

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Основы проектирования машин»

# ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

*Методические рекомендации к практическим занятиям  
для студентов специальности  
6-05-0714-03 «Инженерно-техническое проектирование  
и производство материалов и изделий из них»  
очной и заочной форм обучения*

Часть 2



Могилев 2026

УДК 744: 621.791.053  
ББК 30.11  
И62

Рекомендовано к изданию  
учебно-методическим отделом  
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Основы проектирования машин» «28» апреля 2026 г.,  
протокол № 10

Составитель ст. преподаватель Ж. В. Рымкевич

Рецензент канд. техн. наук, доц. М. Н. Миронова

Методические рекомендации предназначены для студентов специальности 6-05-0714-03 «Инженерно-техническое проектирование и производство материалов и изделий из них» очной и заочной форм обучения. В них представлен материал для выполнения графических заданий по курсу дисциплины «Инженерная графика».

Учебное издание

## ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

### Часть 2

|                         |                   |
|-------------------------|-------------------|
| Ответственный за выпуск | А. П. Прудников   |
| Корректор               | А. А. Подошевка   |
| Компьютерная верстка    | Е. В. Ковалевская |

|                                  |                                                     |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Подписано в печать               | . Формат 60×84/8. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. |
| Печать трафаретная. Усл. печ. л. | . Уч.-изд. л. . Тираж 26 экз. Заказ №               |

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/156 от 07.03.2019.  
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский  
университет, 2026

## Содержание

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| Введение.....                             | 4  |
| 1 Соединения разъемные и неразъемные..... | 5  |
| 2 Резьбовые соединения.....               | 13 |
| 3 Построение болтового соединения.....    | 21 |
| 4 Построение винтового соединения.....    | 23 |
| 5 Спецификация.....                       | 24 |
| 6 Шпоночно-шлицевые соединения.....       | 28 |
| 7 Эскизирование.....                      | 30 |
| 8 Шероховатость.....                      | 35 |
| 9 Чтение сборочного чертежа.....          | 38 |
| 10 Детализование сборочного чертежа ..... | 41 |
| Список литературы.....                    | 45 |

## **Введение**

Одним из условий успешного овладения техническими знаниями является графическая грамотность, т. е. умение читать и выполнять чертежи.

Подготовку специалистов инженерно-технического профиля в вузах обеспечивает изучение курса «Инженерная графика», который является первой общетехнической дисциплиной, дающей знания, необходимые для изучения последующих технических дисциплин. Изложение материала в методических рекомендациях базируется на положении Государственных стандартов единой системы конструкторской документации (ЕСКД), внедренных и действующих в настоящее время в Республике Беларусь.

В методических рекомендациях изложены основы инженерной графики, где рассмотрены и изучены правила изображения и обозначения разъемных и неразъемных соединений, правила оформления спецификации сборочного чертежа, этапы выполнения эскиза детали, правила чтения и детализирования сборочного чертежа.

Методические рекомендации к практическим занятиям по дисциплине «Инженерная графика» подготовлены на основе действующих стандартов и отвечают требованиям учебного процесса.

## 1 Соединения разъемные и неразъемные

Любая сборочная единица состоит из отдельных деталей, которые различными способами соединяются между собой [3].

Соединения, детали которых могут быть разъединены без разрушения самих деталей, называются разъемными. К таким соединениям относятся: резьбовые, соединения с помощью штифтов и шпонок, а также зубчатые (шлицевые) соединения и др. Разъемные соединения могут быть *подвижными*, когда возможны взаимные перемещения деталей (шпоночные) и *неподвижными* (соединения с помощью болтов, фитингов и т. д.).

Для жесткого соединения деталей машин применяют крепежные детали. К ним относят детали с резьбой: болты, винты, шпильки, гайки, фитинги, и без резьбы: шайбы, шплинты, штифты.

Штифтами называются стальные стержни, применяемые для жесткого соединения деталей (например, для закрепления маховиков, втулок, вала на ступице, установочных колец, рукояток и т. д.) или сохранения их правильного взаимного положения. В первом случае штифты называются соединительными (рисунок 1.1, а), а во втором – установочными (рисунок 1.1, б).



а – соединительные штифты; б – установочные штифты

Рисунок 1.1 – Соединение штифтами

Шплинт разводной, по ГОСТ 397–79, представляет собой двойной стержень, согнутый из проволоки специального полукруглого сечения. Шплинт используют для предотвращения самоотвинчивания гаек (рисунок 1.2).

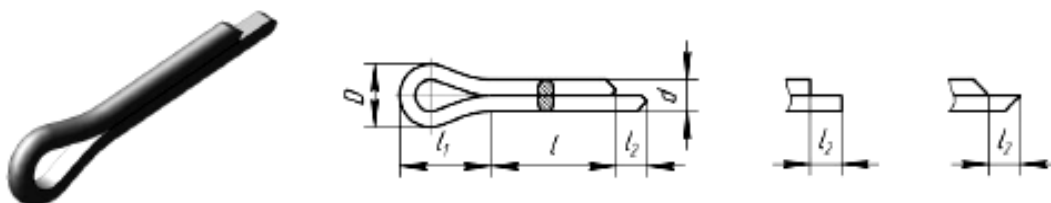
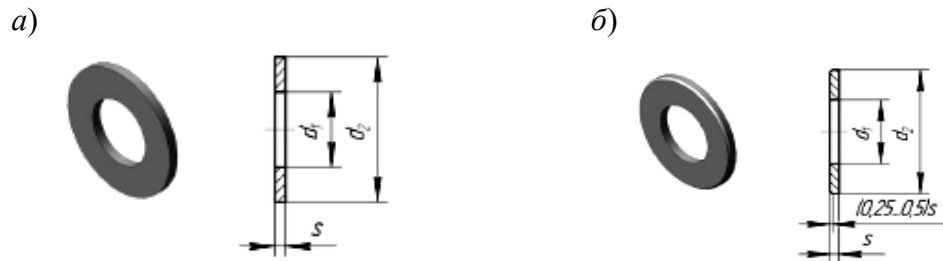


Рисунок 1.2 – Шплинт разводной

Шайба представляет собой плоское кольцо определенной толщины, которое подкладывают под гайку, головку болта или винта. Для увеличения их опорной

поверхности и более равномерного распределения давления на соединяемые детали применяют круглые шайбы. Определяющим размером шайбы является диаметр стержня, на который надевают шайбу.

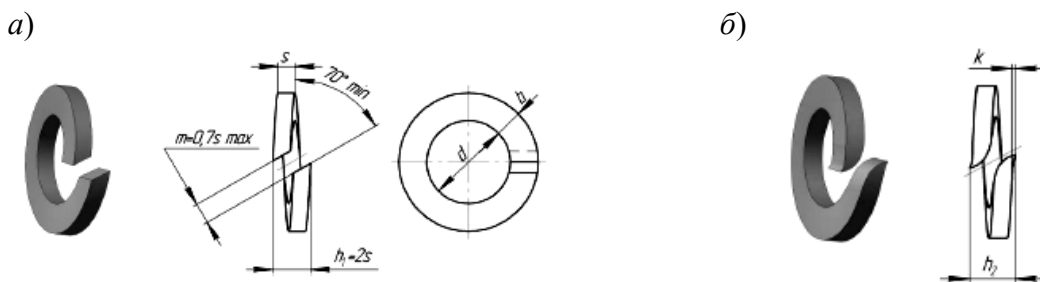
Шайбы круглые, по ГОСТ 11371–78, изготавливают в двух исполнениях: без фасок, с фасками (рисунок 1.3).



а – исполнение 1; б – исполнение 2

Рисунок 1.3 – Шайба круглая

Для устранения возможности самоотвинчивания гаек в соединениях, работающих в условиях вибрации, изменения температуры, применяют пружинные и стопорные шайбы. Шайбы пружинные по ГОСТ 6402–70\* (рисунок 1.4) представляют собой виток винтового выступа левого направления.



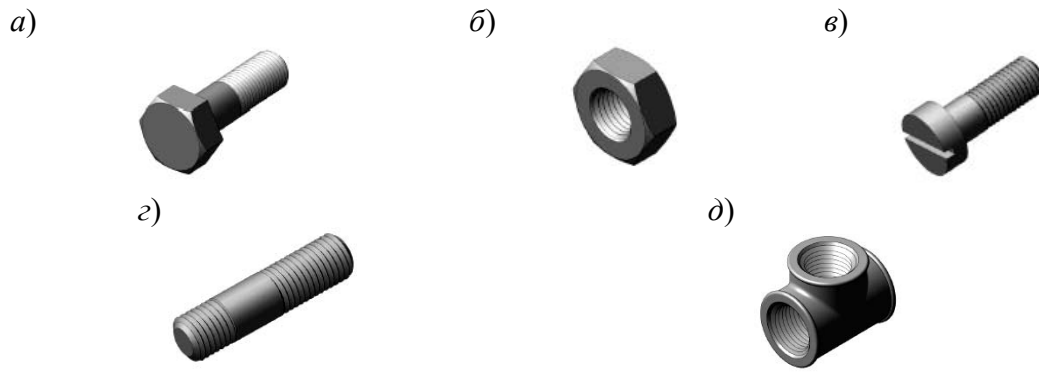
а – исполнение 1; б – исполнение 2

Рисунок 1.4 – Шайба пружинная

Широкое распространение в машиностроении получили разъемные резьбовые соединения. При всем разнообразии резьбовые соединения могут быть отнесены к одному из двух типов:

- 1) соединения, в которых резьба выполняется непосредственно на деталях, входящих в соединение;
- 2) соединения, осуществляемые с помощью специальных соединительных деталей, таких как болты, винты, шпильки, фитинги и др.

Наиболее распространенными резьбовыми стандартными изделиями являются болты, винты, шпильки, гайки, а также детали трубопроводов (фитинги, штуцера и т. д.). По форме, размерам, резьбе каждый тип детали изготавливают по соответствующим стандартам. Примеры наиболее распространенных стандартных изделий с резьбой приведены на рисунке 1.5.



*а* – болт с шестигранной головкой первого исполнения ГОСТ 7798–70; *б* – шестигранная гайка первого исполнения ГОСТ 5915–70; *в* – винт с цилиндрической головкой ГОСТ 1491–80; *г* – шпилька общего назначения первого исполнения; *д* – тройник (фитинг)

Рисунок 1.5 – Примеры наиболее распространенных стандартных изделий с резьбой

Неразъемными являются соединения, которые невозможно разобрать без частичного или полного разрушения соединяемых деталей. Детали в таких конструкциях соединяются в одно целое. К неразъемным соединениям относятся: сварные, паяные, клееные, заклепочные, сшивные. Приведем описание наиболее распространенных из них [3].

Сварным швом называют участок, образовавшийся в результате кристаллизации расплавленного материала или в результате пластической деформации стыков соединяемых деталей. Совокупность же деталей, соединенных сварным швом, называется сварным соединением.

По способу взаимного расположения частей свариваемых изделий различают соединения: стыковые (С), угловые (У), тавровые (Т), внахлестку (Н) и торцевые. По протяженности сварные швы подразделяются на непрерывные (сплошные), прерывистые (с цепным и шахматным расположением шва) и точечные. Кроме того, сварные швы бывают с предварительной подготовкой кромок и без нее. Некоторые типы сварных соединений и швов приведены на рисунке 1.6.

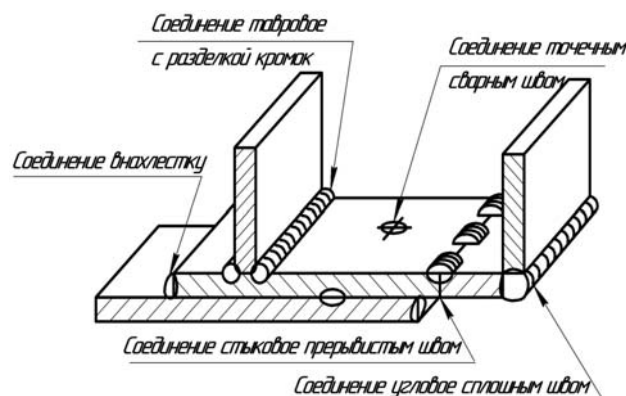


Рисунок 1.6 – Типы сварных соединений и швов

Структура полного условного обозначения стандартного сварного шва или одиночной точки показана на рисунке 1.7, где выделено блоками:

1 – обозначение номера стандарта на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений;

2 – буквенно-цифровое обозначение шва по стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений;

3 – условное обозначение способа сварки согласно стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений (можно не указывать);

4 – знак и размер катета сварного шва;

5 – размеры  $\langle l \rangle$  и  $\langle t \rangle$  для прерывистого шва, помещаемые вместе с соответствующим знаком, или расчетный диаметр для одиночной сварной точки, или диаметр электрозаклепки;

6 – вспомогательные знаки, например, знак обработки сварного шва с указанием требуемой шероховатости.

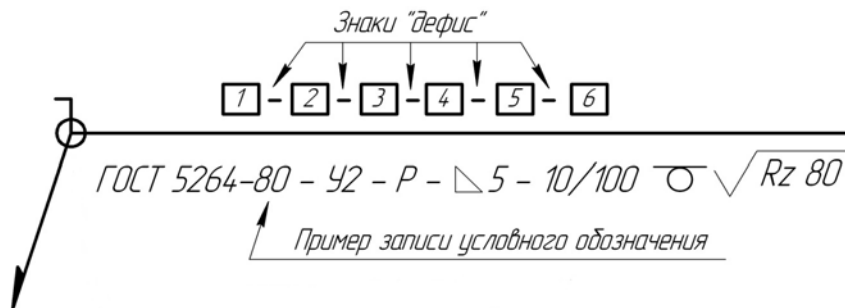


Рисунок 1.7 – Структура условного обозначения сварного шва

Если полка-выноска со стрелкой идет от лицевого изображения сварного шва, то его условное обозначение наносится над горизонтальной линией; если от изображения сварного шва от оборотной стороны, то условное обозначение приводится под горизонтальной линией (рисунок 1.8).

За лицевую сторону одностороннего шва сварного соединения принимают сторону, с которой производят сварку; двустороннего шва с симметрично подготовленными кромками – любую сторону; двустороннего шва с несимметрично подготовленными кромками – сторону, с которой производят сварку основного вида.

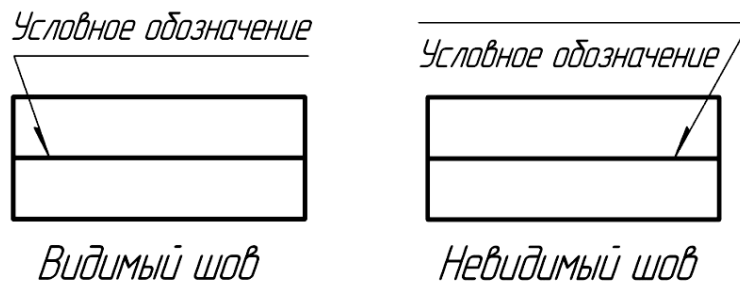


Рисунок 1.8 – Размещение условного обозначения шва с лицевой и обратной стороны

От изображения шва или одиночной точки проводят линию-выноску, которая заканчивается односторонней стрелкой. Линию-выноску предпочтительно проводить от изображения шва, где он показан линией, а не точкой (если сварной шов не точечный). Наклон линии-выноски к линии шва рекомендуется выполнять под углом  $30^{\circ} \dots 60^{\circ}$  (рисунок 1.9). К линии-выноске присоединяют горизонтальную полку, которая предназначена для записи условного обозначения стандартного сварного шва. В случае необходимости допускается излом линии-выноски.

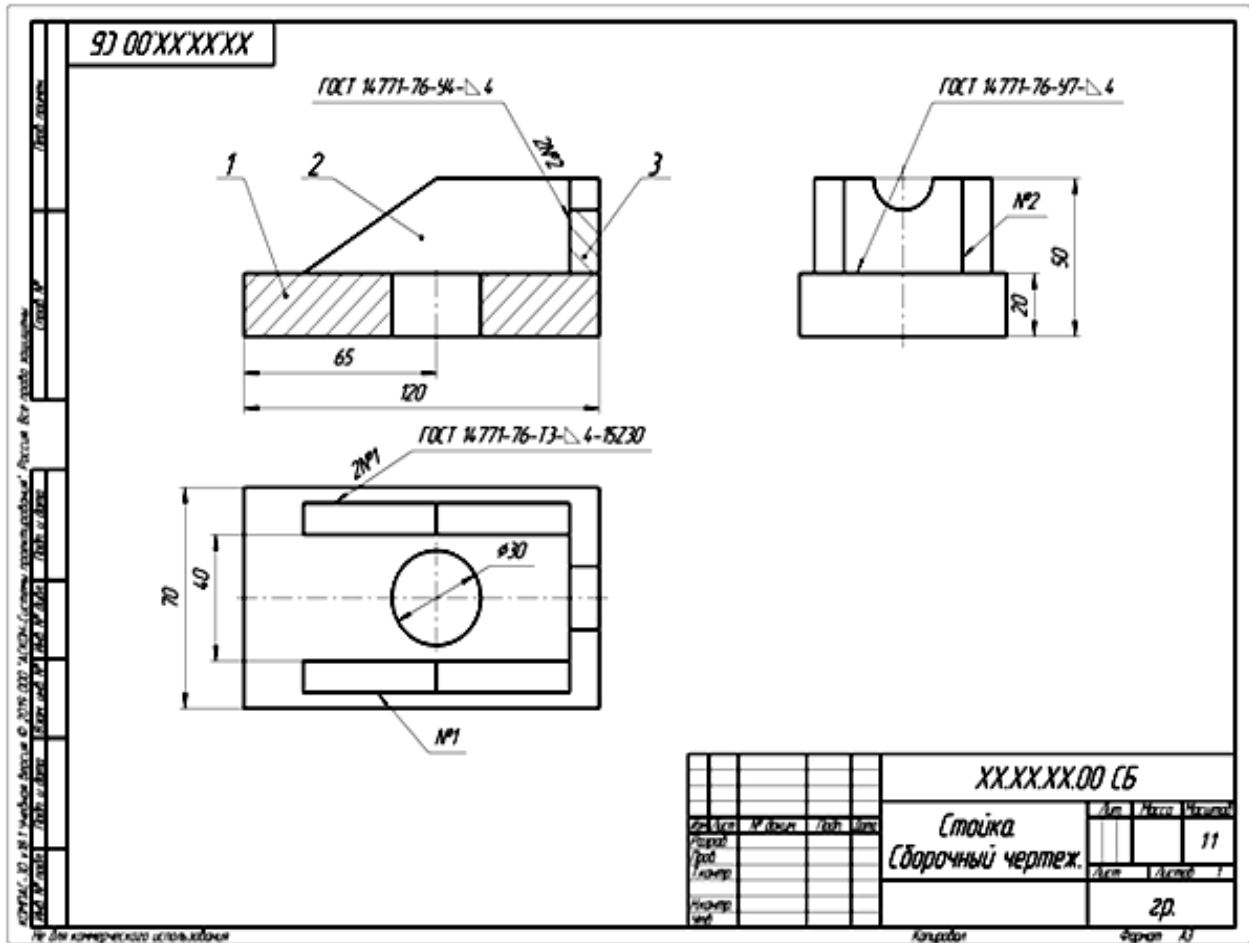


Рисунок 1.9 – Пример выполнения сварного соединения

Взаимное расположение свариваемых деталей в соединении и форма подготовки их кромок в условном обозначении шва определяется с помощью буквенно-цифрового символа. На рисунке 1.10 приведены наиболее распространенные виды соединений, пределы толщин в миллиметрах свариваемых деталей и соответствующие им буквенно-цифровые символы.

|                 |                 |                 |                  |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|
| C1<br>1...3     | C2<br>1...6     | C3<br>1...6     | C4<br>2...8      | C5<br>4...26    |
| C6<br>4...26    | C7<br>6...34    | C8<br>4...26    | C9<br>15...60    | C10<br>15...60  |
| C11<br>12...60  | C12<br>30...100 | C13<br>12...60  | C14<br>8...40    | C15<br>3...50   |
| C16<br>6...100  | C17<br>6...34   | C18<br>3...50   | C19<br>15...100  | C20<br>15...100 |
| C21<br>12...60  | C22<br>30...100 | C23<br>30...100 | C24<br>12...60   | C25<br>8...40   |
| Y1<br>1...4     | Y2<br>1...6     | Y3<br>2...8     | Y4<br>1...30     | Y5<br>2...30    |
| Y6<br>4...26    | Y7<br>4...26    | Y8<br>12...60   | Y9<br>12...50    | Y10<br>12...50  |
| T1<br>2...30    | T2<br>2...30    | T3<br>2...30    | T4<br>2...30     | T5<br>2...30    |
| T6<br>4...26    | T7<br>4...26    | T8<br>15...60   | T9<br>12...60    | T10<br>12...100 |
| T11<br>30...100 | H1<br>2...60    | H2<br>2...60    | H3<br>не менее 2 |                 |

Рисунок 1.10 – Условное изображение сварных швов

В условном обозначении сварного шва могут быть применены следующие вспомогательные знаки (рисунок 1.11):

1 – для прерывистого шва с цепным расположением провариваемых участков с указанием длины участка  $\langle l \rangle$  и шага  $\langle t \rangle$ ;

2 – для прерывистого или точечного шва с шахматным расположением провариваемых участков с указанием размеров  $\langle l \rangle$  и  $\langle t \rangle$ ;

3 – если необходимо снять усиление сварного шва с указанием (или без указания) шероховатости обработанной поверхности;

4 – когда требуется наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному материалу;

5 – когда требуется указать размер катета сварного шва в поперечном сечении;

6 – при выполнении шва по замкнутой линии, диаметр знака 3...5 мм;

7 – при выполнении шва по незамкнутой линии, если его расположение ясно из чертежа;

8 – когда сварной шов выполняют при монтаже, т. е. установке изделия. Знаки изображают основной линией. Высота знаков должна быть одинаковой с высотой цифр, входящих в обозначение шва.

| № знака            |                       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|--------------------|-----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Знак               |                       |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Положение на полке | Видимый сварной шов   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                    | Невидимый сварной шов |   |   |   |   |   |   |   |   |

Рисунок 1.11 – Знаки, применяемые в условном обозначении сварных швов

В условное обозначение сварного шва допускается включать буквенное обозначение способа сварки. Оно служит уточняющей информацией, например, Р – ручной способ сварки (см. рисунок 1.7).

На чертежах сварных соединений часто встречаются одинаковые швы, т. е. швы одного и того же типа с одинаковыми размерами конструктивных элементов и имеющие одинаковое условное обозначение. В этом случае у одного из изображенных швов проставляют условное обозначение, а от изображений остальных швов проводят линии-выноски с небольшими полками. Всем одинаковым швам присваивается один и тот же номер, который проставляют на линии-выноске, имеющей полку с нанесенным обозначением шва. На всех остальных одинаковых швах на полке проставляют только номер шва. Допускается указывать количество сварных швов записью, например «20 № 1». Это говорит о том, что подобных одинаковых сварных швов на чертеже имеется двадцать штук (рисунок 1.12).

На чертеже изделия, в котором имеются одинаковые составные части, привариваемые одинаковыми швами, или же симметричного изделия с нанесенной осью симметрии допускается отмечать линиями-выносками и обозначать швы только у изображения одной части.

Если швы на данном чертеже выполнены по одному и тому же стандарту, допускается обозначение сварного шва указывать в технических требованиях записью типа «Сварку выполнить по контуру прилегания деталей по ГОСТ 5264–80. Катет сварного шва равен 5 мм».



Рисунок 1.12 – Обозначение одинаковых сварных швов

Пайка – процесс соединения деталей в нагретом состоянии посредством расплавленного припаячного материала (припоя), который заполняет зазор между деталями и прочно соединяется с ними. Температура плавления припоя ниже температуры плавления металла соединяемых деталей.

Паяные швы по конструктивному признаку подразделяют на: нахлесточные (ПН-1...ПН-3) и телескопические (ПН-4...ПН-6), стыковые (ПВ-1, ПВ-2) и косостыковые (ПВ-3, ПВ-4), тавровые (ПТ-1...ПТ-4), угловые (ПУ-1...ПУ-3), соприкасающиеся (ПС-1...ПС-5). ГОСТ 19249–73 устанавливает основные типы паяных соединений и их условные обозначения (рисунок 1.13).

В условном обозначении шва паяного соединения указывают буквенно-цифровое обозначение типа паяного соединения, размеры сечения и длину шва.

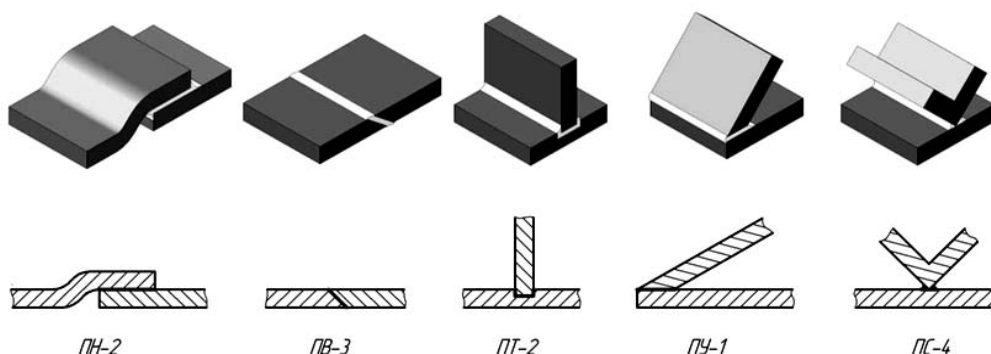


Рисунок 1.13 – Основные типы паяных соединений

Пример обозначения паяного шва: *ПН-1 0,05×10×150 ГОСТ 19249–73* (паяный шов нахлесточного соединения ПН-1, толщиной 0,05 мм, шириной 10 мм и длиной шва 150 мм). Обозначения припоя, клея по соответствующему стан-

дарту или техническим условиям приводят в технических требованиях чертежа записью по типу: «ПОС 40 ГОСТ ...» или «Клей БФ-2 ГОСТ ...» и т. п., а ссылку на номер пункта помещают на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва. Способ пайки указывают в технологической документации.

Паяные соединения изображают и обозначают в соответствии с ГОСТ 2.313–82\*. При необходимости на изображении паяного соединения указывают размеры шва и обозначения качества его поверхности (рисунок 1.14).

Склеивание как метод сборки неразъемных соединений основан на важнейшем свойстве любого клея – адгезии, т. е. способности сцепляться с поверхностью любого материала. Клеевая прослойка формируется из клея путем заполнения им зазора между соединяемыми деталями.

На чертежах швы неразъемных соединений, полученных склеиванием, изображают условно по ГОСТ 2.313–82\* (рисунок 1.15).

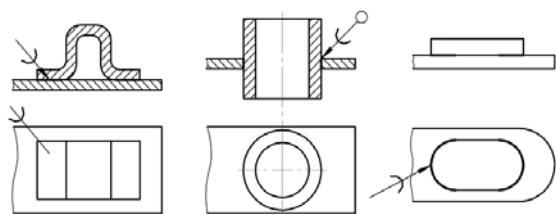


Рисунок 1.14 – Соединения пайкой

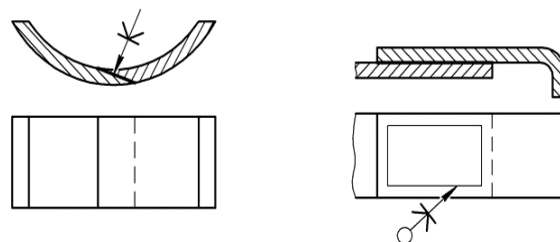


Рисунок 1.15 – Клеевое соединение

### ***Вопросы для самоконтроля***

- 1 Какие соединения относятся к неразъемным?
- 2 Крепежные детали. Резьбовые стандартные изделия.
- 3 Структура условного обозначения сварного шва.
- 4 Перечислите основные типы паяных соединений.

## **2 Резьбовые соединения**

Соединения резьбового типа востребованы в промышленности, строительстве, быту и других отраслях. При монтаже инженерных сетей применяют резьбовые соединения труб и резьбовые соединения фланцев. При сборке автомобилей и станков задействуют классические узлы по типу болт-гайка.

Резьбовые соединения – это разъемные узлы, содержащие от двух деталей. Элементы фиксируются посредством резьбы. При необходимости используются шайбы, прокладки и прочие компоненты.

Выделяют несколько типов резьбовых соединений. Первая группа – узлы с резьбой на поверхности деталей, вторая – соединения, полученные посредством метизов. Во вторую категорию входят болтовые, винтовые и шпильчатые соединения.

Основным элементом всех резьбовых соединений является резьба. Часть резьбы, образованную при одном повороте профиля вокруг оси, называют витком.

Если резьбу выполняют до некоторой поверхности, не позволяющей доводить инструмент до упора к ней, то образуется недовод резьбы. Сбег и недовод образуют недорез резьбы. Если требуется изготовить резьбу полного профиля, без сбega, то для вывода резьбообразующего инструмента делают проточку, диаметр которой для наружной резьбы должен быть немного меньше внутреннего диаметра резьбы, а для внутренней резьбы – немного больше наружного диаметра резьбы (рисунок 2.1).

В начале резьбы, как правило, делают коническую фаску, предохраняющую крайние витки от повреждений и служащую направляющей при соединении деталей с резьбой. Фаску выполняют до нарезания резьбы.

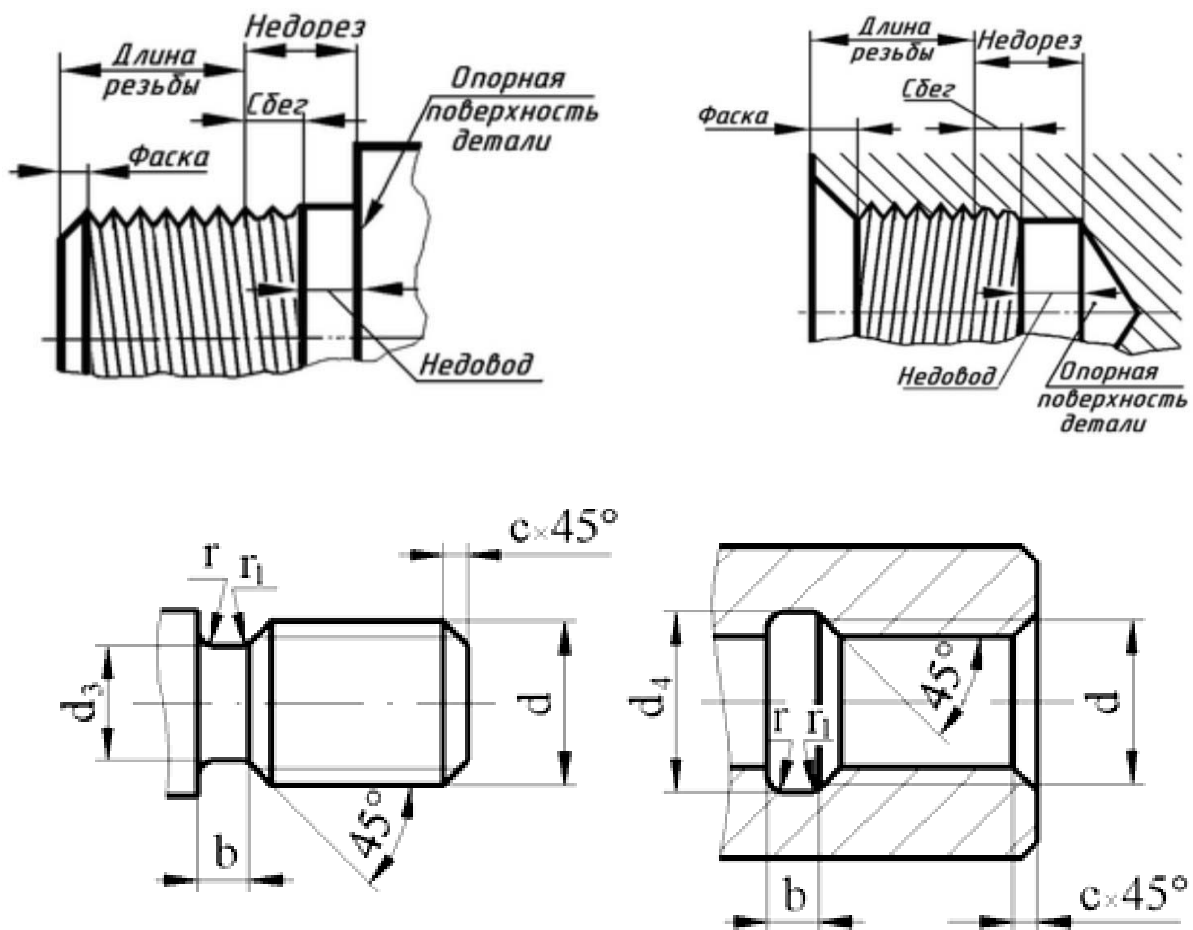


Рисунок 2.1 – Конструктивные элементы резьбы

На рисунке 2.2 изображен профиль резьбы и обозначены его основные параметры.

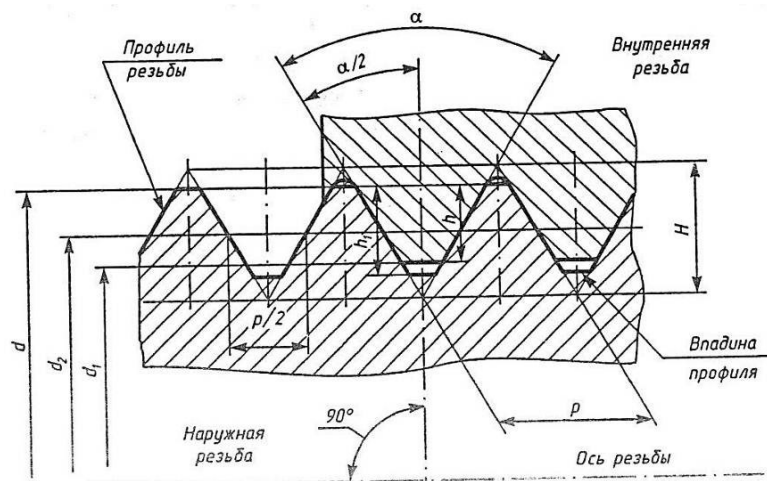


Рисунок 2.2 – Основные параметры резьбы

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

*Профиль резьбы* – контур сечения резьбы в плоскости, проходящей через ее ось.

*Угол профиля  $\alpha$*  – угол между боковыми сторонами профиля.

*Наружный диаметр резьбы  $d$*  – диаметр воображаемого цилиндра, описанного вокруг вершин наружной резьбы или впадины внутренней резьбы.

*Внутренний диаметр резьбы  $d_1$*  – диаметр воображаемого цилиндра, вписанного во впадины наружной резьбы или в вершины внутренней резьбы.

*Шаг резьбы  $P$*  – расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы.

*Ход резьбы* – расстояние между ближайшими одноименными боковыми сторонами профиля, принадлежащими одной и той же винтовой поверхности в направлении, параллельном оси резьбы. В *однозаходной* резьбе ход равен шагу, в *многозаходной* – произведению шага на число заходов.

Классификация резьбы приведена на схеме (рисунок 2.3).

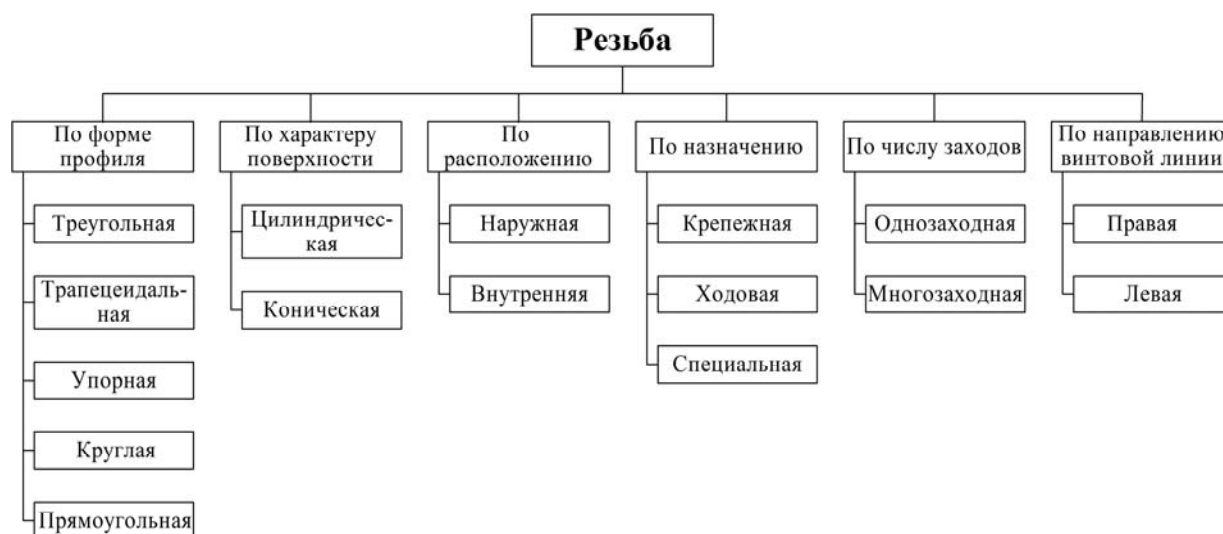


Рисунок 2.3 – Классификация резьбы

Построение точного изображения витков резьбы требует много времени, поэтому его применяют в редких случаях. Согласно ГОСТ 2.311–68 на чертежах резьбу изображают условно, независимо от профиля резьбы (рисунок 2.4).

Резьбу на стержне изображают сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими по внутреннему на всю длину резьбы, включая фаску. На изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси резьбы, по наружному диаметру резьбы проводится окружность сплошной основной линией, а по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу сплошной тонкой линией, приблизительно равную  $\frac{3}{4}$  окружности, разомкнутую в любом месте.

Внутренняя резьба в отверстии на продольном разрезе изображается сплошными основными линиями по внутреннему диаметру и сплошными тонкими линиями по наружному диаметру. На изображении, полученном проецированием на плоскость, перпендикулярную оси резьбы, по внутреннему диаметру резьбы проводится окружность сплошной основной линией, а по наружному диаметру проводится тонкой сплошной линией дуга окружности, разомкнутая в любом месте и равная приблизительно  $\frac{3}{4}$  окружности; фаска на таком виде не изображается. Расстояние между сплошными основной и тонкой линиями, применяемыми для изображения резьбы, должно быть не менее 0,8 мм и не более шага резьбы. Границу резьбы проводят до линии наружного диаметра резьбы в конце полного профиля до сбегания и изображают сплошной основной линией.

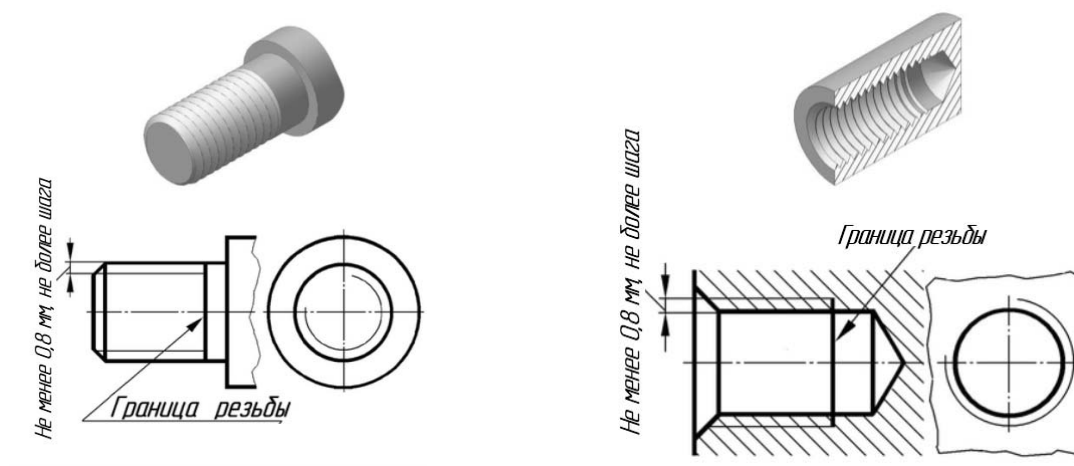


Рисунок 2.4 – Изображение резьбы на цилиндрических поверхностях

Фаска, не имеющая специального конструктивного назначения, в проекции на плоскость, перпендикулярную оси резьбы, не изображается.

На разрезах резьбового соединения изображают только ту часть внутренней резьбы, которая не закрыта наружной резьбой. Штриховку проводят до сплошных основных линий (рисунок 2.5).

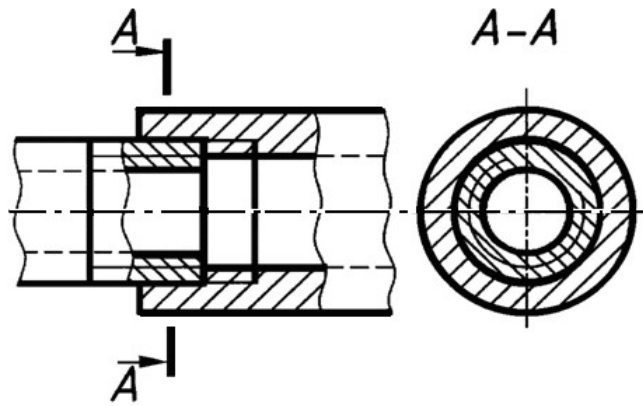


Рисунок 2.5 – Изображение резьбы в соединении

В таблице 2.1 приведены условные обозначения резьб общего назначения. Прямоугольная резьба не стандартизована. При ее применении на чертеже указываются все необходимые для изготовления размеры.

Таблица 2.1 – Обозначение резьб

| Резьба, стандарт                           | Вид резьбы                                                      | Обозначение                                                                    | Пример                                                                                         |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Метрическая,<br>ГОСТ 8724–81               | Крупный шаг<br>Мелкий шаг<br>Многозаходная<br>Левая             | M, d (мм)<br>M, d, P (мм)<br>M, d, P <sub>h</sub> , P (мм)<br>LH               | M20<br>M20×1,5<br>M20Ph3P1<br>M20LH, M20×1,5LH                                                 |
| Трубная<br>цилиндрическая,<br>ГОСТ 6357–81 | Класс А (повышен-<br>ный)<br>Класс В (нормаль-<br>ный)<br>Левая | G, D (дюймы), класс<br>G, D (дюймы), класс<br>LH                               | G 1 1/2 – А<br>G 1 1/2 – В<br>G 1 1/2 LH – А<br>G 1 1/2 LH – В                                 |
| Трубная коническая,<br>ГОСТ 6211–81        | Наружная<br>Внутренняя<br>Внутренняя<br>цилиндрическая<br>Левая | R, D (дюймы)<br>R <sub>c</sub> , D (дюймы)<br>R <sub>p</sub> , D (дюймы)<br>LH | R 1 1/2<br>R <sub>c</sub> 1 1/2<br>R <sub>p</sub> 1 1/2<br>R 1 1/2 LH, R <sub>c</sub> 1 1/2 LH |
| Трапецеидальная,<br>ГОСТ 24738–81          | Одназаходная<br>Левая                                           | T <sub>r</sub> , d, P (мм)<br>LH                                               | T <sub>r</sub> 40×6<br>T <sub>r</sub> 40×6LH                                                   |
| Трапецеидальная,<br>ГОСТ 24739–81          | Многозаходная<br>Левая                                          | T <sub>r</sub> , d, P <sub>h</sub> , P (мм)<br>LH                              | T <sub>r</sub> 20Ph 8P4<br>T <sub>r</sub> 20Ph8P4LH                                            |
| Упорная,<br>ГОСТ 10177–82                  | Однозаходная<br>Левая                                           | S, d, P (мм)<br>S, d, P (мм) LH                                                | S80×10<br>S80×10LH                                                                             |
| Упорная,<br>ГОСТ 10177–82                  | Многозаходная<br>Левая                                          | S, d, P (мм)<br>S, d, P <sub>h</sub> , P (мм) LH                               | S80Ph20P10<br>S80Ph20P10LH                                                                     |

Фитинги – элементы трубопровода, служащие для соединения его отдельных частей между собой. Фитинги соединяют различные элементы трубопровода между собой при помощи резьбы, нарезанной на них и соединяемых

частях трубопровода. Резьба может быть нарезана как на внутренней части фитингов и труб, так и на внешней. Фитинги для водопроводных и газопроводных стальных труб изготавливают с трубной цилиндрической резьбой.

Фитинги для металлических водогазопроводных труб изготавливают в основном из ковкого чугуна и стали. Чтобы придать большую прочность, фитинги из ковкого чугуна снабжают по краям специальным буртиком – утолщением. У стальных фитингов буртиков нет. Фитинги, соединяющие концы труб одинакового диаметра, называются прямыми; фитинги, скрепляющие концы труб разного диаметра – переходными. В зависимости от характера соединения, которое необходимо получить, фитинги могут иметь различную форму. Угольники проходные по ГОСТ 8946–75 изменяют направление потока на  $45^\circ \dots 120^\circ$  (рисунок 2.6).

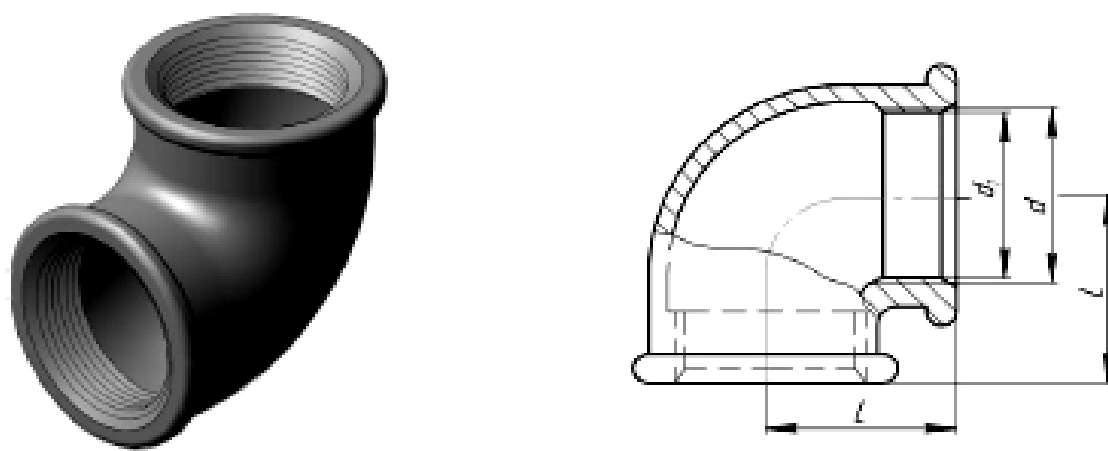


Рисунок 2.6 – Угольник проходной

Тройники прямые по ГОСТ 8948–75 обеспечивают ответвление в одном направлении от магистральной трубы (рисунок 2.7).

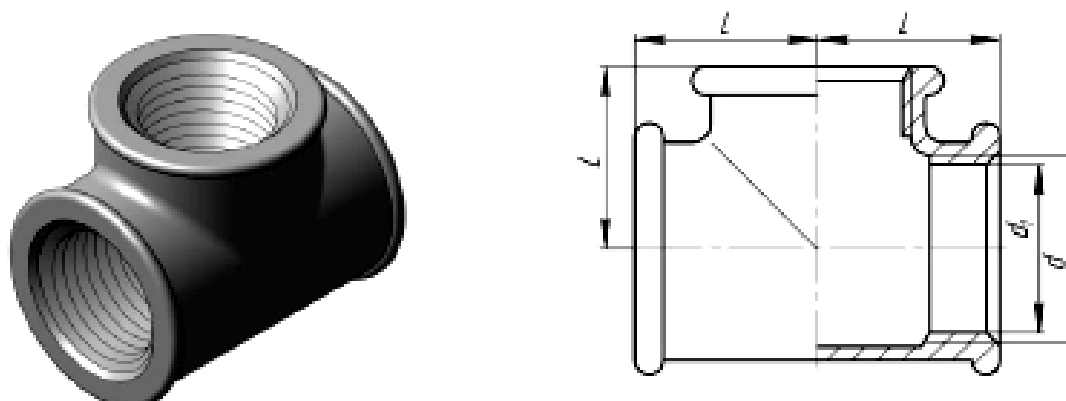


Рисунок 2.7 – Тройник прямой

Кресты прямые по ГОСТ 8951–75 обеспечивают ответвление в двух направлениях (рисунок 2.8).

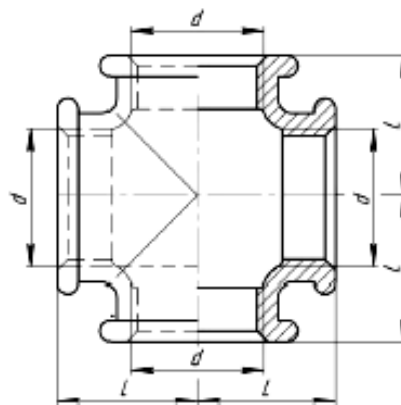


Рисунок 2.8 – Крест прямой

Муфты прямые ГОСТ 8955–75 соединяют одинаковые трубы прямого участка (рисунок 2.9).

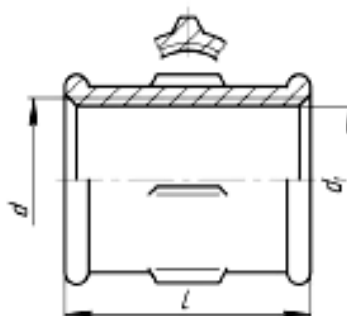


Рисунок 2.9 – Муфта прямая

Муфты переходные по ГОСТ 8957–75 соединяют трубы различного диаметра. Размеры фитингов определяются соответствующими стандартами (рисунок 2.10).

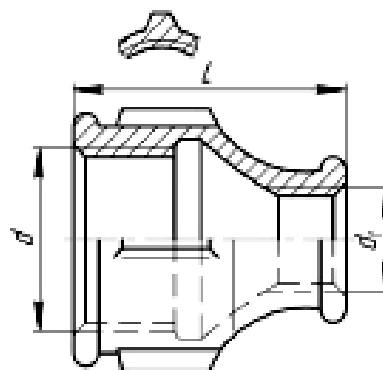


Рисунок 2.10 – Муфта переходная

Условный проход трубы входит также и в условные обозначения фитинга. Например, тройник прямой, предназначенный для соединения труб, с условным проходом 40 мм, обозначается: *Тройник 40 ГОСТ 8948–75* (рисунок 2.11).

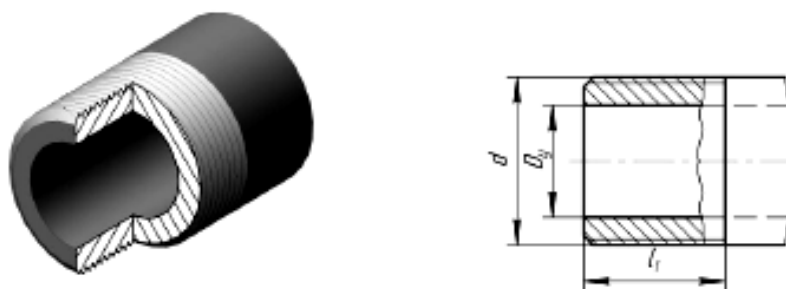


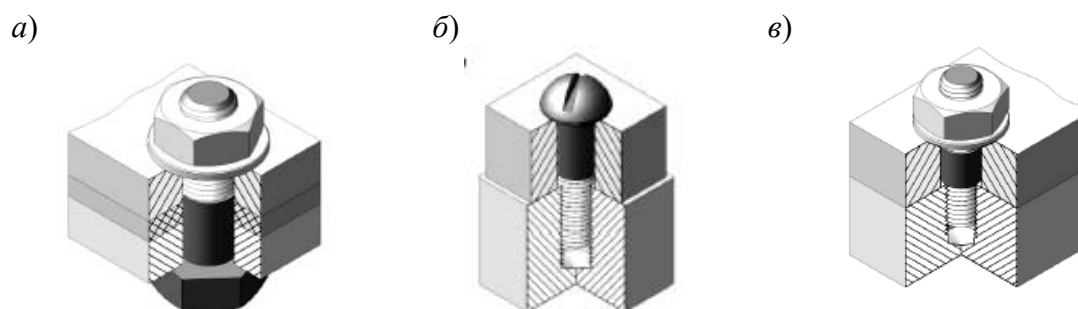
Рисунок 2.11 – Труба с условным проходом  $D_n$

Болтовое соединение – разновидность резьбового соединения, реализуемая посредством болта и гайки. К преимуществам такого соединения можно отнести: возможность разборки, практичность, широкий ассортимент по диаметру, типу резьбы, длине и другим показателям.

Винтовое соединение может выполняться с помощью крепежных или установочных винтов. К помощи винтового соединения часто прибегают, когда необходимо исключить взаимное движение деталей или закрепить их на определенной дистанции. К преимуществам такого соединения можно отнести: высокую надежность, возможность контроля силы сжатия, точность взаимной фиксации элементов, разнообразие конфигураций и типоразмеров.

Шпильчатое соединение рекомендуется применять, когда в сборке нет места для размещения болтов либо, когда одна из соединяемых деталей имеет большую толщину и нецелесообразно сверлить глубокие отверстия для установки длинных болтов. К преимуществам такого соединения можно отнести: надежность и прочность, возможность соединять поверхности из разных материалов.

Примеры болтового, винтового и шпильчатого соединений представлены на рисунке 2.12.



$a$  – болтовое соединение;  $b$  – винтовое соединение;  $b$  – шпильчатое соединение

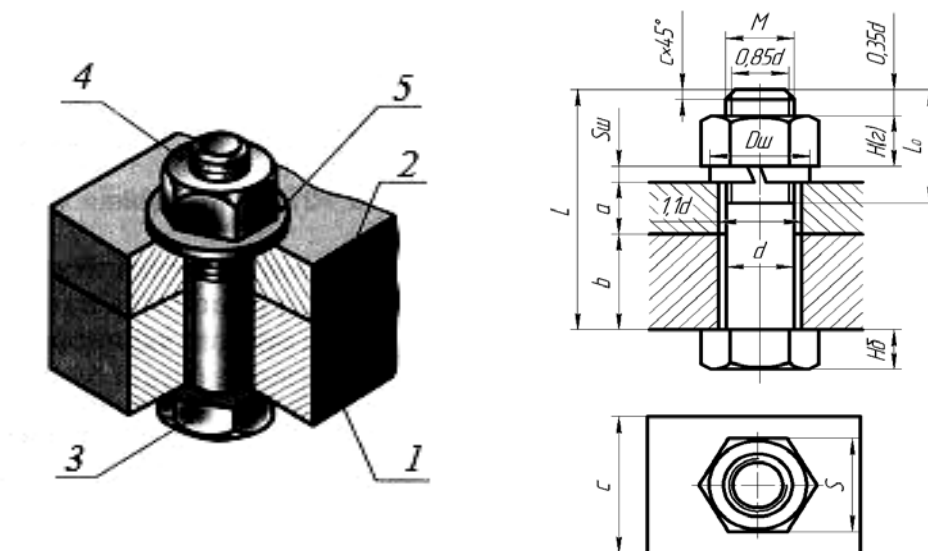
Рисунок 2.12 – Примеры наиболее распространенных резьбовых соединений

### Вопросы для самоконтроля

- 1 Какие соединения относятся к резьбовым?
- 2 Перечислите типы резьбовых соединений.
- 3 Что такое резьба? Какая бывает резьба по профилю, шагу, виду поверхности, числу заходов? Какие параметры резьбы приводят при ее условном обозначении (привести примеры)?
- 4 Изобразите резьбу на стержне, в отверстии и в соединении деталей.
- 5 Перечислите формы фитингов.
- 6 Перечислите преимущества болтового, винтового и шпилечного соединений.

### 3 Построение болтового соединения

Болт представляет собой цилиндрический стержень, снабженный на одном конце головкой, на другом – резьбой, на которую навинчивается гайка. Обычно болты применяют для соединения деталей не очень большой толщины и при необходимости частого соединения и разъединения деталей. На рисунке 3.1 показаны наглядное изображение соединения деталей болтом и соединение болтом по действительным размерам. Исходные данные для выполнения задания выдает преподаватель.



1 – корпус; 2 – крышка; 3 – болт; 4 – гайка; 5 – шайба

Рисунок 3.1 – Изображение соединения болтом

Исходным параметром болта является его наружный диаметр резьбы  $d$ . Расчетная длина болта  $L_p = a + b + S_u + H_n + 0,35d$ . Размеры  $a$  и  $b$  берутся из схемы согласно выданному варианту. Размеры пружинной шайбы  $S_u$ ,  $D_u$  под-

бираются по ГОСТ 6402–70. Высота шестигранной гайки  $H(z)$  и размер «под ключ»  $S$  – из ГОСТ 5915–70. Стандартная длина болта  $L$  подбирается после расчета  $L_p$  по ГОСТ 7798–70. Величина фаски  $s$  зависит от шага резьбы.

*Гайка* – деталь, имеющая отверстие с резьбой.

Для построения гайки по действительным размерам необходимо знать диаметр  $d$  резьбы гайки. В соответствии с диаметром резьбы определяют диаметр описанной окружности  $e$  (рисунок 3.2). На виде спереди строят проекции шестигранной призмы заданной высоты  $m$ , которая равна размеру  $H(z)$  с рисунка 3.1. Далее определяют диаметр  $d_w$  окружности, ограничивающей торцовые плоскости гайки:  $d_w = (0,9 \dots 0,95) S$ .

*Шайба* – деталь резьбового соединения в виде тонкого плоского или фасонного диска с отверстием круглой формы. Стандартные плоские шайбы подкладываются под гайки или головки болтов (винтов) с целью предохранения свинчиваемых деталей от повреждения или увеличения опорной поверхности гайки или головки. Для предотвращения резьбовых соединений от самоотвинчивания широко применяются пружинные шайбы. Данные для построения шайб приведены в ГОСТах.

Вычерчивание проекций гипербол условно заменяют упрощенным вычерчиванием дуг окружностей. Для нахождения центров радиусов дуг окружностей используют три точки: вершину гиперболы и две точки концов гиперболы.

Через точку  $4''$  радиусом  $R = 1,5d$ , центр которого будет лежать на оси гайки, проводят дугу до пересечения с боковыми ребрами гайки.

Соединив полученные точки, определяют центры  $O''_1$  радиусов  $R_2$ , которые будут находиться посередине между ребрами гайки. Из центра  $O''_1$  радиусом  $R_2$  проводят дуги на боковых гранях гайки.

Заканчивают построение гайки изображением резьбы на виде сверху. Параметры гайки выбирают, руководствуясь ГОСТ 5915–70.

Образец выполнения задания приведен на рисунке 4.2.

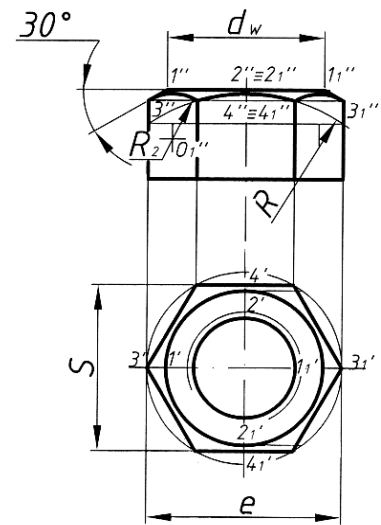


Рисунок 3.2 – Пример построения шестигранной гайки нормальной точности

### **Вопросы и задания для самоконтроля**

1 Какой параметр является исходным для выбора болта?

2 Формула для расчета длины болта.

3 Выполните первую часть индивидуального задания «Резьбовые соединения» на листе формата А3, которая включает в себя выполнение построения резьбового соединения болтом по действительным размерам согласно выданному преподавателем бланку задания.

## 4 Построение винтового соединения

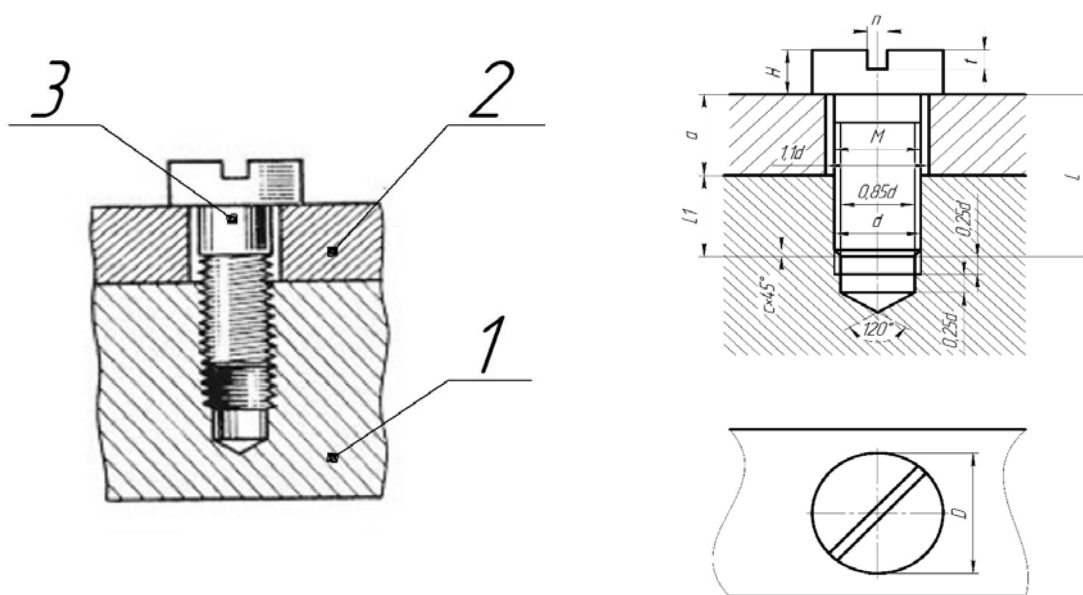
*Крепежный винт* – деталь, которая служит для разъемного соединения и представляет собой цилиндрический стержень с резьбой для ввинчивания в одну из соединяемых деталей и головкой различных форм «под ключ» или с прорезью «под отвертку».

При соединении деталей крепежными винтами в одной из них выполняется глухое резьбовое отверстие, а в другой – гладкое цилиндрическое отверстие большего диаметра, чем диаметр стержня винта. Конец резьбы у винтов не должен совпадать с линией разъема деталей, в противном случае не возможна затяжка соединяемых деталей.

На рисунке 4.1 показано наглядное изображение винтового соединения и винт, начерченный по действительным размерам. Исходные данные для выполнения задания выдает преподаватель.

Винтовое соединение рассчитывают исходя из заданного диаметра резьбы  $d$ , толщины привинчиваемой детали  $a$ , марки материала детали с резьбовым гнездом ( $L1$  зависит от материала корпуса). Рассчитанная длина винта округляется до ближайшей большей величины и выбирается из ряда длин соответствующего стандарта.

На сборочных чертежах шлицы (под отвертку) на головках винтов вычерчиваются под углом  $45^\circ$  относительно рамки чертежа.



1 – корпус; 2 – крышка; 3 – винт

Рисунок 4.1 – Изображение соединения винтом

Остальные размеры винта ( $D$ ,  $H$ ,  $n$ ,  $t$ ) выбирают, руководствуясь ГОСТом.

Если материал корпуса – пластмасса или легкий сплав, то под винт необходимо класть шайбу, размеры которой берутся из ГОСТ 11371–78.

Образец выполнения задания приведен на рисунке 4.2.

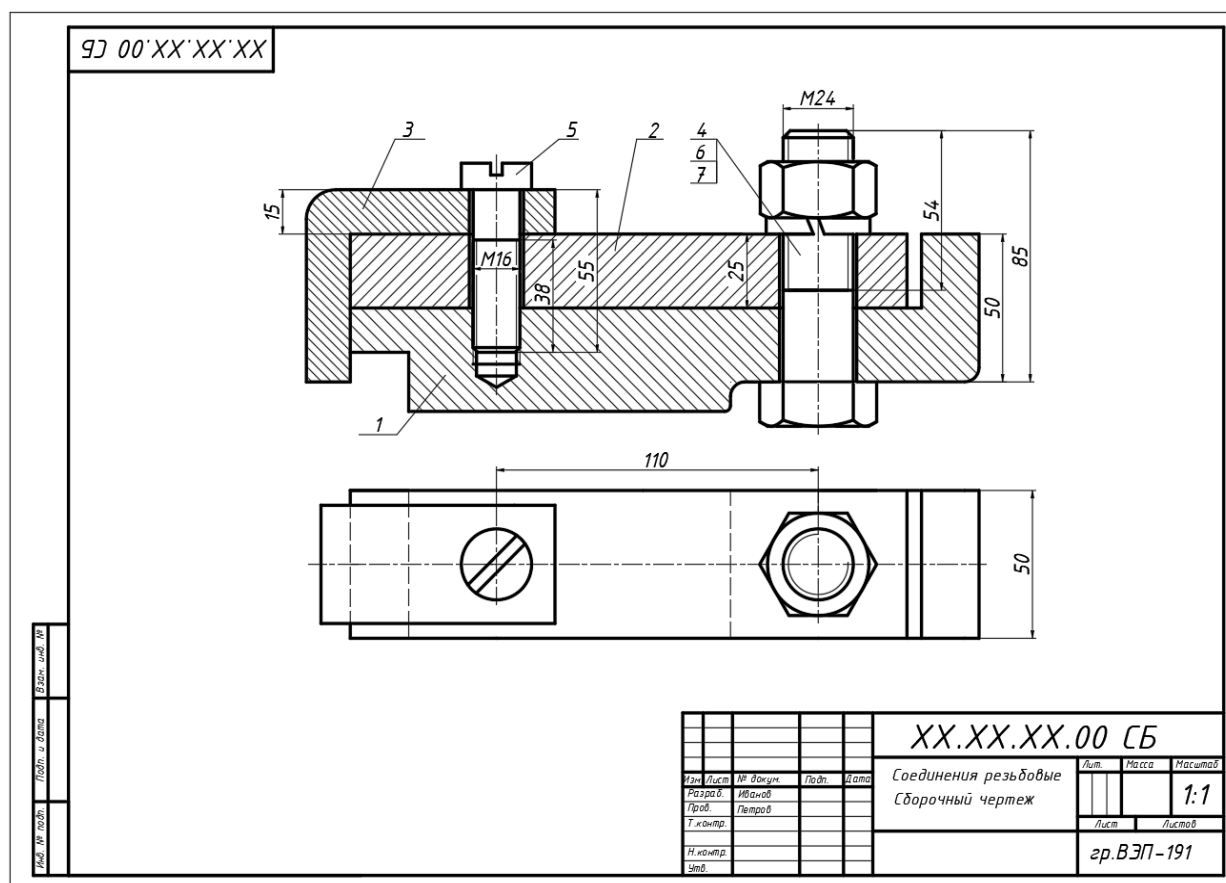


Рисунок 4.2 – Образец выполнения задания «Соединения резьбовые»

### Вопросы и задания для самоконтроля

- 1 Какие параметры являются исходными для выбора винта?
- 2 Выполните вторую часть индивидуального задания «Резьбовые соединения» на листе формата А3, которая включает в себя выполнение построения резьбового соединения винтом по действительным размерам согласно выданному преподавателем бланку задания.

## 5 Спецификация

Спецификация – текстовый конструкторский документ, определяющий из какого количества и разновидностей частей собирается изделие и какие сопутствующие документы дополняют его сборочный чертеж. Спецификация является неотъемлемой частью сборочного чертежа.

Спецификацию составляют на отдельных листах формата А4. На первых ее листах высота основной надписи равна 40 мм, а на последующих – по 15 мм (рисунок 5.1).

В общем случае спецификация носит табличную форму, в колонках и строчках которой помещается информация.

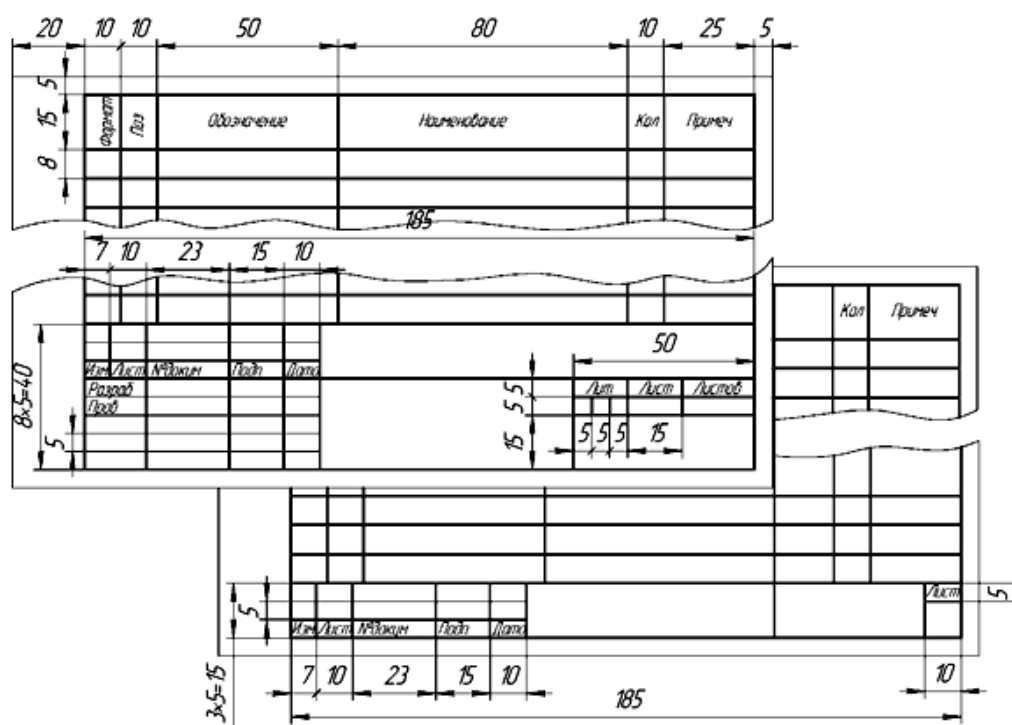


Рисунок 5.1 – Формы штампа основной надписи

В колонке «Формат» указываются форматы (A1, A2, A3, A4) конструкторских документов (чертежей, схем, пояснительных записок и т. д.), поясняющих конструкцию изделия и особенности его работы.

В колонке «Зона» указывается номер зоны сборочного чертежа, откуда в спецификацию выносятся данные по составляющим частям изделия.

В колонке «Поз.» (Позиция) записываются цифры-номера позиций, которыми отмечены составляющие части изделия (подсборки, детали, стандартные изделия, материалы и прочие изделия). В этой колонке цифры приводятся в сквозном возрастающем порядке сверху вниз через все разделы спецификации.

На сборочном чертеже номера позиций ставятся на полках линий-выносок, окружающих его изображения. Эти линии-выноски между собой не пересекаются, имеют угол наклона  $30^\circ \dots 60^\circ$  к штампу основной надписи и опираются четко очерченным своим концом в изображение помечаемой части изделия. Для удобства работы со сборочным чертежом полки линий-выносок выравнивают по горизонтали и вертикали. Иногда для группы деталей, работающих, как правило, вместе, например, болт + гайка + шайба, применяют одну линию-выноску, к которой лесенкой пристраивают полки по количеству деталей. Кроме того, цифры, указывающие номера позиций, должны быть крупнее размерных чисел на 1–2 номера чертежного шрифта (см. рисунок 4.2).

Колонка «Обозначение» заполняется только для разделов спецификации «Сборочные единицы» и «Детали», в ней записывается шифр конструкторской документации, состоящий из комбинации заглавных букв русского алфавита и цифр.

В колонке «Наименование» записываются наименования разделов спецификации и наименования составных частей, относящихся к данным разделам.

Для удобства работы названия разделов помещают посередине строки колонки, подчеркивают сплошной линией и отделяют от предыдущей и последующей надписей пустой строкой.

Перечень разделов спецификации в порядке их перечисления следующий: «Документация», «Комплексы», «Сборочные единицы», «Детали», «Стандартные изделия», «Материалы», «Комплекты», «Прочие изделия».

В раздел «Документация» вносятся все документы конструкторской документации на изделие.

В раздел «Комплексы» вносятся части изделия, являющиеся самостоятельным изделием, выполняющим с основным взаимосвязанные функции.

В раздел «Сборочные единицы» вносятся под сборки, которые при сборке основного изделия поступают уже в собранном виде, например, колеса на автомобиль.

В разделе «Детали» перечисляются наименования всех деталей, участвующих в сборке изделия.

В разделе «Стандартные изделия» записывают составные части изделия, выполненные по государственным или другим стандартам, начиная с государственных. В пределах каждой категории стандартов запись производят по группам, объединенным по функциональному назначению (например, подшипники, метизные изделия, электротехническая продукция и т. п.), но первой рассматривается группа метизных изделий. В пределах каждой группы наименования записывают в алфавитном порядке первой буквы (например, *Болт*, *Винт*, *Гайка*, *Шайба*, *Шпилька*); в пределах каждого наименования – в порядке возрастания номера стандарта (например, *Болт М20×30 ГОСТ 7798–70*, затем *Болт М20×30 ГОСТ 7802–72*); в пределах каждого стандарта – в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия (например, *Болт М12×30 ГОСТ 7798–70*, *Болт М20×50 ГОСТ 7798–70* и т. д.).

В раздел «Материалы» вносятся все материалы, непосредственно входящие в специфицируемые изделия с указанием их обозначения, марки, названия.

В раздел «Комплекты» помещают составные части изделия, которые образуют сборочную единицу, собираются не на предприятии-изготовителе и носят вспомогательный характер (например, комплект ключей, ремонтный комплект).

В колонке «Кол.» (Количество) указывается количество составных частей изделия, упоминаемых в других колонках спецификации. Для подборок, деталей, стандартных изделий это их количество в штуках, а для материалов – вес или объем.

В колонке «Примечание» можно приводить информацию второстепенного характера, например, материал деталей, их особенность.

После каждого раздела спецификации целесообразно, особенно для сложных изделий, оставлять несколько свободных строк с резервированием запасных номеров позиций.

Наименование изделий всегда записывают в именительном падеже единственного числа, например, *Корпус*, *Втулка*, *Редуктор*. Если же наименование

состоит из двух слов и более, то первым записывают имя существительное, например: *Планка нажимная, Колесо зубчатое, Насос шестеренный*.

Для деталей, на которые не выпущены чертежи, в графе «Формат» приводят аббревиатуру БЧ (без чертежа), графу «Обозначение» не заполняют, а в графе «Наименование» записывают наименование детали и материал, из которого она выполнена, например: *Втулка Труба 20×2,8 ГОСТ 3262–75, l = 100 мм.*

Заполнение основной надписи спецификации аналогично основной надписи сборочного чертежа, но шифр ее не содержит аббревиатуру СБ (сборочный чертеж) и название изделия также не содержит это пояснение. В графе «Лист» приводится порядковый номер листа спецификации, а в графе «Листов» их общее количество.

На рисунке 5.2 приведен пример спецификации, соответствующий заданию «Соединения резьбовые».

[illegible]

Рисунок 5.2 – Пример спецификации

### Вопросы и задания для самоконтроля

- 1 Дайте определение термину «спецификация».
- 2 Перечислите разделы спецификации в порядке их перечисления.
- 3 Для каких разделов спецификации заполняется колонка «Обозначение»?
- 4 Правила оформления разделов «Документация», «Стандартные изделия».
- 5 Оформите лист спецификации к сборочному чертежу «Соединения резьбовые» согласно своему варианту.

## 6 Шпоночно-шлицевые соединения

Шпонкой называется деталь, устанавливаемая в пазах соединяемых деталей для предотвращения их относительного перемещения при передаче крутящего момента [1]. Применяются для соединения валов со ступицами вращающихся деталей. Шпонка представляет собой деталь, которая в сборе частично входит в шпоночную канавку (паз) на валу, а частично в продольную канавку (паз) во втулке насаживаемого колеса. В зависимости от условий работы и требований, предъявляемых к соединениям, шпонки бывают призматические (обыкновенного и направляющего типов) ГОСТ 23360–78\*, клиновые (с головкой и без головки) ГОСТ 24068–80\* и сегментные ГОСТ 24071–97\* (рисунки 6.1–6.3).

В обозначении призматической шпонки должны указываться ее ширина, высота, длина и номер стандарта. Пример обозначения призматической шпонки исполнения 1 с размерами  $b = 16$  мм,  $h = 10$  мм,  $l = 100$  мм:

*Шпонка 16×10×100 ГОСТ 23360–78.*

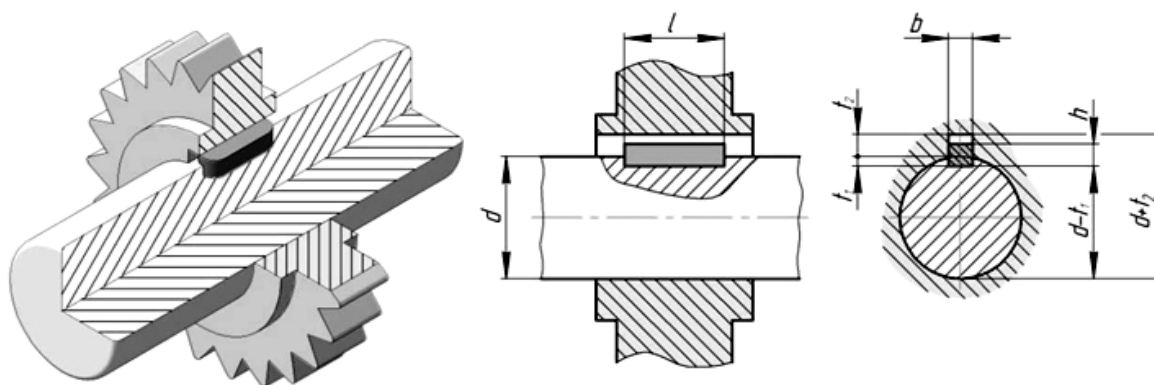


Рисунок 6.1 – Соединение шпоночное с призматической шпонкой

В обозначении сегментной шпонки должны указываться ее ширина, высота и номер стандарта. Пример обозначения сегментной шпонки нормальной формы и сечением  $b \times h_1 = 5 \times 6,5$ :

*Шпонка 5×6,5 ГОСТ 24071–97.*

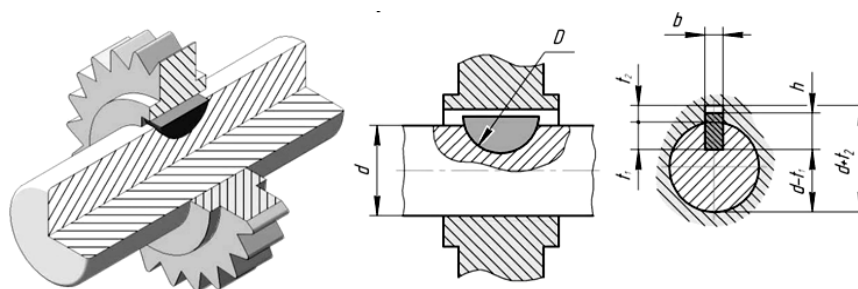


Рисунок 6.2 – Соединение шпоночное с сегментной шпонкой

В обозначении клиновой шпонки должны указываться ее ширина, высота, длина и номер стандарта. Пример обозначения клиновой шпонки первого исполнения с размерами  $b = 18$  мм,  $h = 11$  мм,  $l = 100$  мм:

*Шпонка 18×11×100 ГОСТ 24068–80.*

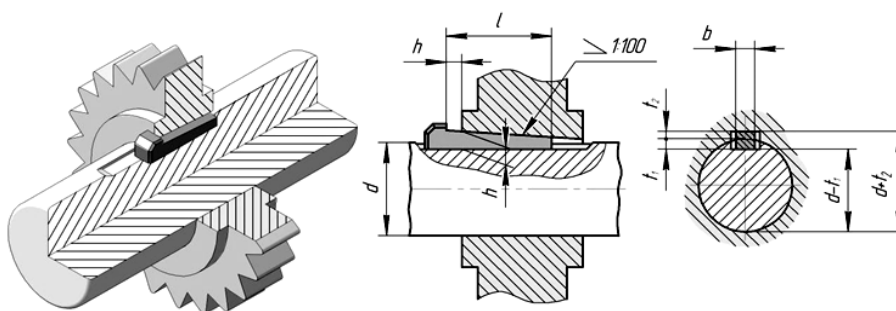


Рисунок 6.3 – Соединение шпоночное с клиновой шпонкой

Длину ступицы  $l_{ст}$  принимают на 8...10 мм больше длины шпонки. Если длина ступицы больше величины  $1,5d$ , то шпоночное соединение целесообразно заменить на шлицевое или соединение с натягом.

Соединение вал–втулка, осуществляемое без применения вспомогательной детали при помощи зубьев (шлицев) и впадин (пазов), выполненных на валу и в отверстии втулки, входящих друг в друга, называют зубчатым (шлицевым) соединением [1].

Шлицевое соединение можно представить как многошпоночное соединение, в котором шпонки выполнены заодно с валом (рисунок 6.4). К преимуществам шлицевых соединений можно отнести:

- уменьшение концентрации напряжений;
- увеличение нагрузочной способности;
- способность работать при высоких частотах вращения;
- жесткое фиксирования деталей.

При этом сложное и дорогое изготовление является недостатком таких соединений. По сравнению со шпоночными, шлицевые соединения позволяют осуществить лучшее центрирование деталей, обеспечивают большую направленность и равномерность движения колеса вдоль вала, большую прочность со-

единения при динамических переменных нагрузках, уменьшают величину смятия на гранях зубьев.

Форма зубьев может быть прямоугольного, эвольвентного и треугольного профилей (рисунок 6.5).

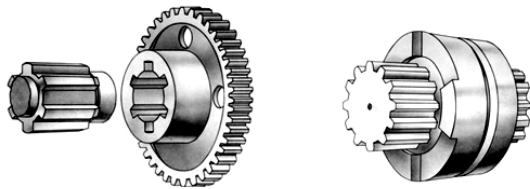


Рисунок 6.4 – Соединение шлицевое



Рисунок 6.5 – Профиль зубьев шлицевого соединения

Пример условного обозначения соединения с числом зубьев  $z = 8$ , внутренним диаметром  $d = 36$  мм, наружным диаметром  $D = 40$  мм, параметр ширины зуба  $b = 7$  мм, центрирование по внутреннему диаметру:  $d-8 \times 36 \times 40 \times 7$ .

### ***Вопросы и задания для самоконтроля***

- 1 Виды шпоночных соединений.
- 2 Приведите примеры обозначения шпоночных соединений.
- 3 Преимущества шлицевых соединений.
- 4 Приведите примеры обозначения шлицевого соединения.
- 5 Выполните шпоночно-шлицевое соединение. Исходные данные для выполнения задания выдает преподаватель.

## **7 Эскизирование**

*Эскиз* – это чертеж временного характера, выполненный, как правило, без применения чертежных инструментов, без точного соблюдения масштаба, но с соблюдением пропорций частей детали. По содержанию он ничем не отличается от рабочего чертежа детали и выполняется с соблюдением правил и условностей, предусмотренных стандартами ЕСКД.

Эскизы рекомендуется выполнять на миллиметровой бумаге или на писчей бумаге в клетку. Эскиз выполняют в тонких линиях чертежным карандашом средней твердости с последующей обводкой мягким карандашом. Рассмотрим пример выполнения эскиза детали типа вал.

*Вал* – стержень, вращающийся в опорах и предназначенный передавать крутящий момент от одной детали к другой. В отличие от осей, которые только поддерживают детали, валы работают одновременно на изгиб и кручение. Иногда они несут дополнительно и сжимающие или растягивающие осевые нагрузки.

Составление эскизов валов с натуры проходит две стадии: подготовительную и основную [11].

Этапы подготовительной стадии выполнения эскиза вала.

1 Осмотреть вал, провести анализ его формы в целом и установить, из каких геометрических форм он состоит.

2 Определить наименование детали, ее назначение, принцип работы в изделии, выявить из какого материала она состоит.

3 Определить главное изображение вала, т. е. изображение на фронтальной плоскости проекций. При выборе главного изображения вала следует учитывать его положение при обработке на станке.

4 Определить необходимое количество изображений (видов, разрезов, сечений и выносных элементов).

5 Определить примерный глазомерный масштаб и соотношения, т. е. пропорции между отдельными элементами вала. С учетом принятого количества изображений выбрать формат эскиза и его расположение. В учебной практике используют формат А3 или А4.

Этапы основной стадии выполнения эскиза вала.

1 Зарисовать на выбранном формате в виде прямоугольников клетки для всех намеченных изображений.

2 Нанести оси симметрии, центровые линии отверстий, пазов, выступов, проточек и т. д.

3 Вычертить очертание внешнего контура вала на виде спереди выдерживая необходимые пропорции и соотношения между частями и элементами детали. При этом следует учитывать имеющиеся на валу конструктивные и технологические элементы – фаски, проточки, галтели, шпоночные пазы и т. д. Так как большинство из этих элементов стандартизировано, то вычерчивать их следует в соответствии с требованиями соответствующих стандартов. В машиностроении отдельным элементам валов принято присваивать названия, что в среде специалистов облегчает общение на техническом языке. На рисунке 7.1 приведено наглядное изображение некоторых из них.

*Буртик* – кольцевое утолщение вала, составляющее с ним одно целое. Буртики препятствуют продольному перемещению оси вала. Плоские поверхности буртика называют *заплечиками*.

*Галтель* – криволинейная поверхность плавного перехода от меньшего сечения вала к плоской части заплечика или буртика. Галтели применяют для повышения прочностных свойств валов, осей в местах перехода от одного диаметра к другому.

*Лыска* – плоский срез на цилиндрической, конической или сферической части детали.

*Отверстие центровое* – отверстие в торце вала, применяемое для установки детали в центрах при обработке на токарных станках [6].

*Паз* – прорезь в виде фрезерованной канавки на деталях машин.

*Проточка* – кольцевой желобок на стержне или кольцевая выточка в отверстии, технологически необходимая для выхода резьбонарезного инструмента, шлифовального круга и т. п. (рисунок 7.2).

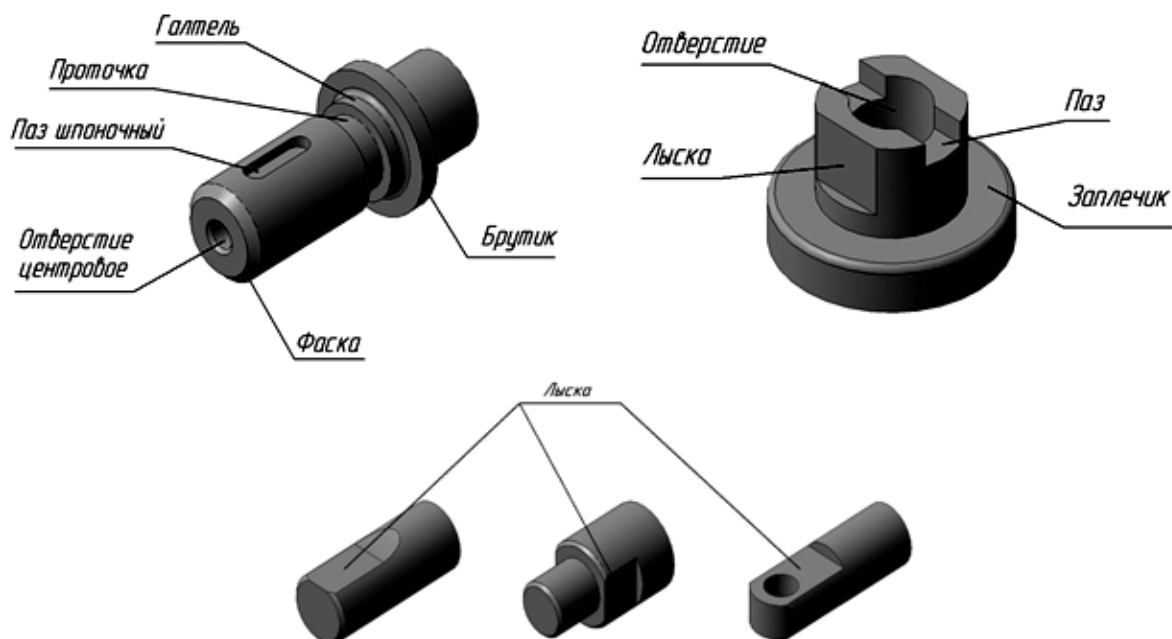


Рисунок 7.1 – Элементы вала (наглядное изображение)

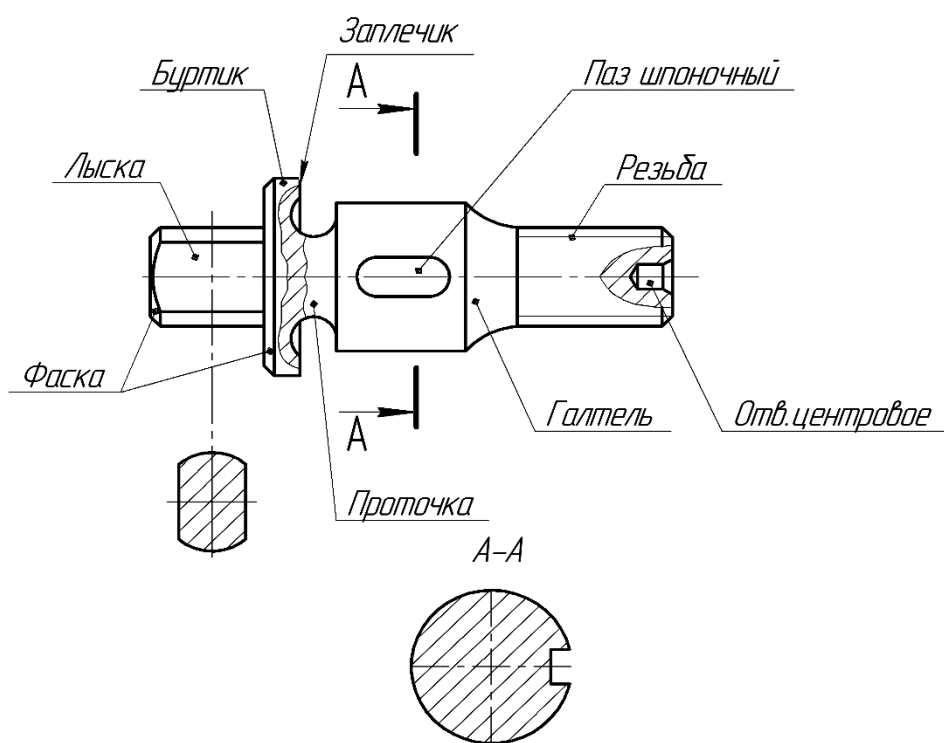


Рисунок 7.2 – Чертеж вала с отдельными элементами

*Резьба* – поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура.

*Рифление* – насечка на наружной поверхности вала в виде прямых рисок или сетки [7]. Оно предотвращает проскальзывание пальцев руки при завинчивании детали.

*Фаска* – скошенная кромка стержня, бруска, листа или отверстия [4]. Например, фаска вала – это скошенная часть боковой поверхности у его торца, заплечика или буртика. Фаски применяют для облегчения процесса сборки, предохранения рук от порезов острыми кромками, придания изделиям более красивого вида.

4 Вычертить намеченные ранее дополнительные изображения (виды, разрезы, сечения, выносные элементы).

5 Проверить выполненные изображения, удалить лишние линии, окончательно обвести линии основного контура мягким карандашом и заштриховать разрезы и сечения.

6 Нанести размеры. Начинать нанесение размеров следует с размерных линий, в первую очередь основных: габаритных, размеров отдельных элементов, а затем – размеров стандартизованных элементов – фасок, шпоночных пазов, шлицев, резьбы, канавок для выхода шлифовального круга и резбонарезного инструмента и др.

7 Выполнить обмер деталей. Для определения действительных размеров вала используют различные мерительные инструменты. Для измерения размеров применяют металлическую линейку, треугольник, штангенциркуль, кронциркуль, нутромер, радиусомер и др. (рисунок 7.3).

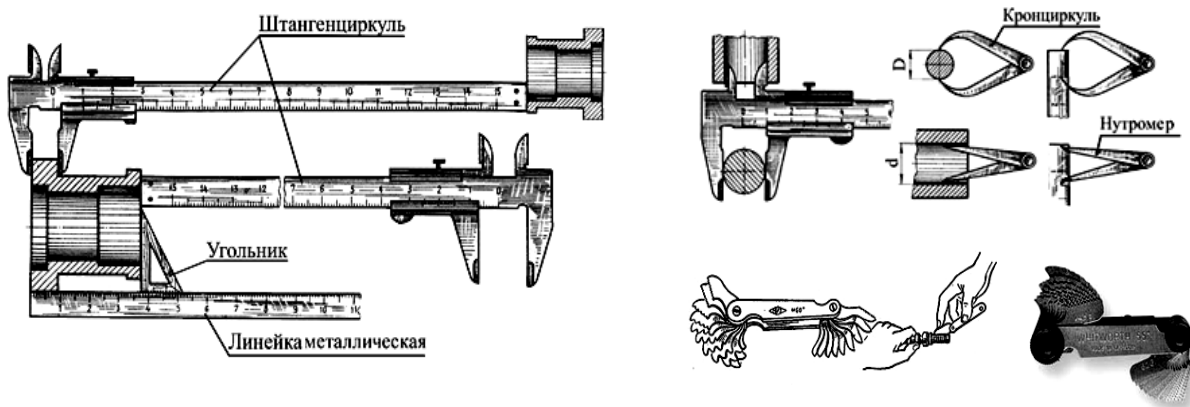


Рисунок 7.3 – Инструменты и примеры обмера деталей

8 Обозначить шероховатости поверхностей.

9 Выполнить все необходимые надписи, заполнить основную надпись чертежа по следующему образцу (рисунок 7.4, на котором 1 – обозначение чертежа, 2 – наименование детали, 3 – марка материала и ГОСТ).

|          |      |          |       |      |                             |  |  |            |  |            |         |         |  |
|----------|------|----------|-------|------|-----------------------------|--|--|------------|--|------------|---------|---------|--|
|          |      |          |       |      | № задания                   |  |  | № варианта |  |            | № листа |         |  |
|          |      |          |       |      | XX.XX.XX(1)                 |  |  |            |  |            |         |         |  |
| Изм.     | Лист | № докум. | Подп. | Дата | Вал (2)                     |  |  |            |  | Лит.       | Масса   | Масштаб |  |
| Разраб.  |      |          |       |      |                             |  |  |            |  |            |         |         |  |
| Пров.    |      |          |       |      |                             |  |  |            |  |            |         |         |  |
| Т.контр. |      |          |       |      |                             |  |  |            |  |            |         |         |  |
|          |      |          |       |      |                             |  |  |            |  | Лист       | Листов  |         |  |
| Н.контр. |      |          |       |      | Сталь 40 ГОСТ 1050-2013 (3) |  |  |            |  | гр. ТМ-191 |         |         |  |
| Чтв.     |      |          |       |      |                             |  |  |            |  |            |         |         |  |

Рисунок 7.4 – Заполнение основной надписи

На рисунке 7.5 предоставлен образец выполнения эскиза вала.

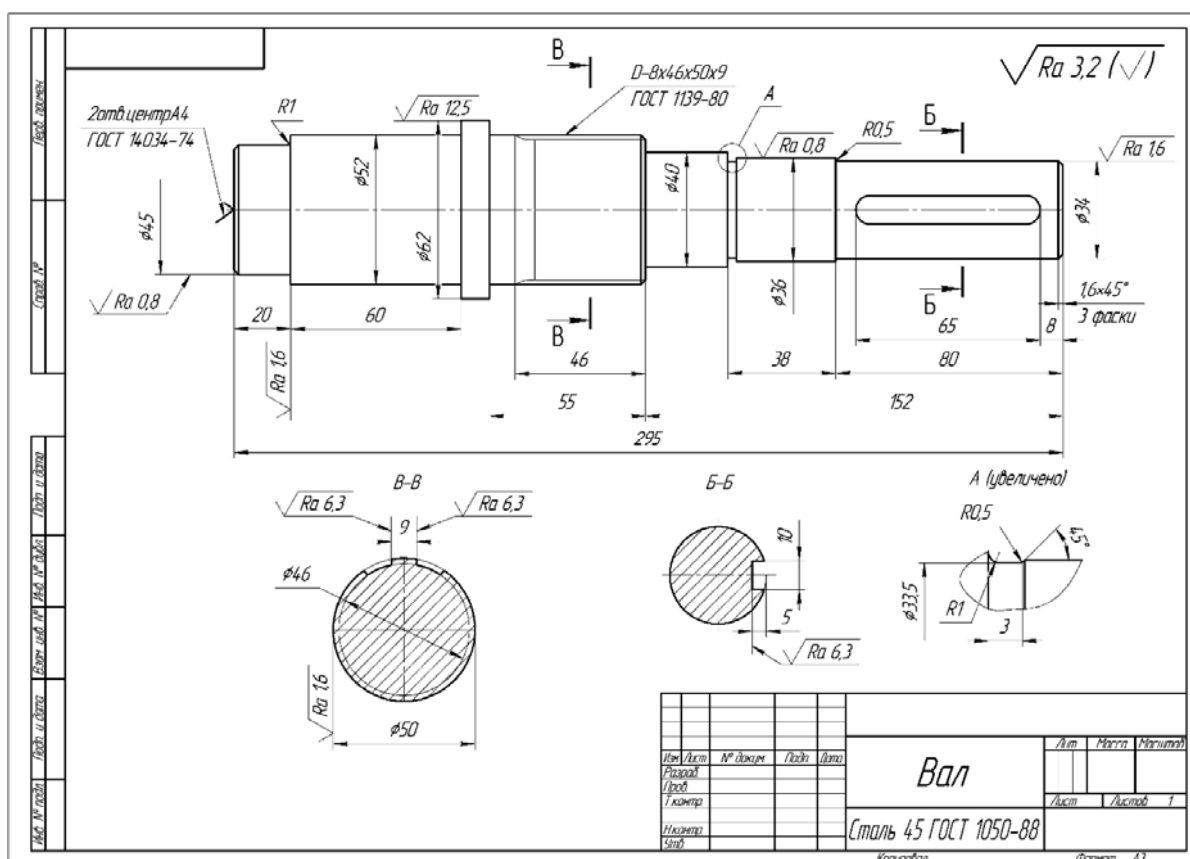


Рисунок 7.5 – Образец выполнения эскиза шлицевого вала

### Вопросы и задания для самоконтроля

- 1 Дайте определение термину «эскиз».
- 2 Этапы подготовительной и основной стадий выполнения эскиза.
- 3 Приведите примеры мерительных инструментов.
- 4 Выполните индивидуальное задание «Эскизирование» согласно выданному варианту задания.

## 8 Шероховатость

Для определения качества поверхностей деталей применяется понятие *шероховатости*, под которым подразумевается совокупность макро- и микронеровностей, образующих ее рельеф (рисунок 8.1). Правила ее обозначения на чертежах подробно оговорены в стандарте.

Основные параметры шероховатости устанавливает ГОСТ 2789–73.

*Высотные:*

- $R_a$  – среднее арифметическое отклонение профиля;
- $R_z$  – высота неровностей по 10 точкам;
- $R_{max}$  – наибольшая высота профиля.

*Шаговые:*

- $S$  – средний шаг неровностей по вершинам;
- $S_m$  – средний шаг неровностей по линии  $m$ ;
- $t_p$  – относительная опорная длина.



Рисунок 8.1 – Обобщенный микрорельеф обработанной поверхности

В конструкторской практике чаще применяются *средняя высота микронеровностей  $R_z$*  и *среднее арифметическое отклонение профиля  $R_a$* .

Значения параметров шероховатости ГОСТ 2789–73 группирует по 14 классам, называемыми иногда «классами чистоты». Существуют также примерные соотношения параметров  $R_z$  и  $R_a$  (таблица 8.1).

Таблица 8.1 – Примерные соотношения классов шероховатости и параметров  $R_a$ ,  $R_z$  и  $l$

| Класс шероховатости | $R_a$ , мкм      | $R_z$ , мкм     | $l$ , мм |
|---------------------|------------------|-----------------|----------|
| 14                  | –                | –               | 0,03     |
| 12; 13              | До 0,025         | До 0,10         | 0,08     |
| 8; 9; 10; 11        | Св. 0,025 до 0,4 | Св. 0,10 до 1,6 | 0,25     |
| 6; 7                | Св. 0,4 до 3,2   | Св. 1,6 до 12,5 | 0,8      |
| 4; 5                | Св. 3,2 до 12,5  | Св. 12,5 до 50  | 2,0      |
| 1; 2; 3             | Св. 12,5 до 100  | Св. 50 до 100   | 8,0      |

В общем случае для обозначения шероховатости поверхности применяют один из знаков, изображенных на рисунке 8.2.

Причем знак  $\sqrt{\quad}$  используется тогда, когда конкретный способ обработки детали не устанавливается; знак  $\sqrt{\quad}$  – когда с поверхности удаляется слой металла (например, при сверлении, точении, фрезеровании и т. п.); знак  $\nabla$  – когда поверхность обработана без снятия слоя металла (например, при литье, ковке, штамповке и т. д.) или обработка данной поверхности по данному чертежу не предусмотрена.

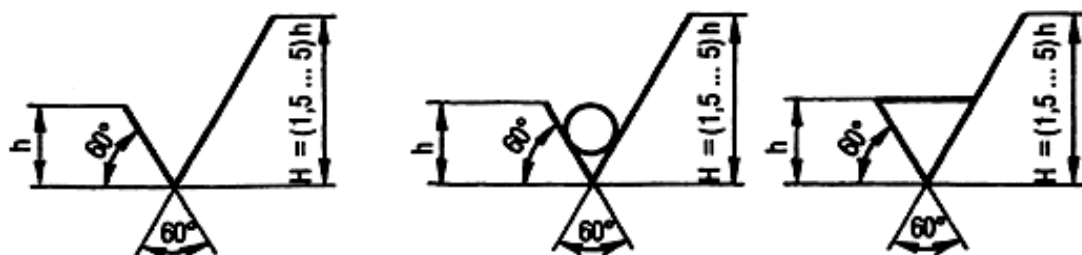


Рисунок 8.2 – Знаки, применяемые для обозначения шероховатости

Рядом со знаком шероховатости приводятся ее необходимые параметры. Структура их записи поясняется на рисунке 8.3.

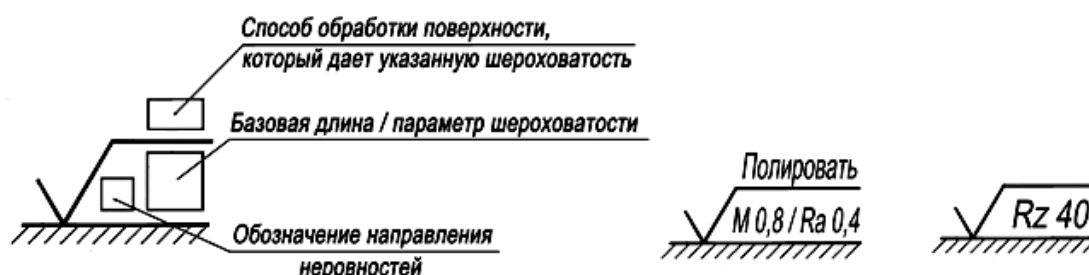


Рисунок 8.3 – Структура записи знака и параметров шероховатости

Чаще всего возле знака шероховатости приводят значения средней высоты микронеровностей  $Rz$  или среднеарифметического отклонения профиля  $Ra$ , причем параметр  $Ra$  является предпочтительным, как более точный.

Во избежание путаницы с отнесением шероховатости к тому или иному классу рекомендуется на одном чертеже употреблять или параметры  $Ra$ , или  $Rz$ .

В общем случае знаки шероховатости на рабочих чертежах помещают:

- на имеющихся изображениях детали;
- в правом верхнем углу чертежа;
- в технических требованиях над штампом основной надписи.

При обозначении шероховатости прямо на изображениях ее знаки рекомендуется располагать относительно основной надписи так, как показано на рисунке 8.4.

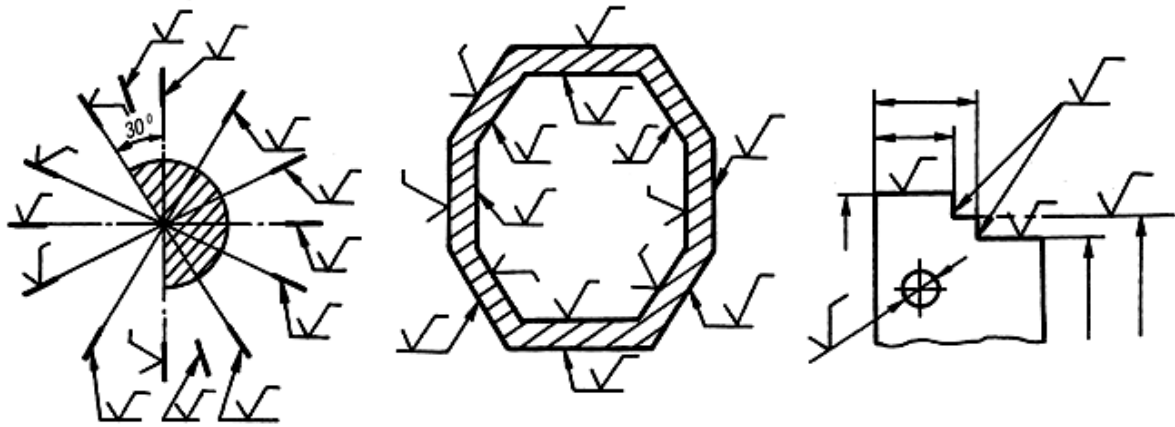
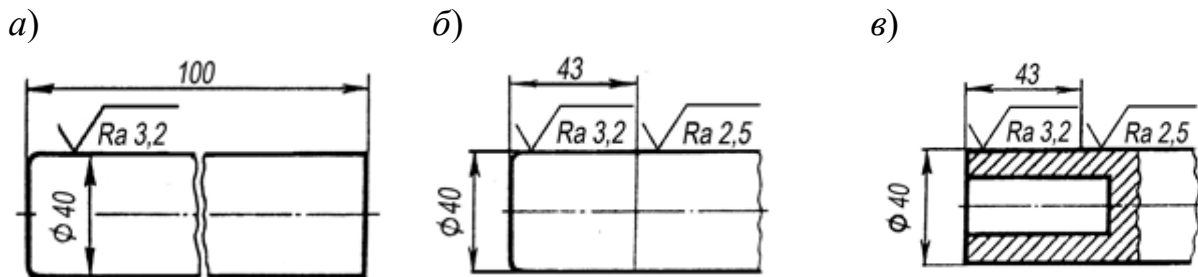


Рисунок 8.4 – Расположение знаков шероховатости на изображениях чертежа

На изображении детали с разрывом обозначение шероховатости наносится на одну часть детали (рисунок 8.5, а). Если на отдельных участках детали шероховатость одной и той же поверхности должна быть различной, то эти участки разграничивают сплошной тонкой линией с нанесением соответствующего размера и обозначений шероховатости, причем, через зону штриховки тонкую линию не проводят (рисунок 8.5, б, в).



а – изображение детали с разрывом; б, в – шероховатость одной и той же поверхности различна

Рисунок 8.5 – Примеры нанесения знаков шероховатости

Если шероховатость всех поверхностей одинакова или имеются поверхности с преобладающим ее значением, знаки шероховатости могут помещаться в правом верхнем углу чертежа на расстоянии 5...10 мм от внутренней его рамки (рисунок 8.6). Размеры и толщина линий таких знаков должны быть в 1,5 раза больше, чем знаков, нанесенных на изображениях. Размеры знака, взятого в скобки, такие же, как и на изображении. Комбинация знаков  $\sqrt{Rz40(\sqrt{V})}$  читается следующим образом: «Поверхности детали, кроме мест, указанных особо, имеют шероховатость  $Rz\ 40$ ». Комбинация знаков  $\sqrt{V}(\sqrt{V})$  применяется в случае, когда преобладающая часть поверхностей детали по данному чертежу обработке не подвергается.

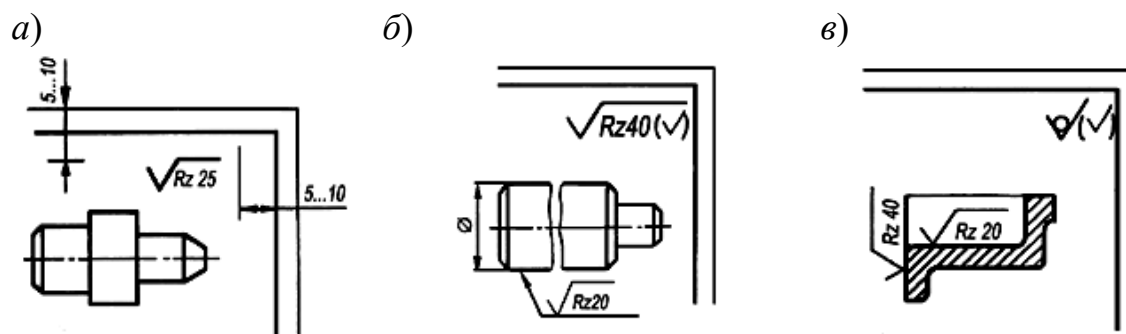


Рисунок 8.6 – Обозначение одинаковой (а) и преобладающей (б, в) шероховатости

### Вопросы для самоконтроля

- 1 Для определения чего применяется понятие «шероховатость»?
- 2 Основные параметры шероховатости.
- 3 Значения параметров шероховатости.
- 4 Какие знаки применяют для обозначения шероховатости поверхности?
- 5 Структура записи обозначения шероховатости.
- 6 Расположение знаков шероховатости.

## 9 Чтение сборочного чертежа

*Сборочный чертеж* содержит различные изображения изделия (виды, разрезы, сечения, укрупненные выносные элементы) и другие данные, необходимые уже для его сборки (изготовления) и контроля работы. Кроме габаритных, установочных/присоединительных и необходимых справочных размеров на нем указываются и те размеры, которые должны быть выполнены или проконтролированы в процессе сборки. В шифре сборочного чертежа проставляется аббревиатура СБ.

*Прочсть* сборочный чертеж означает подробно разобраться с основными его функциями, которые можно свести к следующему перечню действий:

- уяснение назначения и принципа работы изделия. Для чего анализируется информация в штампе основной надписи, возможные описания устройства, дополнительные данные в виде технических требований, технических характеристик, схем и т. д.;
- определение габаритных, установочных и присоединительных размеров изделия и его составных частей, в том числе с учетом возможных перемещений подвижных частей;
- формирование представлений об имеющихся в изделии соединениях деталей, их разновидностях, форме и размерах;
- установление порядка сборки/разборки изделия и необходимых условий контроля этого процесса;
- определение комплектности изделия. Совместно со сборочным

чертежом анализируется сопутствующий конструкторский документ «СПЕЦИФИКАЦИЯ»;

- составление по имеющемуся сборочному чертежу представлений о форме, размерах и особенностях деталей, входящих в изделие.

На сборочных чертежах *допускается не показывать* (рисунок 9.1):

- фаски (поз. 1), скругления (поз. 2), проточки (поз. 3), углубления, выступы, рифления, насечки, оплетки и другие мелкие элементы деталей;

- зазоры между стержнем и отверстием (поз. 4);

- недорез резьбы и коническую часть глухого отверстия (поз. 6);

- лекальные кривые и линии перехода, они заменяются дугами окружности или прямыми линиями;

- крышки, маховики, фланцы, щиты, кожухи и т. п., если проекция детали закрывает конструктивную особенность сборочной единицы. При этом над изображением делают соответствующую надпись: «Крышка поз. ... не показана» или: «Дет. поз. ... не показаны» и т. д. В таких случаях эти детали целесообразно изображать отдельно с добавлением надписи типа «В деталь поз. 8» (рисунок 9.2);

- на сборочном чертеже крайние положения подвижных деталей изображают штрихпунктирной линией с двумя точками (см. рисунок 9.2);

- линии невидимого контура, т. к. это часто затрудняет чтение чертежа.

На сборочных чертежах условно *не рассечёнными показывают*:

- винты, болты, штифты, гайки, шпильки, шпонки, шайбы и другие крепежные изделия, если они располагаются в разрезах, проходящих вдоль их продольных осей (поз. 6 и 7);

- сплошные валы и оси в разрезах продольными плоскостями. Дополнительные конструктивные элементы этих деталей показывают с помощью местных разрезов (поз. 3) или вынесенных сечений;

- типовые, покупные и другие широко применяемые изделия. Их показывают лишь внешними очертаниями без подробностей (поз. 10);

- спицы маховиков, шкивов, зубчатых колес, тонкие стенки ребер жесткости, если секущая плоскость направлена вдоль оси или длинной стороны этого элемента (см. рисунок 9.2);

- те составные части изделия, на которые оформлены самостоятельные сборочные чертежи (поз. 10).

При наличии в сборочной единице нескольких одинаковых составных частей (например, соединений крепежными деталями) допускается изображать одно-два, а остальные указывать осевыми или центровыми линиями (поз. 11).

Для упрощения чертежей и сокращения количества изображений допускается изображать в разрезе отверстия, расположенные на круглом фланце, даже если они не попадают в секущую плоскость.

При штриховке деталей, попавших в плоскость разреза, необходимо иметь в виду, что одна и та же деталь на всех разрезах сборки штрихуется одинаково.

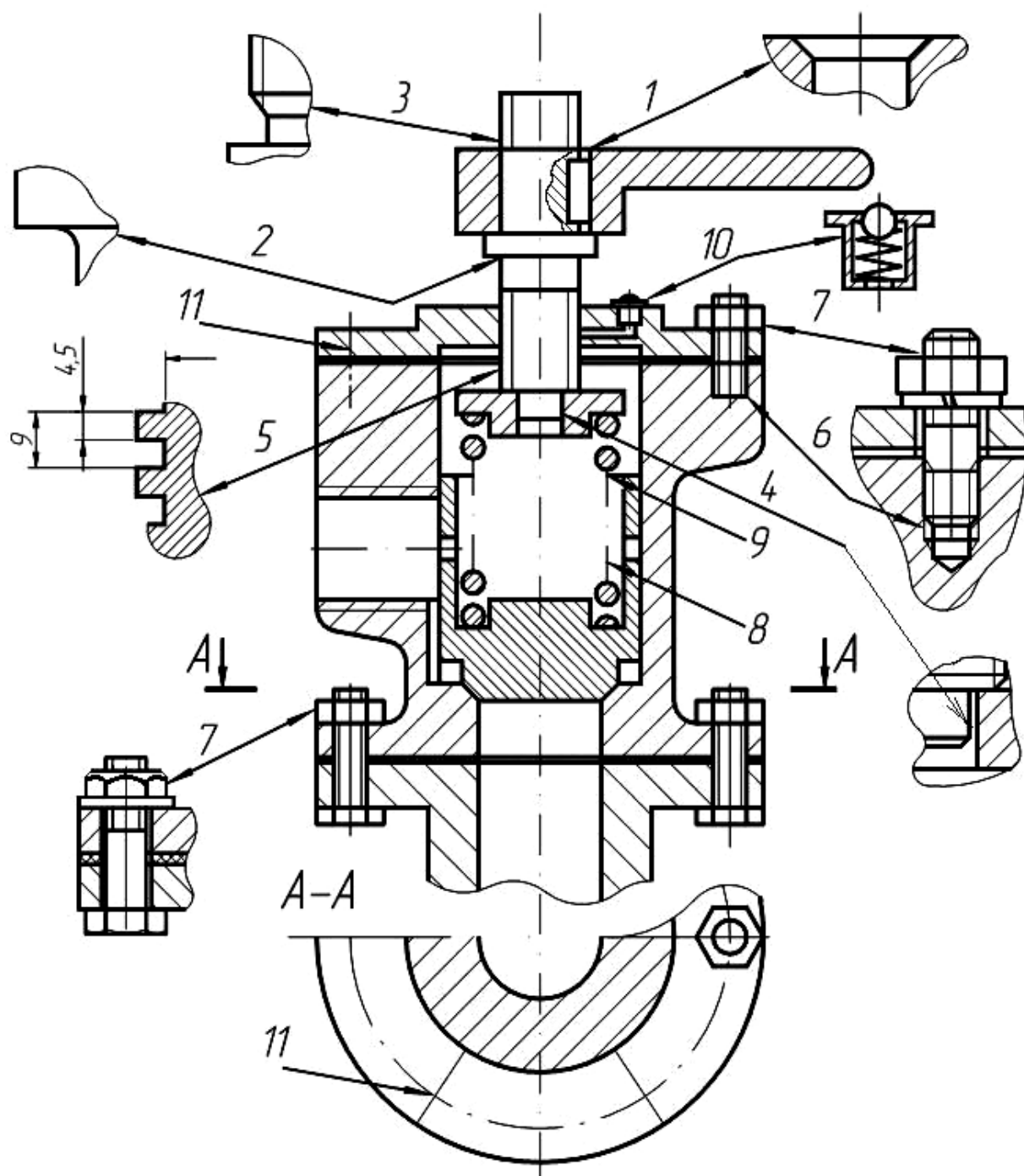


Рисунок 9.1 – Условности и упрощения, используемые на сборочных чертежах

### *Вопросы для самоконтроля*

- 1 Дайте определение термину «Сборочный чертеж».
- 2 Прочестъ сборочный чертеж означает...
- 3 Какие изображения и данные содержит сборочный чертеж?
- 4 Чтение сборочного чертежа.
- 5 Условности и упрощения, используемые на сборочных чертежах.
- 6 Не рассечёнными на сборочных чертежах условно показывают...

## 10 Детализирование сборочного чертежа

Рабочие чертежи выполняются только на нестандартные детали. Для стандартных изделий форма, размеры и условные обозначения оговорены соответствующими стандартами.

Рабочие чертежи деталей в совокупности с техническими условиями должны содержать все необходимые данные, определяющие форму, размеры, допуски, материал, термическую обработку, отделку и другие сведения, необходимые для изготовления и контроля деталей.

Правила составления рабочих чертежей устанавливает ГОСТ 2.109–73.

Примеры рабочих чертежей представлены на рисунках 10.1 и 10.2.

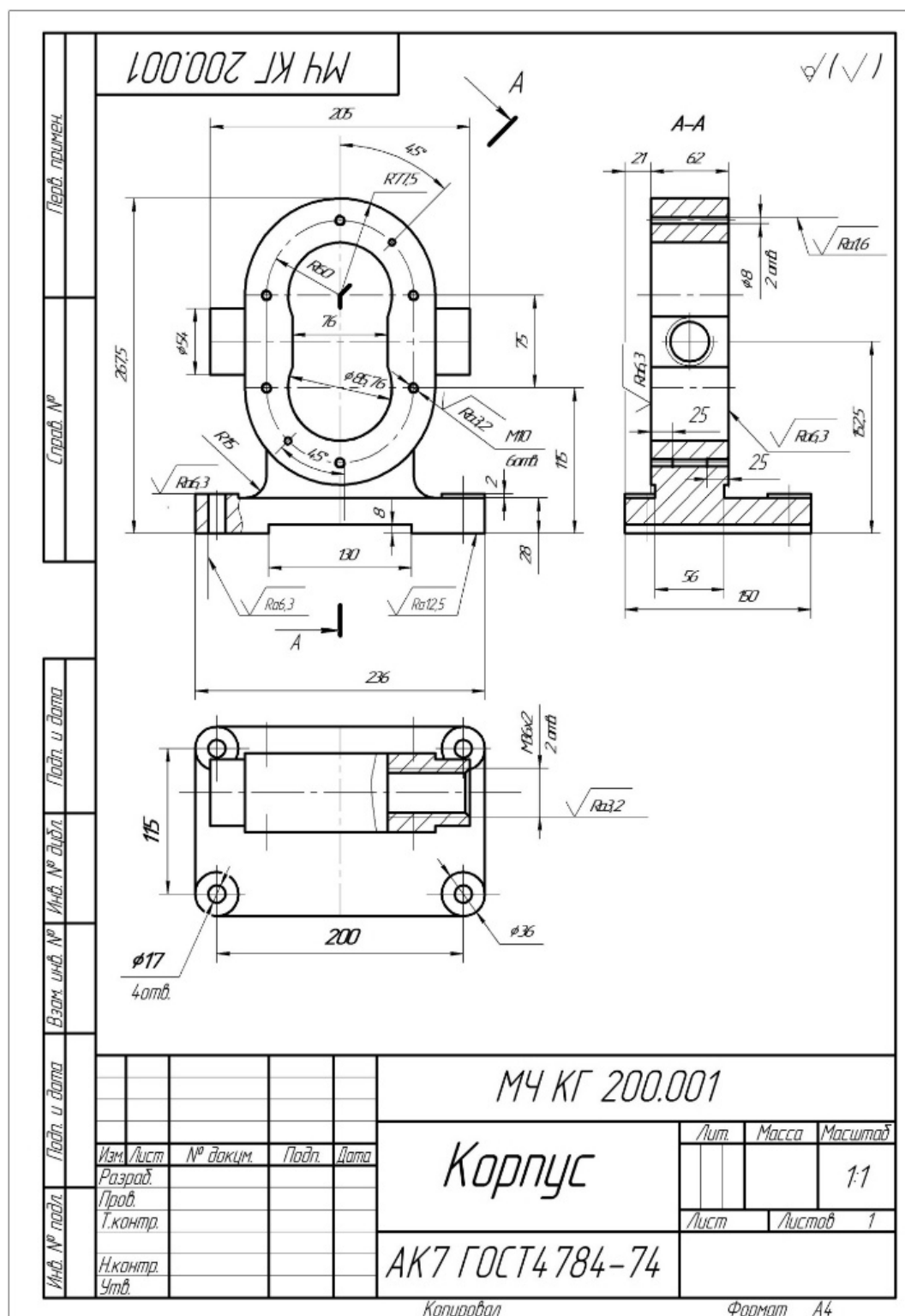


Рисунок 10.1 – Рабочий чертеж «Корпус»

Рисунок 10.2 – Рабочий чертеж «Крышка»

При выполнении рабочего чертежа детали необходимо придерживаться следующей последовательности:

1) определить необходимое количество изображений детали, которое должно быть минимальным, но достаточным для полного представления ее формы и размеров. Особое значение имеет правильный выбор главного изображения. В качестве его выбирают такое, которое дает наиболее полное представление о форме и размерах детали. Оно должно располагаться в проекционной связи с остальными изображениями, что способствует быстрому и легкому чтению чертежа. Целесообразно, чтобы главное изображение давало представление и о внутренней форме детали;

2) установить масштаб чертежа детали. Предпочтительно применять масштаб 1:1, дающий представление о действительных размерах детали;

3) выбрать формат листа бумаги;

4) скомпоновать изображения детали на листе. Намеченные виды, разрезы и сечения выполняются тонкими сплошными линиями;

5) нанести необходимые размеры и условные знаки;

6) оформить рабочий чертеж. Обвести сплошной линией контуры всех изображений. Нанести штриховку на разрезах и сечениях в соответствии с материалом детали. Разрезы или сечения одной и той же детали на всех ее изображениях заштриховываются в одном направлении. Заполняют графы основной надписи чертежа с занесением обозначения детали, наименования детали, обозначения марки материала и номера стандарта.

На рабочем чертеже может присутствовать и текстовая часть, содержащая технические требования или технические характеристики; таблицы с размерами и другими параметрами.

### ***Вопросы для самоконтроля***

- 1 Какие чертежи называют рабочими?
- 2 Для каких деталей выполняются рабочие чертежи?
- 3 Какие данные должны содержать рабочие чертежи?
- 4 Последовательность выполнения рабочих чертежей.

## Список литературы

- 1 Инженерная графика: учебник / под ред. Н. П. Сорокина. – 6-е изд., стер. – СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2022. – 392 с.
- 2 **Чекмарев, А. А.** Инженерная графика. Машиностроительное черчение: учебник / А. А. Чекмарев. – М. : ИНФРА-М, 2022. – 396 с.
- 3 **Цакунов, А. А.** Инженерная графика. Основы начертательной геометрии. Основы технического черчения. Основы машиностроительного черчения: учеб. пособие / А. А. Цакунов, Т. Э. Каптилович; под ред. Г. Ф. Ласуты. – Мн. : Минфин, 2022. – 195 с.
- 4 Радиусы закруглений и фаски. Размеры: ГОСТ 10948–64. – М. : Изд-во стандартов, 1986. – 2 с.
- 5 Изображение резьбы: ГОСТ 2.311–68. – Мн. : Госстандарт, 2010. – 7 с.
- 6 Отверстия центровые. Размеры: ГОСТ 14034–74. – Мн. : Госстандарт, 2008. – 124 с.
- 7 Рифления прямые и сетчатые. Форма и основные размеры: ГОСТ 21474–75. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 3 с.
- 8 Шпонки призматические. Размеры, допуски и посадки: ГОСТ 23360–78. – М.: Изд-во стандартов, 1979. – 19 с.
- 9 Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шлицевые прямобочные. Размеры и допуски: ГОСТ 1139–80. – Мн. : Госстандарт, 2011. – 9 с.
- 10 Сегментные шпонки и шпоночные пазы: ГОСТ 24071–97. – М. : Изд-во стандартов, 2000. – 6 с.
- 11 Инженерная графика: метод. рекомендации к практ. занятиям для студентов направления подготовки 27.03.05 «Инноватика» очной формы обучения / Бел.-Рос. ун-т; сост. Ж. В. Рымкевич, О. А. Воробьева, Н. М. Юшкевич. – Могилев: Бел.-Рос. ун-т, 2022. – 47 с.
- 12 Инженерная графика: метод. рекомендации к управляемой самостоятельной работе для студентов специальности 1-36 01 06 «Оборудование и технология сварочного производства» очной формы обучения / Бел.-Рос. ун-т; сост. О. А. Воробьева, Н. М. Юшкевич. – Могилев: Бел.-Рос. ун-т, 2022. – 41 с.
- 13 Инженерная графика: метод. рекомендации к практ. занятиям для студентов специальностей 6-05-0713-04 «Автоматизация технологических процессов и производств» и 6-05-0714-02 «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» очной и заочной форм обучения: в 2 ч. / Бел.-Рос. ун-т; сост. Ж. В. Рымкевич. – Могилев: Бел.-Рос. ун-т, 2025. – Ч. 2. – 45 с.