

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Техносферная безопасность и производственный дизайн»

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

*Методические рекомендации к лабораторным работам
для студентов направления подготовки
15.03.03 «Прикладная механика»
очной формы обучения*



Могилев 2024

УДК 744: 621.791.053
ББК 30.11
И62

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Техносферная безопасность и производственный дизайн» «13» февраля 2024 г., протокол № 7

Составители: ст. преподаватель Ж. В. Рымкевич;
ст. преподаватель Ю. А. Гуца

Рецензент канд. техн. наук, доц. Е. В. Ильюшина

Методические рекомендации предназначены для студентов направления подготовки 15.03.03 «Прикладная механика» очной формы обучения. В них рассматривается последовательность выполнения всех индивидуальных графических заданий по курсу дисциплины «Инженерная графика».

Учебное издание

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Ответственный за выпуск	А. В. Щур
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 36 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, 2024

Содержание

Введение.....	4
1 Соединения неразъемные.....	5
2 Соединения болтом и шпилькой.....	12
3 Спецификация.....	18
4 Эскизирование.....	22
5 Шероховатость.....	27
6 Чтение сборочного чертежа.....	30
7 Детализирование сборочного чертежа.....	33
Список литературы.....	37

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 нашей стране.

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 лабораторным работам по дисциплине «Инженерная графика» подготовлены на основе действующих стандартов и отвечают требованиям учебного процесса.

1 Соединения неразъемные

Цель работы: изучение классификации неразъемных соединений.

Задача работы: выполнение сварного соединения согласно выданному преподавателем варианту.

Порядок выполнения работы: изучить предложенный материал, после чего выполнить индивидуальное задание «Соединение сварное. Сборочный чертеж» на листе формата А3 согласно бланку задания.

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 [1].

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 1.1.

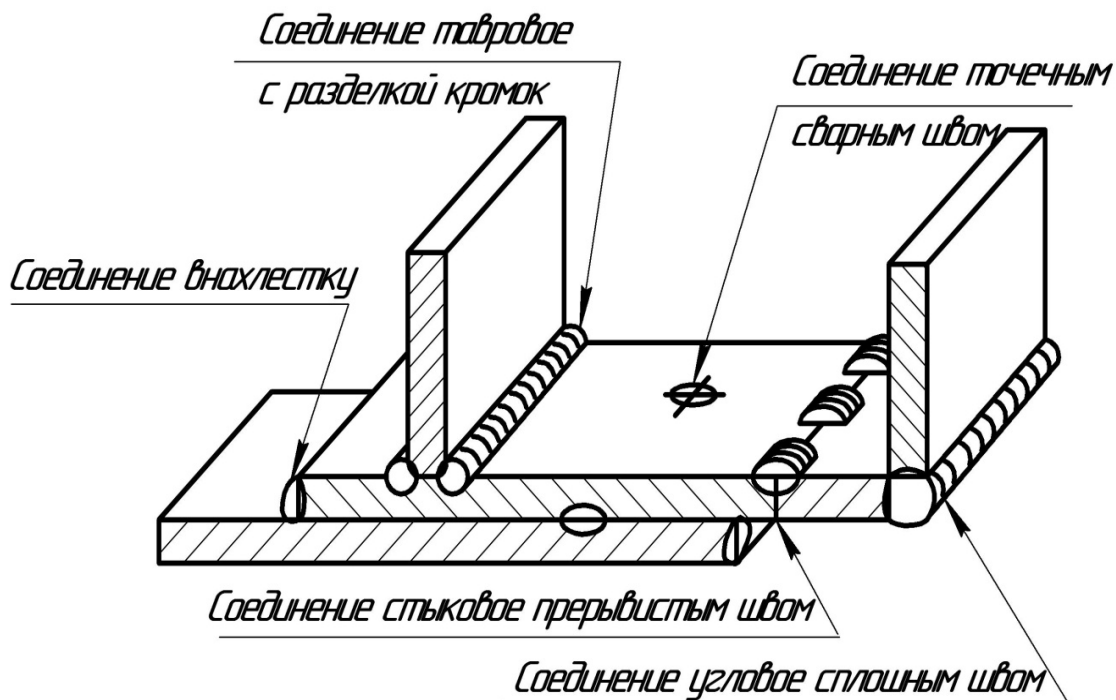


Рисунок 1.1 – Типы сварных соединений и швов

Структура полного условного обозначения стандартного сварного шва или одиночной точки показана на рисунке 1.2, 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 (допускается 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 электродзаклепки;

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

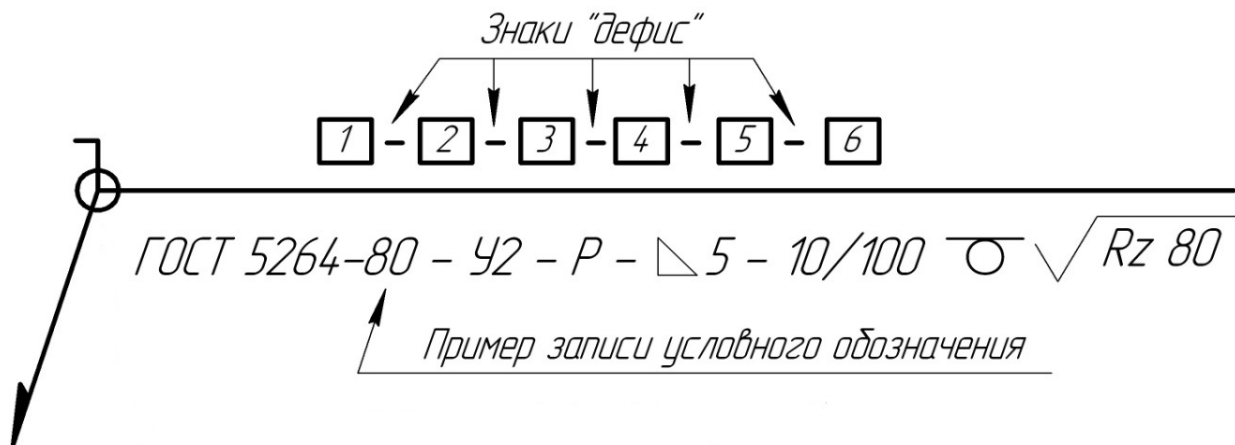


Рисунок 1.2 – Структура условного обозначения сварного шва

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 1.3).

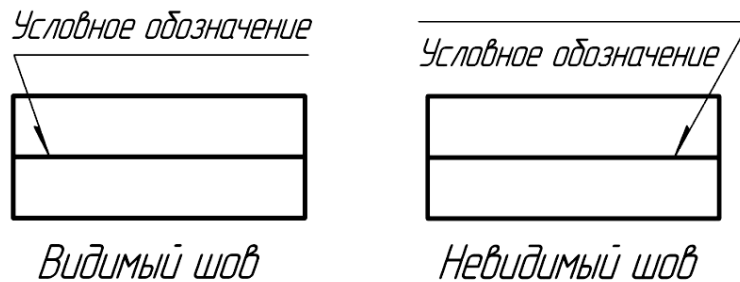


Рисунок 1.3 – Размещение условного обозначения шва с лицевой и обратной стороны

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.

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 1.4). К линии-выноске присоединяют горизонтальную полку, которая предназначена для записи условного обозначения стандартного сварного шва. В случае необходимости допускается излом линии-выноски.

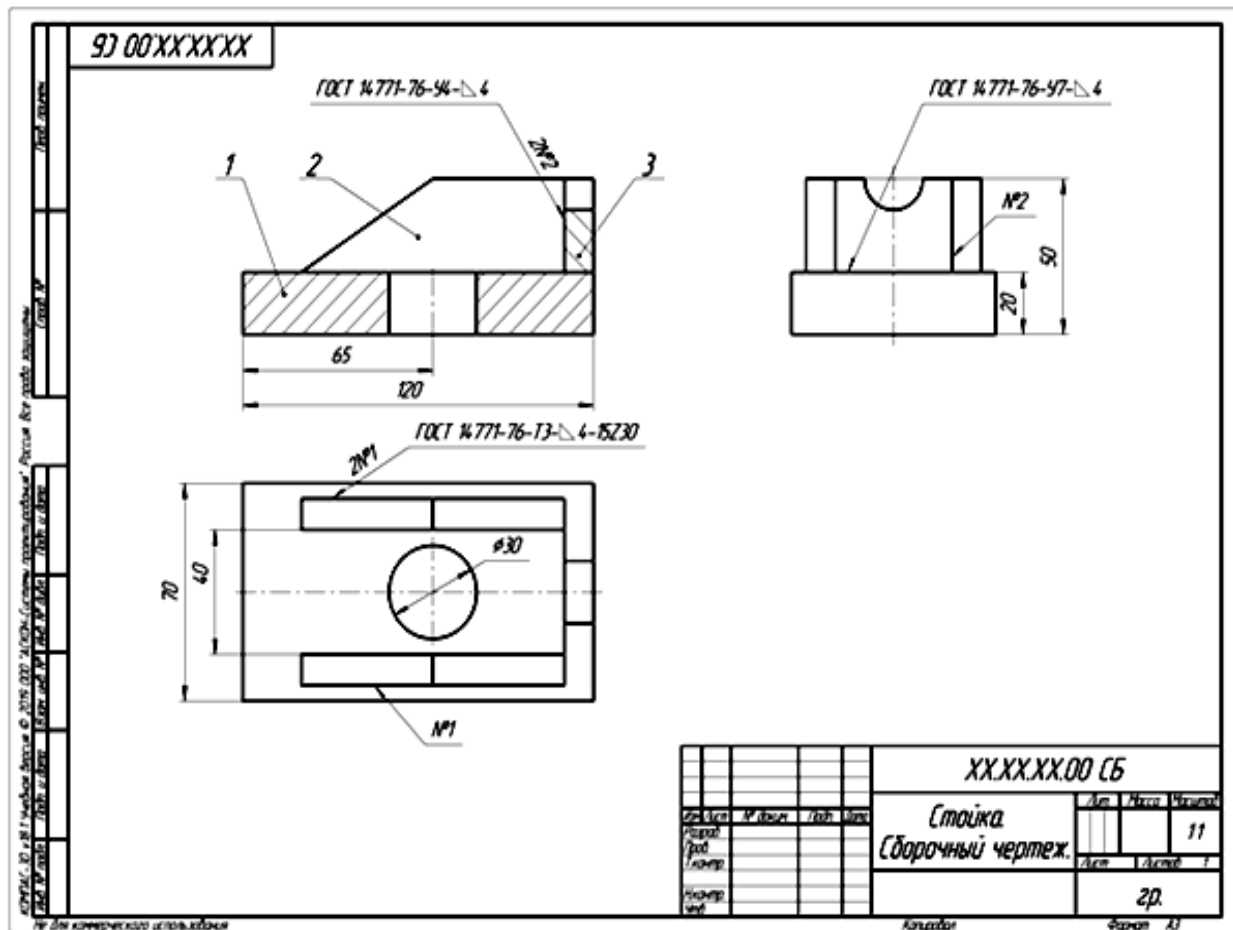


Рисунок 1.4 – Пример выполнения сварного соединения

Взаимное расположение свариваемых деталей в соединении и форма подготовки их кромок в условном обозначении шва определяется с помощью буквенно-цифрового символа. На рисунке 1.5 приведены наиболее распространенные виды соединений, пределы толщин в миллиметрах свариваемых деталей и соответствующие им буквенно-цифровые символы.

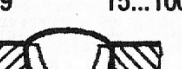
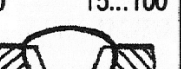
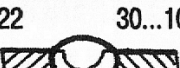
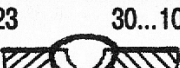
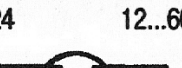
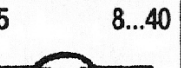
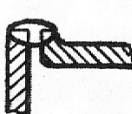
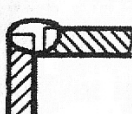
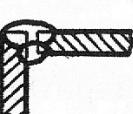
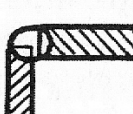
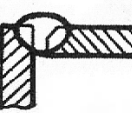
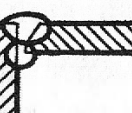
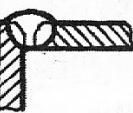
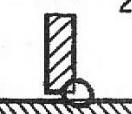
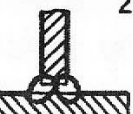
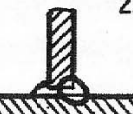
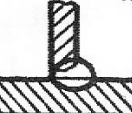
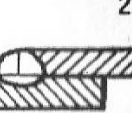
C1 1...3 	C2 1...6 	C3 1...6 	C4 2...8 	C5 4...26 
C6 4...26 	C7 6...34 	C8 4...26 	C9 15...60 	C10 15...60 
C11 12...60 	C12 30...100 	C13 12...60 	C14 8...40 	C15 3...50 
C16 6...100 	C17 6...34 	C18 3...50 	C19 15...100 	C20 15...100 
C21 12...60 	C22 30...100 	C23 30...100 	C24 12...60 	C25 8...40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

Рисунок 1.5 – Условное изображение сварных швов

В условном обозначении сварного шва могут быть применены следующие вспомогательные знаки (рисунок 1.6):

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		l/t	lZt	$\bigcirc$	$\sim$	$\triangle$	$\bigcirc$	$\equiv$	$\perp$
Положение на полке	Видимый сварной шов								
	Невидимый сварной шов								

Рисунок 1.6 – 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 1.2).

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 1.7).

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 1.7 – 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 1.8).

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

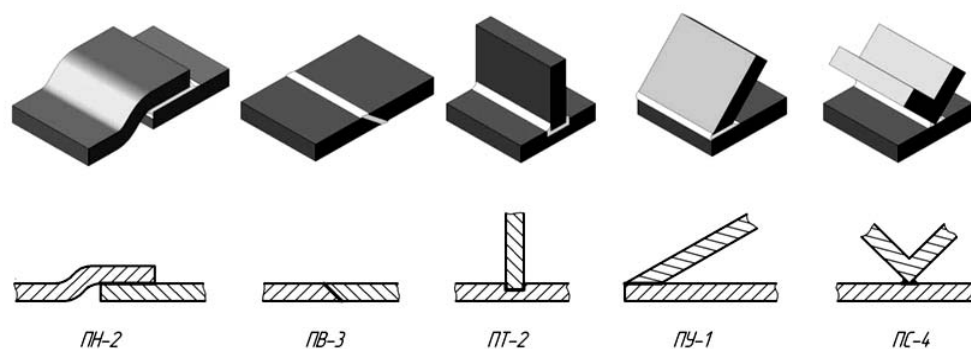


Рисунок 1.8 – Основные типы паяных соединений

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 стандарту

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 1.9).

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 1.10).

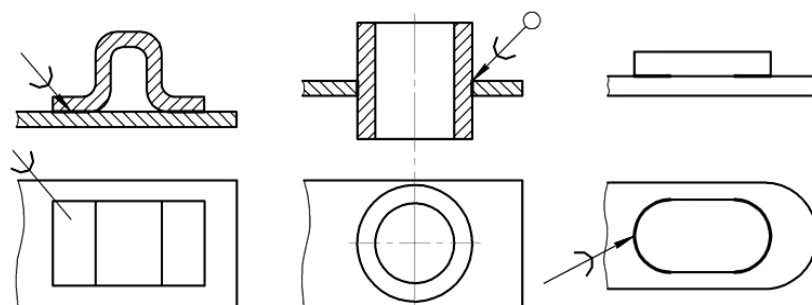


Рисунок 1.9 – Соединения пайкой

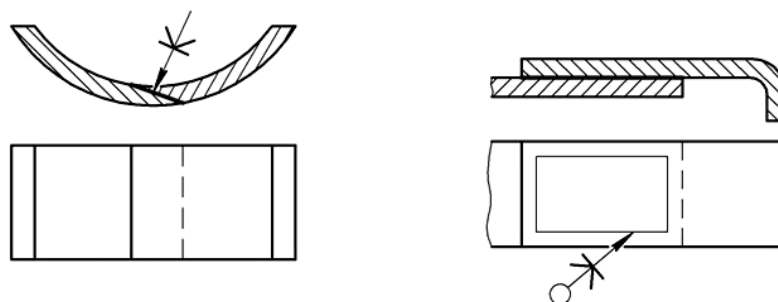


Рисунок 1.10 – Клеевое соединение

Вопросы для самоконтроля

- 1 Какие соединения относятся к неразъемным?
- 2 Структура условного обозначения сварного шва.
- 3 Приведите примеры сварных соединений.
- 4 Паяные соединения.
- 5 Соединения склеиванием.

6 Выполните индивидуальное задание «Соединение сварное. Сборочный чертеж» на листе формата А3 согласно бланку задания.

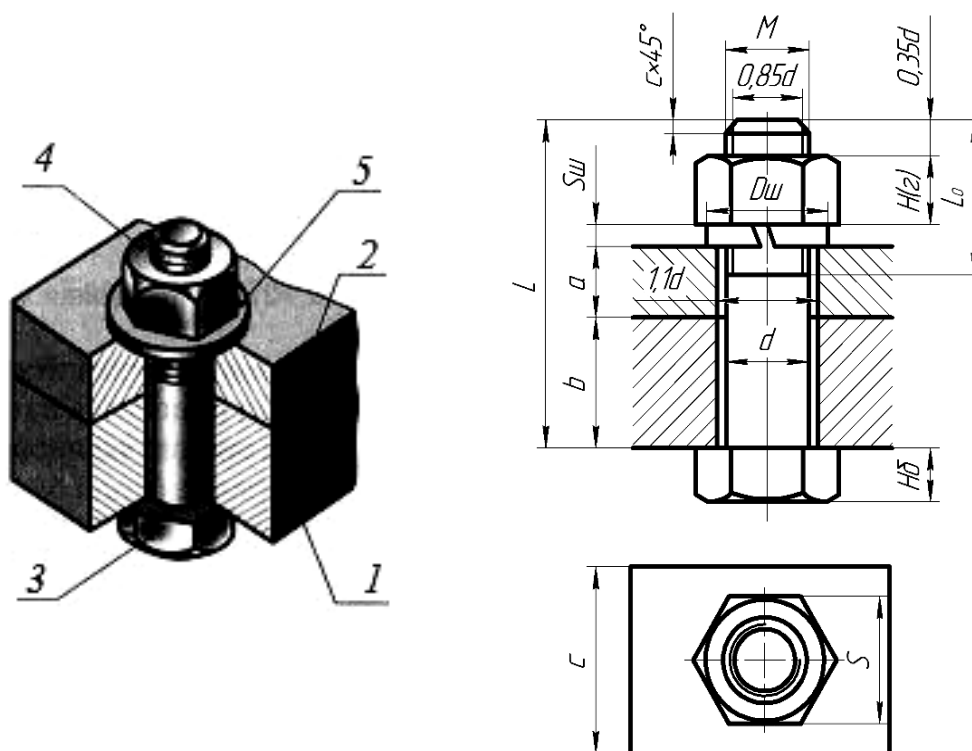
2 Соединение болтом и шпилькой

Цель работы: изучить порядок выполнения построения соединения болтом и шпилькой.

Задача работы: построить чертеж согласно выданному варианту задания.

Порядок выполнения работы: изучить предложенный материал, после чего выполнить первую часть индивидуального задания «Соединения резьбовые».

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 2.1 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 2.1 – Изображение соединения болтом

Исходным параметром болта является его наружный диаметр резьбы d . Расчетная длина болта: $L_p = a + b + S_{ш} + H(2) + 0,35d$. Размеры a и b берутся из схемы согласно выданному варианту. Размеры пружинной шайбы $S_{ш}$, $D_{ш}$ подбираются по ГОСТ 6402–70. Высота шестигранной гайки $H(2)$ и размер «под ключ» S – из ГОСТ 5915–70. Стандартная длина болта L подбирается после расчета L_p по ГОСТ 7798–70. Величина фаски c 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 2.2).

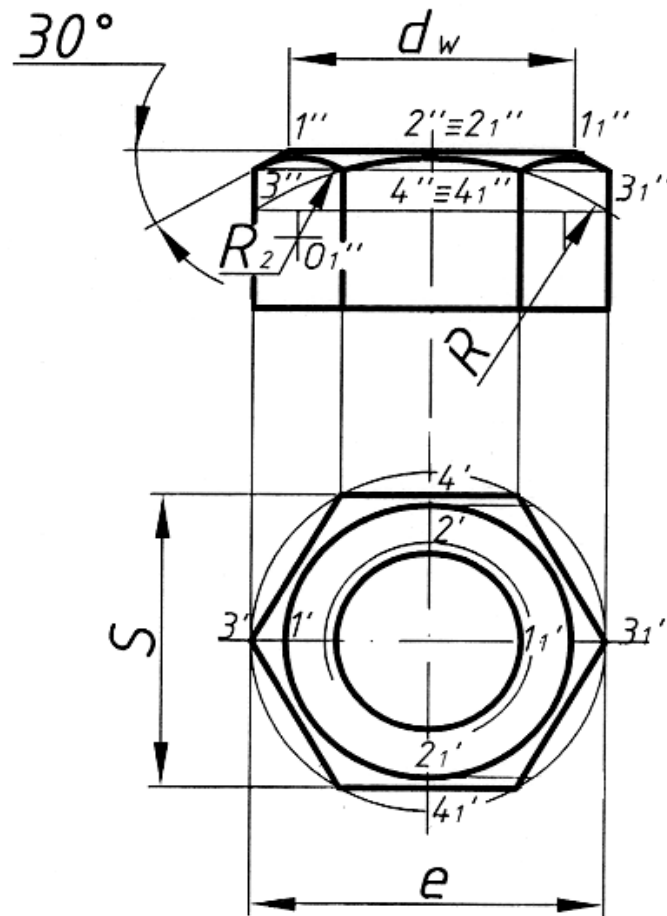


Рисунок 2.2 – Пример построения шестигранной гайки нормальной точности

На виде спереди строят проекции шестигранной призмы заданной высоты m , которая равна размеру $H(z)$ с рисунка 2.1. Далее определяют диаметр d_w окружности, ограничивающей торцовые плоскости гайки: $d_w = (0,9 \dots 0,95) S$.

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.

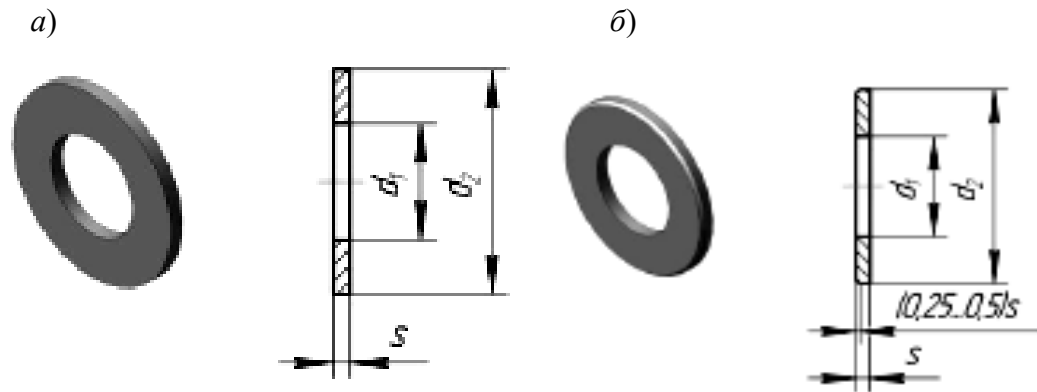
Через точку $4''$ радиусом $R = 1,5d$, центр которого будет лежать на оси гайки, проводят дугу до пересечения с боковыми ребрами гайки.

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.

Шайба – деталь резьбового соединения в виде тонкого плоского или фасонного диска с отверстием круглой формы. 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. Данные для построения шайб приведены в ГОСТах.

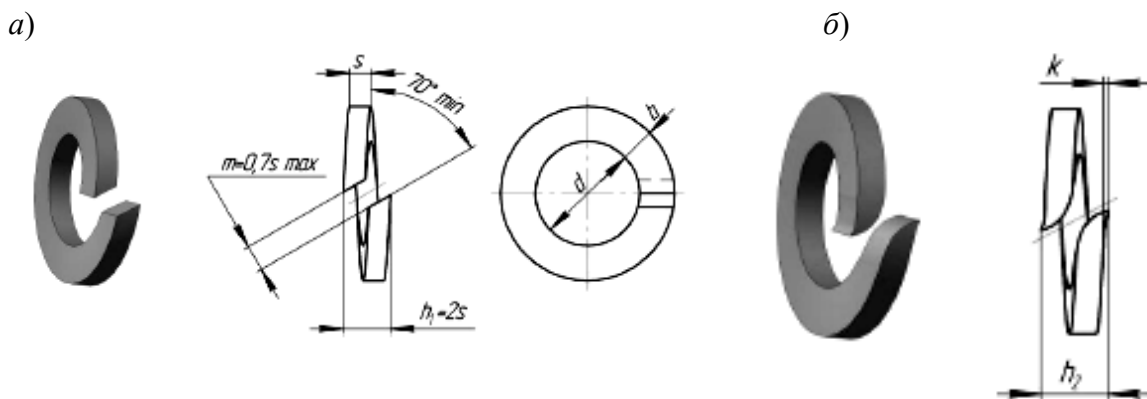
Шайбы круглые, по ГОСТ 11371–78, изготавливают в двух исполнениях: без фасок, с фасками (рисунок 2.3).



a – исполнение 1; *б* – исполнение 2

Рисунок 2.3 – 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 2.4) представляют собой виток винтового выступа левого направления.



a – исполнение 1; *б* – исполнение 2

Рисунок 2.4 – Шайба пружинная

Шпилька – крепежная деталь для разъемного резьбового соединения, представляющая собой цилиндрический стержень с нарезанной резьбой на обо-

их концах. Средняя часть шпильки без резьбы гладкая. Конструкции и размеры шпилек регламентированы ГОСТ 22032–76...ГОСТ 22043–76.

Шпильки общего назначения изготавливают в двух исполнениях:

1) с одинаковыми номинальными диаметрами резьбы и гладкой части (рисунок 2.5);

2) с номинальным диаметром гладкой части меньше номинального диаметра резьбы (рисунок 2.6).

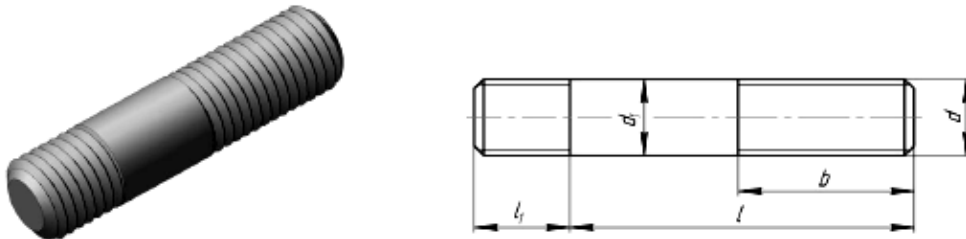


Рисунок 2.5 – Шпилька общего назначения исполнения 1

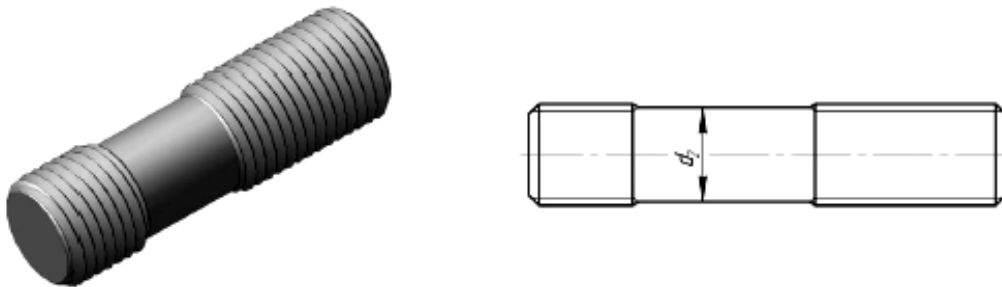


Рисунок 2.6 – Шпилька общего назначения исполнения 2

Наглядное изображение соединения деталей шпилькой показано на рисунке 2.7.

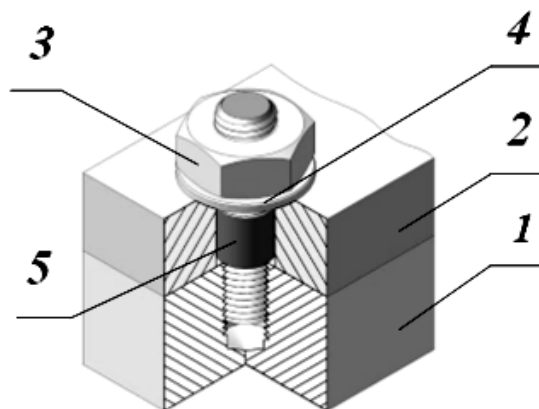


Рисунок 2.7 – Наглядное изображение соединения шпилькой

В корпусе (деталь 1) просверливают сверлом несквозное отверстие (гнездо) и нарезают резьбу. Посадочный конец шпильки b_1 (деталь 5) полностью вкручивается в это отверстие. Сверху на шпильку надевается крышка (деталь 2),

которую необходимо соединить с деталью 1. Диаметр отверстия в крышке берут на 1,0...1,5 мм больше, чем диаметр шпильки d . Как и при соединении болтом, надевают шайбу (деталь 4) и навинчивают гайку (деталь 3).

Исходным параметром для соединения шпилькой является диаметр резьбы шпильки d . Все параметры для выполнения задания выдает преподаватель.

В зависимости от материала корпуса рассчитывают длину посадочного резьбового конца шпильки b_1 . Она бывает различных исполнений:

- 1) для резьбовых отверстий в деталях из стали, бронзы и латуни (шпильки по ГОСТ 22032–76) $b_1 = d$;
- 2) для резьбовых отверстий в деталях из серого и ковкого чугуна (шпильки по ГОСТ 22036–76) $b_1 = 1,6d$;
- 3) для резьбовых отверстий в деталях из легких сплавов (шпильки по ГОСТ 22038–76) $b_1 = 2d$.

Затем рассчитывают длину шпильки L (рабочую длину шпильки). Это длина шпильки (рисунок 2.4) без посадочного конца, рассчитывается по формуле $L_p = a + S_{ш} + H(z) + 0,35d$. Размер a берётся из схемы согласно выданному варианту. Размеры шайбы $S_{ш}$, $D_{ш}$ подбираются по ГОСТ 6402–70. Высота шестигранной гайки $H(z)$ и размер «под ключ» S – из ГОСТ 5915–70.

Полученное значение округляется до ближайшего стандартного значения длины шпильки. Это будет размер длины шпильки L . Величина фаски c зависит от шага резьбы.

На рисунке 2.8 показаны изображения соединения деталей шпилькой по действительным размерам, упрощенно и условно. Упрощенные и условные изображения соединения шпилькой устанавливают согласно ГОСТ 2.315–68. Условное изображение соединения шпилькой применяют в том случае, если диаметр шпильки равен или менее 2 мм.

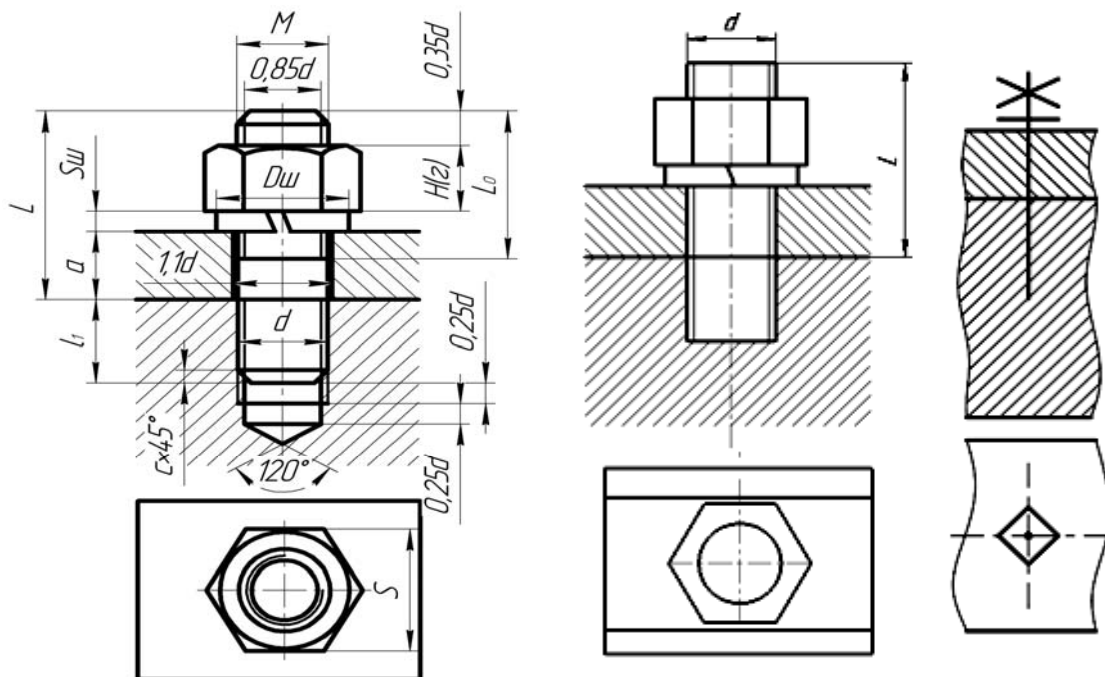


Рисунок 2.8 – Изображение соединения шпилькой

Рисунок 2.10 – Образец выполнения задания «Соединения резьбовые»

Вопросы и задания для самоконтроля

- 1 Какой параметр является исходным для выбора болта?
- 2 Формула для расчета длины болта.
- 3 Построение гайки по действительным размерам.
- 4 Как рассчитать длину посадочного резьбового конца шпильки?
- 5 Как рассчитывают длину шпильки?

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

3 Спецификация

Цель работы: изучить правила оформления спецификации.

Задача работы: оформить спецификацию для индивидуального задания «Резьбовые соединения» согласно выданному варианту задания.

Порядок выполнения работы: изучить предложенный материал, после чего оформить спецификацию.

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 3.1).

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

В колонке «Формат» указываются форматы (А1, А2, А3, А4) 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.

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 надпи-

Рисунок 3.2 – Спецификация

Шайба 24.65Г ГОСТ 6402–70.

Шайба пружинная (по ГОСТ 6402–70) исполнения 1 для крепежной детали с диаметром резьбы 8 мм, из стали 65Г без покрытия. То же с кадмиевым, хромированным покрытием толщиной 9 мкм.

Шпилька М20×1,5×55.069.029 ГОСТ 22032–76.

Шпилька исполнения 1 с наружным диаметром резьбы 20 мм, мелким шагом 1,5 мм, рабочая длина шпильки $l = 55$ мм, 6,9 – класс прочности, 0,2 – вид покрытия, 9 – толщина покрытия в микрометрах. Для шпильки исполнения 2 в условном обозначении перед наружным диаметром резьбы ставится цифра 2.

Вопросы и задания для самоконтроля

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

4 Эскизирование

Цель работы: изучить правила выполнения эскиза детали.

Задача работы: выполнить индивидуальное задание «Эскизирование» согласно выданному варианту задания.

Порядок выполнения работы: изучить предложенный материал, после чего выполнить индивидуальное задание «Эскизирование» согласно выданному варианту задания.

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 [2].

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, то есть 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 4.1 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 [7].

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.

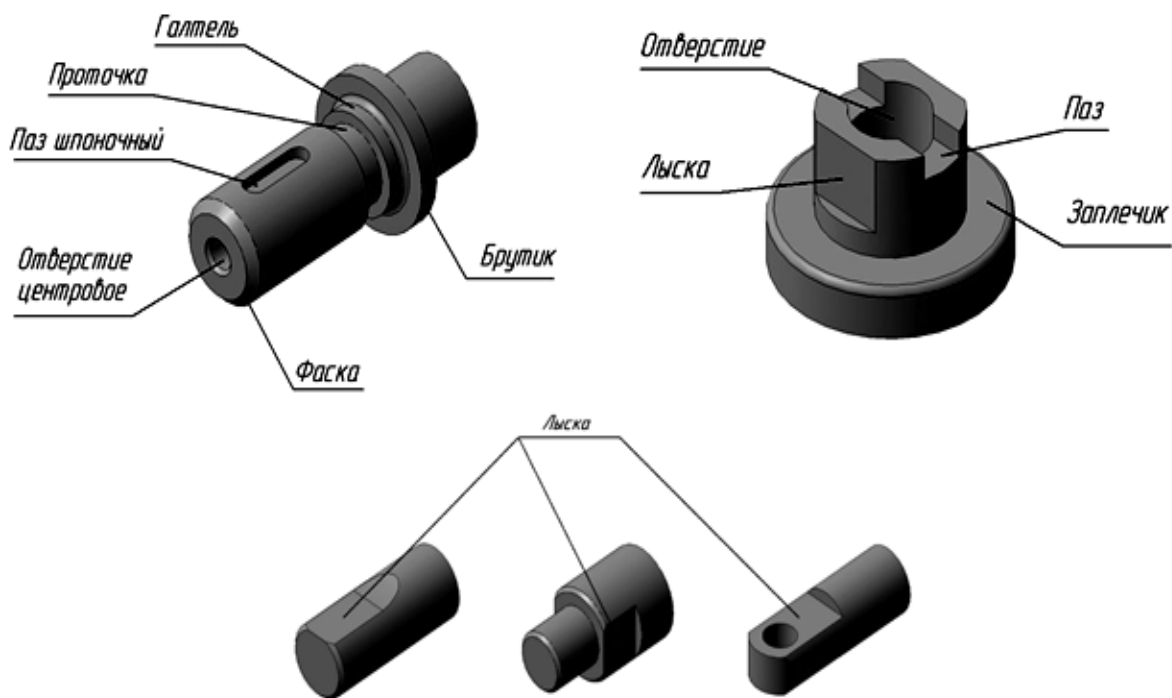


Рисунок 4.1 – Элементы вала (наглядное изображение)

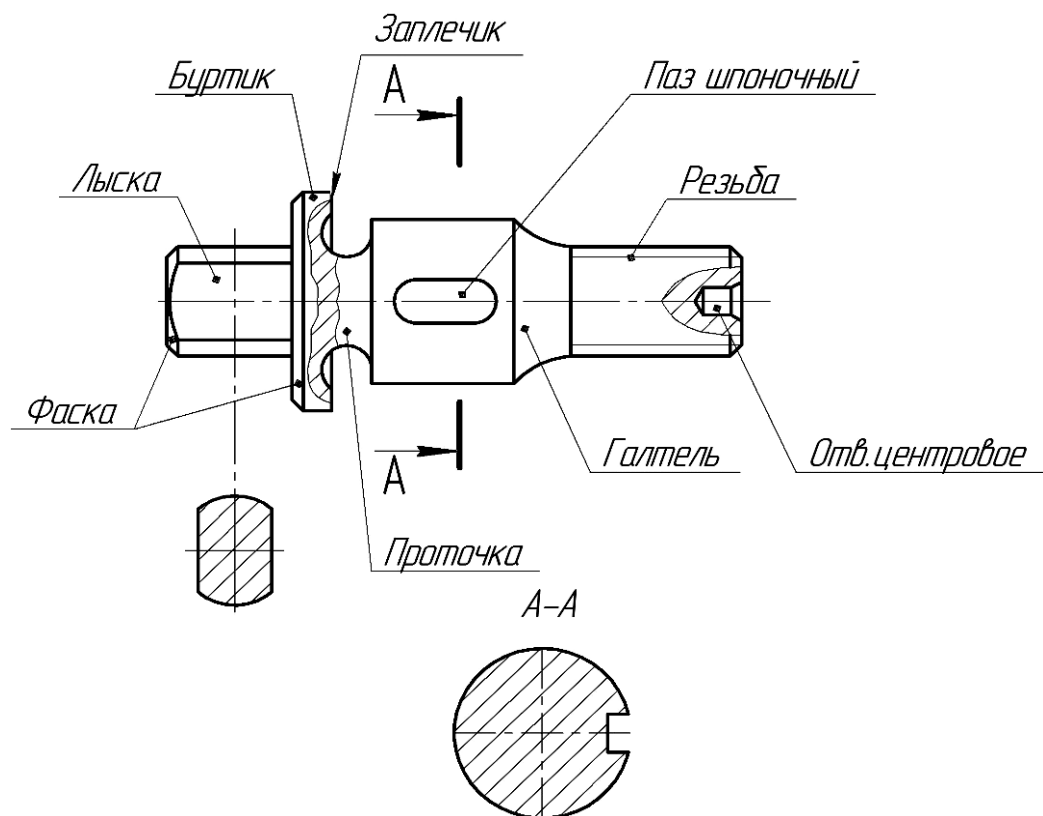


Рисунок 4.2 – Чертеж вала с отдельными элементами

Резьба – поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура.

Рифление – насечка на наружной поверхности вала в виде прямых рисок или сетки [8]. Оно предотвращает проскальзывание пальцев руки при завинчивании детали.

Фаска – скошенная кромка стержня, бруска, листа или отверстия [6]. 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 резьбонарезного 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. (рисунки 4.3).

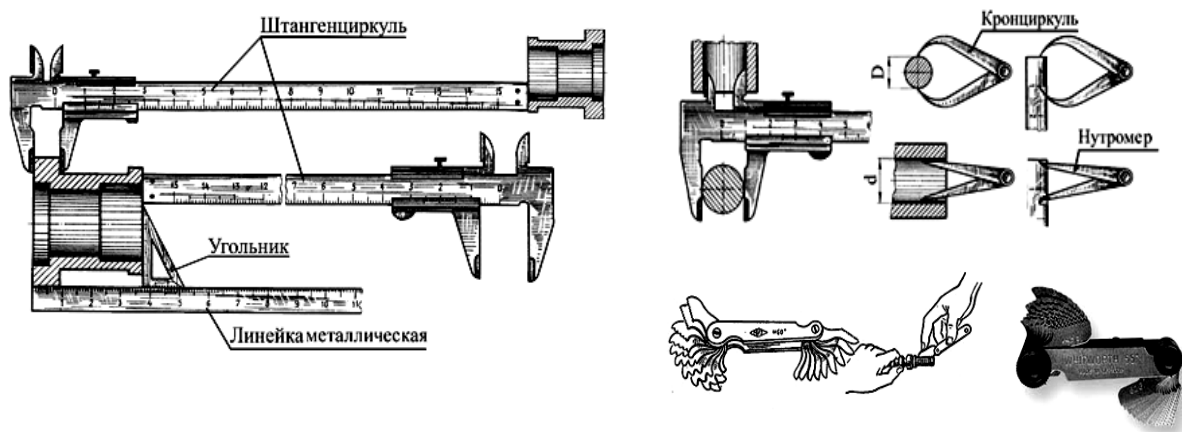


Рисунок 4.3 – Инструменты и примеры обмера деталей

8 Обозначить шероховатости поверхностей.

9 Выполнить все необходимые надписи, заполнить основную надпись чертежа по следующему образцу (рисунок 4.4, на котором 1 – обозначение чертежа, 2 – наименование детали, 3 – марка материала и ГОСТ).

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

Рисунок 4.4 – Заполнение основной надписи

На рисунке 4.5 предоставлен образец выполнения эскиза вала.

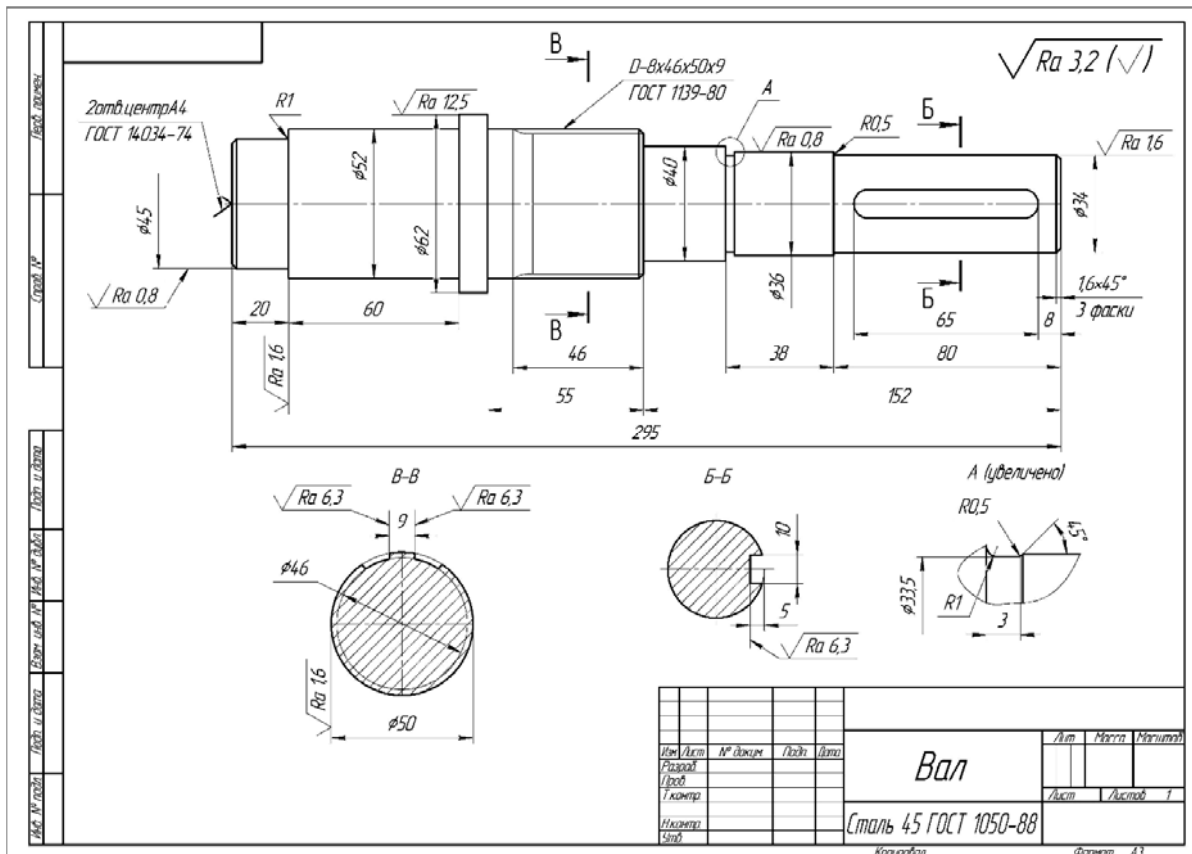


Рисунок 4.5 – Образец выполнения эскиза шлицевого вала

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.

5 Шероховатость

Цель работы: изучение правил простановки шероховатости на чертежах.

Задача работы: изучить предложенный материал, после чего ответить на вопросы преподавателя.

Порядок выполнения работы: проставить шероховатость на чертежах индивидуального задания «Эскизирование» согласно выданному варианту задания и ответить на вопросы для самоконтроля.

Для определения качества поверхностей деталей применяется понятие *шероховатости*, под которым подразумевается совокупность макро- и микронеровностей, образующих ее рельеф (рисунок 5.1). 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 ;
- l_p – относительная опорная длина.

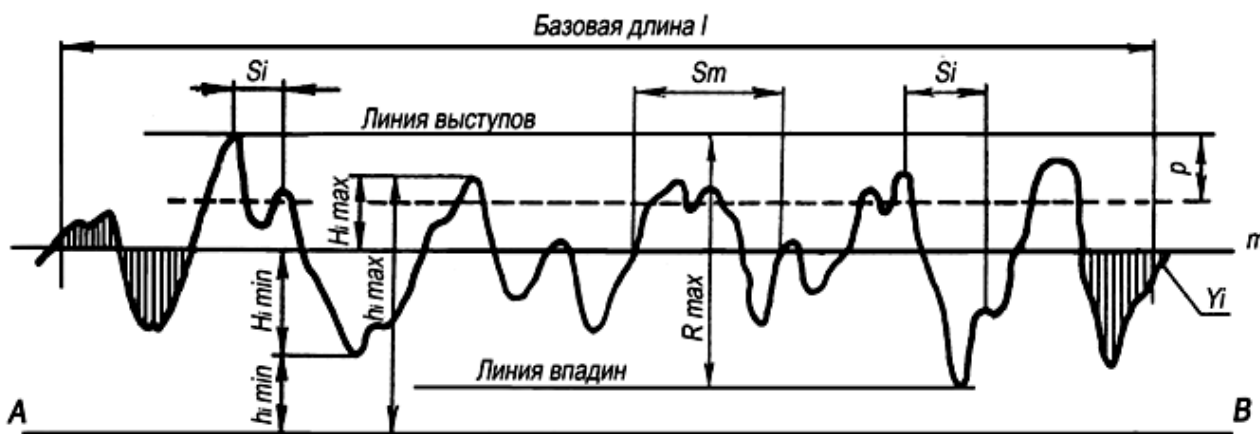


Рисунок 5.1 – Обобщенный микрорельеф обработанной поверхности

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 5.1).

Таблица 5.1 – Примерные соотношения классов шероховатости и параметров Ra , Rz и l

Класс шероховатости	Ra , мкм	Rz , 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 5.2.

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

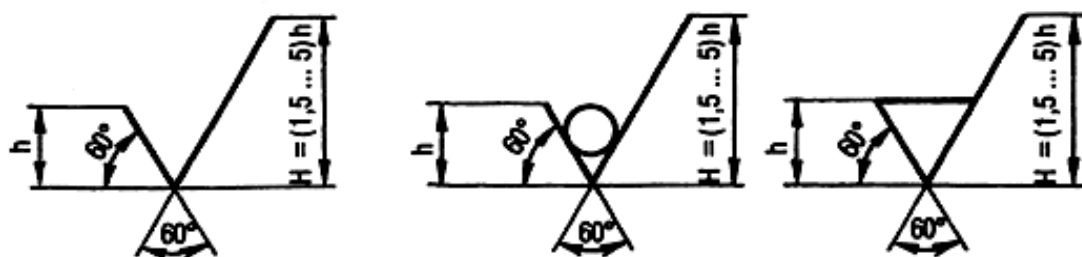


Рисунок 5.2 – Знаки, применяемые для обозначения шероховатости

Рядом со знаком шероховатости приводятся ее необходимые параметры. Структура их записи поясняется на рисунке 5.3.

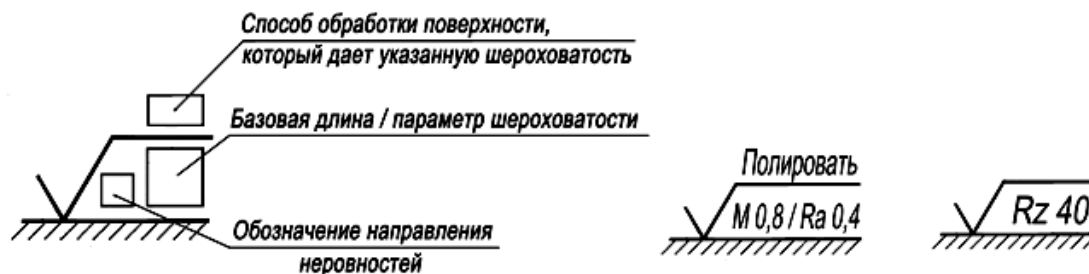


Рисунок 5.3 – Структура записи знака и параметров шероховатости

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 либо параметры Ra , либо 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 5.4.

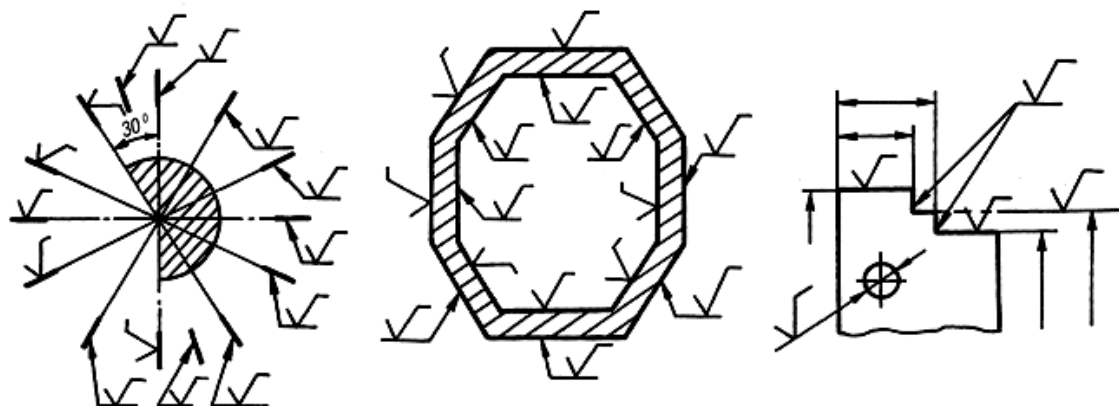
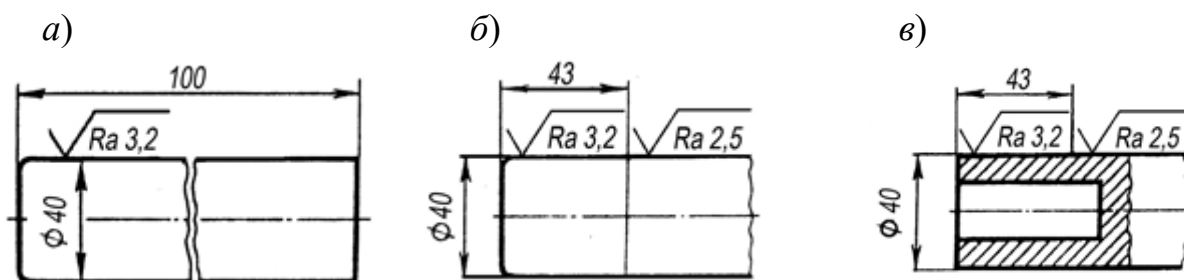


Рисунок 5.4 – Расположение знаков шероховатости на изображениях чертежа

На изображении детали с разрывом обозначение шероховатости наносится на одну часть детали (рисунок 5.5, 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 5.5, б, в).



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

Рисунок 5.5 – 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 5.6). 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.

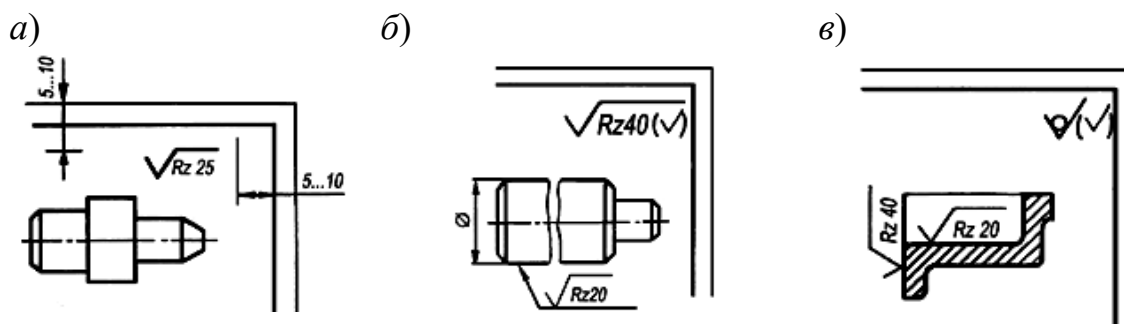


Рисунок 5.6 – Обозначение одинаковой (а) и преобладающей (б, в) шероховатости

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.

6 Чтение сборочного чертежа

Цель работы: научиться читать сборочный чертеж, рассмотреть условности и упрощения, используемые на сборочных чертежах.

Задача работы: изучить предложенный материал, после чего ответить на вопросы преподавателя.

Порядок выполнения работы: после изучения материала прочитать сборочный чертеж согласно варианту выданному преподавателем и ответить на вопросы для самоконтроля.

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 габ-

ритных, 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.

Прочестть 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 6.1):

- 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 6.2);

- на сборочном чертеже крайние положения подвижных деталей изображают штрихпунктирной линией с двумя точками (см. рисунок 6.2);

- 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 6.2);
- 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.

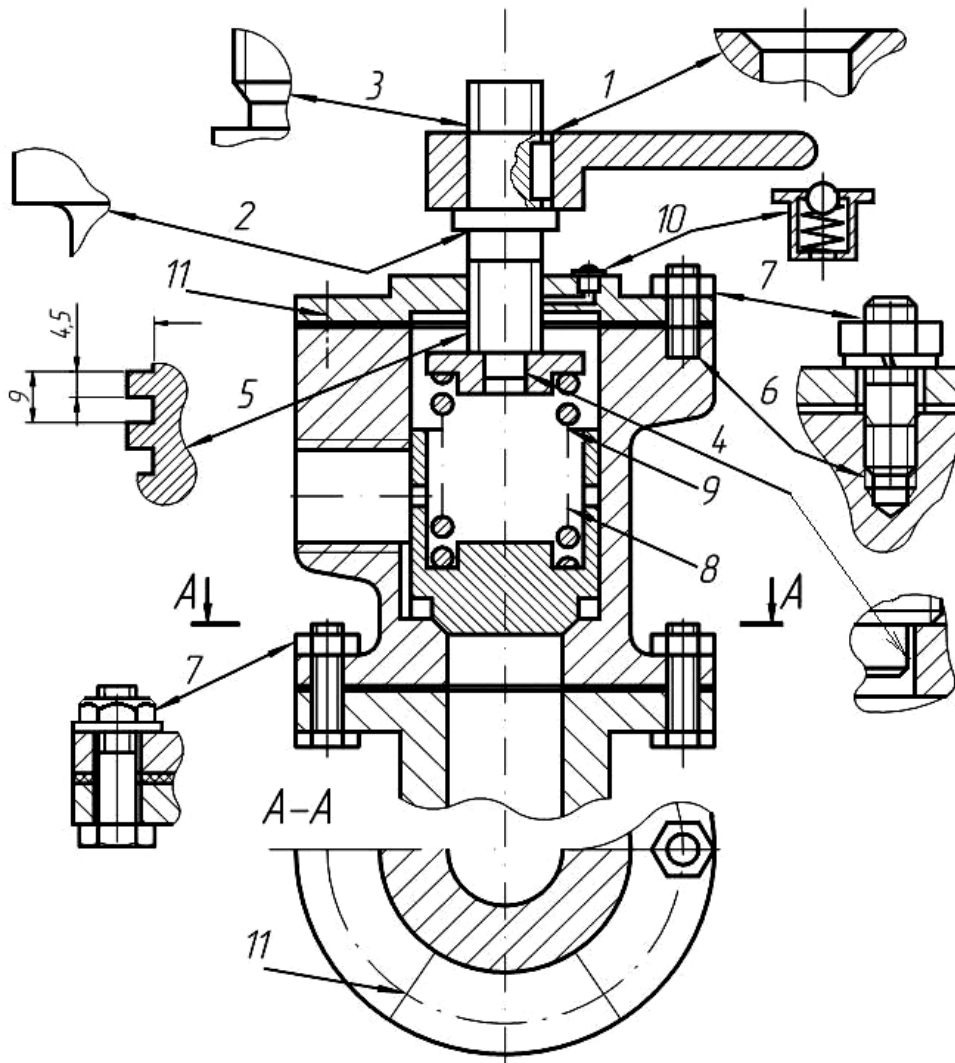


Рисунок 6.1 – Условности и упрощения, используемые на сборочных чертежах

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 рассеченными* на сборочных чертежах условно показывают...?

7 Детализирование сборочного чертежа

Задача работы: изучить последовательность выполнения рабочих чертежей согласно сборочному чертежу. Ответить на вопросы преподавателя. Выполнить индивидуальное задание «Детализирование сборочного чертежа» согласно выданному варианту задания.

Порядок выполнения работы: изучить предложенный материал, после чего выполнить индивидуальное задание «Детализирование сборочного чертежа» согласно выданному варианту задания.

После выполнения сборочного чертежа (или чертежа общего вида) подготовка конструкторской документации сводится к разработке чертежей каждой нестандартной детали изделия. Такие чертежи называются *рабочими чертежами*, т. к. они содержат изображения детали и другие данные, необходимые для её изготовления и контроля. Процесс их разработки называется *детализацией 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 7.1 и 7.2.

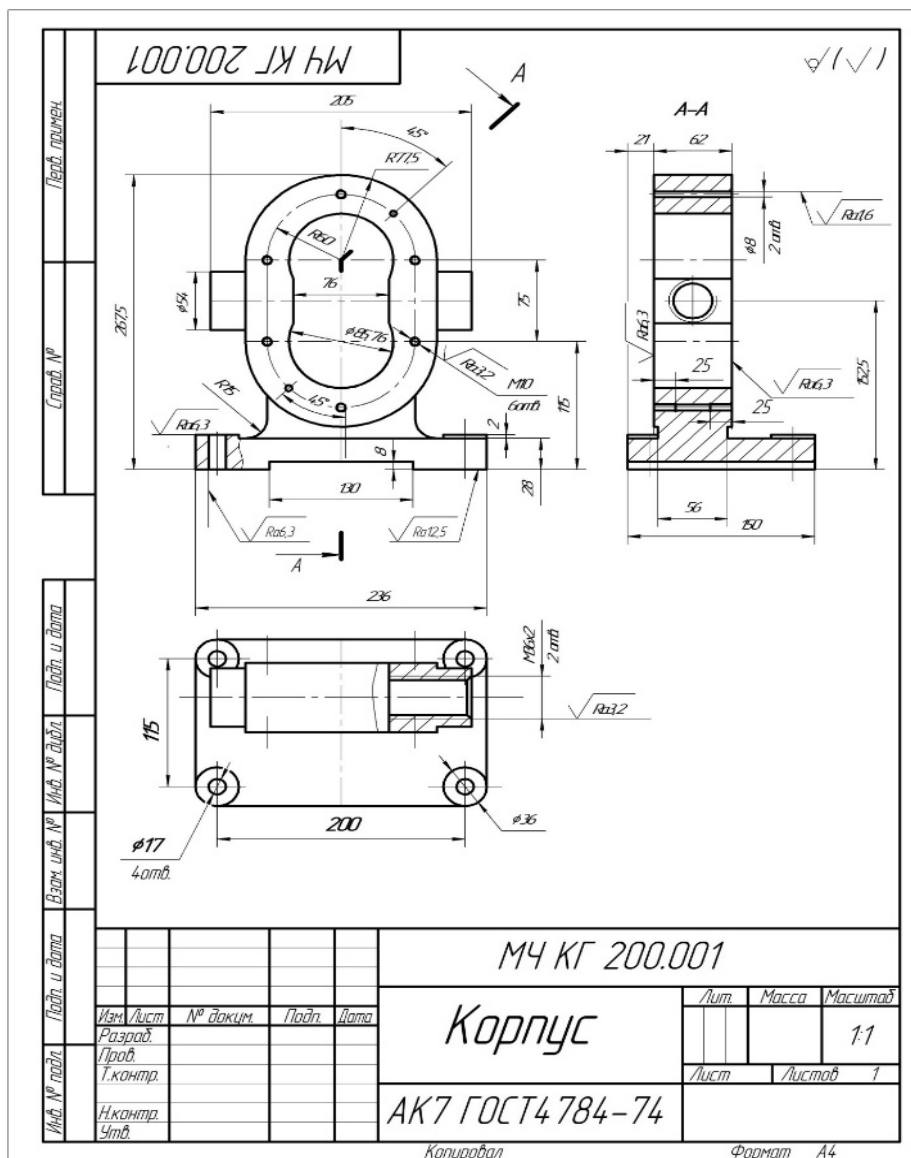


Рисунок 7.1 – Рабочий чертеж «Корпус»

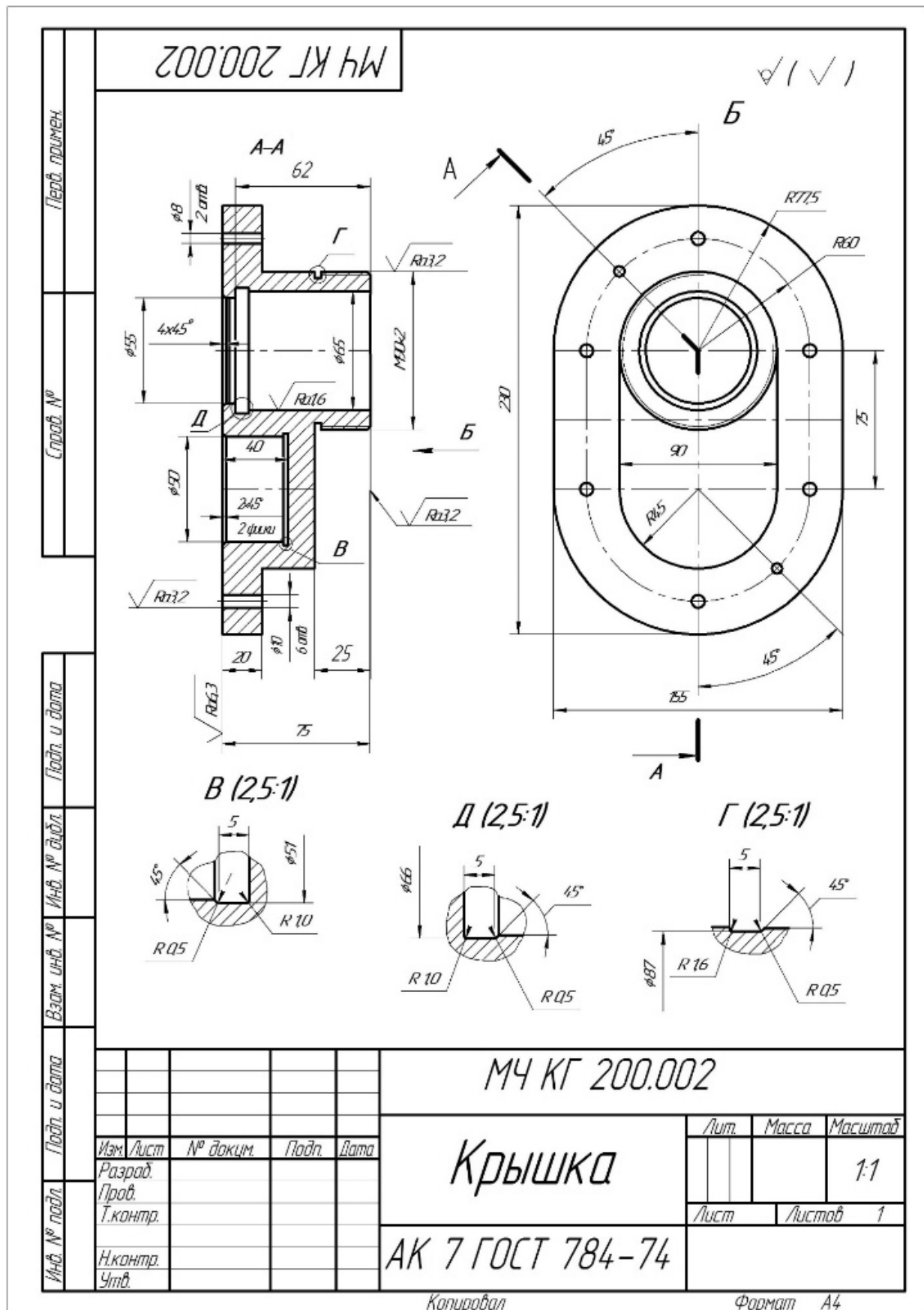


Рисунок 7.2 – Рабочий чертеж «Крышка»

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) компоновать 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 **Цакунов, А. А.** Инженерная графика. Основы начертательной геометрии. Основы технического черчения. Основы машиностроительного черчения: учебное пособие / А. А. Цакунов, Т. Э. Каптилович; под ред. Г. Ф. Ласуты. – Минск: Минфин, 2020. – 195 с.

2 Эскиз вала. Инженерная графика: методические рекомендации к практическим занятиям для студентов всех специальностей и направлений подготовки 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы» / Сост. Ю. А. Гуца. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2019. – 24 с.

3 **Чекмарев, А. А.** Инженерная графика. Машиностроительное черчение: учебник / А. А. Чекмарев. – Москва: ИНФРА-М, 2021. – 396 с.

4 Инженерная графика: учебник / Н. П. Сорокин [и др.]; под ред. Н. П. Сорокина. – 6-е изд., стер. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2022. – 392 с.

5 Альбом чертежей и заданий по машиностроительному черчению и компьютерной графике : учебное пособие / П. Н. Учаев [и др.] ; под общ. ред. П. Н. Учаева. – Старый Оскол : ТНТ, 2021. – 228 с.

6 **ГОСТ 10948–64.** Радиусы закруглений и фаски. Размеры. – Москва : Изд-во стандартов, 1986. – 2 с.

7 **ГОСТ 14034–74.** Отверстия центровые. Размеры. – Минск : Госстандарт, 2008. – 124 с.

8 **ГОСТ 21474–75.** Рифления прямые и сетчатые. Форма и основные размеры. – Москва : Изд-во стандартов, 1985. – 3 с.

9 Инженерная графика: методические рекомендации к лабораторным работам для студентов направления подготовки 27.03.05 «Инноватика» очной формы обучения / Сост. Ж. В. Рымкевич [и др.]. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2022. – 48 с.