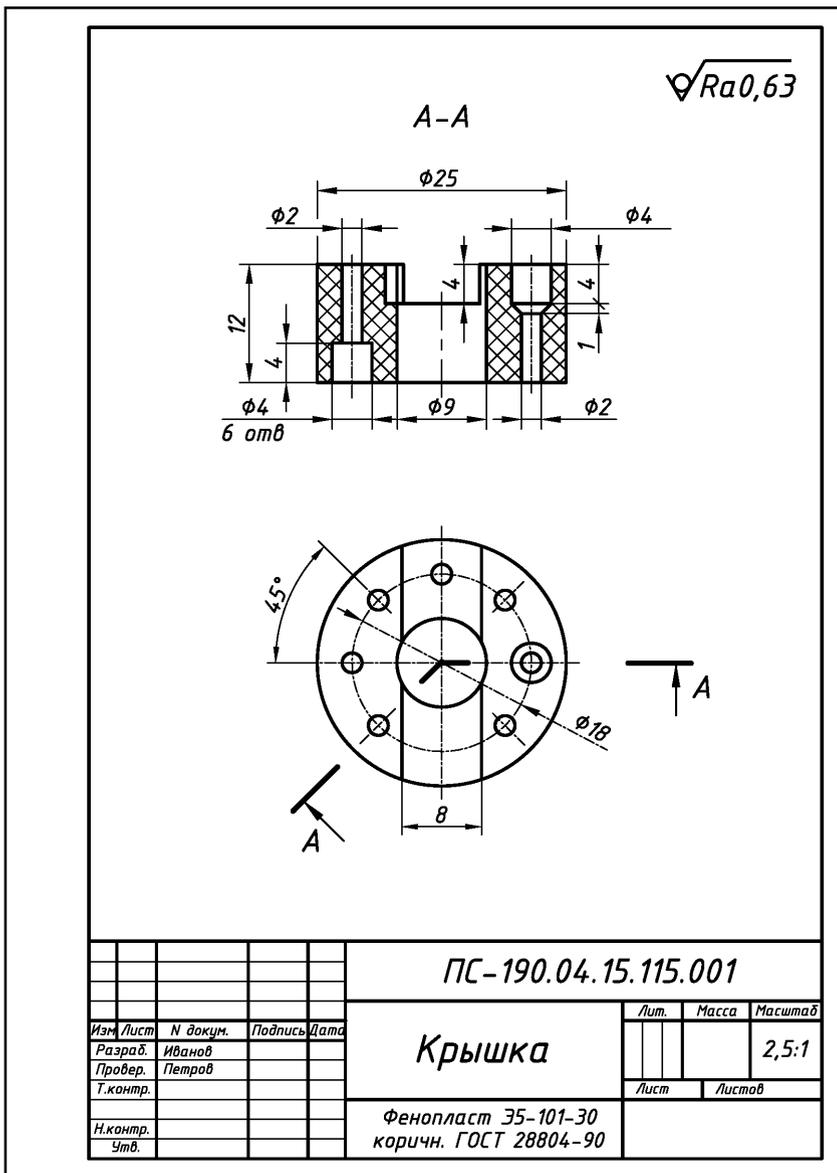


Рис. 1.61. Оформление рабочего чертежа литой детали из пластмассы

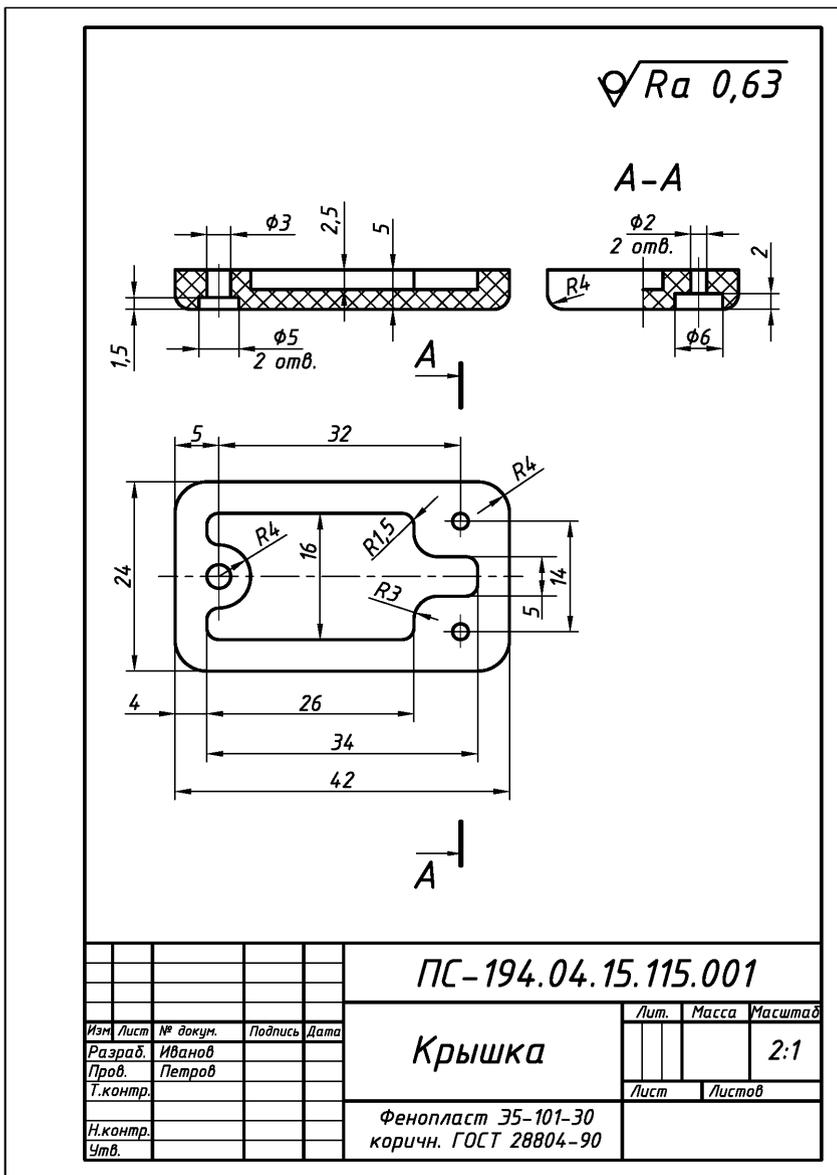


Рис. 1.62. Оформление рабочего чертежа прессованной детали из пластмассы

1.5.3. Требования к оформлению и последовательность выполнения рабочих чертежей сборочных единиц

Неразъемные соединения. Неразъемными называются соединения деталей, которые невозможно разобрать без применения каких-либо технологических операций, изменяющих их форму и приводящих к их частичному или полному разрушению.

Сборочные единицы – являются неразъемными соединениями.

Рабочие чертежи сборочных единиц – являются сборочными чертежами.

Основные требования к оформлению рабочих чертежей. При оформлении учитываются требования, изложенные выше для отдельных деталей (раздел 1.5.2).

Дополнительные требования к оформлению рабочих чертежей:

1) соблюдаются общие требования ГОСТ 2.109–73 к содержанию и оформлению сборочных чертежей, которые приведены ниже (раздел 2.7.1);

2) на рабочих чертежах указываются способы образования неразъемных соединений (расклепка, развальцовка, завальцовка, пайка, контактная точечная сварка, склейка и др.) и их условные обозначения [10, 11, 12, 15, 39].

Обозначение расклепки, развальцовки и завальцовки. Изображение неразъемных соединений сопровождаются надписями по типу: *Расклепать, Развальцевать, Завальцевать*. Надписи располагаются на полках линий-выносок, которые заканчиваются стрелками и проводятся от изображения места расклепки, развальцовки и завальцовки (табл. 1.23). Деталь, которая деформируется, изображается на рабочих чертежах в исходном, недеформируемом состоянии [5, 8, 10, 11, 12, 15].

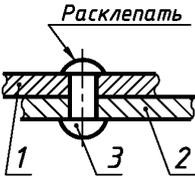
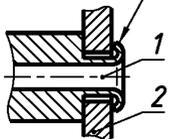
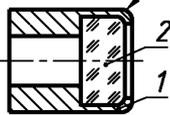
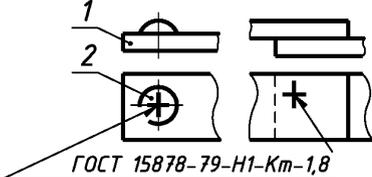
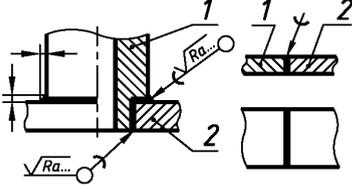
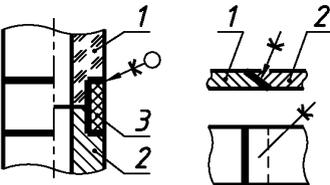
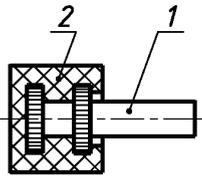
Обозначение пайки. По условиям ГОСТ 2.313–82 место пайки изображается сплошной линией толщины 2S. От изображения шва проводится линия-выноска со стрелкой, на наклонном участке которой наносится условный знак пайки) – дуга выпуклостью к стрелке. Для обозначения швов, выполненных по периметру, линия-выноска заканчивается окружностью диаметром 3...5 мм, а при необходимости указываются размеры шва и шероховатость поверхности (табл. 1.23). Условное изображение припоя указывается в спецификации в разделе «*Материалы*» или как технические требования над основной надписью чертежа по типу: *ПСр45 ГОСТ 19738–74* [5, 8, 10, 11, 12, 15].

Обозначение контактной точечной сварки. Одинокая видимая сварная точка изображается знаком «+» толщины S и сопровождается условным изображением по типу: *ГОСТ 15878–79 – Н1–Км–1,8* (Н – соединение деталей внахлестку; Км – контактная точечная электросварка; 1,8 – диаметр сварной точки в мм), которое размещается на полке-линии выноски с половинной стрелкой (табл. 1.23). Невидимую сварную точку – не изображают [5, 8, 10, 11, 12].

Обозначение склейки. По условиям ГОСТ 2.313–82 место склейки изображается сплошной линией толщины 2S. От изображения клевого шва проводится линия-выноска со стрелкой, на наклонном участке которой наносится условный знак склеивания, напоминающий букву К. Для обозначения швов, выполненных по периметру, линия-выноска заканчивается окружностью диаметром 3...5 мм (табл. 1.23). Условное обозначение марки клея указывается в спецификации в разделе «*Материалы*» или как технические требования над основной надписью чертежа по типу: *Клей ПУ-2 ТУ 342–64* [5, 8, 10, 11, 12].

Обозначение опрессовки. Процесс образования армированных изделий на чертежах не отображается, так как «механическая операция сборки» отсутствует [10, 11, 12];

**Изображение и обозначение основных неразъемных соединений
в приборостроении**

1. Соединение заклепками	2. Соединение развальцовкой	3. Соединение завальцовкой
<p align="center"><i>Расклепать</i></p> 	<p align="center"><i>Развальцевать</i></p> 	<p align="center"><i>Завальцевать</i></p> 
4. Соединение контактной сваркой		5. Соединение пайкой
 <p align="center">ГОСТ 15878-79-Н1-Кт-1,8</p>		
6. Соединение склеиванием		7. Соединение опрессовкой
		

3) на рабочих чертежах указываются номера позиций деталей, входящих в состав сборочной единицы;

4) на рабочих чертежах указываются габаритные, установочные, присоединительные и справочные размеры;

5) к рабочим чертежам прилагается спецификация, отражающая состав сборочной единицы;

6) техническая документация на любое неразъемное соединение должна быть представлена сборочным чертежом, самостоятельными рабочими чертежами всех соединяемых деталей в недеформируемом состоянии, а также спецификацией;

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

Форма спецификации. Форма и порядок заполнения спецификации определяются ГОСТ 2.108–68:

- 1) заглавный (первый) лист спецификации имеет основную надпись **формы 2** (раздел 2.7.1, рис. 2.53);
- 2) для мелкосерийного производства и в учебных чертежах сборочный чертеж формата **A4** иногда совмещается со спецификацией, а сама спецификация размещается над основной надписью сборочного чертежа (раздел 2.7.1, рис. 2.55) [10, 11, 15, 21].

Разделы спецификации. Спецификация для учебных сборочных чертежей имеет упрощенный вид и в нее (обычно) вносятся только следующие разделы:

- 1) “*Документация*” (сборочный чертеж);
- 2) “*Сборочные единицы*” (если они есть);
- 3) “*Детали*”;
- 4) “*Стандартные изделия*” (если они есть);
- 5) “*Материалы*” (если они есть).

Последовательность заполнения спецификации. Последовательность заполнения спецификации к сборочным чертежам определена ГОСТ 2.108–68 и приведена ниже (раздел 2.7.1).

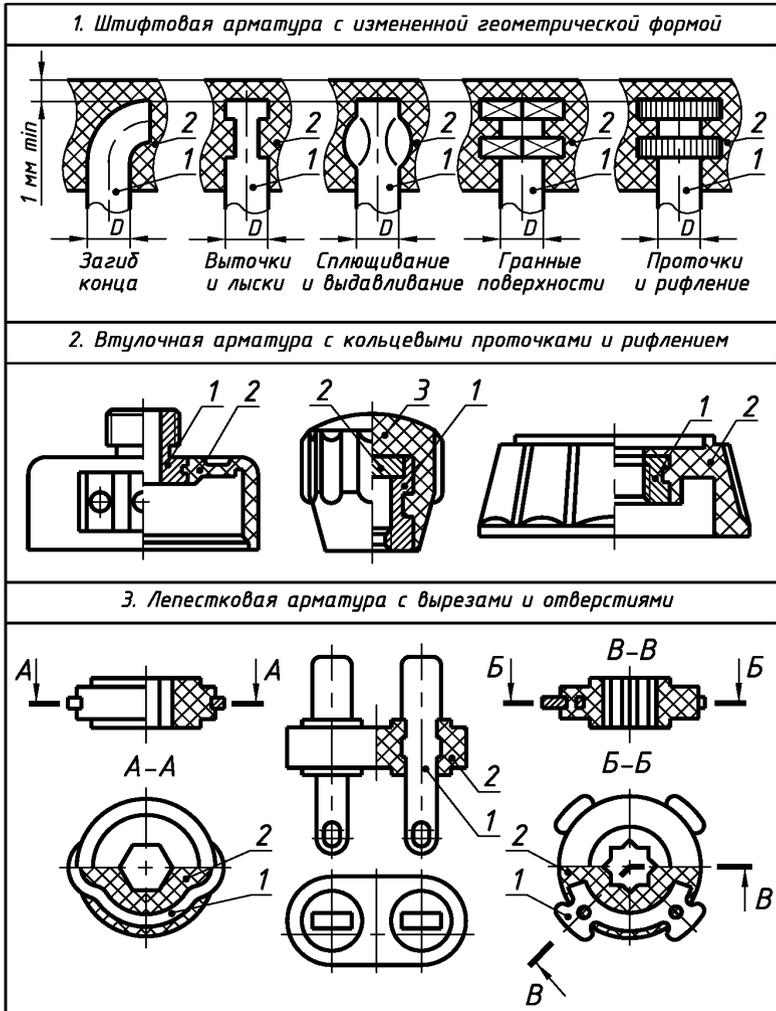
Особенности конструирования, выполнения и оформления рабочих чертежей армированных изделий:

- 1) армированные изделия являются неразъемными сборочными единицами;
- 2) изолирующий материал должен надежно выполнять свою функцию и не расшатываться при приложении усилий к арматуре. Толщина его стенок при соприкосновении с арматурой выполняется равной 1 мм и более [5, 10, 12];
- 3) арматура должна быть надежно закреплена в изолирующем материале, а при приложении усилий не должна расшатываться, проворачиваться и выдергиваться из изделий. С этой целью на ее поверхности выполняются различного рода специальные конструктивные элементы: канавки, проточки, отверстия, рифления – табл. 1.24 [4, 5, 7, 10, 11, 12, 15];
- 4) в графе “*Обозначение*” основной надписи сборочного чертежа указывается условное обозначение сборочной единицы без символов сборочной операции “**СБ**”, например, рис. 1.88, рис. 1.91 и рис. 1.93 [10, 12, 15];
- 5) в графе “*Наименование*” основной надписи сборочного чертежа указывается название сборочной единицы **без текстового пояснения** “*Сборочный чертеж*” по типу: *Упор* (рис. 1.88), *Ручка* (рис. 1.91), *Корпус тумблера* (рис. 1.93). Графа “*Материалы*” основной надписи при этом не заполняется [10, 12, 15];
- 6) при заполнении спецификации сборочного чертежа обозначение изолирующего материала указывается в разделе “*Материалы*” по типу: *Фенопласт Э5-101-30 черный ГОСТ 28804–90* (рис. 1.90, рис. 191 и рис. 1.95).

Последовательность выполнения рабочих чертежей:

- 1) устанавливается наименование сборочной единицы и наименования, входящих в ее состав деталей, определяется технология образования сборочной единицы [5, 6, 8, 10, 11, 12, 39], устанавливается технология изготовления ее составных частей [10, 11] и материалы ее составных частей [5, 6, 10, 11];
- 2) путем обмера определяются размеры сборочной единицы и размеры ее составных частей, при этом геометрическую форму и размеры скрытых элементов устанавливаются из конструктивных соображений [5, 10, 12];
- 3) выполняется и оформляется рабочий чертеж сборочной единицы и спецификация к нему.

Основные способы крепления арматуры в изделиях приборостроения



Примеры оформления рабочих чертежей сборочных единиц приборостроительных изделий с учетом системного подхода [10, 37] и общих закономерностей [10] приведены ниже на рис. 1.63...1.95.

При оформлении учитывались все особенности, приведенные выше.

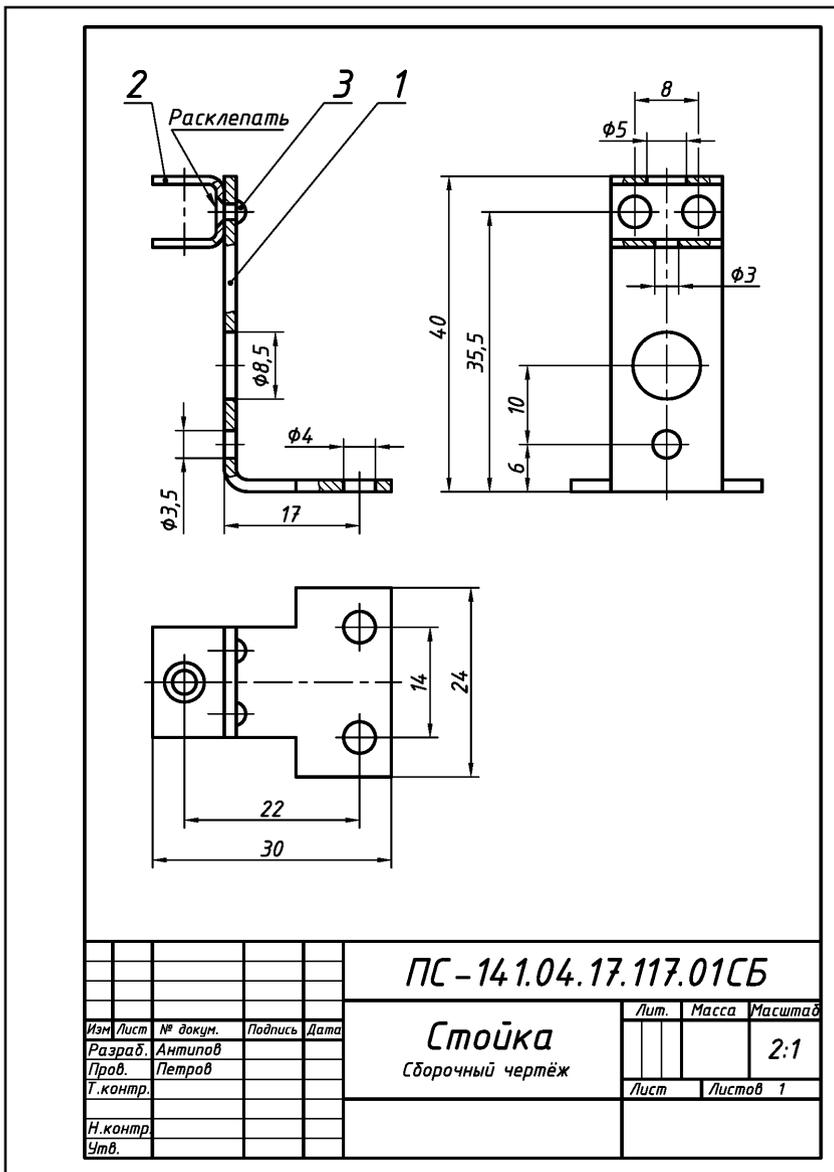


Рис. 1.63. Оформление рабочего чертежа сборочной единицы «Стойка», образованной расклепкой

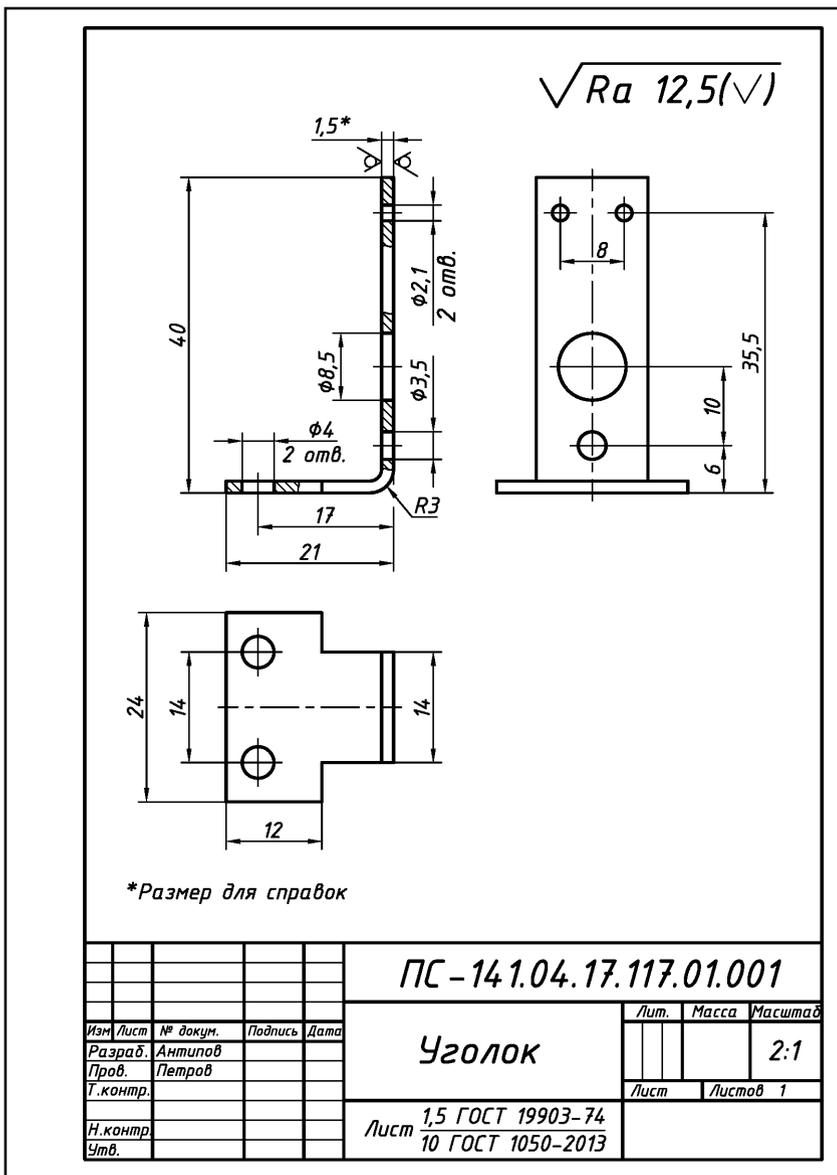


Рис. 1.64. Оформление рабочего чертежа детали «Уголок»
сборочной единицы «Стойка» (рис. 1.63)

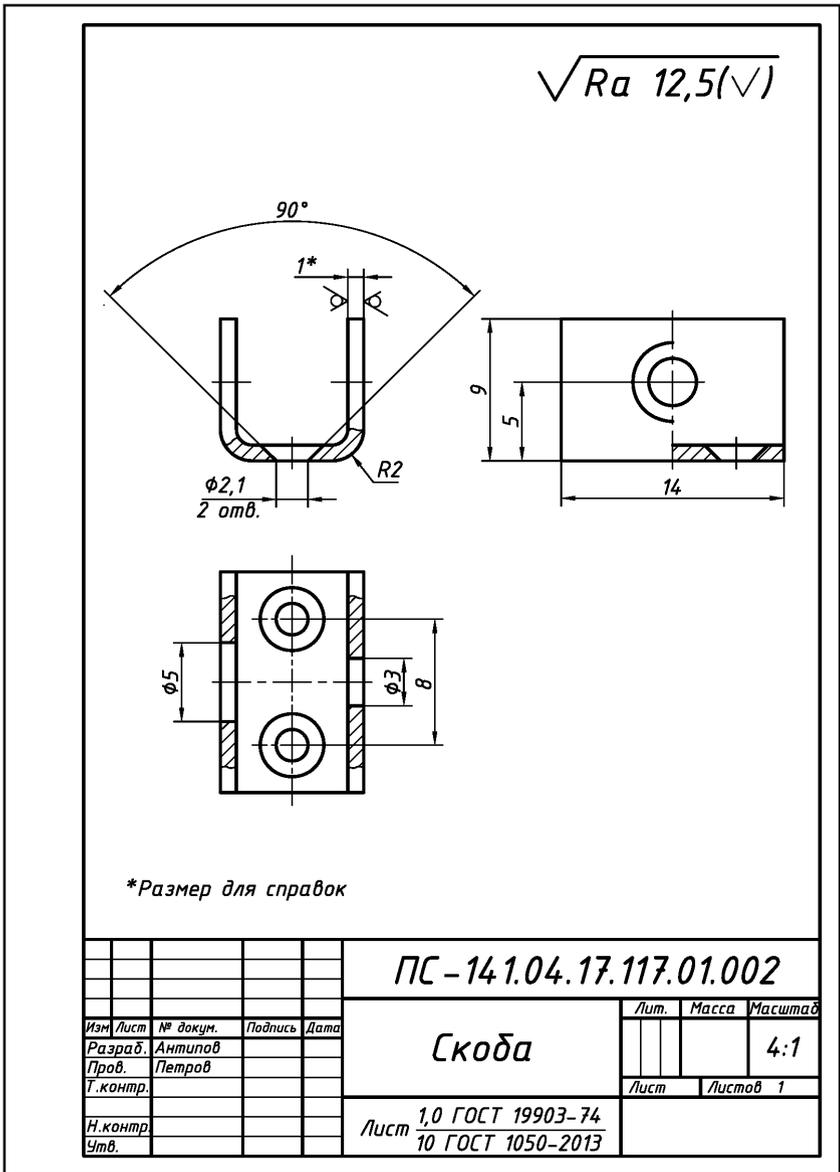


Рис. 1.65. Оформление рабочего чертежа детали «Скоба»
сборочной единицы «Стойка» (рис. 1.63)

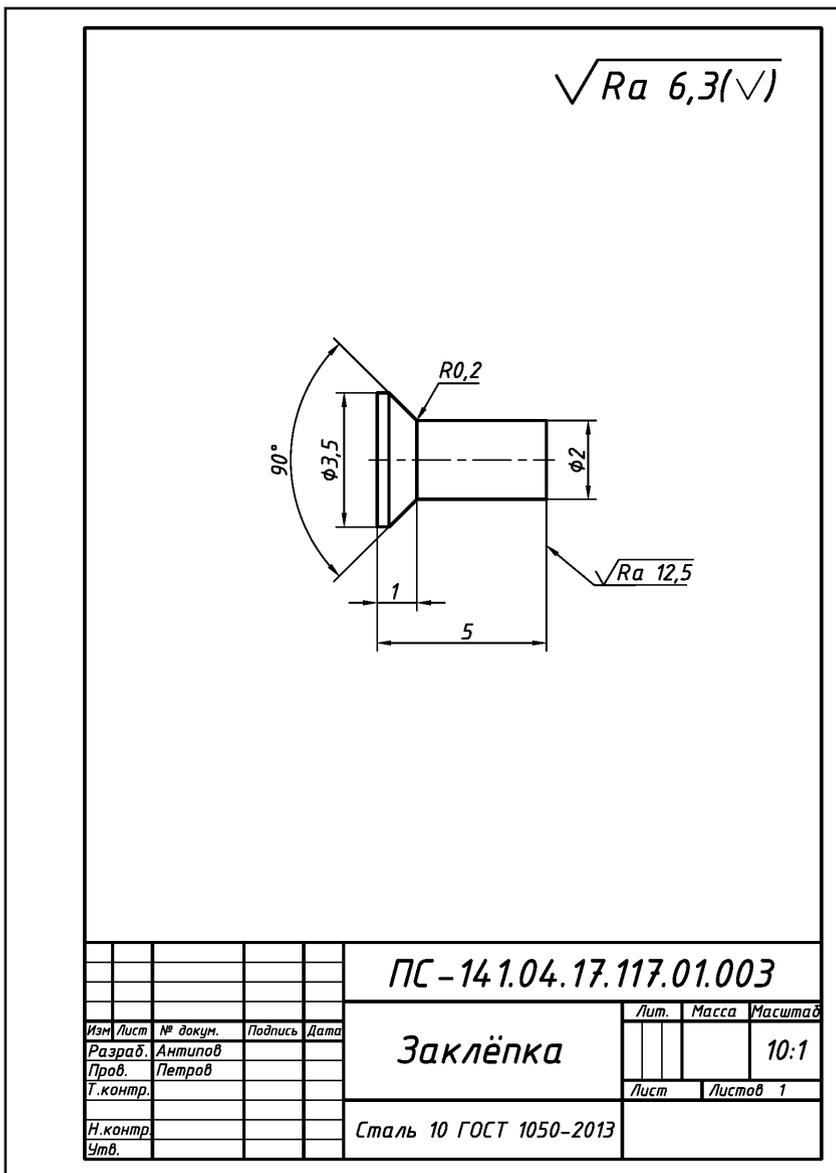


Рис. 1.66. Оформление рабочего чертежа детали «Заклёпка» сборочной единицы «Стойка» (рис. 1.63)

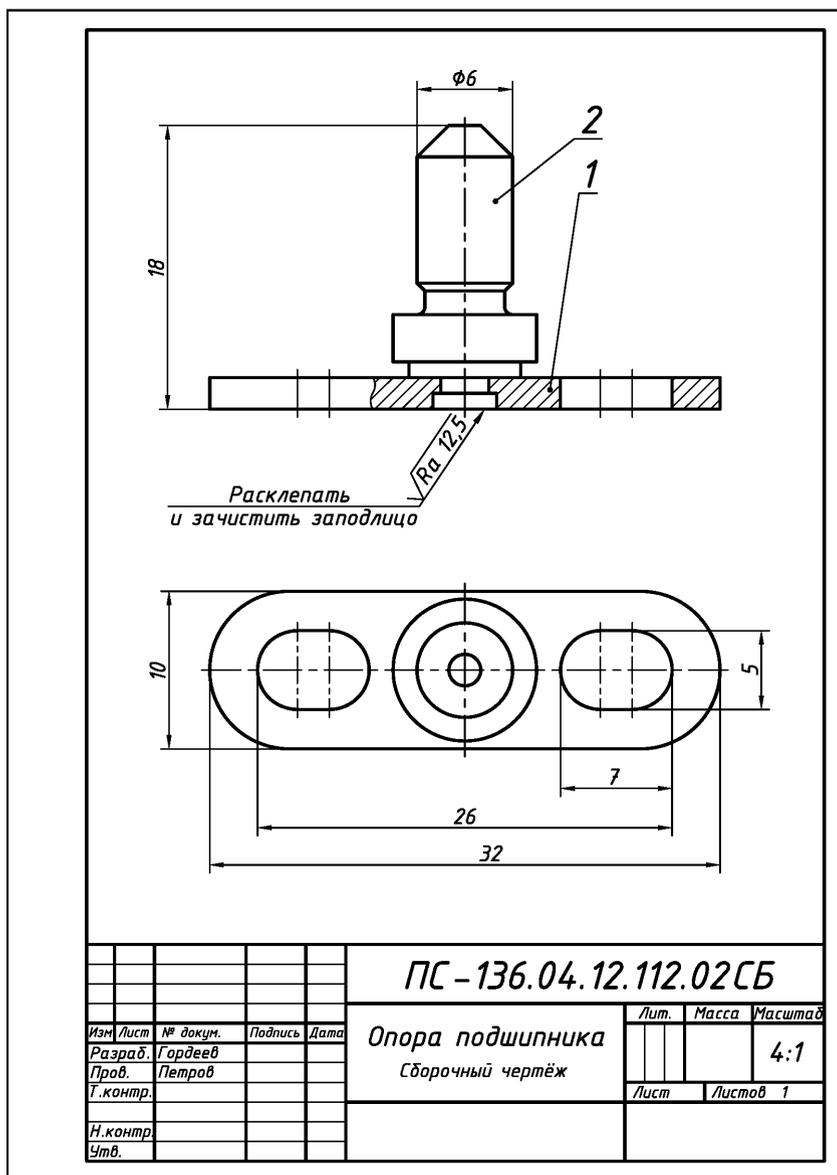
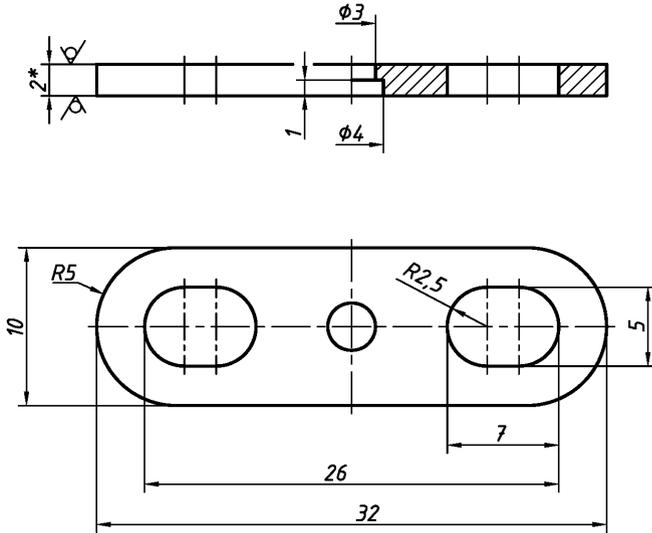


Рис. 1.68. Оформление рабочего чертежа сборочной единицы «Опора подшипника», образованной расклепкой

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



*Размер для справок

				ПС - 136.04.12.112.02.001		
				Пластина		
				Лист 2,0 ГОСТ 19903-74		Лит.
				10 ГОСТ 1050-2013		Масса
				Лист		Масштаб
				Листов 1		4:1
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разраб.		Гордеев				
Пров.		Петров				
Т.контр.						
Н.контр.						
Утв.						

Рис. 1.69. Оформление рабочего чертежа детали «Пластина»
сборочной единицы «Опора подшипника» (рис. 1.68)

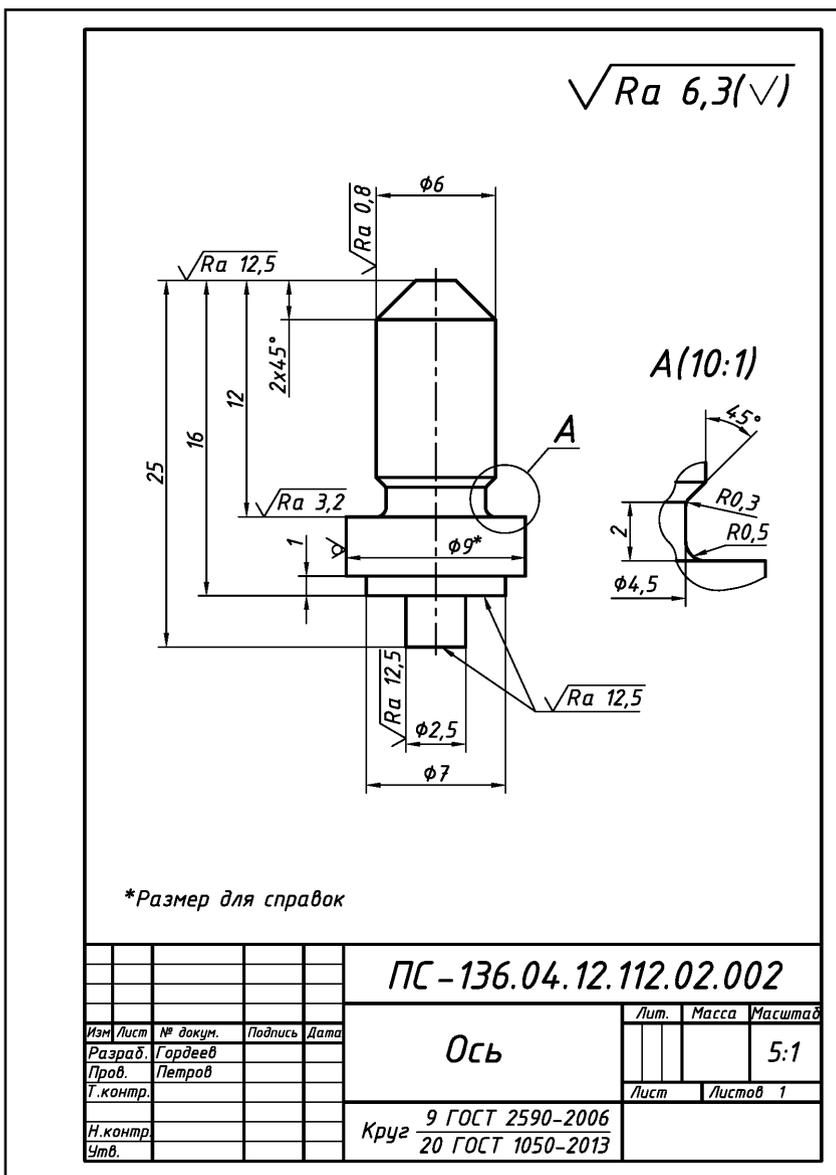


Рис. 1.70. Оформление рабочего чертежа детали «Ось» сборочной единицы «Опора подшипника» (рис. 1.68)

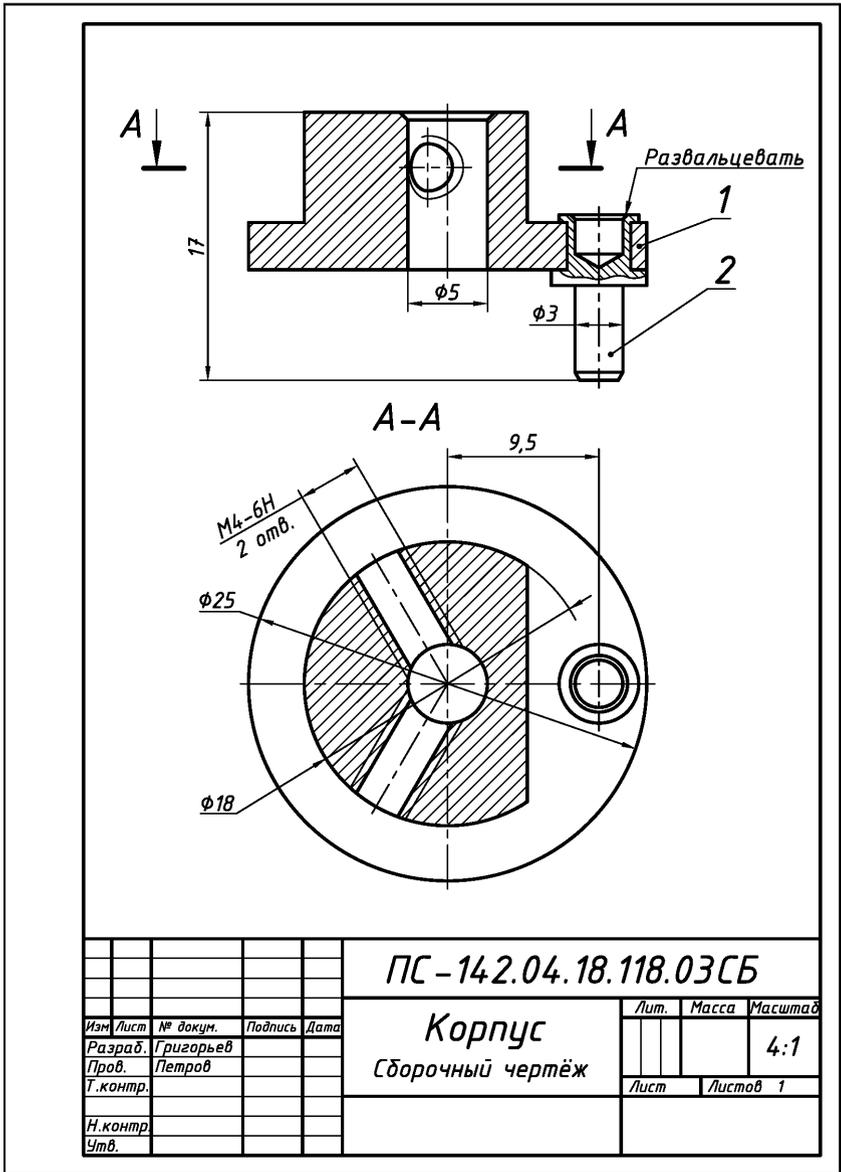


Рис. 1.72. Оформление рабочего чертежа сборочной единицы «Корпус», образованной развальцовкой

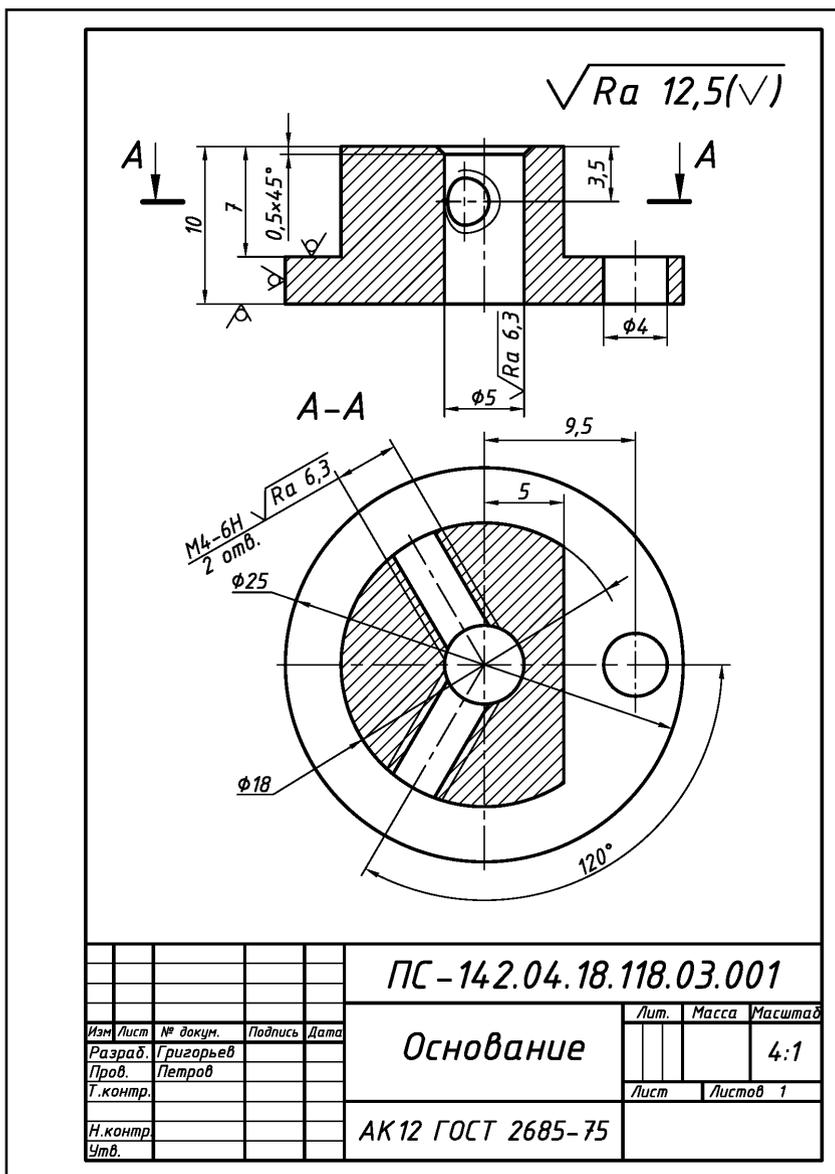


Рис. 1.73. Оформление рабочего чертежа детали «Основание» сборочной единицы «Корпус» (рис. 1.72)

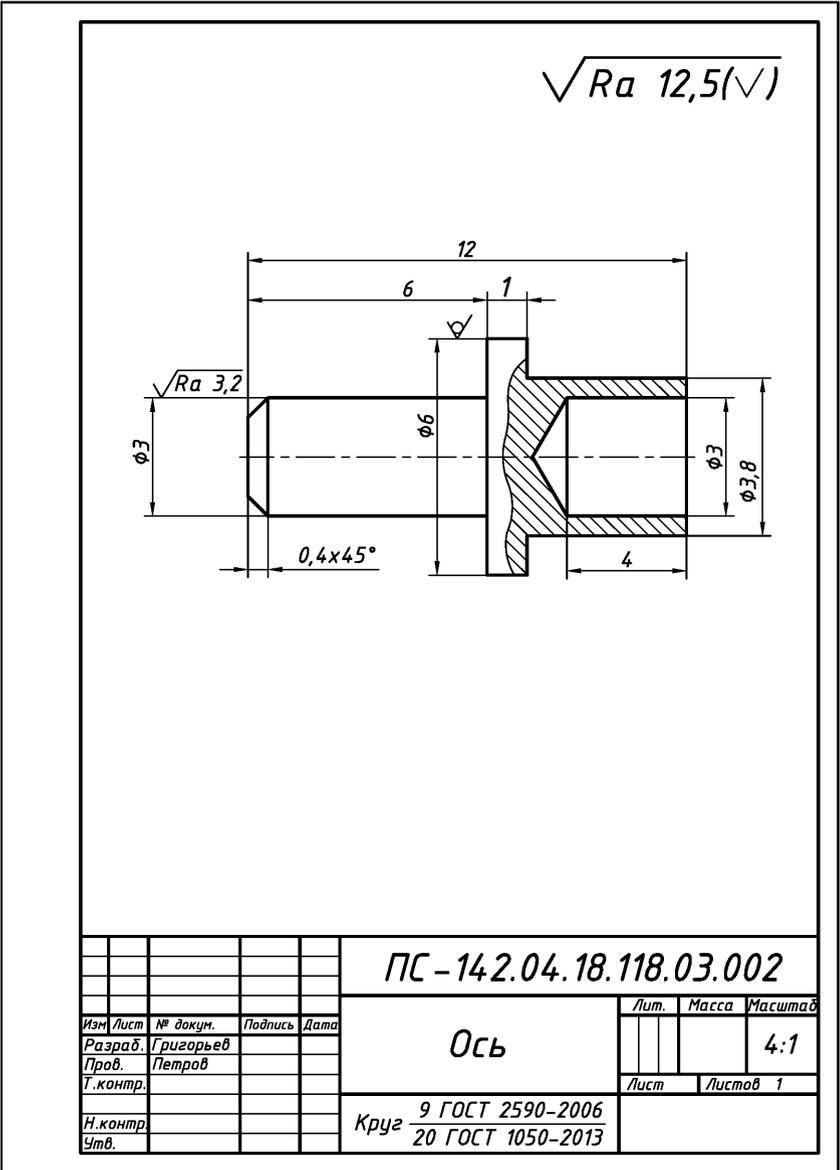


Рис. 1.74. Оформление рабочего чертежа детали «Ось» сборочной единицы «Корпус» (рис. 1.72)

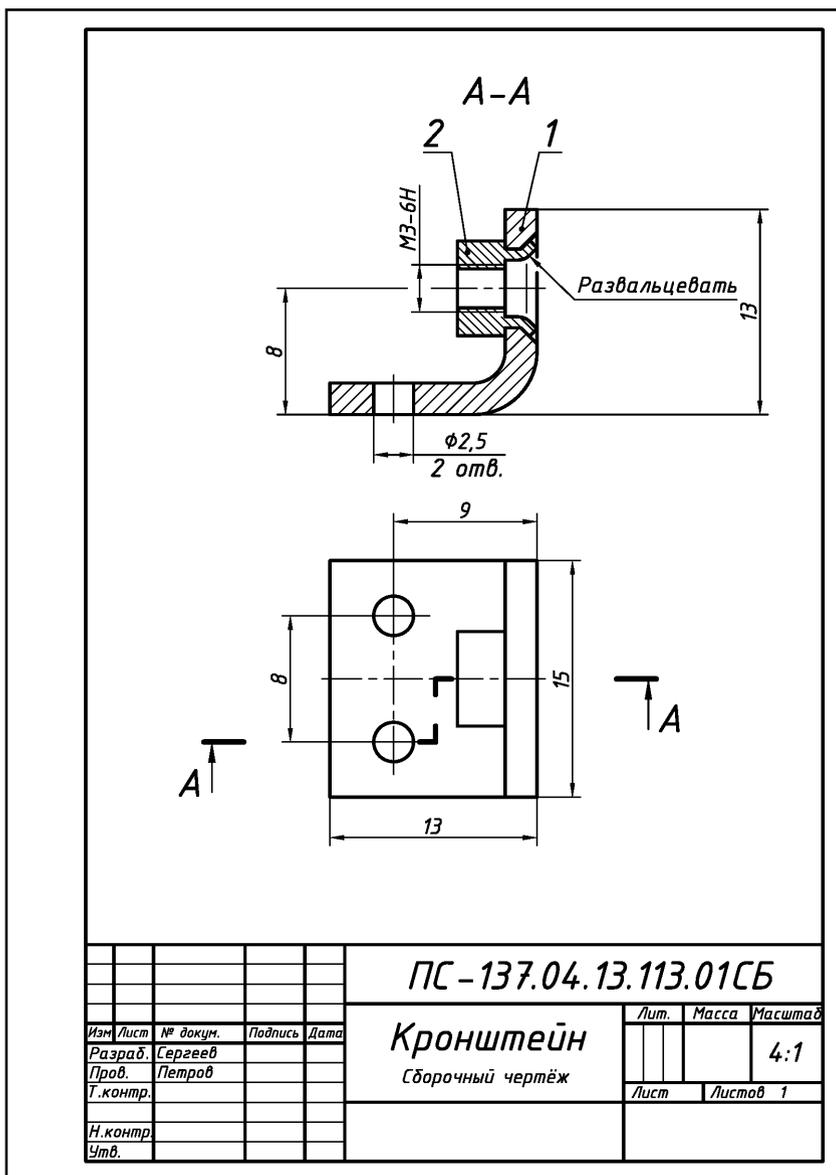


Рис. 1.76. Оформление рабочего чертежа сборочной единицы «Кронштейн», образованной развальцовкой

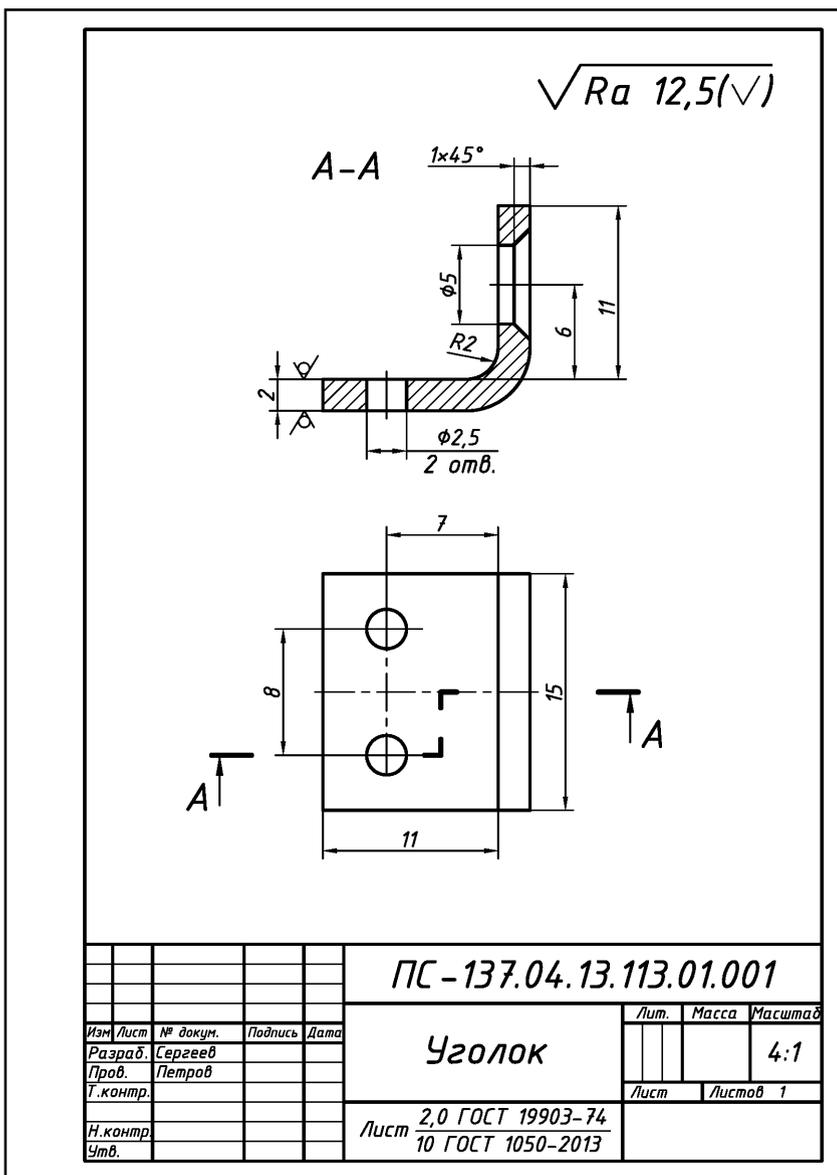


Рис. 1.77. Оформление рабочего чертежа детали «Уголок»
сборочной единицы «Кронштейн» (рис. 1.76)

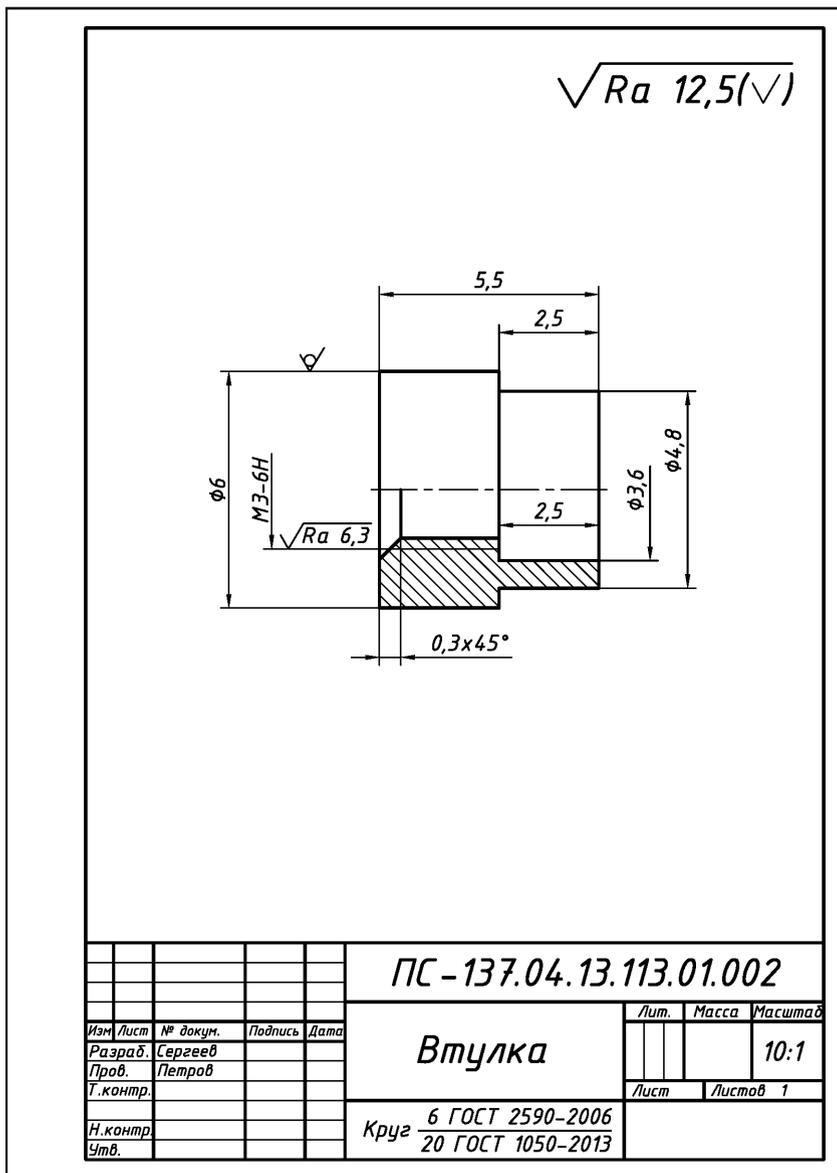


Рис. 1.78. Оформление рабочего чертежа детали «Втулка»
сборочной единицы «Кронштейн» (рис. 1.76)

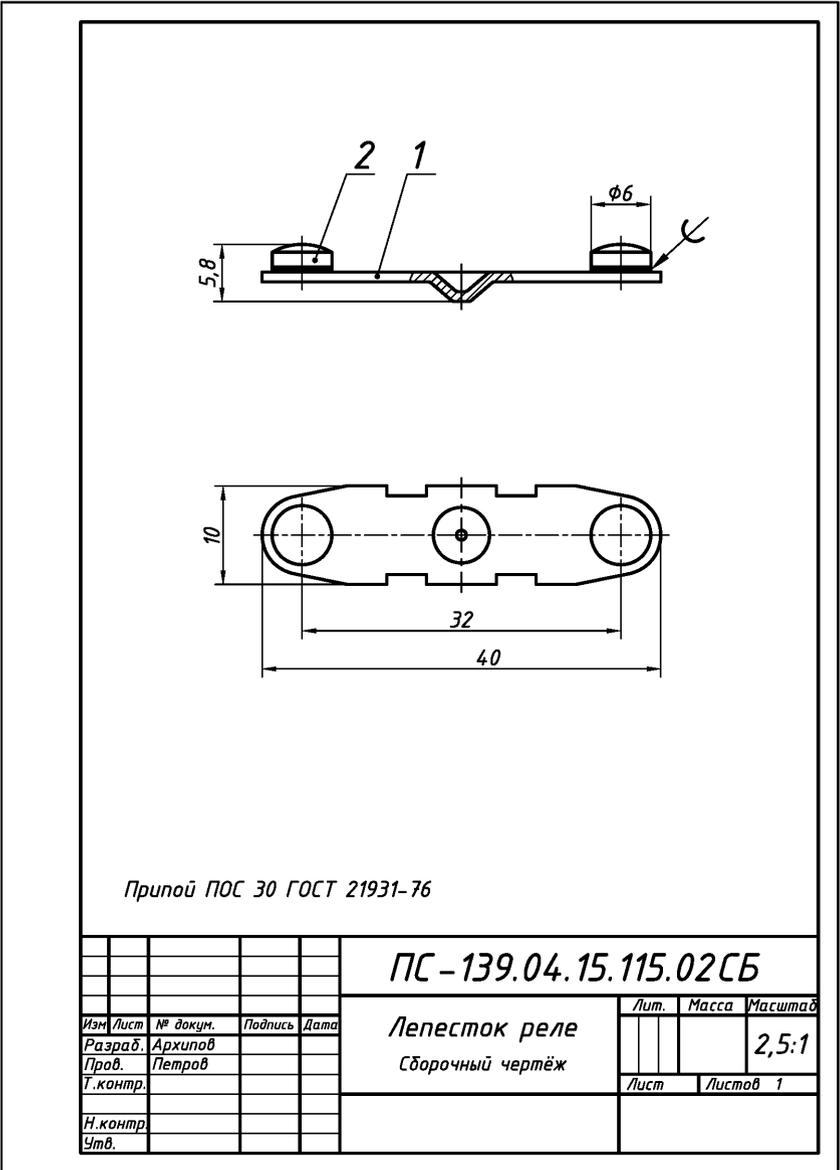
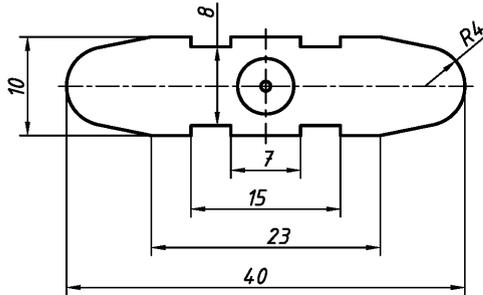
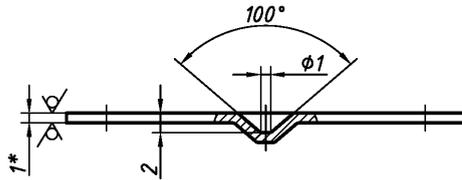


Рис. 1.80. Оформление рабочего чертежа сборочной единицы «Лепесток реле», образованной пайкой

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



*Размер для справок

				ПС - 139.04.15.115.02.001		
				Пластина		
				Лит.	Масса	Масштаб
Изм	Лист	№ докum.	Подпись	Дата		2,5:1
Разраб.	Архипов					
Проб.	Петров					
Т.контр.					Лист	Листов 1
Н.контр.					Лента ДПРНПО 1,0x10 ЛМц58-2 ГОСТ 2208-91	
Утв.						

Рис. 1.81. Оформление рабочего чертежа детали «Пластина»
сборочной единицы «Лепесток реле» (рис. 1.80)

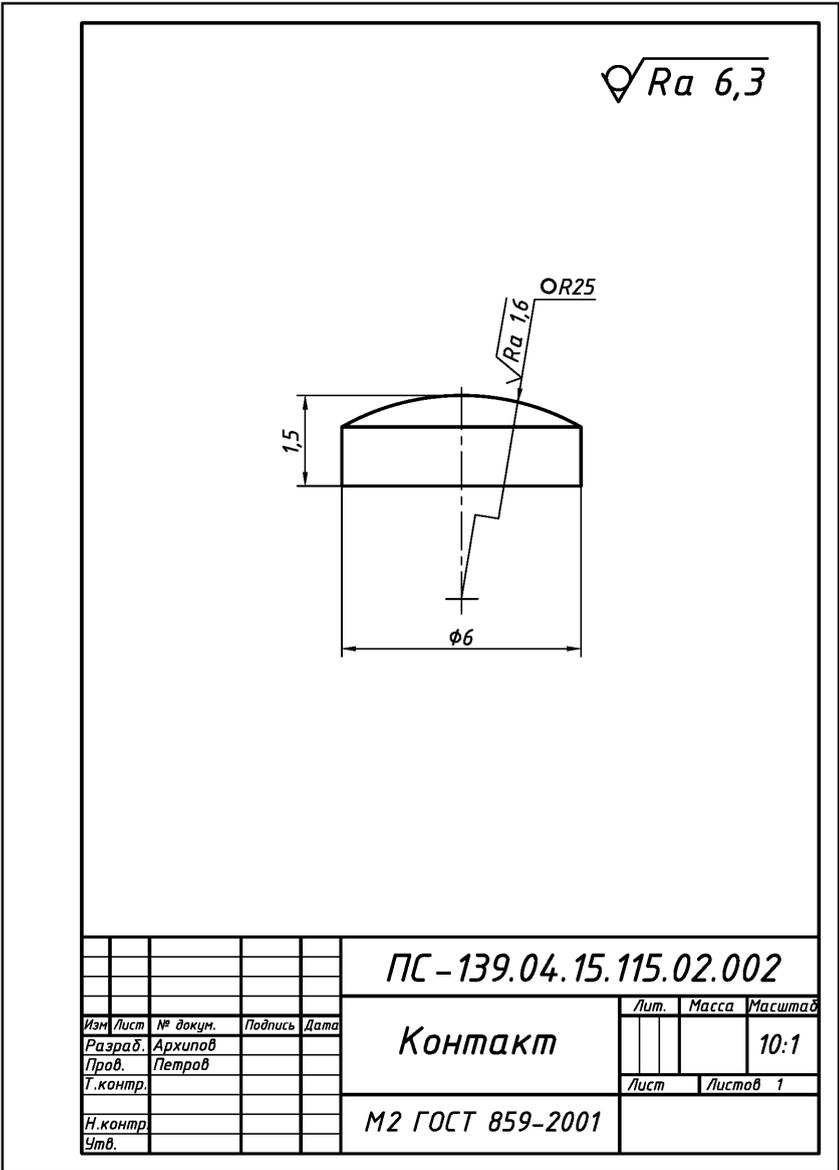


Рис. 1.82. Оформление рабочего чертежа детали «Контакт»
 сборочной единицы «Лепесток реле» (рис. 1.80)

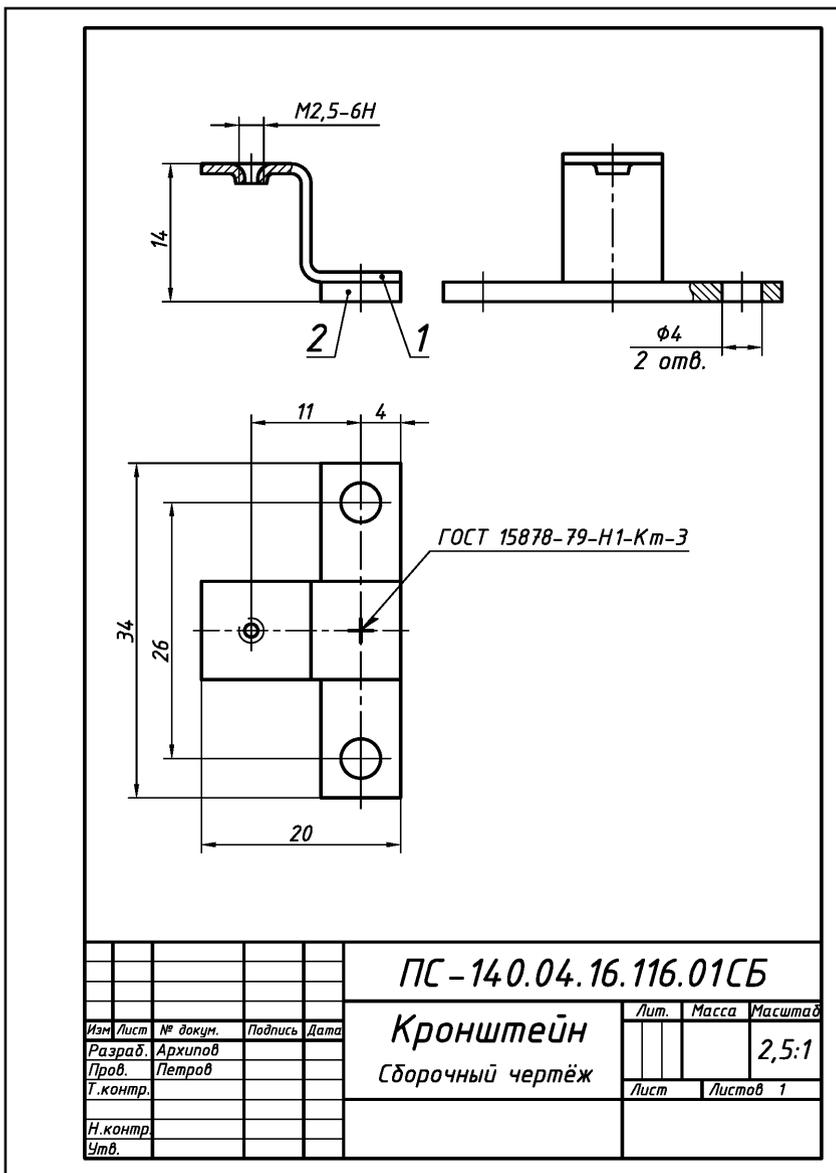


Рис. 1.84. Оформление рабочего чертежа сборочной единицы «Кронштейн», образованной контактной точечной сваркой

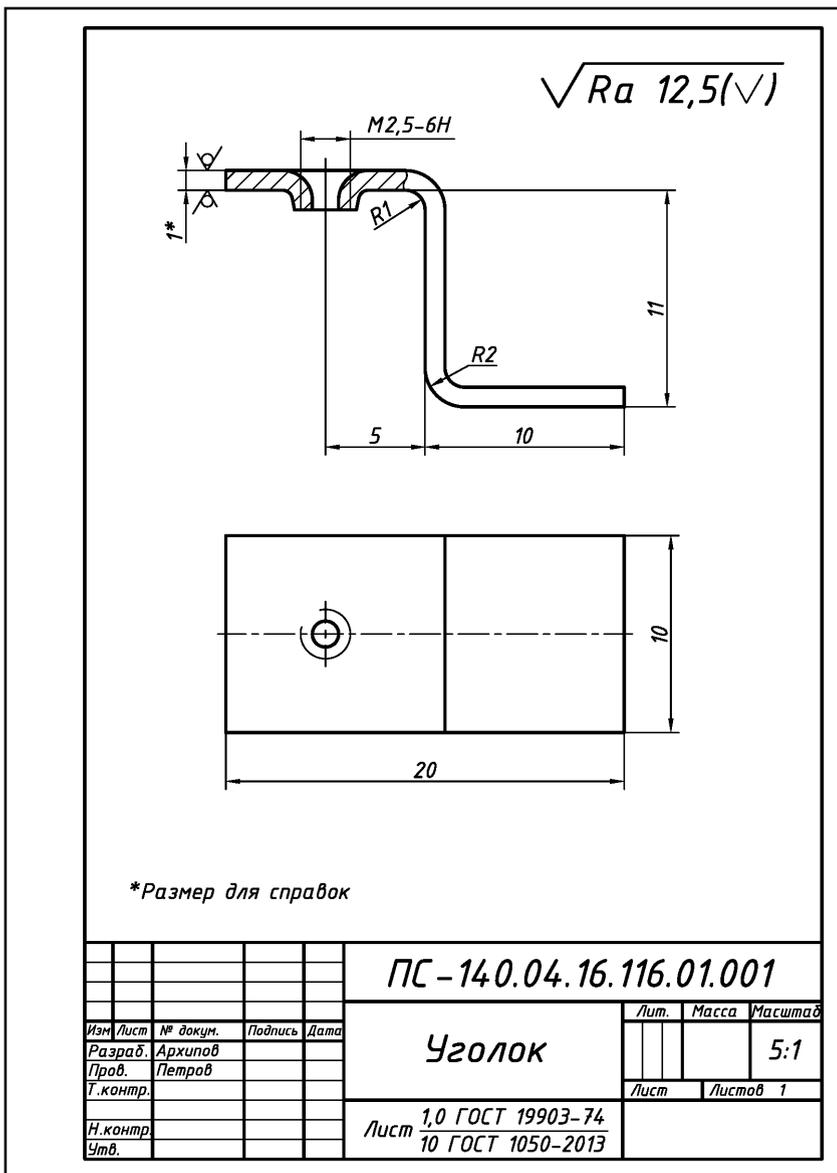


Рис. 1.85. Оформление рабочего чертежа детали «Уголок»
сборочной единицы «Кронштейн» (рис. 1.84)

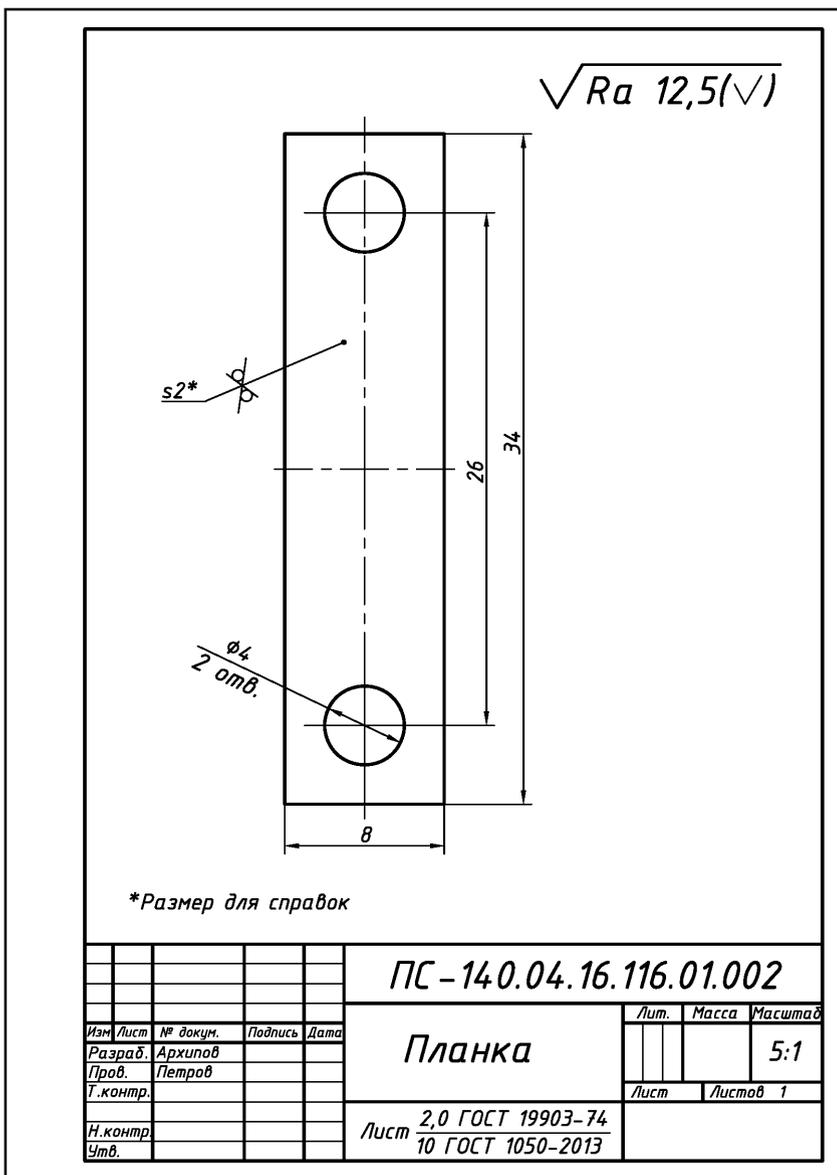


Рис. 1.86. Оформление рабочего чертежа детали «Планка»
сборочной единицы «Кронштейн» (рис. 1.84)

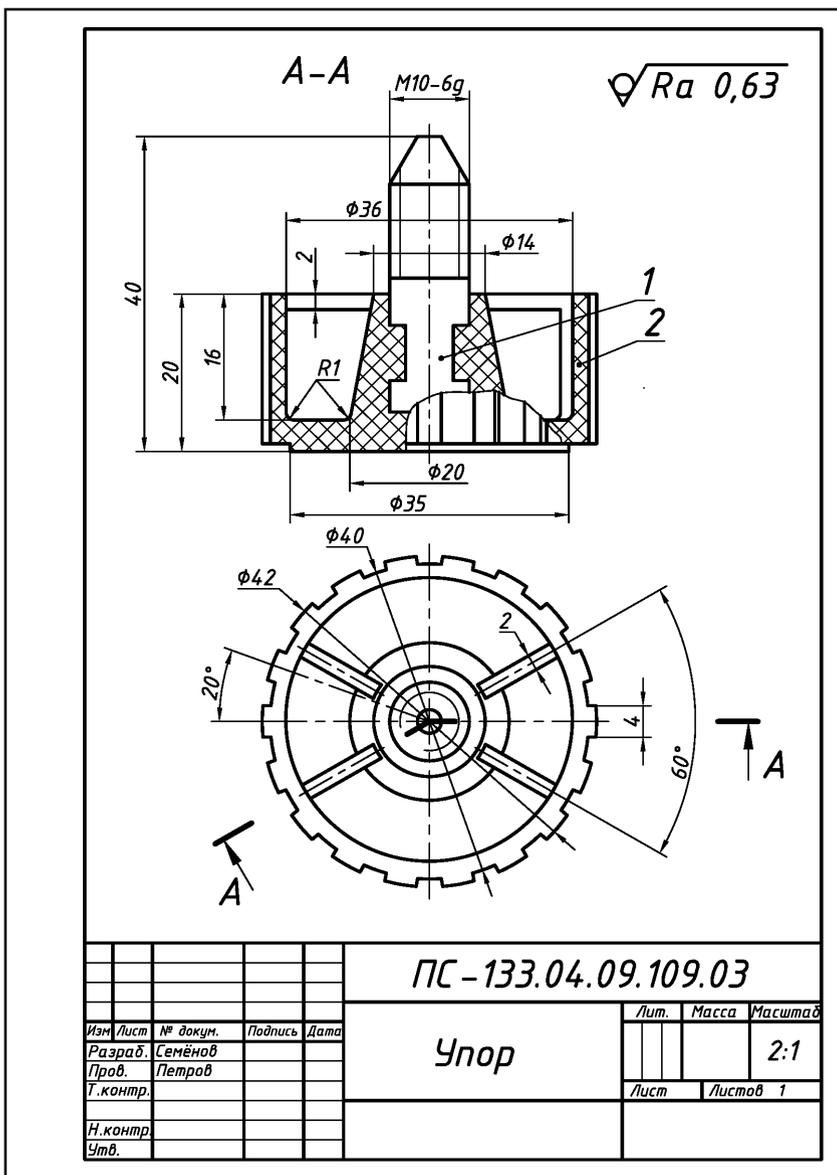


Рис. 1.88. Оформление рабочего чертежа армированного изделия «Упор»

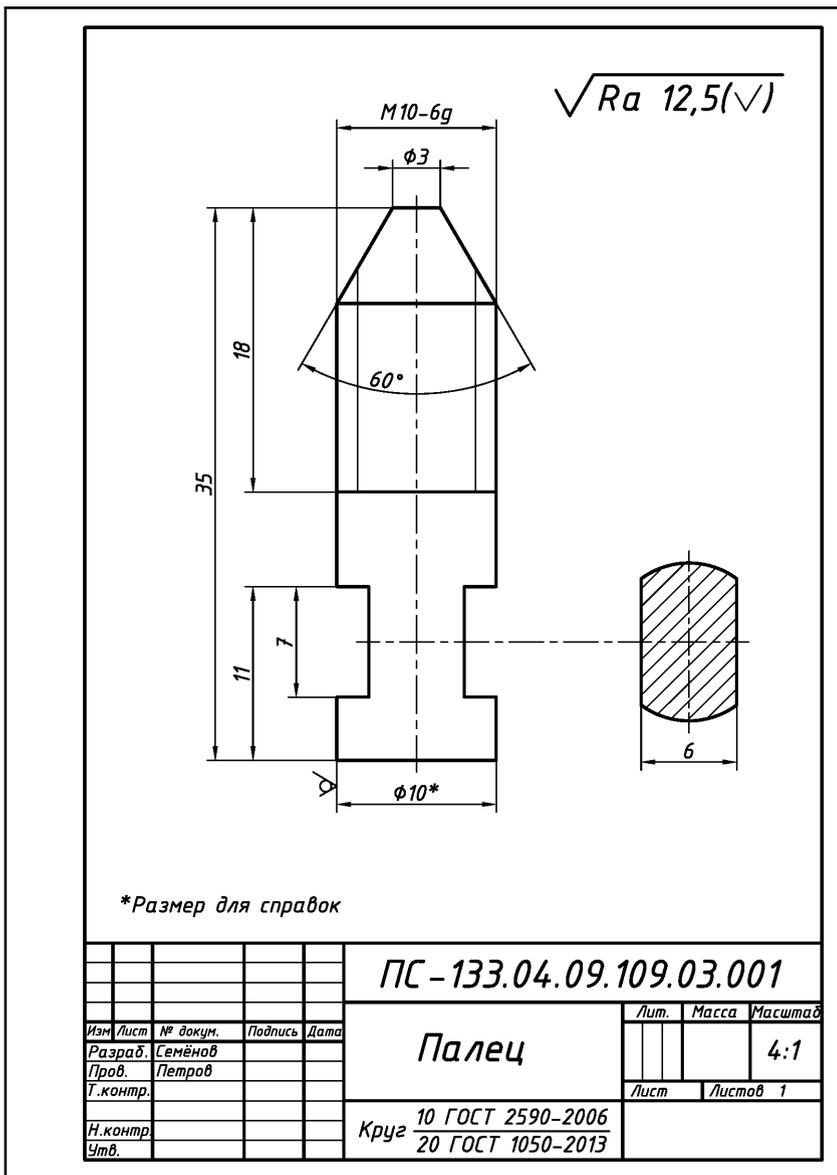


Рис. 1.89. Оформление рабочего чертежа детали «Палец» армированного изделия «Упор» (рис. 1.88)

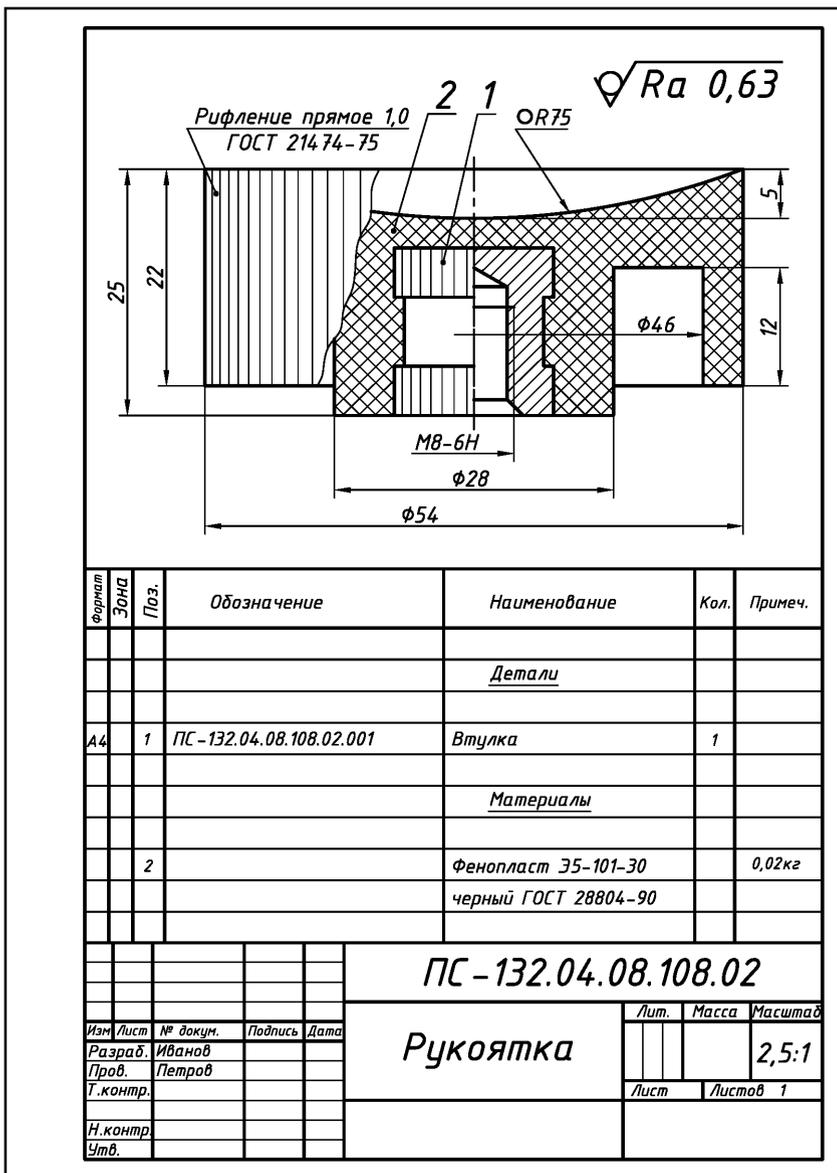


Рис. 1.91. Оформление рабочего чертежа армированного изделия «Рукоятка» с совмещенной спецификацией

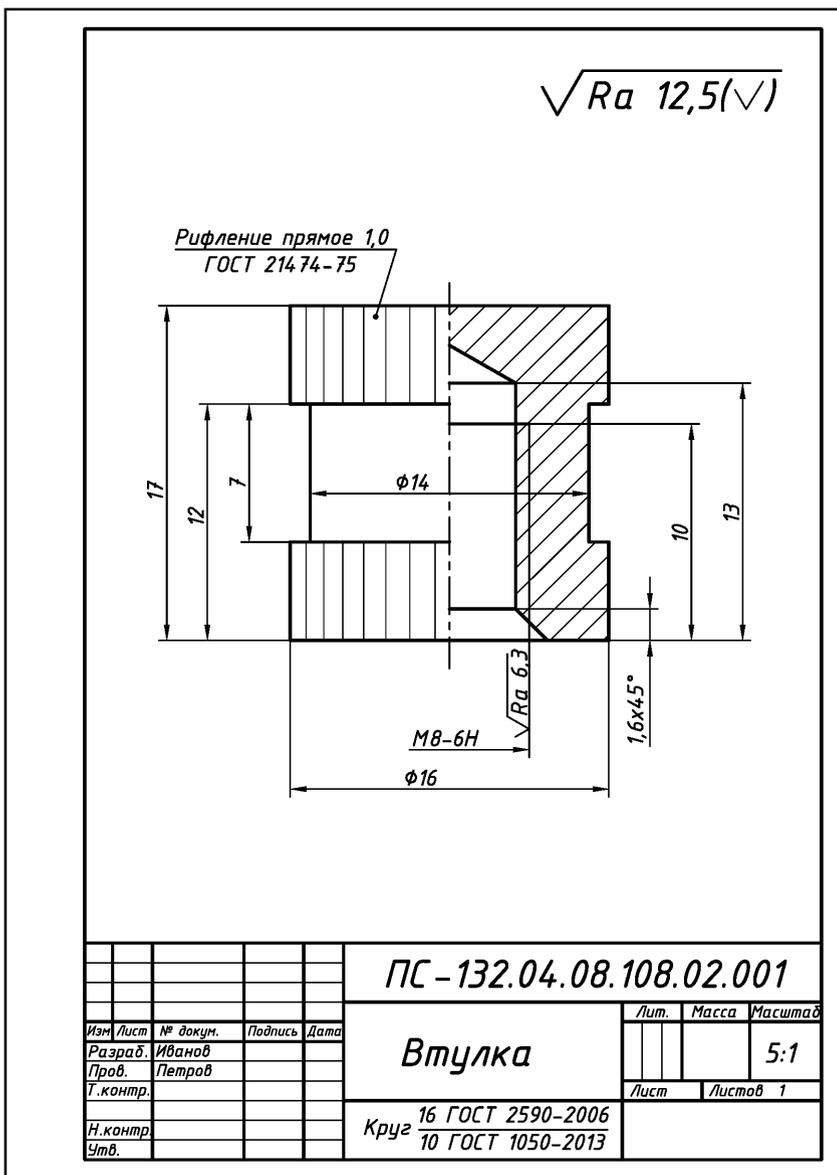


Рис. 1.92. Оформление рабочего чертежа детали «Втулка» армированного изделия «Рукоятка» (рис. 1.91)

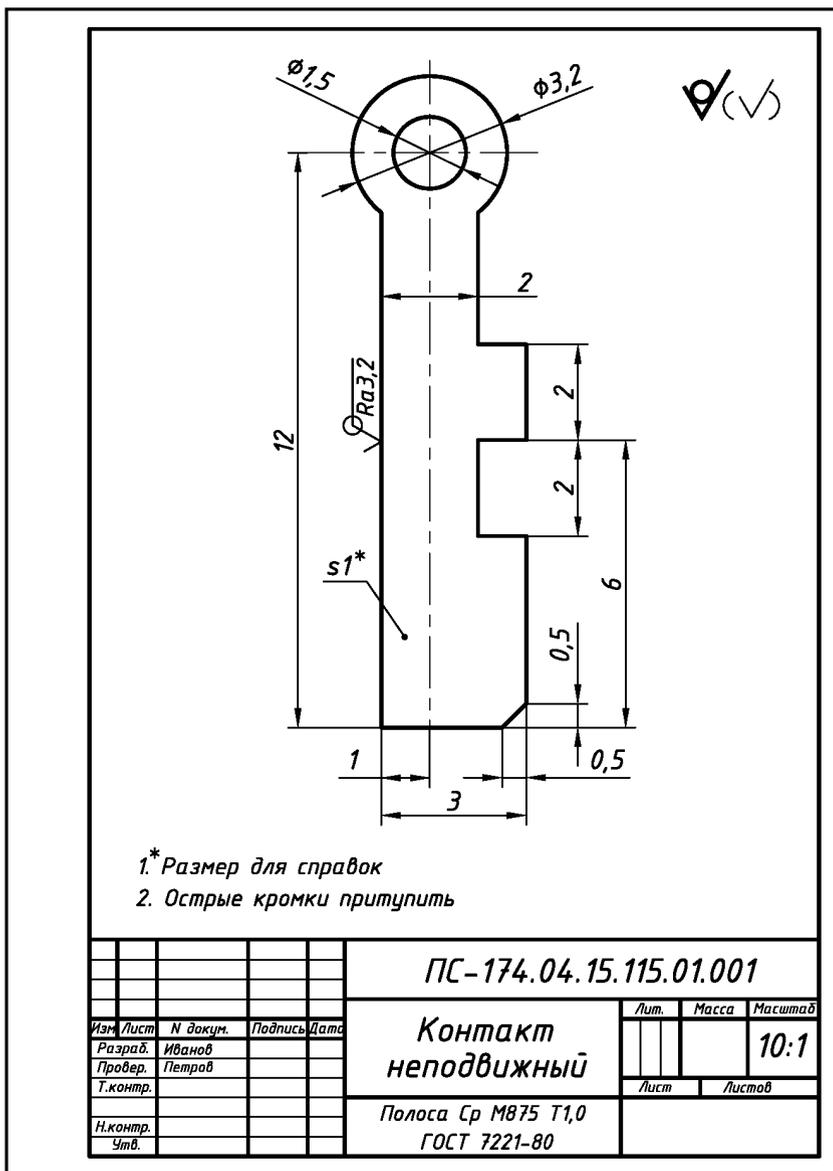


Рис. 1.94. Оформление рабочего чертежа детали «Контакт неподвижный» армированного изделия «Корпус тумблера» (рис. 1.93)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х томах / В.И. Анурьев; под. ред. И.Н. Жестковой. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001. – 912 с.
2. Беккер, М.Б. Литье под давлением: учеб. / М.Б. Беккер. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1985. – 184 с.
3. Зубов, М.Е. Листовая штамповка: учеб. для студентов вузов / М.Е. Зубов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленинградское отд-ние, 1980. – 432 с.
4. Козел, В.И. Альбом чертежей радиотехнических устройств и приборов для деталирования: справочное пособие для вузов / В.И. Козел. – Минск: Высш. шк., 1980. – 74 с.
5. Орлов, П.И. Основы конструирования: справочно-методическое пособие: в 3 кн. / П.И. Орлов. М.: Машиностроение, 1977. – Кн. 3. – 360 с.
6. Осипов, В.А. Альбом чертежей сборочных единиц для чтения и деталирования: учеб. пособие для средних спец. учеб. заведений / В.А. Осипов, В.И. Козел. – М.: Машиностроение, 1980. – 59 с.
7. Чекмарев, А.А. Инженерная графика: учебник для немашиностр. специальностей вузов / А.А. Чекмарев. – 10-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2008. – 382 с.
8. Чекмарев, А.А. Справочник по машиностроительному черчению / А.А. Чекмарев, В.К. Осипов. – 7-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2006. – 493 с.
9. Усатенко, С.Т. Выполнение электрических схем по ЕСКД: справочник / С.Т. Усатенко, Т.К. Каченюк, М.В. Терехова. – М.: Издательство Стандартов, 1989. – 325 с.
10. Кувшинов, Н.С. Приборостроительное черчение: учеб. пособие / Н.С. Кувшинов, В.С. Дукмасова. – М.: Издательство КНОРУС, 2013. – 400 с.
11. Кувшинов, Н.С. Изделия приборостроения: альбом рабочих чертежей / Н.С. Кувшинов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 127 с.
12. Кувшинов, Н.С. Чертежи электротехнических изделий в приборостроении и энергетике: учеб. пособие / Н.С. Кувшинов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 129 с.
13. Кувшинов, Н.С. Выполнение сборочных чертежей электротехнических изделий на персональном компьютере: учеб. пособие / Н.С. Кувшинов, Е.П. Зуева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. – 127 с.
14. Кувшинов, Н.С. Начертательная геометрия: сборник задач / Н.С. Кувшинов, Т.Н. Скоцкая, И.Л. Костюнина. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 103 с.
15. Кувшинов, Н.С. Инженерная графика в приборостроении: учеб. пособие / Н.С. Кувшинов, Т.Н. Скоцкая. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 119 с.
16. Кувшинов, Н.С. Начертательная геометрия. Компьютерный курс лекций: учеб. пособие / Н.С. Кувшинов, В.С. Дукмасова, Б.Н. Пинигин. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2003. – 136 с.
17. Кувшинов, Н.С. Схемы электрические принципиальные в инженерной графике: учеб. пособие / Н.С. Кувшинов, А.Л. Хейфец. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 74 с.
18. Эбботт Дэн. AutoCAD: секреты, которые должен знать каждый пользователь: пер. с англ. / Дэн Эбботт. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 640 с.
19. Хейфец, А.Л., Инженерная 3D-компьютерная графика. Учебник и практикум для академического бакалавриата / А.Л., Хейфец, А.Н., Логиновский, И.В., Буторина,

В.Н. Васильева; под ред. А.Л. Хейфеца. – 3-е изд., пер. и доп. – М.: Юрайт, 2015. – 602 с.

20. Единая система конструкторской документации: ГОСТ 2.301–68 – ГОСТ 2.303–68 – ГОСТ 2.321–84: сб. – офиц. изд. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 158 с.

21. Единая система конструкторской документации: справ. пособие. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 280 с.

22. ГОСТ 2.701–2008 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.

23. ГОСТ 2.702 – 2011. ЕСКД. Правила выполнения электрических схем.

24. ГОСТ 2.710–81. ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.

25. ГОСТ 2.721–74. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения.

26. ГОСТ 2.722–68. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Машины электрические.

27. ГОСТ 2.723–68. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Катушки индуктивности, дроссели, трансформаторы, автотрансформаторы и магнитные усилители.

28. ГОСТ 2.727–68. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Разрядники, предохранители.

29. ГОСТ 2.728–74. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Резисторы, конденсаторы.

30. ГОСТ 2.729–68. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Приборы электроизмерительные.

31. ГОСТ 2.730–73. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Приборы полупроводниковые.

32. ГОСТ 2.732–68. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Источники света.

33. ГОСТ 2.743–82. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Элементы цифровой техники.

34. ГОСТ 2.747–68. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Размеры условных графических обозначений.

35. ГОСТ 2.751–73. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Электрические связи, провода, кабели, шины.

36. ГОСТ 2.755–87. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения.

37. ГОСТ 2.759–82. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Микросхемы.

38. Кувшинов, Н.С. Разработка конструкторской документации деталей и изделий приборостроения на основе системного подхода / Н.С. Кувшинов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2015. – №1. – С. 32–46.

39. Кувшинов, Н.С. Использование компьютерных технологий на основе графического пакета AutoCAD при конструировании изделий / Н.С. Кувшинов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2015. – №2. – С. 52–58.

40. 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.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Раздел 1. Инженерная графика	6
1.1. Основные требования ГОСТ ЕСКД к выполнению и оформлению чертежей	6
1.1.1. Форматы	6
1.1.2. Основная надпись	6
1.1.3. Масштабы	7
1.1.4. Линии	7
1.1.5. Шрифты чертежные	8
1.1.6. Изображения	8
1.1.6.1. Виды	10
1.1.6.2. Сечения	10
1.1.6.3. Разрезы	12
1.1.7. Основные правила простановки размеров на чертежах	16
1.1.8. Проекционное черчение как основа построения чертежей	18
1.2. Выполнение учебных эскизов деталей на основе натуральных образцов	19
1.2.1. Основные понятия, определения и особенности	19
1.2.2. Выполнение эскизов моделей с двумя плоскостями симметрии	20
1.2.3. Выполнение эскизов моделей с одной плоскостью симметрии	26
1.3. Выполнение учебных проекционных чертежей деталей на основе заготовок	32
1.3.1. Основные понятия, определения и особенности	32
1.3.2. Выполнение чертежей деталей с простыми разрезами	32
1.3.3. Аксонометрические проекции	35
1.3.3.1. Основные понятия, определения и особенности	35
1.3.3.2. Выполнение чертежей в аксонометрических проекциях	42
1.3.4. Выполнение чертежей деталей со сложными разрезами	44
1.4. Выполнение рабочих чертежей болтов и гаек на основе натуральных образцов	48
1.4.1. Основные понятия, определения и особенности	48
1.4.2. Последовательность выполнения и оформления рабочих чертежей	55
1.5. Выполнение рабочих чертежей приборостроительных деталей и сборочных единиц на основе натуральных образцов	62
1.5.1. Основные понятия, определения и особенности	62
1.5.2. Требования к оформлению и последовательности выполнения рабочих чертежей деталей	66
1.5.3. Требования к оформлению и последовательности выполнения рабочих чертежей сборочных единиц	92
Раздел 2. Компьютерная 2D- и 3D-графика	129
2.1. Основные понятия, определения и особенности	129
2.2. Создание чертежа «прототипа»	129
2.3. Выполнение учебных чертежей плоских контуров	130
2.4. Общий подход к построению компьютерных 3D-моделей деталей и их 2D-чертежей	134
2.4.1. Использование пакета AutoCAD и технологии «3D-модель – 2D-модель – 2D-чертеж»	134
2.4.2. Построение простых разрезов в деталях с двумя плоскостями симметрии	141
2.4.3. Построение простых разрезов в деталях с одной плоскостью симметрии	143

2.4.4. Построение натуральной величины наклонного сечения деталей.....	145
2.4.5. Построение деталей в изометрии прямоугольной.....	145
2.4.6. Построение разрезов и изометрии прямоугольной в деталях сложной геометрической формы	150
2.5. Дополнительные возможности пакета AutoCAD для построения сложных разрезов деталей	154
2.5.1. Общий подход к построению сложных разрезов	154
2.5.2. Построение сложного ступенчатого разреза детали.....	155
2.5.3. Построение сложного ломаного разреза детали.....	158
2.5.4. Компоновка чертежа детали со сложными разрезами.....	161
2.6. Детализирование чертежей общего вида изделий приборостроения на основе заготовок	162
2.6.1. Основные понятия и определения и особенности.....	162
2.6.2. Выполнение и оформление рабочих чертежей деталей на примере чертежа общего вида изделия «Замок»	162
2.7. Выполнение сборочных чертежей изделий приборостроения на основе заготовок	178
2.7.1. Основные понятия, определения и особенности.....	178
2.7.2. Выполнение и оформление сборочного чертежа на примере изделия «Переключатель».....	185
2.8. Выполнение учебных чертежей схем электрических принципиальных на основе заготовок	203
2.8.1. Основные понятия, определения и особенности.....	203
2.8.2. Требования к выполнению и оформлению схем.....	205
2.8.3. Требования к выполнению и оформлению перечня элементов.....	214
2.8.4. Выполнение и оформление схем на компьютере в пакете AutoCAD	216

Приложение

Размеры основных условных графических обозначений элементов для схем электрических принципиальных	226
---	-----

Библиографический список	230
---------------------------------------	------------