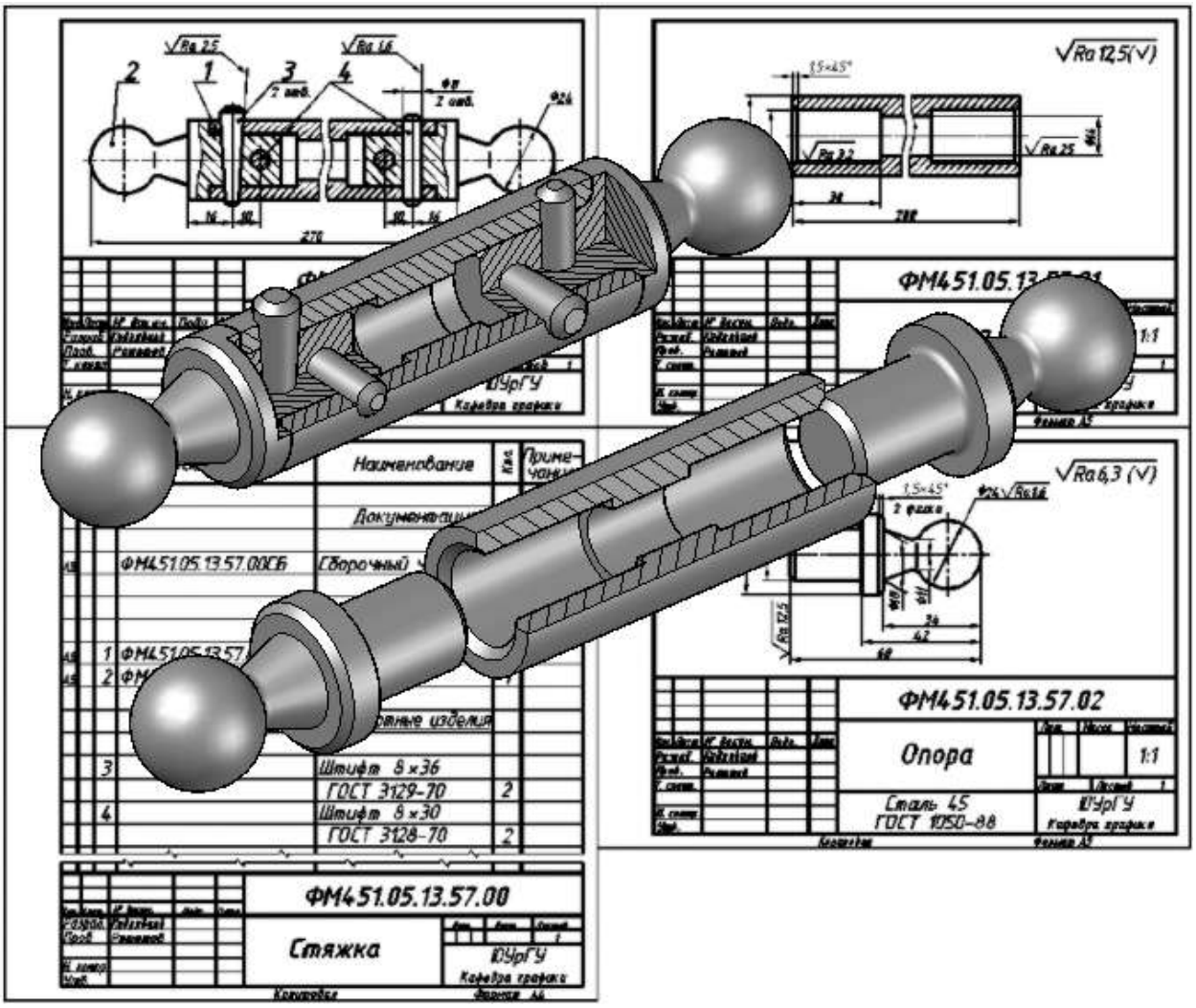
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Южно-Уральский государственный университет

А.Л. Решетов, Л.И. Хмарова, Е.А Усманова

РАБОЧАЯ КОНСТРУКТОРСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ



Челябинск
2021

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

744(07)
Р472

А.Л. Решетов, Л.И. Хмарова, Е.А Усманова

РАБОЧАЯ КОНСТРУКТОРСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Челябинск
Издательский центр ЮУрГУ
2021

УДК [744:621](075.8)
Р472

Одобрено
учебно-методической комиссией
архитектурно-строительного института

Рецензенты:
М.В. Шахматов, В.Б. Кульневич.

Решетов, А.Л.

Р472 РАБОЧАЯ КОНСТРУКТОРСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ: учебное пособие / А.Л. Решетов; Л.И. Хмарова; Е.А. Усманова. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2021. – 168 с.

Пособие написано в помощь студентам при выполнении заданий по курсу «Машиностроительное черчение» (деталирование чертежей общих видов и выполнение сборочных чертежей). Оно содержит основные требования по оформлению чертежей изделий машиностроения, примеры их выполнения, необходимый справочный материал.

В пособии учтены изменения Государственных стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) на 01.01.2021 г.

Пособие разработано для студентов, обучающихся по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки «Инженерное дело, технологии и технические науки».

УДК [744:621](075.8)

© Издательский центр ЮУрГУ, 2021

ВВЕДЕНИЕ

В процессе обучения на кафедре графики студенты выполняют задания №5 или №7 – деталирование чертежа более или менее сложной сборочной единицы и задание №6 – выполнение сборочного чертежа изделия по его аксонометрическому изображению, описанию с перечнем стандартных изделий (без чертежей) и чертежам деталей, входящих в состав этого изделия.

Эти задания нацелены на изучение норм и правил оформления конструкторской документации в соответствии со стандартами ЕСКД, приобретение студентами навыков конструирования деталей и узлов машин общего назначения.

Единая система конструкторской документации (ЕСКД) – комплекс государственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила и положения по порядку разработки, оформления и обращения конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой организациями и предприятиями (ГОСТ 2.001-2013).

Стандарты периодически уточняются и изменяются. Например, в 2013 году был изменён ГОСТ 2.102. Виды и комплектность конструкторских документов. В пособии приведены основные положения стандартов разработки и оформления конструкторских документов на стадии рабочей документации.

При выполнении заданий по курсу машиностроительного черчения студентам необходимо познакомиться с конструкцией стандартных и нормализованных деталей и узлов, конструктивными элементами и общетехническими нормами проектирования.

Настоящее пособие призвано оказать содействие студентам в овладении знаниями, необходимыми для выполнения чертежей изделий машиностроения.

В пособии изложены общие требования к выполнению чертежей деталей, сборочных чертежей и спецификаций к ним.

В пособии приведены величины нормальных линейных размеров, нормальных диаметров общего назначения (ГОСТ 6636-69), «размеры под ключ» (ГОСТ 6424-73), конусности и углы конусов (ГОСТ Р 53440-2009), радиусы скруглений, нормальные размеры фасок (ГОСТ 10948-64).

Приведены обозначение и конструкция стандартных болтов, винтов, гаек, штифтов, шплинтов, стопорных шайб и примеры их установки в конструкциях. Приведена конструкция и размеры проточек для выхода инструмента при нарезании метрической, трубной и трапецеидальной резьб.

В пособии приведены конструкция и размеры таких стандартных деталей как пробки, опоры, оси, рукоятки, крышки торцовые, маховики, крюки, данные по подшипникам, масленкам, уплотнениям – вся информация, в которой возникает необходимость при выполнении заданий №5, 6, 7.

В конце работы приведены материалы, наиболее часто применяемые в машиностроении и их обозначение на чертежах деталей.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗДЕЛИЯХ И ИХ СОСТАВНЫХ ЧАСТЯХ

1.1. Виды изделий

Виды изделий устанавливает ГОСТ 2.101-2016.

Изделие – единица промышленной продукции, количество которой может исчисляться в штуках, или экземплярах. Применительно к конструкторской документации изделием считается любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии. Различают следующие виды изделий: детали, сборочные единицы, комплексы и комплекты.

Деталь – изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций, но при необходимости с нанесением на него защитного или декоративного покрытия, а также изготовленное с применением сварки, пайки, склеивания. Например, литой корпус; винт, подвергнутый хромированию; коробка, склеенная из одного куска картона. Детали отличаются друг от друга по форме, размерам и технологическому процессу их изготовления. Одни детали изготавливают путём гибки из листового материала, другие – из сортаментного и фасонного проката путем механической обработки, третьи получают литьем, горячей штамповкой и т.д.

Сборочная единица – изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями, например, сварной корпус, редуктор, станок. Сборочную единицу можно разобрать на отдельные детали (если соединение деталей разъемное).

Сборочные операции: свинчивание, запрессовка, сварка, пайка, склеивание, клепка, развальцовка, обжатие и т.п.

Соединения разделяют на разъёмные, неразъёмные и условно разъёмные.

Разъемное соединение – изделие, разборка которого происходит без нарушения целостности его составных частей и средств соединения, например, резьбовые, шпоночные и др.

Неразъемное соединение – изделие, разборка которого происходит с нарушением целостности его составных частей, например, сварное, клепанное и др.

К **условно разъёмным соединениям** относят запрессовку и опрессовку. Их разборка принципиально возможна, но сопряжена с большими трудностями.

Комплекс – несколько специфицированных изделий взаимосвязанного назначения, не соединенных на предприятии-изготовителе при помощи сборочных операций, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций. Примерами комплексов могут служить: цех-автомат, бурильная установка и др.

Комплект – несколько изделий общего функционального назначения, как правило, вспомогательного характера, не соединенных на предприятии-изготовителе при помощи сборочных операций, например: комплект запасных частей, комплект измерительной аппаратуры и др.

Изделия в зависимости от наличия в них составных частей делят на неспецифицированные (детали) и специфицированные, состоящие из двух и более составных частей (сборочные единицы, комплексы и комплекты).

Неспецифицированное изделие – изделие, не имеющее составных частей.

Специфицированное изделие – изделие, состоящее из нескольких составных частей.

Виды изделий различают по принципу конструирования.

Оригинальное изделие – впервые разработанное изделие, примененное в конструкторской документации одного изделия.

Унифицированное изделие – изделие, применяемое в конструкторской документации нескольких изделий.

Стандартное изделие – изделие, примененное по стандарту, полностью и однозначно определяющему его конструкцию, показатели качества, методы контроля, правила приемки и поставки. Например, болт, подшипник, шайба, гайка и др.

Виды изделий по признаку типа и назначения производства.

Изделие единичного производства – изделие, выпускаемое единовременно или периодически отдельными штуками.

Изделие массового производства – изделие, принадлежащее к непрерывно изготовляемым или ремонтируемым в течение продолжительного периода времени изделиям, характеризуемым большим объемом выпуска.

Изделие основного производства – изделие, изготовляемое для поставки.

Изделия, предназначенные для поставки и одновременно используемые для собственных нужд предприятия, изготовляющего их, относят к изделиям основного производства.

Изделие вспомогательного производства – изделие, изготовляемое для собственных нужд предприятия.

1.2. Виды, комплектность и стадии разработки конструкторских документов

Виды и комплектность конструкторских документов на все изделия всех отраслей промышленности устанавливает ГОСТ 2.102-2013.

1.2.1. Виды конструкторских документов

Конструкторские документы разделяют на **графические** – чертежи и **текстовые** документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки, изготовления, контроля, приёмки, эксплуатации и ремонта.

Текстовыми конструкторскими документами являются документы, содержащую информацию об изделии в виде текстов, которые могут быть представлены в форме таблиц, перечней и т.п. – спецификации, ведомости покупных изделий, технические условия, пояснительные записки, и т.д.

Основным производственным документом, по которому изготовляют детали и собирают машины, возводят инженерные сооружения и строят здания, является чертеж.

Чертеж – графический конструкторский документ, определяющий конструкцию изделия и содержащий сведения, необходимые для разработки, изготовления, контроля, монтажа и эксплуатации изделия, включая его ремонт.

Чертеж общего вида – документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных частей и поясняющий принцип работы изделия. Код чертежа – *ВО*. Чертеж общего вида предназначен для разработки чертежей деталей, входящих в изделие. Выявляет форму всех этих деталей. На нем проставляются не только габаритные, присоединительные размеры, но и конструкторские, характеризующие отдельные части изделия. Чертеж общего вида сопровождается таблице составных частей с указанием материала деталей.

Чертеж детали – конструкторский документ, содержащий изображение детали и другие данные (шероховатость поверхностей, обозначение материала и т.д.), необходимые для ее изготовления и контроля. Чертежи деталей разрабатывают по чертежу общего вида изделия.

Электронная модель детали – документ, содержащий электронную геометрическую модель детали и требования к ее изготовлению и контролю (включая предельные отклонения размеров, шероховатости поверхности и др.).

Сборочный чертеж – документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля. Код чертежа – *СБ*. Сборочный чертеж является технологическим документом и предназначен для сборки уже имеющихся деталей. Предусматривает такое количество изображений, чтобы был ясен процесс сборки и контроля сборочной единицы, а не форма, входящих в нее деталей. Сборочный чертеж сопровождается спецификацией.

Электронная модель сборочной единицы – документ, содержащий электронную геометрическую модель сборочной единицы, соответствующие электронные геометрические модели составных частей, свойства, характеристики и другие данные, необходимые для сборки (изготовления) и контроля. К электронным моделям сборочных единиц также относят электронные модели для выполнения гидромонтажа и пневмомонтажа.

Спецификация – документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта. Выполняется на отдельных листах формата А4. Содержание и форму спецификации оговаривает ГОСТ Р 2.106-2019.

Габаритный чертеж – чертеж, содержащий упрощенное контурное изображение изделия с указанием габаритных, установочных и присоединительных размеров.

Монтажный чертеж – чертеж, содержащий упрощенное контурное изображение изделия с указанием данных, необходимых для его монтажа на месте применения.

Схема – графический конструкторский документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними (ГОСТ 2.701-2008).

1.2.2. Стадии разработки конструкторской документации

Согласно ГОСТ 2.103-2013, конструкторскую документацию подразделяют на **проектную** (техническое предложение, эскизный проект, технический проект) и **рабочую** (чертежи деталей, сборочные чертежи, спецификации).

Проектная конструкторская документация (Проектная документация) – совокупность конструкторских документов, выполненных на различных стадиях проектирования изделия в соответствии с техническим заданием до разработки рабочей конструкторской документации. Проектная конструкторская документация содержит техническое предложение, эскизный и технический проекты.

Техническое предложение – проектная конструкторская документация, содержащая техническое и технико-экономическое обоснование целесообразности разработки изделия на основании анализа технического задания заказчика и проработки возможных вариантов конструкции изделия. Техническое предложение является основанием для разработки эскизного или технического проекта или рабочей конструкторской документации (ГОСТ 2.118-2013).

Эскизный проект – проектная конструкторская документация, содержащая принципиальные конструктивные решения, достаточные для получения общего представления о конструкции и работе изделия, а также определение его основных характеристик, в том числе габаритных размеров. Эскизный проект является основанием для разработки технического проекта или рабочей конструкторской документации (ГОСТ 2.119-2013).

Технический проект – проектная конструкторская документация, содержащая окончательные конструктивные решения, достаточные для получения полного представления о конструкции изделия и значениях показателей его качества.

Показателем качества изделия называется количественная характеристика одного или нескольких свойств, составляющих его качество, рассматриваемая применительно к определенным условиям ее создания и эксплуатации или потребления (ГОСТ 15467-79).

Технический проект является основанием для разработки рабочей конструкторской документации. Содержание технического проекта установлено ГОСТ 2.120-2013.

Рабочая конструкторская документация (рабочая документация) – конструкторская документация, разработанная на основе технического задания или проектной конструкторской документации и предназначенная для обеспечения изготовления, контроля, приемки, поставки, эксплуатации и ремонтов изделия (ГОСТ 2.103-2013).

Разработка конструкторской документации предназначена для изготовления и испытания опытного образца (опытной партии).

Разработка чертежа общего вида предусмотрена ГОСТ 2.102-2013 на стадиях разработки: техническое предложение, эскизный проект, технический проект.

На стадии рабочей документации предусмотрена разработка чертежей деталей и сборочного чертежа. На стадиях разработки: техническое предложение, эскизный проект, технический проект разработка сборочного чертежа не предусмотрена.

1.2.3. Комплектности конструкторских документов

При определении комплектности конструкторских документов различают:

– основной конструкторский документ;

– основной комплект конструкторских документов;

– полный комплект конструкторских документов.

Основной конструкторский документ – конструкторский документ, который в отдельности или в совокупности с другими указанными в нем конструкторскими документами полностью и однозначно определяет данное изделие и его состав.

Основными конструкторскими документами являются: для деталей – чертеж детали; для сборочных единиц, комплектов и комплексов – спецификация (ГОСТ Р 2.106-2019).

Основной комплект конструкторских документов (основной комплект документов) – комплект конструкторских документов, относящихся к данному изделию в целом.

Конструкторские документы составных частей в основной комплект документов изделия не входят. Примерами документов, входящих в основной комплект конструкторских документов изделия, являются: сборочный чертеж, принципиальная электрическая схема, технические условия, эксплуатационные документы и другие, разработанные на данное изделие в целом.

Полный комплект конструкторских документов (полный комплект документов) – комплект конструкторских документов, состоящий из основного комплекта конструкторских документов на данное изделие и основных комплектов конструкторских документов на все его составные части, применённые по своим основным конструкторским документам.

2. ДЕТАЛИРОВАНИЕ ЧЕРТЕЖА ОБЩЕГО ВИДА. ЗАДАНИЯ №5 И 7

Деталирование – выполнение чертежей деталей по чертежу общего вида сборочной единицы.

Чертеж сборочной единицы, подлежащий деталированию, в соответствии с вариантом, студент получает в университете, на кафедре графики. На чертеже сборочной единицы указаны номера позиций деталей. В ведомости заданий на стенде указаны номера позиций деталей и формат листа для чертежа каждой детали, которые студенту необходимо выполнить.

Процесс деталирования можно подразделить на два этапа:

1. Чтение чертежа сборочной единицы.
2. Выполнение чертежей деталей.

2.1. Чтение чертежа сборочной единицы

Чертеж сборочной единицы необходимо тщательно прочитать. Под прочтением подразумевается умение отчетливо представить себе форму и взаимодействие отдельных деталей, из которых состоит сборочная единица, выяснить способы соединения деталей, возможные перемещения, крайние положения, назначение каждой детали, ее наименование, материалы, из которых изготовлены детали и т.д.

Из основной надписи узнают название изделия и масштаб чертежа. По изображениям и спецификации с помощью номеров позиций определяют, из каких деталей состоит изделие.

При чтении чертежа надо учитывать проекционную связь изображений, а также и то, что на всех изображениях в разрезах одна и та же деталь штрихуется в одном направлении и с равными интервалами между линиями штриховки, смежные детали – в различных направлениях.

2.2. Выполнение чертежей деталей

В отличие от эскиза чертеж детали выполняют чертежным инструментом и в определенном масштабе. Следует помнить, что любые чертежи необходимо выполнять на специальной бумаге – «ватман». Чертеж каждой детали должен занимать отдельный лист стандартного формата и иметь основную надпись по ГОСТ 2.104-2006. Основную надпись на формате *А4* следует располагать только вдоль короткой стороны листа.

Процесс выполнения чертежа детали состоит из следующих этапов:

1. Ознакомление с формой и размерами детали.
2. Выбор главного вида и количества изображений.
3. Выбор формата листа и масштаба чертежа детали.
4. Компоновка изображений на листе.
5. Нанесение знаков шероховатости.
6. Нанесение размеров.
7. Оформление технических условий и заполнение граф основной надписи.

2.2.1. Ознакомление с формой и размерами детали

Анализируем форму детали и определяем количество необходимых изображений путем мысленного представления ее формы по чертежу сборочной единицы.

Детали различаются по форме и способу их изготовления. Например, детали круглой формы (валы, оси, втулки и т.п.) обычно изготавливают из прутков механической обработкой. Детали сложной формы с криволинейными поверхностями (корпуса, кронштейны, крышки и т.п.) изготавливают литьем с последующей обработкой на металлорежущих станках.

При выявлении конструкции детали по изображению на чертеже сборочной единицы следует иметь в виду, что эти чертежи выполняют с упрощениями. Не показывают мелкие элементы: фаски, проточки, галтели, зазоры между стержнем и отверстием и т.п. На чертежах деталей эти элементы должны быть показаны обязательно.

Следует обратить внимание на сопрягаемые поверхности детали. Выявить характер контакта – подвижный или неподвижный. Уяснить способы соединения ее с другими деталями. Определить наличие посадочных мест под подшипники, резьбовых участков, шпоночных пазов, шлицев и т.д.

Необходимо помнить, что многие конструктивные элементы деталей стандартизованы, например, фаски, галтели, проточки, шпоночные пазы.

На рис. 2.1 приведен фрагмент чертежа общего вида привода. Фрагмент таблицы составных частей этой сборочной единицы приведен на рис. 2.2. Ось (поз. *19*) закреплена неподвижно в стойке (поз. *1*) с помощью шайбы (поз. *5*) и гайки М16 (поз. *25*). Буртик с лыской не дает оси проворачиваться относительно стойки (неподвижный контакт). Вращение от двигателя через ременную передачу передается на шкив (поз. *2*), сидящий на шпонке (поз. *28*) на стакане (поз. *3*), который вращается в шарикоподшипниках (поз. *30*), напрессованных на ось (поз. *19*). Подшипники защищены стандартными торцовыми крышками: глухой (поз. *33*) и с канавкой для уплотнительного кольца (поз. *34*). Крышки крепятся к стакану *3* винтами М6×20 (поз. *23*). Общее количество винтов восемь (указано в таблице составных частей). Таким образом, в каждой крышке должно быть предусмотрено по четыре гладких отверстия, диаметр которых должен быть больше, чем наружный диаметр резьбы винтов. Диамеры гладких сквозных отверстий под крепежные детали приведены в табл. 3.12.

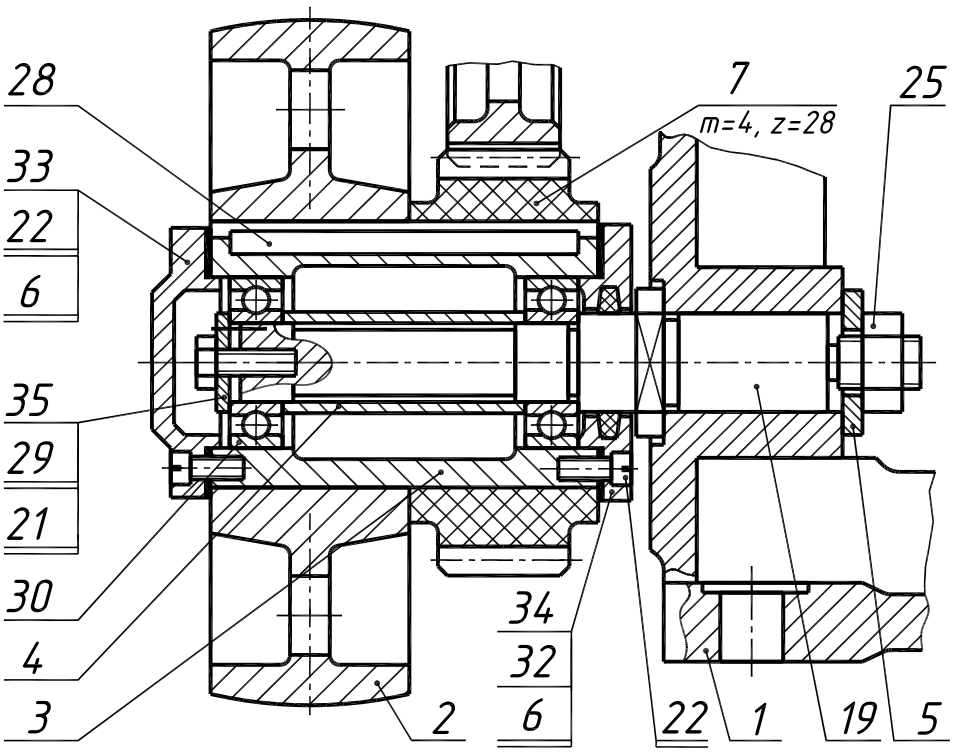


Рис. 2.1

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол	Материал	Примечание
		Детали			
1	02.017.001	Стойка	1	СЧ20	
2	02.017.002	Шкив	1	СЧ20	
3	02.017.003	Стакан	1	Ст3	
4	02.017.004	Втулка распорная	1	Ст3	
5	02.017.005	Шайба специальная	1	Ст3	
6	02.017.006	Прокладка	2	Картон	
7	02.017.007	Колесо зубчатое	1	Текстолит	
9	02.017.009	Колесо зубчатое	1	СЧ20	
19	02.017.019	Ось	1	Ст5	
		Стандартные изделия			
21		Болт М6×16.48 ГОСТ 7805-70	3		
22		Винт М6×20.48 ГОСТ 1491-80	8		
25		Гайка 2 М16.5 ГОСТ 5915-70	1		
28		Шпонка 12×8×105 ГОСТ 23360-78	1		
29		Штифт 4 т6×12 ГОСТ 3128-70	3		
30		Шарикоподшипник 205 ГОСТ 8338-75	2		d=25; D=52 B=15
32		Кольцо СП42-29-5 ГОСТ 6308-71	1	Войлок	
33		Крышка 31-52 ГОСТ 18511-73	1		
34		Крышка 1-52×31 ГОСТ 11641-73	1		
35		Шайба 7019-0623 ГОСТ 14734-69	1		

Рис. 2.2

На рис. 2.3 приведено изображение оси (поз. *19*). Эта деталь имеет следующие стандартизованные элементы: фаска резьбового участка (*Z*), фаски гладких цилиндрических поверхностей (*C*), канавка для выхода шлифовального круга (*A*), проточка для выхода инструмента при нарезании резьбы (*Б*), галтели (*R*), лыска (размер «под ключ» *S*). На выносном элементе (*В*) показаны резьбовое гнездо под винт (поз. *21*) и гладкое глухое отверстие под штифт (поз. *29*) крепления концевой шайбы (поз. *35*).

Диаметр посадочного места под подшипник должен совпадать с внутренним диаметром подшипника 205 (d=25 мм – указан в таблице). Резьба конца оси должна соответствовать резьбе гайки поз. *25*. Согласно обозначению гайки в таблице составных частей – резьба М16.

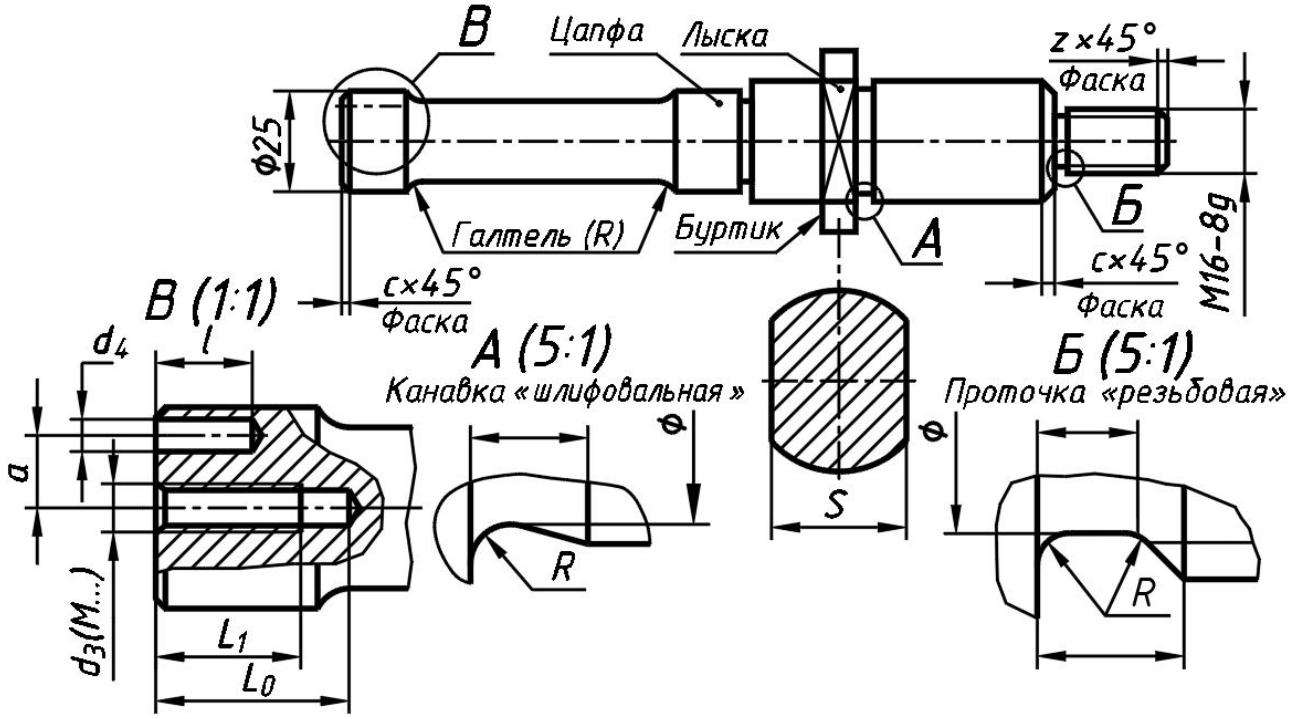


Рис. 2.3

Фаски – конические или плоские узкие срезы (притупления) острых кромок деталей – применяют для облегчения процесса сборки, предохранения рук от порезов острыми кромками и в других случаях. Фаски обязательны на торцах у наружных и внутренних сопрягаемых цилиндрических поверхностей со стороны, с которой производится их соединение при монтаже. Размеры фасок и правила их указания на чертежах стандартизованы. В табл. 3.1 приведены фаски цилиндрических деталей общего применения.

Фаски обязательны на стержнях и в отверстиях с резьбой. Эти фаски назначаются в зависимости от типа резьбы и ее шага. В табл. 3.2 приведены размеры фасок для деталей с наружной и внутренней метрической резьбой.

Для многозаходной трапецеидальной резьбы размер фасок определяют по шагу однозаходной резьбы (табл. 1.3), которой равен ходу многозаходной резьбы.

Фаски трубных цилиндрических резьб имеют разные величины для наружных и внутренних резьб (табл. 3.4).

Фаски наружных и внутренних конических резьб одинаковы (табл. 3.5).

Галтели – скругления внутренних и внешних углов на деталях машин. Галтели служат для повышения прочности (выносливости) валов, осей и других деталей в местах перехода от одного диаметра к другому. Размеры галтелей выбирают согласно ГОСТ 10948-64 из табл. 3.6.

Лыски – плоские срезы на поверхности вращения, ограничивающей деталь. Лыски служат для удержания детали от вращения гаечным ключом. Размеры «под ключ» выбирают согласно ГОСТ 6424-73 из табл. 3.7.

Проточки. На сборочных чертежах резьбу изображают тонкой линией на всю длину стержня. Проточки если и изображают, то упрощено. На рабочих чертежах деталей изделия детали должны изображаться в том виде, в котором они поступают на сборку. При необходимости вворачивания детали до упора, применяют наружные и внутренние проточки, позволяющие избежать образования сбега резьбы. Размеры проточек зависят от типа и шага резьбы. Для трубной цилиндрической, трубной конической, конической дюймовой с углом профиля 60° и трапецеидальной резьбы форму и размеры проточек устанавливает ГОСТ 10549-80. Размеры проточек для выхода инструмента при нарезании метрической резьбы устанавливает ГОСТ 27148-86 (табл. 3.8).

На рис. 2.4 приведен фрагмент чертежа сборочной единицы «натяжной ролик». На рис. 2.5 приведен фрагмент таблицы составных частей этого чертежа. На палец *12* напрессованы шарикоподшипники *24*, на которые надет ролик *6*. Ролик имеет канавку для уплотнительного войлочного кольца *25*, которое не дает вытекать смазке из полости подшипников. С другой стороны эта полость закрыта крышкой *10* с прокладкой *11*.

Крышка крепится к ролику винтами *16*. Палец запрессован во втулку *9*. Втулка с пальцем и роликом крепится к рычагу *5* гайкой *19*. От осевого перемещения относительно подшипников палец удерживает шайба *8* и винт *17*.

Поверхности детали, на которые напрессовывают зубчатые колеса, шкивы, подшипники и т. п., как правило, шлифуют. Их отделяют от нешлифованных поверхностей канавками для выхода шлифовального круга. Размеры канавок для выхода шлифовального круга (ГОСТ 8820-69), в зависимости от диаметра вала или отверстия, приведены в табл. 3.14.

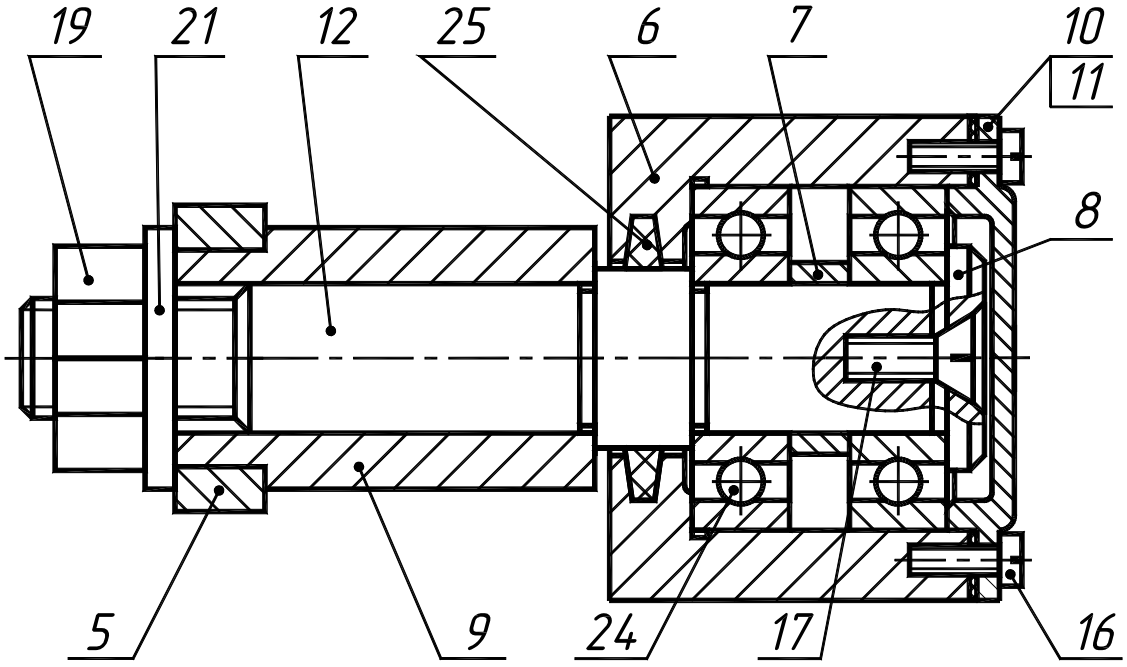


Рис. 2.4

Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Материал	Примечание
		Детали			
5	01.011.005	Рычаг	1	Ст3	
6	01.011.006	Ролик	1	СЧ20	
7	01.011.007	Кольцо распорное	1	Ст3	
8	01.011.008	Шайба торцовая	1	Ст3	
9	01.011.009	Втулка	1	Ст3	
10	01.011.010	Крышка	1	СЧ20	
11	01.011.011	Прокладка	1	Картон пр.	
12	01.011.012	Палец	1	Сталь 45	
		Стандартные изделия			
16		Винт М4×12.48 ГОСТ 1491-80	4		
17		Винт М6×6.48 ГОСТ 17475-80	1		
19		Гайка М16.5 ГОСТ 5915-70	1		
21		Шайба 16.04 ГОСТ 11371-78	1		
24		Шарикоподшипник 204 ГОСТ 8338-75	2		d=20; D=47 B=14
25		Кольцо СП-37-25-5 ГОСТ 6308-71	1	Войлок	

Рис. 2.5

На рис. 2.6, ***а*** приведено изображение ролика (поз. 6), какое он должен иметь на чертеже детали. Внутренняя поверхность ролика должна быть прошлифована (контакт с подшипниками). В связи с чем, предусмотрен выносной элемент «*А*» – канавка для выхода шлифовального круга при внутреннем шлифовании.

На рис. 2.6, ***б*** приведено изображение пальца (поз. *12*). Поверхность пальца под запрессовку во втулку (поз. *9*) и поверхность пальца под напрессовку подшипников отделены канавками для выхода шлифовального круга при наружном шлифовании (выносные элементы «*Б*» и «*В*»).

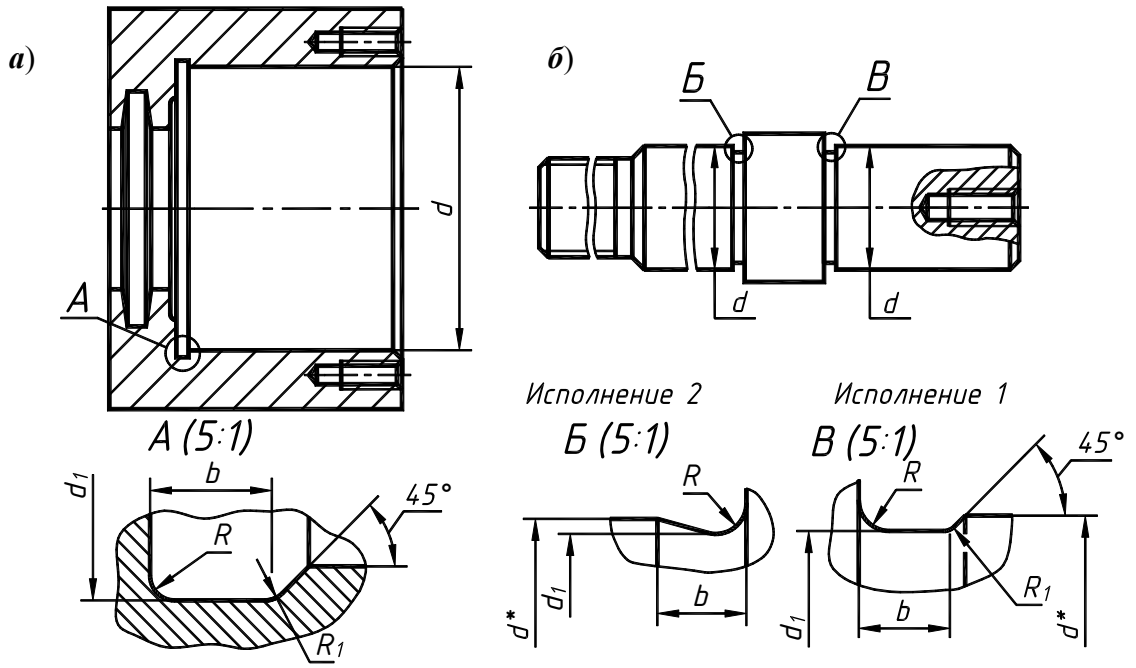


Рис. 2.6

При наличии нескольких канавок для выхода шлифовального круга на одной и той же детали, как правило применяют канавки одного исполнения. На рис. 2.6, ***б*** канавки разного исполнения показаны условно.

Размеры канавок для войлочных уплотнительных колец приведены в табл. 3.15.

На рис. 2.7 приведен фрагмент чертежа сборочной единицы – «привод». На рис. 2.8 приведен фрагмент таблицы составных частей этого фрагмента.

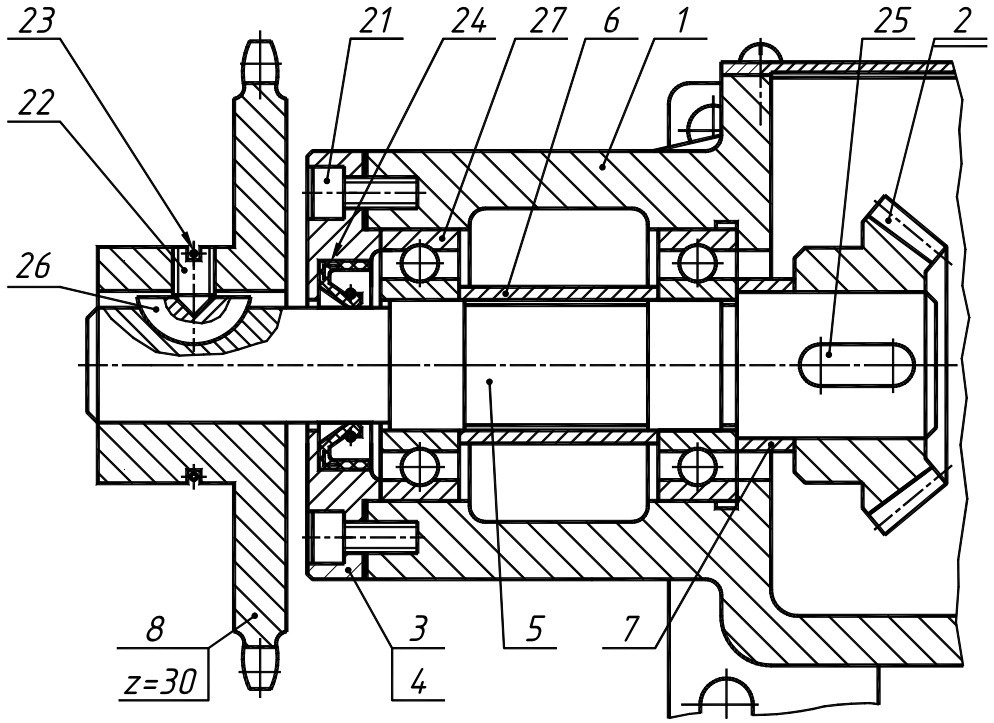


Рис. 2.7

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Материал	Примечание
		Детали			
1	01.018.001	Корпус	1	СЧ20	
2	01.018.002	Колесо зубчатое	1	Сталь40ХН	
3	01.018.003	Крышка	1	СЧ20	
4	01.018.004	Прокладка регулировочная	1	Сталь10	набор
5	01.018.005	Вал	1	Сталь45	
6	01.018.006	Втулка распорная	1	Сталь45	
7	01.018.007	Кольцо	1	Сталь45	
8	01.018.008	Звездочка	1	Сталь45	Зуб по ГОСТ 591-69
		Стандартные изделия			
21		Винт М6×14 ГОСТ Р ИСО 12474-2012	4		
22		Винт М8×14 ГОСТ 1476-84	1		
23		Кольцо 45 II ГОСТ 2833-77	1		
24		Манжета 1-22×40-3 ГОСТ 8752-79	1		
25		Шпонка 8×7×20 ГОСТ 23360-78	1		
26		Шпонка 5×9 ГОСТ 24071-97	1		
27		Шарикоподшипник 205 ГОСТ 8338-75	4		d=25; D=52 B=15

Рис. 2.8

На вал *5* с одной стороны напресовано коническое зубчатое колесо *2* на призматической шпонке *25*. С другой стороны напресована звездочка *8*. Крутящий момент с вала на звездочку передается с помощью сегментной шпонки *26*. От осевого перемещения звездочка удерживается установочным винтом *22*. Пружинное кольцо *23* предохраняет винт *22* от самоотвинчивания. Со звездочки вращение передается цепной передачей на рабочий орган машины. Опорами вала *5* служат шарикоподшипники *27*, смонтированные в расточках корпуса *1*. Крышка *3* и регулировочные прокладки *4* крепятся к корпусу *1* винтами *21*. В крышку *3* запрессована манжета *24*, предохраняющая подшипники от попадания пыли и вытекания из корпуса масла. Размеры манжет резиновых армированных (ГОСТ 8752-79) приведены в табл. 3.20.

На рис. 2.9 приведено изображение вала привода с указанием стандартизованных элементов.

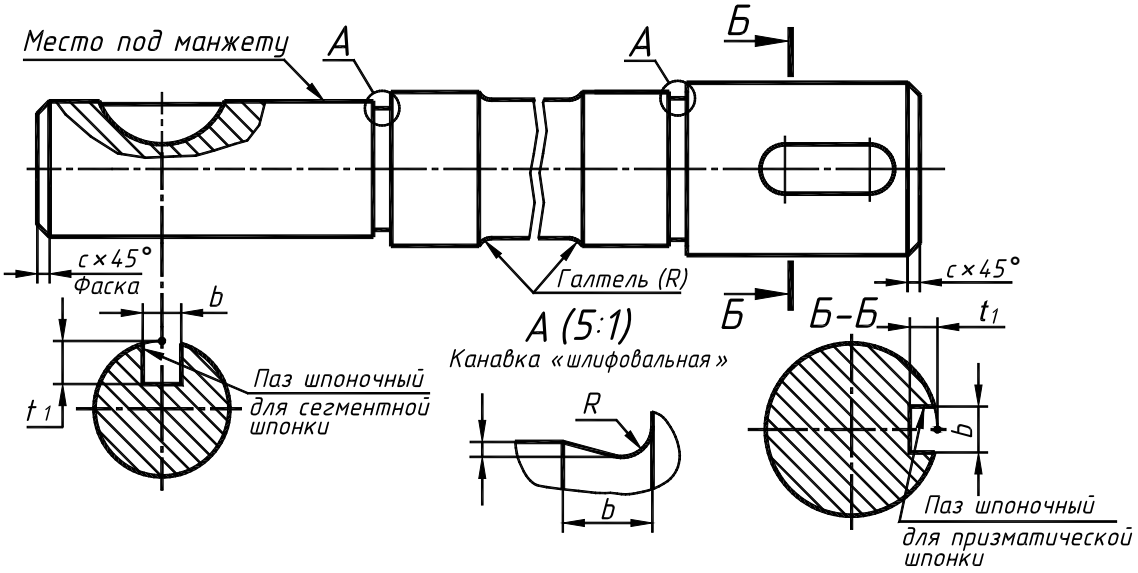


Рис. 2.9

Для передачи крутящего момента между валом и деталями, насажанными на вал, (зубчатые колеса, шкивы) применяют шпоночные соединения.

Шпоночные соединения относятся к подвижным разъемным соединениям. Соединительным звеном в шпоночных соединениях является деталь, называемая шпонкой. Для выполнения шпоночного соединения на валу фрезеруют паз под шпонку, такой же паз делают в отверстии насаживаемой на вал детали (шкивов, зубчатых колес, маховиков и т.п.). Шпонка одновременно входит в эти пазы и соединяет вал с деталью, например с зубчатым колесом, обеспечивая передачу крутящего момента.

Применяют различные типы шпонок: **призматические**, **сегментные**. Наиболее распространены призматические шпонки, которые изготавливают в трех исполнениях (рис. 2.10).

Размеры шпоночных пазов (табл. 3.16) назначают в зависимости от типа шпонки и диаметра вала в месте запрессовки зубчатого колеса, или другой, подобной детали.

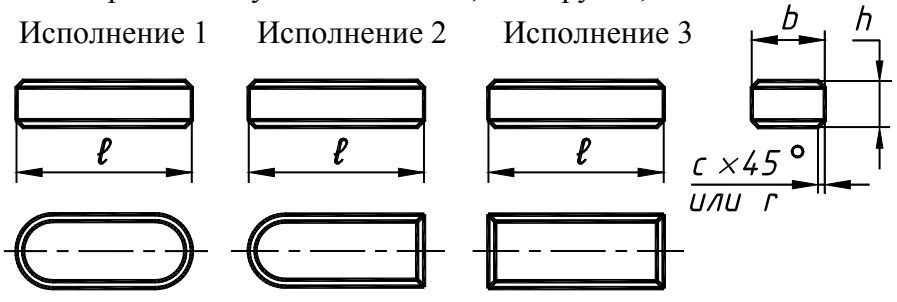


Рис. 2.10

Сегментные шпонки изготавливают в двух исполнениях (рис. 2.11). Размеры шпоночных пазов приведены в табл. 3.17.

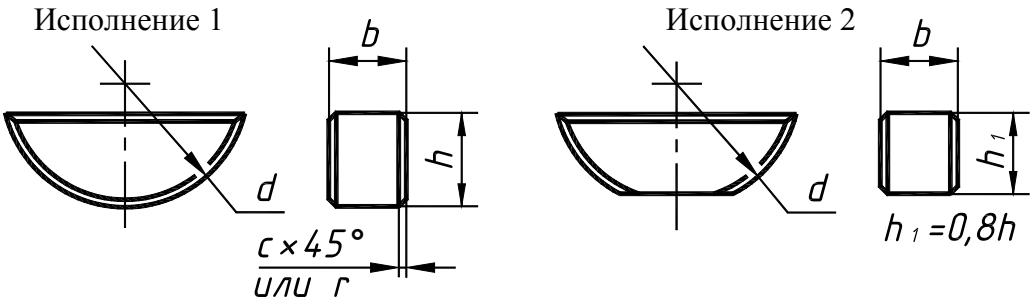


Рис. 2.11

Соединения зубчатые (шлицевые) образуются выступами (зубьями) на валу и соответствующими пазами в ступице, напрессованной на него детали (рис. 2.12).

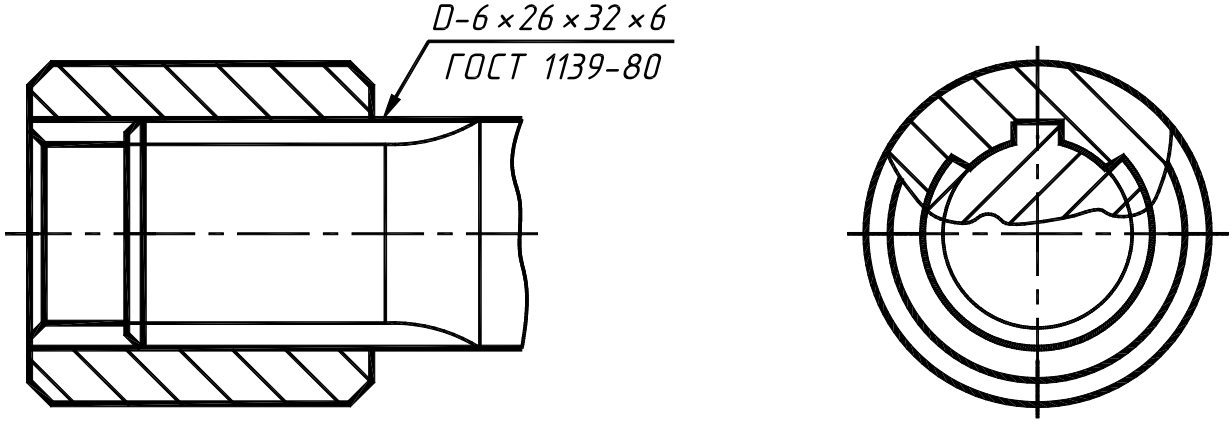


Рис. 2.12

По форме профиля выступов различают прямобочные, эвольвентные и треугольные зубчатые соединения. Сведения о соединениях с эвольвентными шлицами (ГОСТ 6033-80) приведены в [1, с. 300]. Зубчатые соединения треугольного профиля не стандартизованы. Прямобочные зубчатые соединения стандартизованы (ГОСТ 1139-80). Предусмотрено три серии соединений – легкая, средняя и тяжелая, отличающиеся друг от друга высотой и количеством зубьев (шлицев) (табл. 3.19).

Зубчатые соединения изображают согласно ГОСТ 2.409-74. Окружности и образующие поверхностей выступов зубьев вала и отверстия втулки изображают сплошными толстыми линиями (рис. 2.12).

В продольных осевых разрезах зубчатого соединения показывают только ту часть поверхности выступов отверстия втулки, которая не закрыта валом (см. рис. 2.11). Радиальный зазор между зубьями и впадинами вала и отверстия втулки не показывают.

В поперечных разрезах и сечениях, а также на проекциях вала и отверстия втулки на плоскость, перпендикулярную к продольной оси, изображают профиль одного зуба и двух впадин, фаски на конце зубчатого вала и в отверстии втулки не показывают. В продольных осевых разрезах и сечениях валов и втулок зубья условно совмещают с плоскостью чертежа и изображают не рассеченными (рис. 2.12, ***а*** и ***б***).

Поверхности зубьев вала и втулки могут соприкасаться (центрироваться) по наружному диаметру D с образованием зазора по внутреннему диаметру (рис. 2.13, ***а***), по внутреннему диаметру d с образованием зазора по наружному диаметру, (рис. 2.13, ***б***) и боковым сторонам зубьев b (рис. 2.13, ***в***).

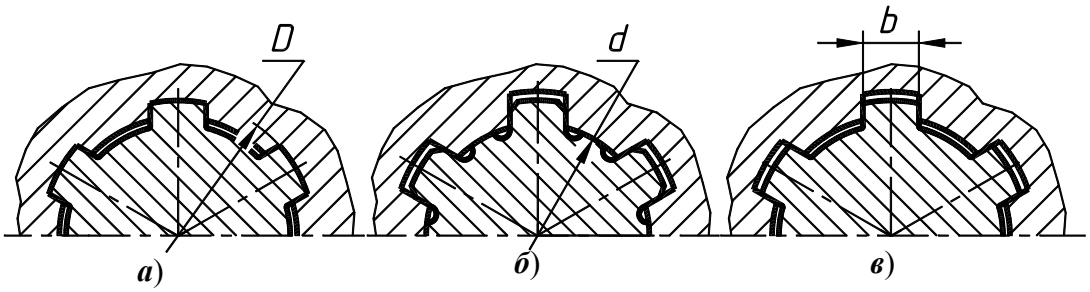


Рис. 2.13

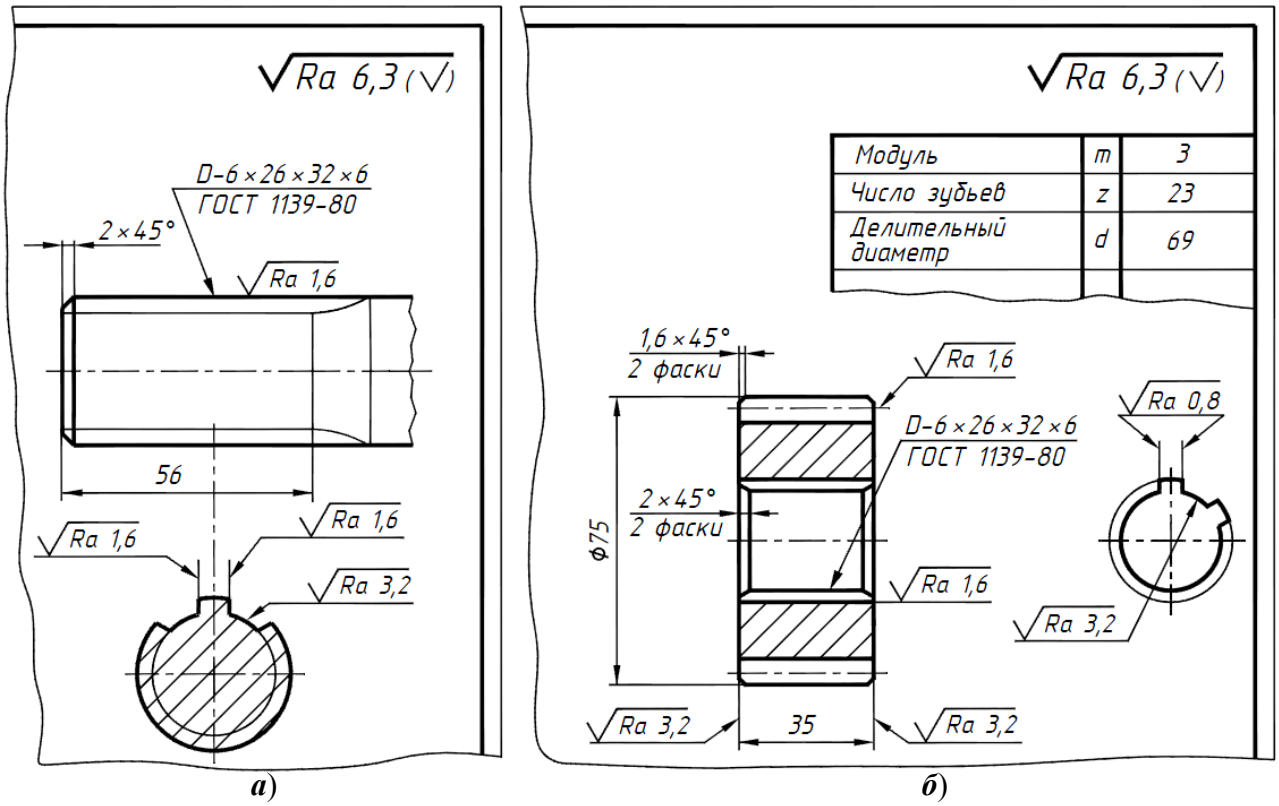


Рис. 2.14

В условном обозначении прямобочного зубчатого (шлицевого) соединения указывают: систему центрирования втулки относительно вала, число зубьев z, внутренний диаметр d, наружный диаметр D и ширину зуба b (рис. 2.12, 2.14).

Пример обозначения прямобочного зубчатого (шлицевого) соединения с числом зубьев $z = 8$, внутренним диаметром $d = 36$мм, наружным диаметром $D = 40$ мм, шириной зуба $b = 7$ мм: а) при центрировании по внутреннему диаметру:

$$d-8\times36\times40\times7\ \text{ГОСТ 1139-80}$$

б) при центрировании по наружному диаметру:

$$D-8\times36\times40\times7\ \text{ГОСТ 1139-80}$$

в) при центрировании по боковым сторонам:

$$b-8\times36\times40\times7\ \text{ГОСТ 1139-80}$$

К конструктивным элементам относятся **рифления**, применяемые на деталях типа рукояток, для удобства захвата и удержания. В табл. 3.53 приведены размеры рифлений, а на рис. 2.15 приведены примеры деталей, имеющих рифленые поверхности.

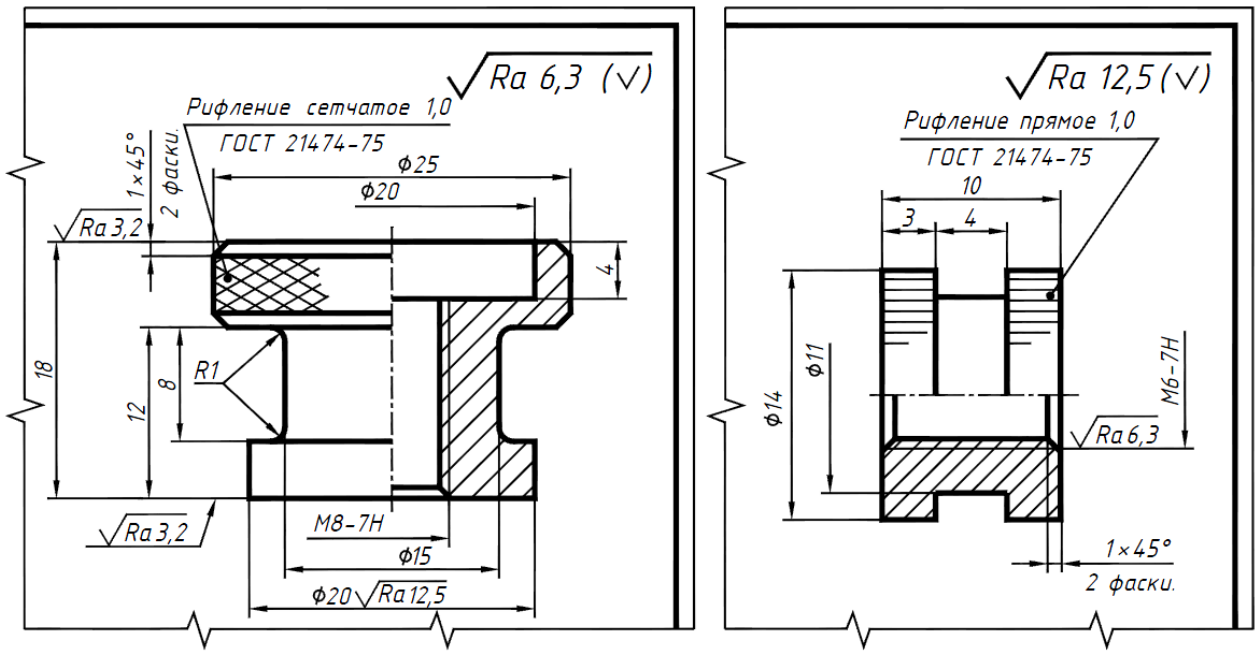


Рис. 2.15

В обозначениях рифлений указывают размер шага (*p*) и стандарт. Пример условного обозначения прямого и сетчатого рифления с шагом *p* =1,0 мм:

Рифление прямое 1,0 ГОСТ 21474-75 Рифление сетчатое 1,0 ГОСТ 21474-75

2.2.2. Выбор главного изображения детали и количества изображений

Количество изображений (видов, разрезов, сечений) детали на чертеже должно быть **минимальным**, но достаточным для исчерпывающего выявления ее внешней и внутренней формы и должно давать возможность нанесения размеров всех элементов детали.

Следует установить необходимое (наименьшее) число изображений детали и наметить, какое из них будет главным. Главное изображение (на фронтальной плоскости) должно давать наиболее полное представление о форме и размерах детали.

Для деталей типа тел вращения, а также для деталей типа валов, втулок, стаканов достаточно одного изображения (рис. 2.16, ***а***, ***б***).

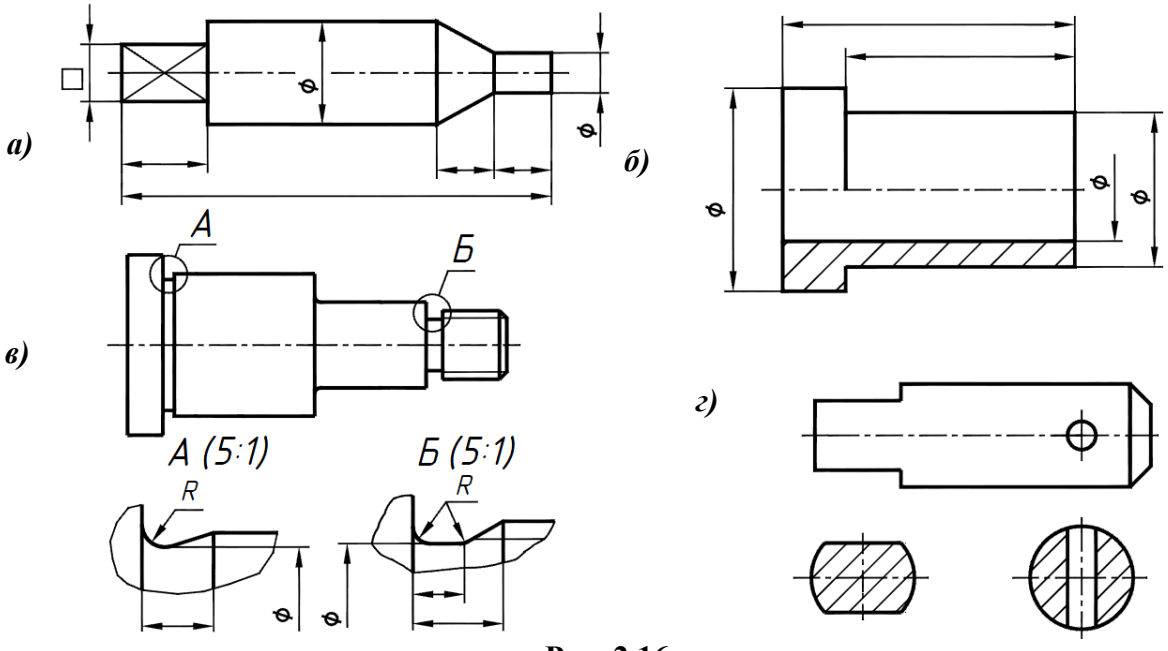


Рис. 2.16

Если на таких деталях имеются отверстия, проточки, пазы, то главное изображение дополняют одним или несколькими выносными элементами, разрезами, сечениями, которые выявляют форму этих элементов (рис. 2.16, ***в***, ***г***).

На рис. 2.16, ***а*** тонкими сплошными пересекающимися линиями (диагоналями) выделена плоская поверхность. Применение условных знаков ***ϕ*** (диаметр) и ☐ (квадрат) позволяет ограничиться одним изображением детали, состоящей из цилиндрических и призматических элементов (рис. 2.16 ***а***, ***б***).

Одним видом можно выявить сферическую поверхность (рис. 2.17, ***а***). Перед размерным числом диаметра или радиуса сферы наносят знак ***ϕ*** или ***R*** без надписи ***Сфера***. Однако если на чертеже изображение сферы неоднозначно, то перед размерным числом диаметра (радиуса) можно наносить слово ***Сфера*** или знак ○, например ○ ***R15***, (рис. 2.17, ***б***). Диаметр знака сферы равен высоте размерных чисел на чертеже.

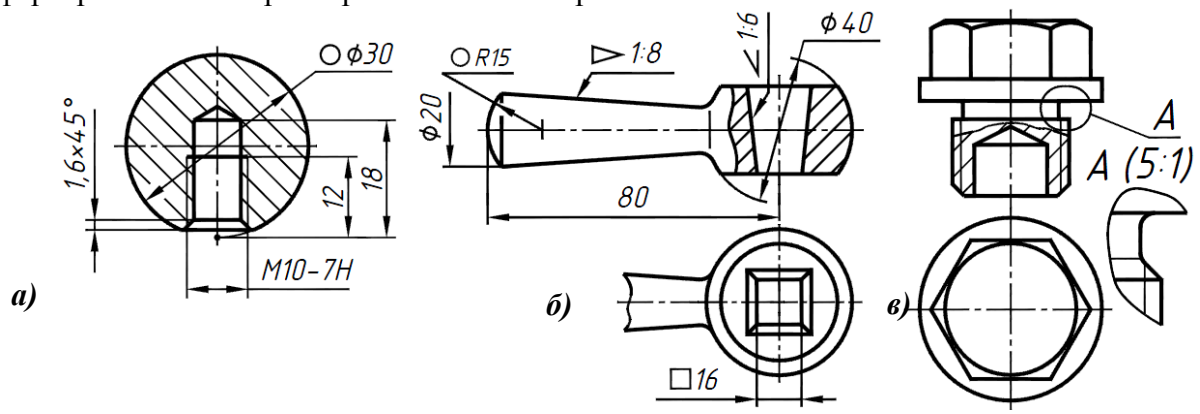


Рис. 2.17

Для конических поверхностей применение условного знака (конусность) позволяет обойтись одним изображением (рис. 2.17, ***б***). Выявлять конструкцию детали можно добавлением местного вида (см. рис. 2.17, ***б***).

Наличие в элементах детали призматической поверхности не квадратного сечения требует второго изображения (рис. 2.17, ***в***). Если цилиндрическая полость в шестигранной пробке выявляется на главном изображении местным разрезом, то выявление формы головки требует вида сверху.

Для деталей типа крышки (рис. 2.18, ***а***) с отверстиями равномерно расположенными по окружности достаточно одного изображения (при непременном указании количества отверстий). Наличие на крышке среза (рис. 2.18, ***б***) приводит к необходимости еще одного изображения.

Для тонких плоских деталей любой формы достаточно одного изображения. Толщину материала указывают на выносной полочке с указанием символа **s** толщины перед ее цифровым обозначением (рис. 2.18, ***в***).

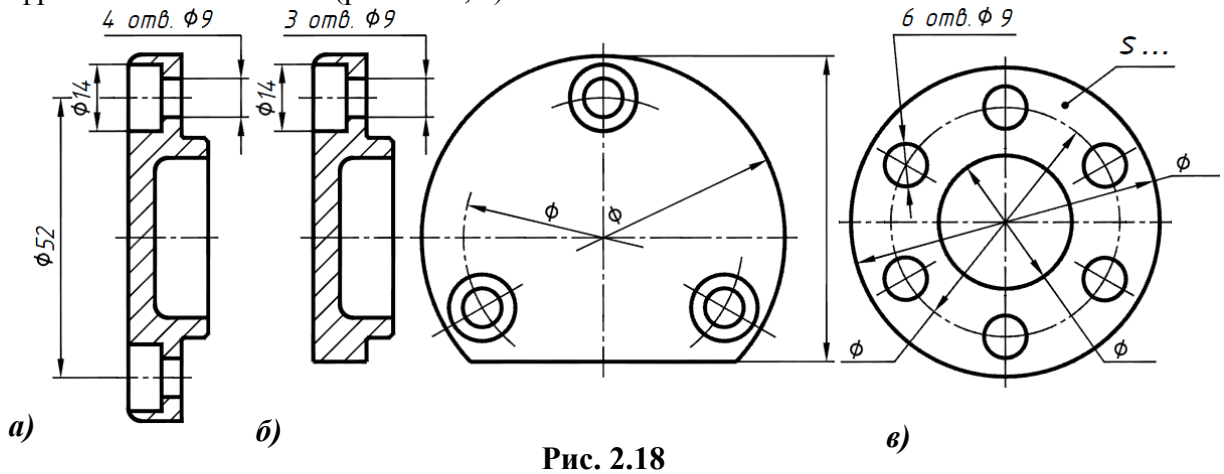


Рис. 2.18

Главное изображение (на месте главного вида) выбирают с учетом технологии изготовления детали. При этом не обязательно соблюдать такое же расположение детали, как на чертеже сборочной единицы. Валики, оси, стаканы, втулки и т.п. детали, рекомендуется располагать на формате горизонтально (см. рис. 2.16).

Корпуса, кронштейны, стойки и т.п., следует располагать основанием вниз. В качестве примера выбран корпус (рис. 2.19). Главное изображение – наиболее информативное – полный продольный разрез, так как корпус не симметричен. Корпус на нем изображен основанием вниз.

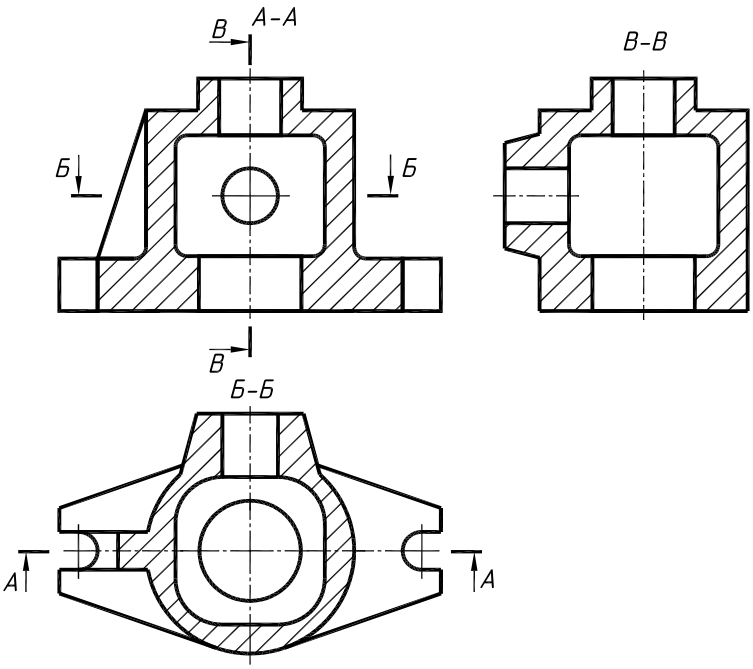


Рис. 2.19

Если деталь сложной конструкции в процессе изготовления не имеет заведомо преобладающего положения, то за главное изображение таких деталей принимают их расположение в готовом изделии – приборе, машине.

Для деталей типа шкивов, колес, шестерен главным изображением является фронтальный разрез (рис. 2.20). Его обычно выполняют полностью, что облегчает нанесение размеров.

Фронтальный разрез выявляет и внешние очертания детали, поэтому вида спереди не требуется. При наличии шпоночного паза главное изображение дополняется видом на отверстие со шпоночным пазом.

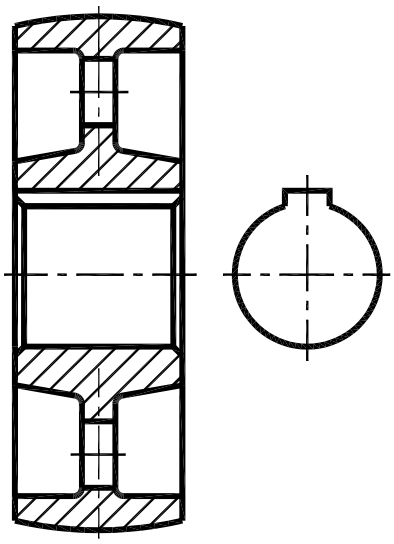


Рис. 2.20

Детали типа винтов, болтов, валиков изготовляют на токарных станках или автоматах. Ось их при обработке – горизонтальна. При изображении таких деталей на чертеже учитывают также положение, в котором выполняют наибольший объем работ по изготовлению детали, т.е. выполняют наибольшее число переходов (переход – обработка одной элементарной поверхности).

Следует помнить, что согласно ГОСТ 2.109-73, на чертеже детали приводят изображения, размеры, шероховатость поверхностей и другие данные, которые деталь должна иметь **перед сборкой**.

На рис. 2.21 ***а***, приведено соединение деталей *1* и *2* с помощью штифта *3*. Здесь же представлен вид деталей поз. *1* и *2* до сборки. Отверстия под штифты, засверливаемые при сборке на чертежах деталей не изображают и не оговаривают [2, с. 330]. На рис. 2.55 ***б***, приведено соединение деталей *1* и *2* методом деформации (обжатием). На чертеже детали, элементы которой подлежат деформированию, изображают в том виде, в котором она поступает на сборку, т.е. не деформированными.

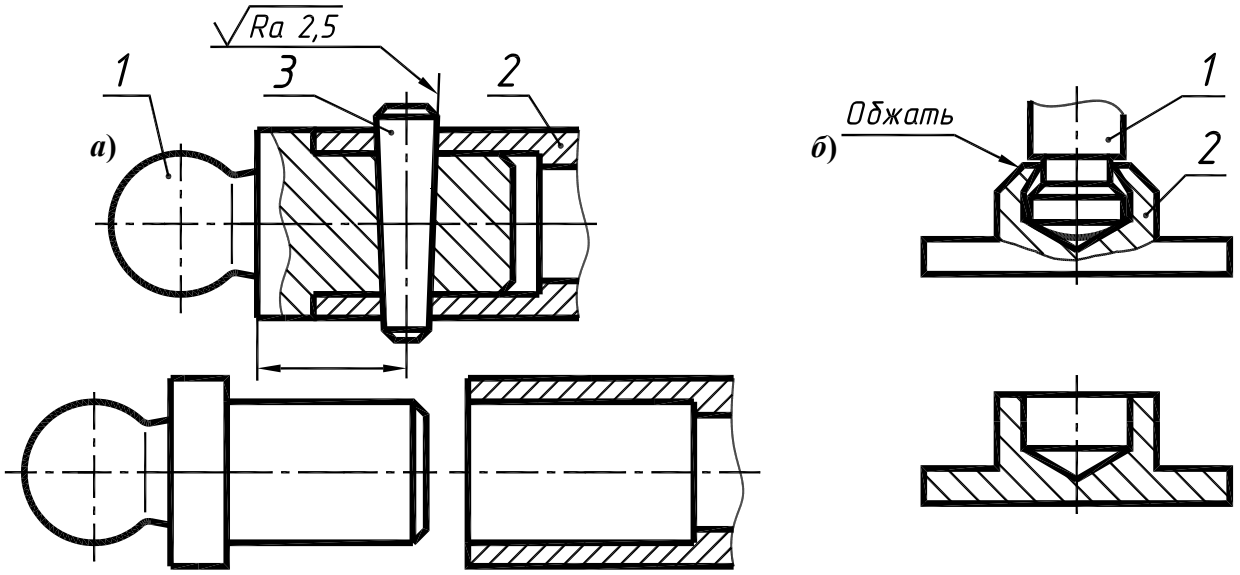


Рис. 2.21

На рис. 2.22, ***а*** представлено крепление зубчатого венца червячного колеса на ступице с помощью установочных винтов ***3***. Отверстия под винты засверливают после напрессовки венца ***1*** на ступицу ***2***. На рис. 2.22, ***б*** приведено изображение ступицы и зубчатого венца на чертежах деталей.

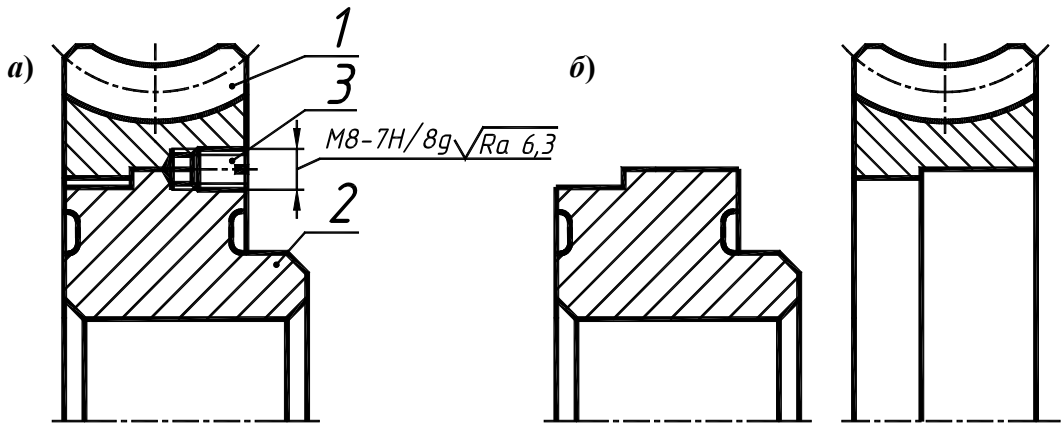


Рис. 2.22

2.2.3. Выбор масштаба изображения и компоновка чертежа

Формат чертежа оговорен в ведомости задания. В связи с этим выбирают масштаб изображения в зависимости от сложности и размеров детали с учетом возможности как увеличения изображения по сравнению с натурой для сложных и мелких, так и уменьшения для простых по форме и крупных деталей. Следует помнить, что масштаб 3:1 стандартом не предусмотрен.

Изображения на чертеже должны обеспечивать ясность всех элементов детали. Для мелких элементов детали используют выносные элементы и изображают их в большем масштабе (см. рис. 2.17, ***в***).

Длинные предметы или их элементы, имеющие постоянное или закономерно изменяющееся поперечное сечение (стержни, трубопроводы, валы, прокат и т.п.), следует изображать с разрывами. Допускается разделение разреза и вида штрихпунктирной линией, совпадающей со следом плоскости симметрии не всего предмета, а лишь его части, если она представляет собой тело вращения (рис. 2.23, ***а***).

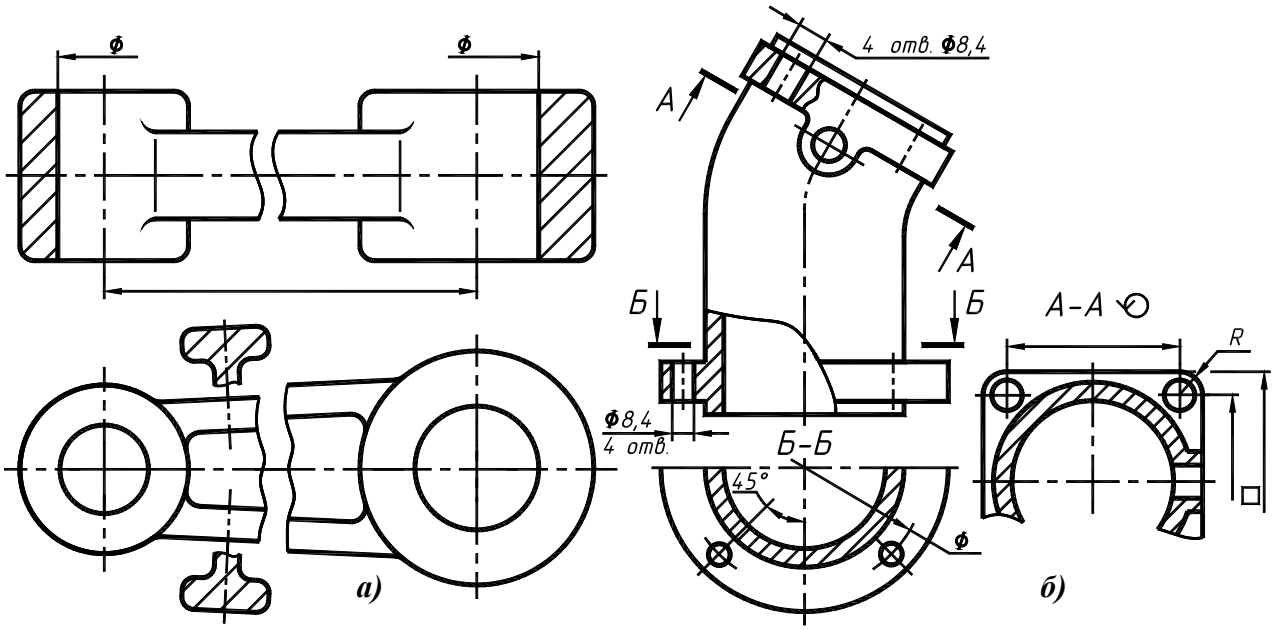


Рис. 2.23

Если изображение предмета является симметричной фигурой, то допускается вычерчивать половину изображения (рис. 2.23, ***б*** – разрез ***Б–Б***) или немного более половины. В последнем случае проводят линию обрыва (рис. 2.23, ***б*** – разрез ***А–А***).

При компоновке чертежа следует иметь в виду, что на форматах ***А3*** и ***А2*** основную надпись можно располагать как вдоль длинной, так и вдоль короткой стороны. Это обстоятельство помогает рационально разместить изображения некоторых деталей на листе.

При выполнении задания №7 следует размещать чертежи заданных деталей на формате ***А1***. На рис. 2.24 приведен один из вариантов компоновки чертежей.

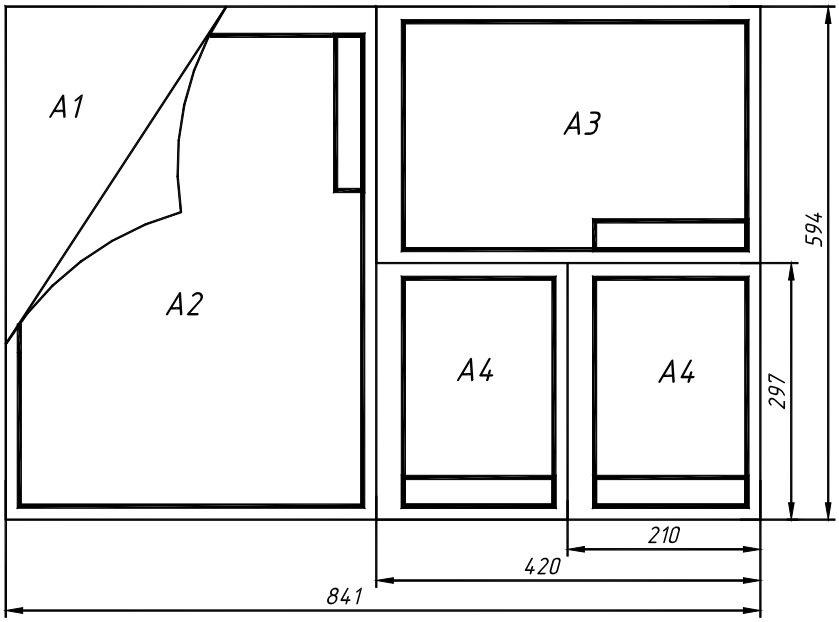


Рис. 2.24

Кроме чертежей в задания №5 и №7 входят аксонометрические изображения двух деталей. При выполнении задания №5, аксонометрическое изображение детали рекомендуется выполнять на том же формате, на котором выполнен чертеж детали (см. пример выполнения задания №5).

При выполнении задания №7 аксонометрические изображения двух деталей можно выполнять на формате *А3* с одной основной надписью (рис. 2.25).

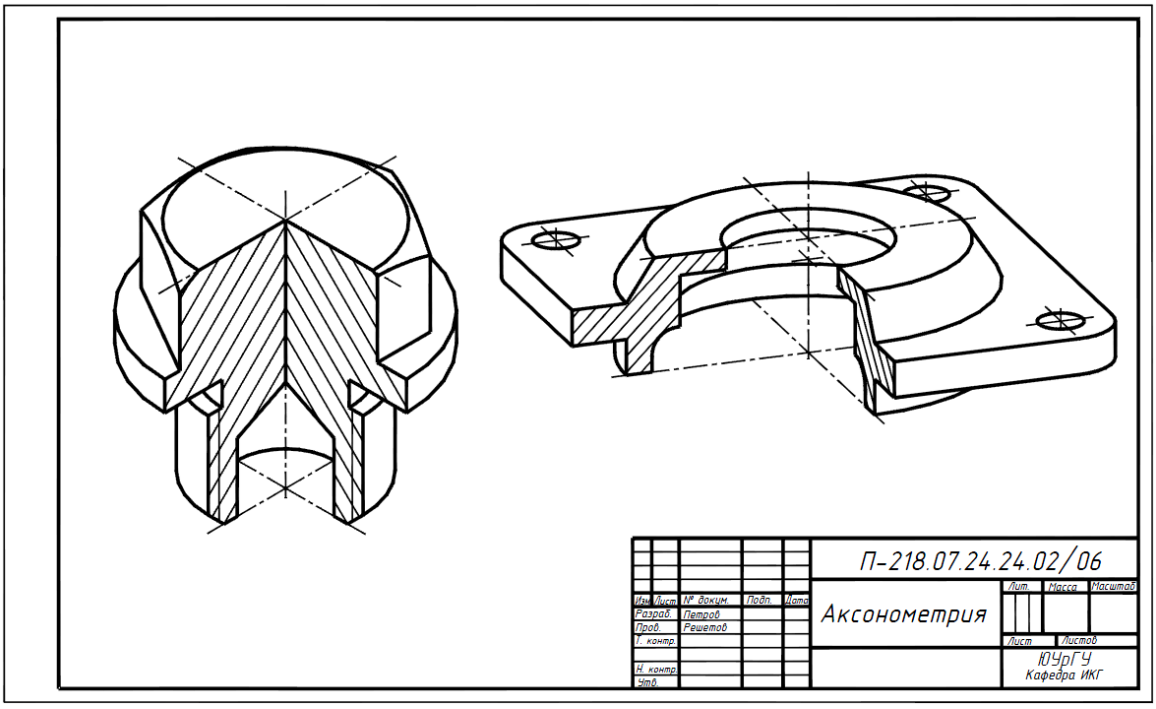


Рис. 2.25

2.2.4. Планировка чертежа

На формате выполняют осевые линии и габаритные контуры всех необходимых изображений, штрихуют намеченные разрезы, отмечают зоны для нанесения размеров. Пример планировки чертежа для детали, показанной на рис. 2.19, приведен на рис. 2.26.

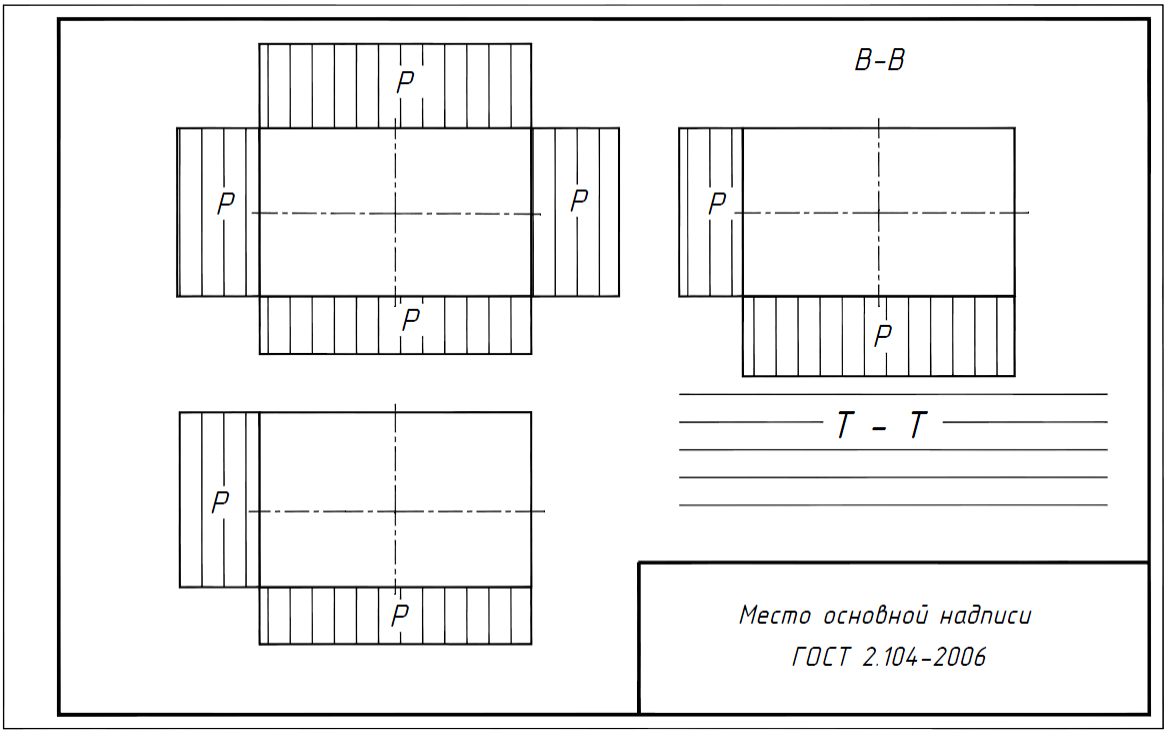


Рис. 2.26

Поле «*Р*» между изображениями оставлено для нанесения размеров, поле «*Т*– *Т*» над основной надписью – для технических требований.

2.2.5. Простановка знаков шероховатости

Работоспособность детали существенно зависит от шероховатости (величины микронеровностей) ее рабочих поверхностей. Поэтому при проектировании механизма конструктор должен задавать не только геометрические размеры деталей, но и допустимую шероховатость ее поверхностей. Иногда вместо термина «шероховатость» применяют эквивалентное понятие «чистота поверхности».

Конкретные значения шероховатости поверхности детали зависят от назначения данной поверхности. Поверхности детали могут соприкасаться с другими деталями. Такие поверхности называют **сопрягаемыми**, **исполнительными** (рабочими). Остальные поверхности детали называют **свободными**. Исполнительные поверхности детали – это те, при помощи которых деталь выполняет свою работу в машине, которые в процессе работы механизма соприкасаются с поверхностями других деталей, либо непосредственно участвуют в рабочем процессе механизма или машины (крыльчатки насосов, лопатки турбин и т.д.).

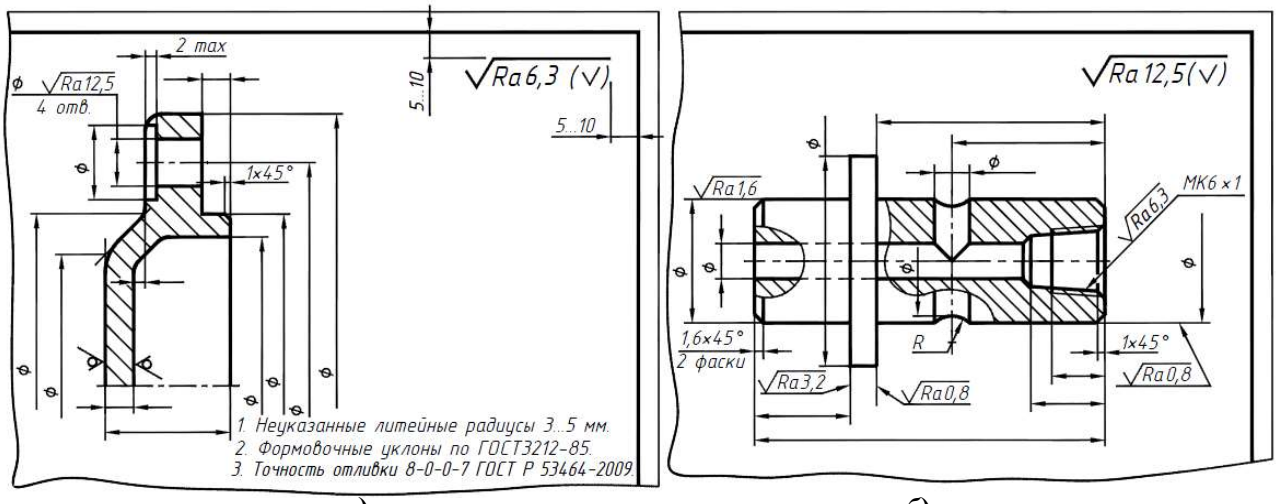
Все исполнительные поверхности детали, как правило, подвергаются механической обработке. Остальные поверхности детали, образующие ее конфигурацию, называются **нерабочими**. Эти ее поверхности не сопрягаются с поверхностями других деталей, непосредственной работы в механизме не выполняют и определяются требованиями прочности, соблюдения габаритов, необходимого внешнего оформления и т.п. Они либо совсем не обрабатываются, либо обрабатываются с меньшей точностью (в смысле размеров и качества поверхности), чем исполнительные поверхности детали.

Работоспособность механизма во многом зависит от шероховатости сопрягаемых поверхностей его деталей. Чем выше качество обработки сопрягаемых поверхностей, тем долговечнее и надежнее механизм. Однако конструктор должен учитывать и экономический фактор – чем выше требования к качеству поверхности, тем дороже ее изготовление.

Изучая изображения детали на чертеже сборочной единицы, следует выявить те поверхности, по которым эта деталь соприкасается с другими деталями узла. Контакт деталей может быть подвижным (одна деталь вращается или перемещается относительно других). В этом случае, согласно рекомендациям [2], поверхности осей и валов в месте контакта с втулкой подшипника скольжения должны иметь шероховатость *Ra* 0,2…0,4 мкм. При неподвижном контакте, например, место соединения зубчатого колеса с валом может иметь шероховатость *Ra* 0,8…1,6 мкм. Поверхности под запрессовку втулок, вкладышей и т. п. имеют шероховатость *Ra* 1,6…3,2 мкм. На свободные поверхности (фаски, проточки, не трущиеся поверхности валов) и на резьбовые участки валов назначают шероховатость *Ra* 3,2…6,3 мкм. Отверстия под болты, винты, шпильки и т.п. (когда для свободного соединения деталей предусмотрен зазор) могут иметь шероховатость *Ra* 12,5…25 мкм.

Необходимо мысленно назначить параметры шероховатости всех поверхностей детали, после чего разместить знаки шероховатости в соответствии с ГОСТ 2.309-73 (в редакции 2005 г.). Правила простановки знаков шероховатости на чертежах деталей приведены в [3, с. 80]. Напомним некоторые из них.

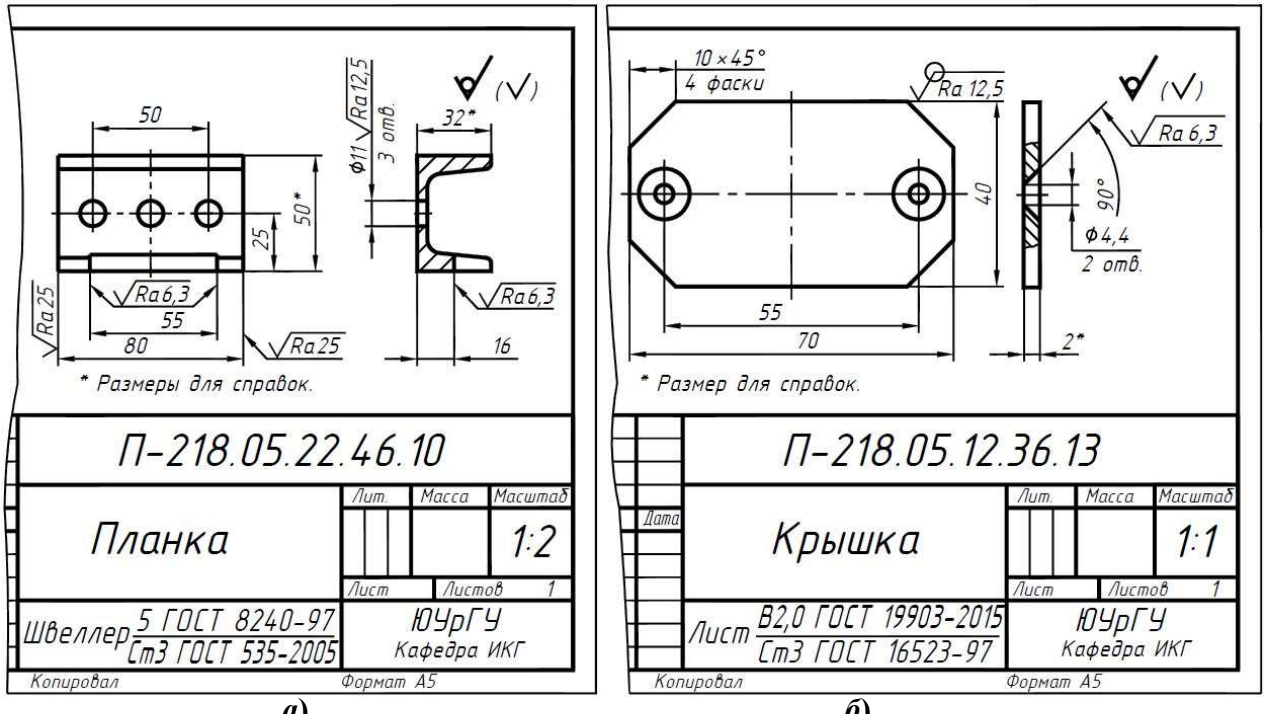
В случае одинаковой шероховатости большей части поверхности детали в правом верхнем углу чертежа помещают обозначение одинаковой шероховатости и условное обозначение знака в скобках, которые означают, что все поверхности, не имеющие на чертеже знаков шероховатости, должны иметь шероховатость, указанную перед скобкой (рис. 2.27, ***а***, ***б***). Размеры знаков в скобках и на изображении – одинаковы; размер и толщина знака перед скобкой увеличивается в **1,5** раза. Численное значение параметра шероховатости, вынесенное в правый верхний угол, наносят шрифтом на номер больше, чем шрифт размерных чисел на чертеже. Расстояние от знака до верхней и боковой рамок чертежа должно составлять **5…10** мм (см. рис. 2.27, ***а***).



а) *б*)

Рис. 2.27

Если деталь изготавливается из сортового материала определенного профиля и размера (швеллер, уголок, труба и др.) то на чертеже детали проставляют только шероховатость обрабатываемых участков (рис. 2.28). В правом верхнем углу чертежа перед знаком в скобках помещают знак $\sqrt{}$. Шероховатость поверхностей не требующих дополнительной обработки обусловлена техническими требованиями на исходный сортовой материал, причем на этот документ должна быть приведена ссылка, например, в виде указания сортамента материала в графе 3 основной надписи чертежа [2, с. 176].



а) *б*)

Рис. 2.28

Если шероховатость поверхностей, образующих контур, должна быть одинаковой, то обозначение шероховатости наносят один раз со знаком ○, означающим слова «по контуру», как показано на рис. 2.28, ***б*** и рис. 2.30. Диаметр знака ○ – 4…5 мм. У обозначения одинаковой шероховатости поверхностей, плавно переходящих одна в другую, знак «по контуру» не наносят (см. рис. 2.27, ***а***).

Если какая-либо поверхность детали не обрабатывается по чертежу, то обозначение ее шероховатости (знак $\sqrt{}$) наносят на ее изображении (см. рис. 2.27, ***а***).

Если большинство поверхностей изделия не обрабатываются по данному чертежу, то на это указывает знак, помещенный в правом верхнем углу чертежа (рис. 2.29). При применении знака без указания параметра и способа обработки его изображают без полки.

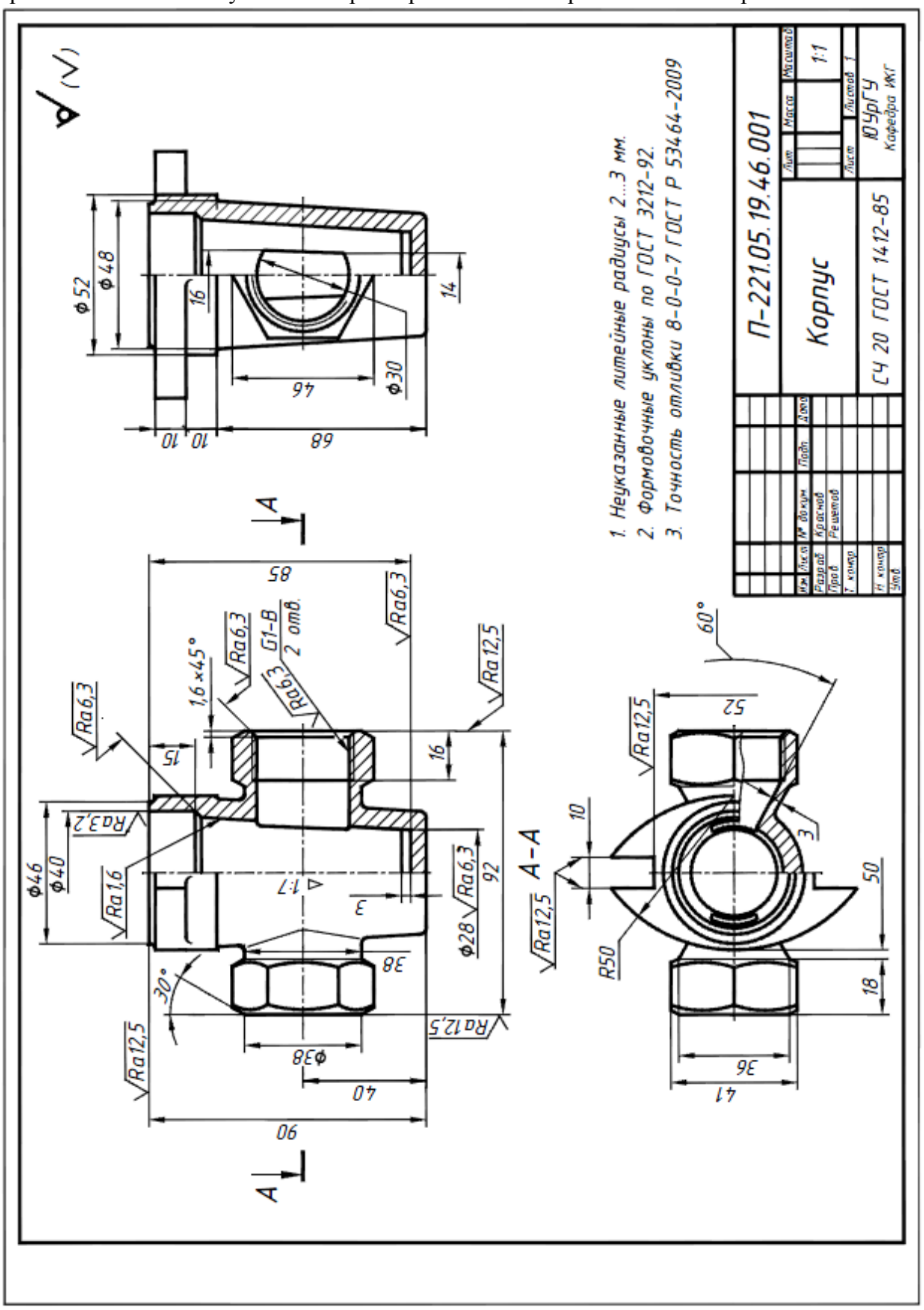


Рис. 2.29

Обозначение шероховатости (как и размер) любой поверхности, должно быть нанесено один раз, независимо от числа изображений. В связи с этим шероховатость поверхностей повторяющихся элементов изделия (отверстий, фасок, канавок и т.п.) наносят один раз на том изображении, где указано количество этих элементов для сосредоточения информации в одном месте чертежа. На рис. 2.28, ***а*** шероховатость отверстий нанесена на профильном разрезе. К повторяющимся элементам не относят симметрично расположенные поверхности. На рис. 2.28, ***а*** – боковые стороны выреза и торцы швеллера.

Знаки шероховатости и размерные числа не должны пересекаться никакими линиями. Поэтому на месте их простановки выносные линии, оси симметрии и линии штриховки – прерываются (см. рис. 2.29).

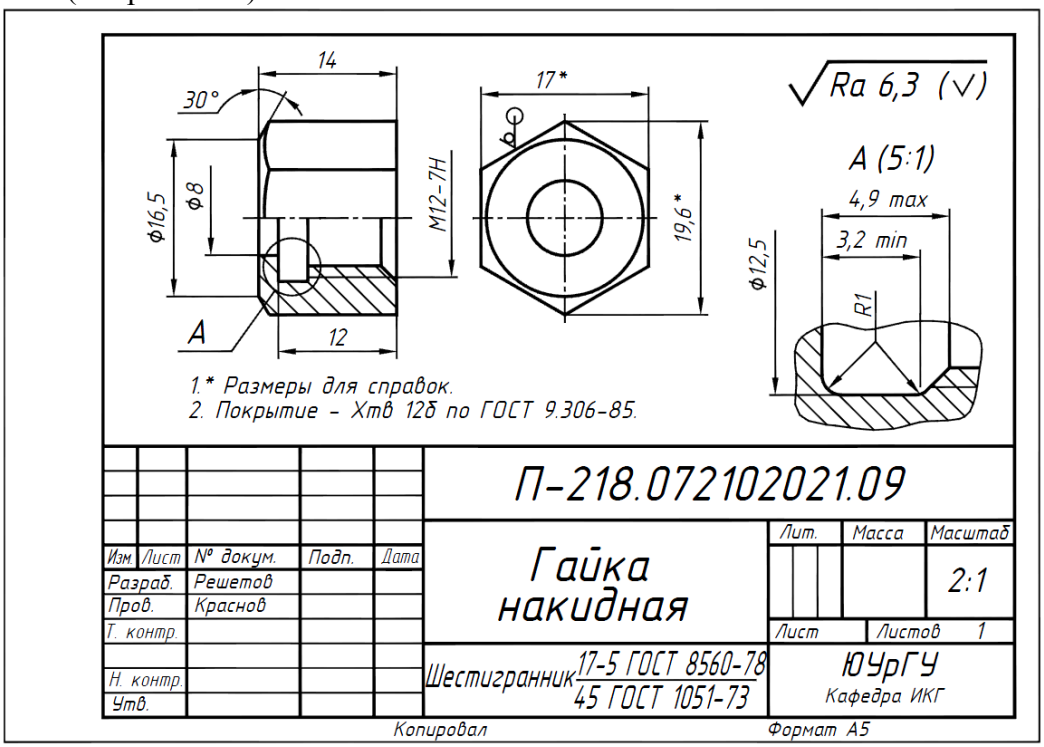


Рис. 2.30

Острие знака шероховатости (или полки линии-выноски, на которой он расположен) должно прикасаться к обрабатываемой поверхности (или линии, ее продолжающей) с той стороны, откуда возможен подвод режущего инструмента. Обозначения шероховатости поверхности, в которых знак имеет полку, располагают относительно основной надписи чертежа так, как показано на рис. 2.31, ***а, б***. Расположение знаков без полки приведено на рис. 2.31, ***в***.

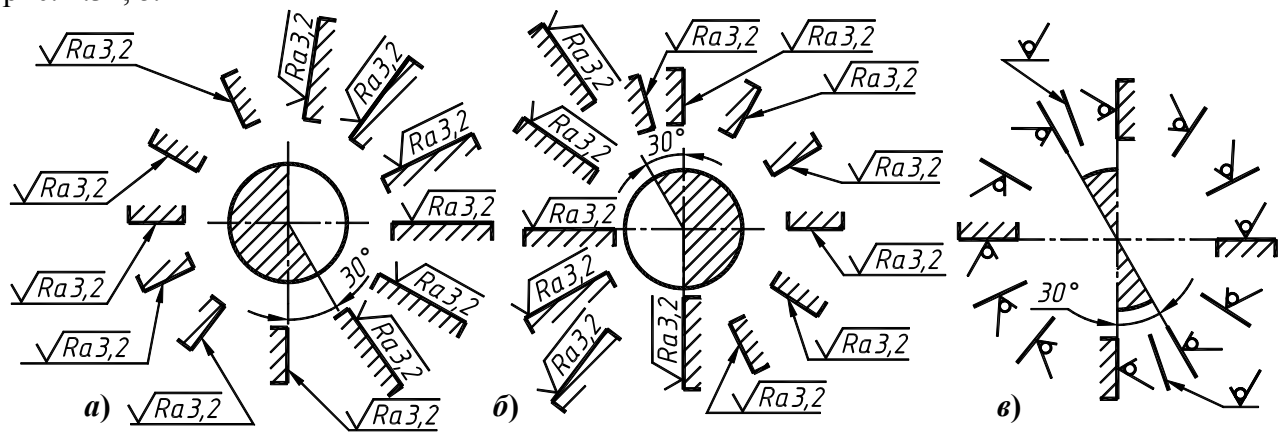


Рис. 2.31

После нанесения знаков шероховатости переходят к вычерчиванию выносных и размерных линий. Проставляют размерные числа.

2.2.6. Основные принципы простановки размеров на чертежах деталей

В первом и втором заданиях применялся геометрический принцип простановки размеров, в четвертом задании при простановке размеров учитывалась технология изготовления деталей. При выполнении пятого и седьмого задания (при деталировании сборочной единицы), некоторые размеры деталей следует наносить с учетом взаимосвязи этих деталей в составе сборочной единицы, т.е. из конструктивных соображений, от конструкторских баз.

Чертеж (эскиз) детали кроме графических изображений, должен содержать необходимый минимум размеров, допуски, обозначения шероховатости поверхностей, сведения о материале, термической обработке, а также комплекс технических условий, которые предъявляют к готовой детали. На учебных чертежах (эскизах) допускается допуски не проставлять.

Чертеж детали должен удовлетворять двум основным условиям:

1) давать полную конструктивную характеристику детали, как в отношении формы, так и в отношении размеров, обеспечивающую ее работу в механизме;

2) обладать технологичностью, то есть он должен позволять применение к детали различных вариантов технологического процесса.

Простановка размеров – это один из важнейших этапов выполнения чертежей. Его разбивают на два: задание размеров и нанесение размеров.

Задать размеры на чертеже – значит определить тот необходимый минимум размеров, который нужен для обеспечения изготовления детали в соответствии с требованиями конструкции, и позволяющих применить к детали разные варианты технологического процесса.

Нанести размеры на чертеже – значит так расположить выносные и размерные линии, размерные числа, чтобы исключить возможность их неправильного толкования и обеспечить удобство чтения чертежа. ГОСТ 2. 307-2011 устанавливает правила нанесения размеров на чертежах.

Основное правило задания размеров на чертежах деталей можно сформулировать следующим образом: размеры, определяющие расположение сопрягаемых поверхностей, следует проставлять, как правило, от конструкторских баз с учетом возможности выполнения и контроля этих размеров.

Размеры деталей, геометрически связанные с размерами других деталей, должны быть проставлены на чертеже от тех поверхностей, по которым деталь сопрягается с другими деталями механизма. Эти поверхности детали называются **конструкторскими** (или **конструктивными**) **базами**. Все остальные (так называемые **свободные**) размеры должны быть заданы от технологических баз, обеспечивающих удобство обработки и контроля деталей.

Базовые поверхности деталей

Все поверхности, ограничивающие деталь, можно разделить на рабочие или основные и нерабочие (свободные). Придание детали требуемого положения относительно других деталей механизма при сборке или относительно выбранной системы координат в процессе обработки и контроля называют **базированием**.

Поверхность или выполняющее ту же функцию сочетание поверхностей, ось, точку, принадлежащие детали и используемые для базирования называют **базой**.

Выбору размеров, задаваемых на чертеже детали, всегда предшествует выбор баз.

Различают проектные (расчетные), конструкторские, технологические и измерительные базы.

Проектными называют базы, выбранные при проектировании изделия, технологического процесса изготовления или ремонта этого изделия.

Проектными базами детали являются поверхности, линии или точки, играющие важную роль в работе машины или в процессе выполнения различных расчетов, например, плоскости и оси симметрии, осевые линии.

Конструкторскими называют базы, используемые для определения положения детали в сборочной единице. Это поверхность или совокупность поверхностей, которые определяют ее положение относительно других деталей механизма. Этими поверхностями они сопрягаются с поверхностями других деталей.

Конструкторские базы подразделяются на основные и вспомогательные.

Основная база – конструкторская база данной детали, используемая для определения ее положения в механизме.

Вспомогательная база – конструкторская база данной детали, используемая для определения положения присоединяемой к ней детали.

Конструкторские базы детали являются реальными поверхностями элементов детали, которые определяют ее положение относительно других деталей механизма. Базой может быть плоская, цилиндрическая или фигурная поверхность, ограничивающая какой-либо элемент детали (паз, выступ, шейку вала и др.), а также группа отверстий под крепежные изделия (болты, шпильки, винты). На рис. 2.32 показаны различные виды конструкторских баз. Такими базами являются: совокупность плоскостей *1*, *2*, *3* (рис. 2.32, ***а***); совокупность цилиндрических поверхностей (шейки коленчатого вала и головки шатуна) и плоскостей *4* и *5* (рис. 2.32, ***б***); плоскость *6* (рис. 2.32, ***в***). База, состоящая из совокупности двух плоскостей (рис. 2.32 ***а***, ***б***, плоскости *2* и *3*, *4* и *5*), называется сопряжением по размерам длины.

Соединение отверстия с валом называется сопряжением по размерам диаметра (рис. 2.31, ***б*** – сопряжение шейки вала и головки шатуна).

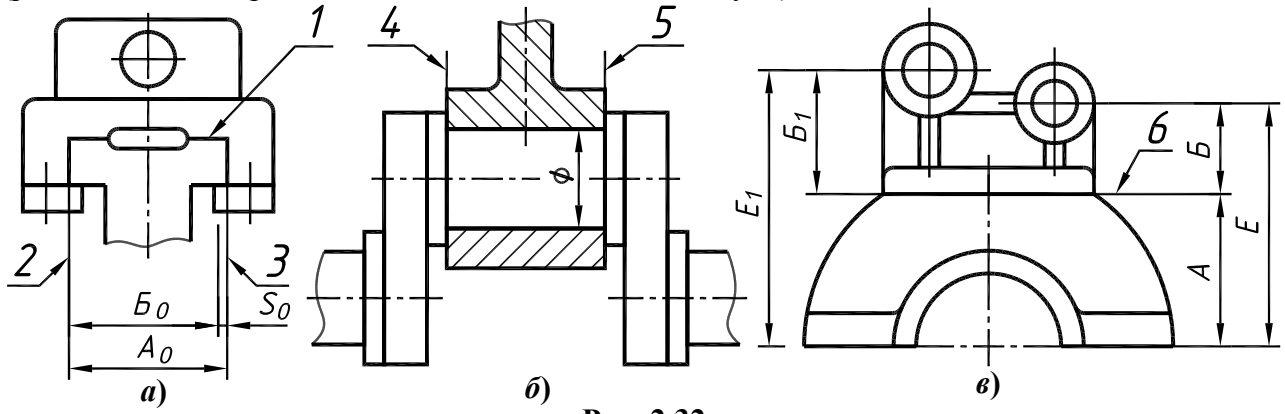


Рис. 2.32

Технологическими называют базы, используемые для определения положения детали в процессе ее изготовления или ремонта. Различают основные и вспомогательные технологические базы. Основные технологические базы – это поверхности, которые являются элементом детали и выполняют определенную роль при ее работе в механизме.

Примером технологических баз являются поверхность *1* и торец *2* шестерни (рис. 2.33), используемые для базирования при нарезании зубьев.

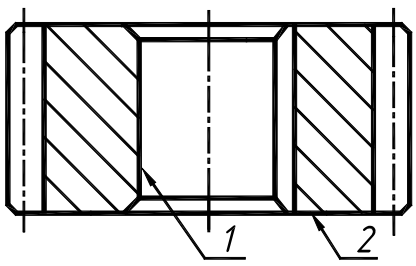
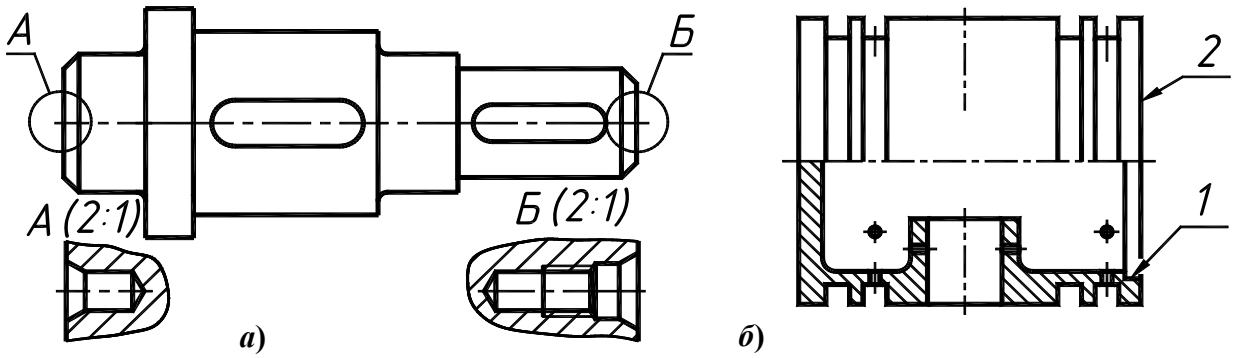


Рис. 2.33

Примерами вспомогательных технологических баз могут служить центровые отверстия валов (рис. 2.34, ***а***), цилиндрический поясок *1*, торец *2* юбки поршня (рис. 2.34, ***б***).



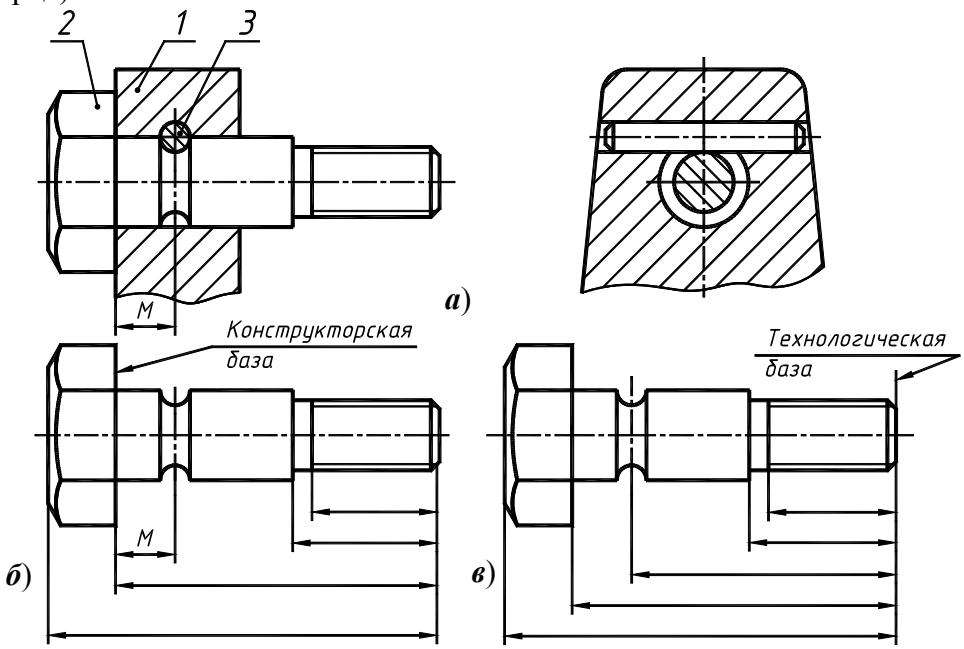
а) *б*)

Рис. 2.34

Измерительными называют базы, используемые, для контроля размеров при обработке детали, при сборке механизма, для проверки относительного положения поверхностей готовой детали. В качестве измерительных баз обычно используют конструкторские и технологические базы.

Комплекс размерных линий, нанесенных на чертеже детали, называют **размерной сеткой** (см. рис. 2.16, ***а***, ***б***). Размерная сетка детали состоит из двух видов размеров: размеры диаметров, размеры длины. Размерная сетка в отношении диаметральных размеров не зависит от функционального назначения элементов детали. Размерная сетка детали в отношении длины может быть различной в зависимости от особенностей конструкции механизма, в который входит данная деталь.

На рис. 2.35, ***а*** изображен фрагмент чертежа сборочной единицы. Специальный болт *2* фиксируется в траверсе съемника *1* штифтом *3*. Для обеспечения собираемости узла нужно выдержать размер *М*. На рис. 2.35, ***б*** приведен пример простановки размеров длины специального болта с учетом конструкции узла. Размер *М* проставлен от конструкторской базы (торца головки). На рис. 2.35, ***в*** размеры проставлены от технологической базы (правого торца).



а) *б*) *в*)

Рис. 2.35

В этом случае для определения положения канавки требуется не один, а два линейных размера, что усложнит технологический процесс изготовления, а, следовательно, повысит стоимость детали. Таким образом, размеры, определяющие расположение сопрягаемых поверхностей, следует проставлять от конструкторских баз.

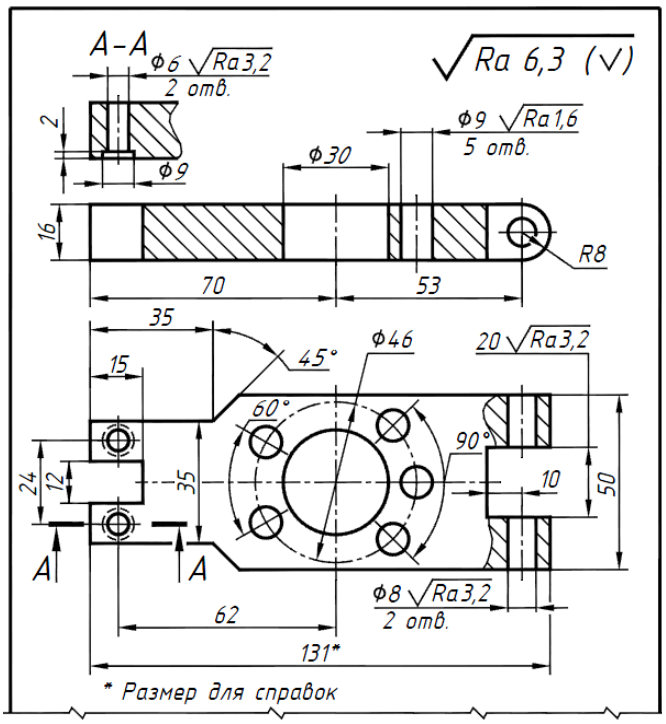


Рис. 2.36

Все остальные (свободные) размеры должны быть заданы от технологических баз.

На рис. 2.36 приведен чертеж плиты кондуктора для сверления отверстий. Плита крепится к корпусу при помощи оси, вставляемой в отверстия ϕ8 мм. Ось этих отверстий является конструкторской базой для плиты. В связи с чем, глубина паза (размер 10), проставлена именно от оси отверстий, а не так, как для паза размером 15×12. Простановка размера паза от конструкторской базы обеспечивает наличие гарантированного зазора между корпусом и плитой – возможность свободного перемещения плиты вокруг оси.

На рис. 2.37 приведен пример выполнения чертежа крышки, изготовленной путем литья. Для поверхностей литых деталей, не подвергавшихся механической обработке характерны плавные переходы от одной поверхности к другой. Часть поверхностей детали подверглась механической обработке, а часть поверхностей осталась необработанной (черной). Эти поверхности отмечены знаком $\sqrt{}$. В верхний правый угол чертежа вынесена шероховатость преобладающих поверхностей – ***Ra 6,3***. Это шероховатость бокового профиля резьбы, фасок, торцов при неподвижном контакте [3, табл. 34].

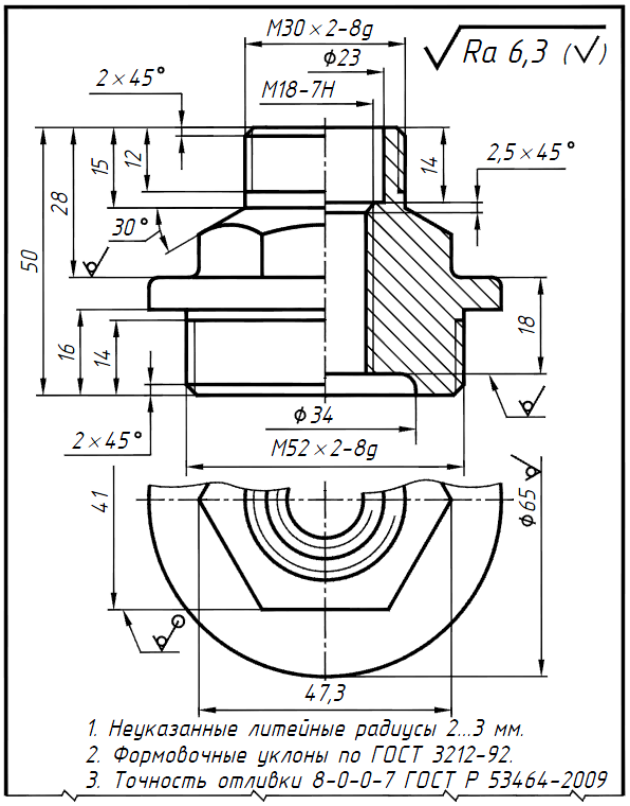


Рис. 2.37

Размеры, определяющие параметры деталей изготовленных литьем, ковкой, штамповкой можно разбить на три группы:

а) размеры, связывающие черные (необработанные) поверхности;

б) размеры, связывающие чистые (обработанные) поверхности;

в) размеры, связывающие чистые поверхности с черными.

Размеры первой группы образуют размерную сетку заготовки, размеры второй группы образуют размерную сетку механической обработки.

Размеры третьей группы координируют эти две размерные сетки. Таким образом, на деталях подобного типа размеры следует проставлять так, чтобы одна группа размеров связывала только черные (необработанные) поверхности; другая группа размеров связывала только чистые (обработанные) поверхности.

Согласно ГОСТ 2.307-2011, пункт 1.16, в направлении каждой координатной оси должен быть только один размер, связывающий эти две группы размеров (размер между чистой и черной поверхностями). Обработанная поверхность буртика является конструкторской базой. Необработанная поверхность буртика крышки принята за технологическую (литейную) базу. На чертеже крышки (см. рис 2.37) размер *18* связывает необработанные поверхности. Связка между черными и чистыми поверхностями – это размер *28*.

Величину радиусов плавных переходов литых необработанных поверхностей задают в технических требованиях.

Для обеспечения легкого извлечения модели, или отливки из формы поверхностям, перпендикулярным к плоскости разъема, придают формовочные (литейные) уклоны. Формовочные уклоны придают поверхностям, если в отливках не имеются конструктивные уклоны. Детали вычерчивают без формовочных уклонов. Формовочные уклоны оговорены ГОСТ 3212-92. Вместо ссылки на ГОСТ 3212-92 они могут быть заданы в технических требованиях градусными величинами (2…3°) в зависимости от высоты поверхности и способа литья.

Точность отливок регламентируется ГОСТ Р 53464-2009, в котором специально оговаривается величина шероховатости поверхности заготовки. Поэтому на необработанные поверхности литой детали ставят знак $\sqrt{}$ без указания численного значения параметра шероховатости.

Чертежи деталей, обрабатываемых совместно

На рис. 2.38 приведен фрагмент чертежа шатунно-поршневой группы компрессора. Крышка шатуна поз. *2* крепится к шатуну поз. *1* специальными болтами поз. *3*, установленными без зазора. Такая установка болтов позволяет точно фиксировать положение крышки относительно корпуса. Отверстия ⌀8 и ⌀30 должны растачиваться совместно.

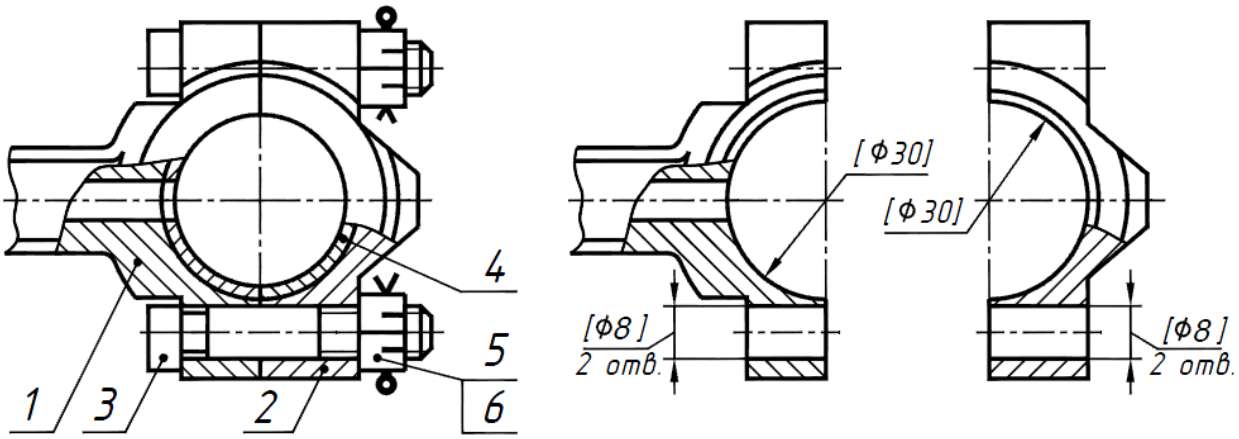


Рис. 2.38

Если отдельные элементы детали необходимо до сборки обработать совместно с другой деталью, то их временно соединяют и скрепляют (например, половины корпуса, части картера, шатун и крышка шатуна и т.п.). На обе детали должны быть выпущены самостоятельные чертежи с указанием на них всех размеров, шероховатости поверхностей и других необходимых данных. Размеры элементов, обрабатываемых совместно, заключают в квадратные скобки и в технических требованиях помещают указания:

1. Обработку по размерам в квадратных скобках производить совместно с ….

2. Детали применять совместно.

На месте многоточия указывают обозначение совместно обрабатываемой детали. Указания о совместной обработке помещают на всех чертежах совместно обрабатываемых изделий.

Нанесение размеров

Правила нанесения размеров на чертежах устанавливает ГОСТ 2. 307-2011. Количество размеров на чертеже должно быть **минимальным**, но достаточным для изготовления и контроля изделия.

Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями. Размерные числа должны соответствовать **действительным** размерам изображаемого предмета, независимо от того, в каком масштабе и с какой точностью выполнен чертеж.

Расстояние между размерными линиями выбирают в зависимости от размеров изображения и насыщенности чертежа. При этом **минимальное** расстояние между размерной и линией контура – **10** мм, между параллельными размерными линиями – **7** мм (рис. 2.39).

Длину стрелок (в пределах 3,5…5,0 мм) и величину выхода выносной линии за размерную линию (в пределах 1,0…5,0 мм) также выбирают в зависимости от размеров изображения и насыщенности чертежа. Рекомендуемая величина выхода выносной линии за размерную – половина длины стрелок. Стрелки должны быть одинаковыми на всем чертеже. Нельзя использовать линии контура, осевые, центровые и выносные в качестве размерных линий.

Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий. Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения.

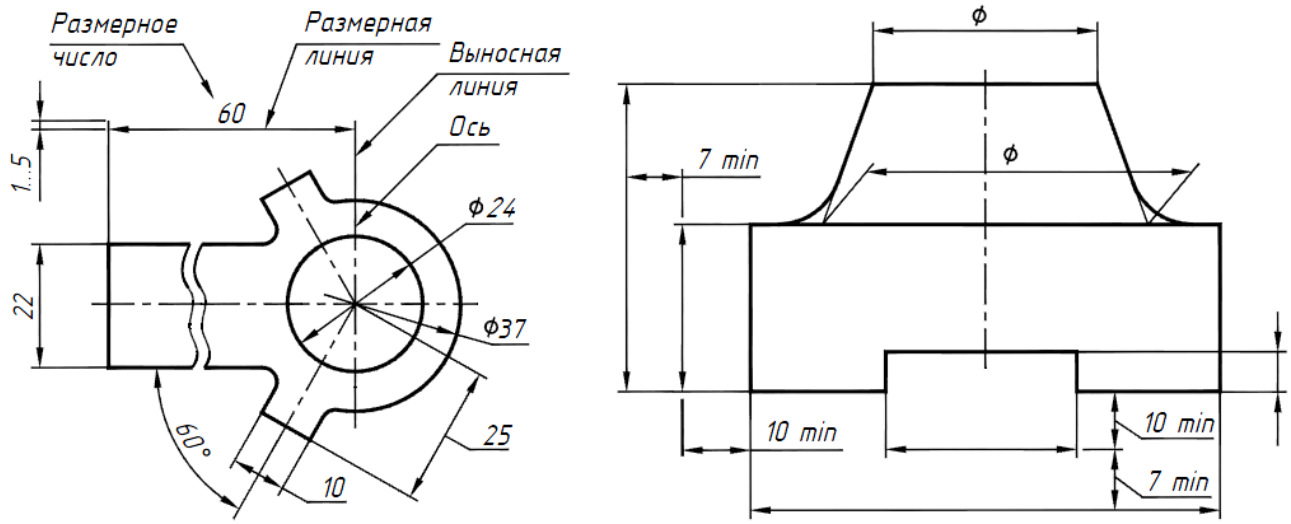
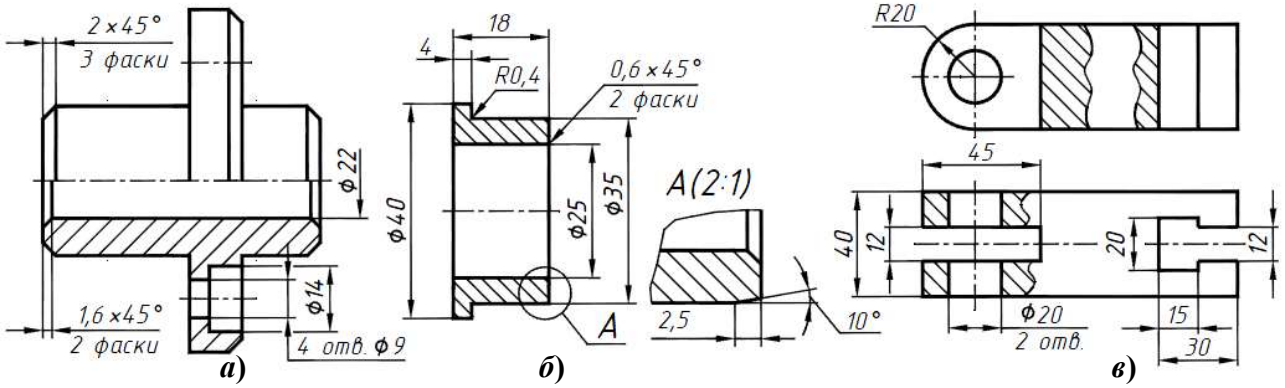


Рис. 2.39

Размеры, относящиеся к внутренним поверхностям детали, проставляют со стороны разреза, а к наружным поверхностям – со стороны вида. Если вид или разрез симметричного предмета изображают только до оси симметрии или с обрывом, то размерные линии, относящиеся к этим элементам, проводят с обрывом. Обрыв размерной линии делают дальше оси или линии обрыва предмета (см. рис. 2.37). При указании размера диаметра окружности размерные линии допускается проводить с обрывом независимо от того, изображена ли окружность полностью или частично. При этом разрыв размерной линии делают дальше центра окружности (см. рис. 2.39, ***ф37***).

Размеры нескольких одинаковых элементов изделия, как правило, наносят один раз с указанием на полке линии-выноски количества этих элементов (рис. 2.40, ***а***, ***б***). При нанесении размеров отверстий с зенкованием под головки винтов указывают количество основных отверстий (см. рис. 2.40, ***а***).

Допускается указывать размеры не изображенной на чертеже фаски под углом **45°**, размер которой в масштабе чертежа **1** мм и менее, на полке линии-выноски, проведенной от грани (рис. 2.40, ***б***; размер *0,6×45°*). Размеры таких фасок под другими углами указывают линейным и угловым размерами (рис. 2.40, ***б***; выносной элемент *А*).



а) ***б***) ***в***)

Рис. 2.40

Пересекать размерные стрелки, какими бы то ни было линиями, не допускается. При недостатке места для стрелки из-за близко расположенной контурной, или выносной линии ее необходимо прервать (см. рис. 2.40, ***а***).

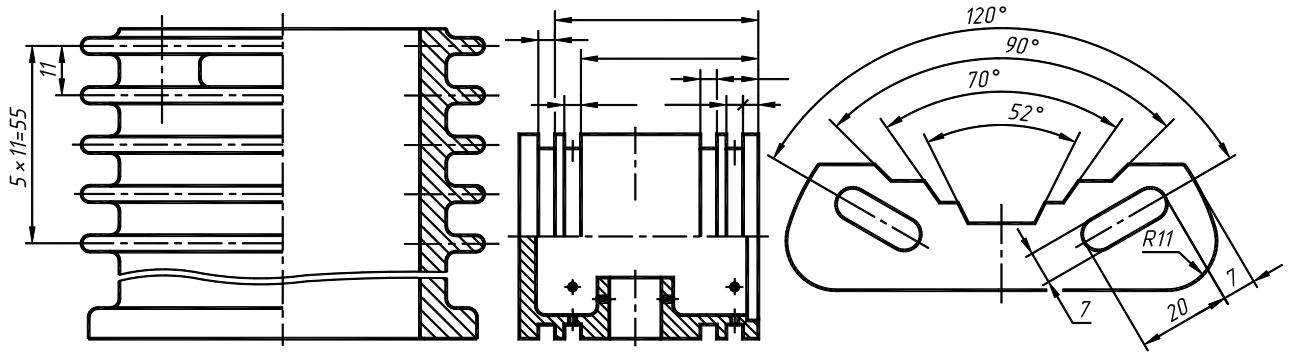
Скругления, размер которых в масштабе чертежа 1 мм и менее, на чертеже не изображают (см. рис. 2.40, ***б***; размер *R0,4*).

Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу (пазу, выступу, отверстию и т.п.), следует группировать в одном месте, располагая их на том изображении, на котором геометрическая форма данного элемента показана наиболее полно (рис. 2.40, ***в***).

Размеры глухих и сквозных отверстий следует наносить на их изображении в продольном разрезе. При нанесении размеров элементов, равномерно расположенных по окружности изделия (например, отверстий), вместо угловых размеров, определяющих взаимное расположение элементов, указывают только их количество.

При нанесении размеров, определяющих расстояние между равномерно расположенными одинаковыми элементами (например, ребрами жесткости), рекомендуется вместо размерной цепи наносить размер между соседними элементами и размер между крайними элементами в виде произведения количества промежутков между элементами на размер промежутка (рис. 2.41, ***а***).

В тех случаях, когда длина размерной линии недостаточна для размещения на ней стрелок, размерную линию продолжают за выносные линии и стрелки наносят, как показано на рис. 2.41, ***б***. При недостатке места для стрелок их допускается заменять засечками под углом **45°** к размерным линиям или четко обведенными точками.



а) ***б***) ***в***)

Рис. 2.41

При нанесении нескольких параллельных или концентрических размерных линий размерные числа над ними рекомендуется располагать в шахматном порядке (рис. 2.41, ***в***).

Изображение разверток на чертежах деталей, получаемых гибкой, а также указания о габаритах детали в развернутом виде не дают. Если изображение детали, не дает представления о форме и размерах ее элементов, на чертеже помещают частичную (рис. 1.42, ***а***) или полную (рис. 2.42, ***б***) ее развертку с указанием тех размеров, которые нельзя указать на изображении детали (ГОСТ 2. 109-73). Над изображением помещают знак ○→, заменяющий слово «развернуто».

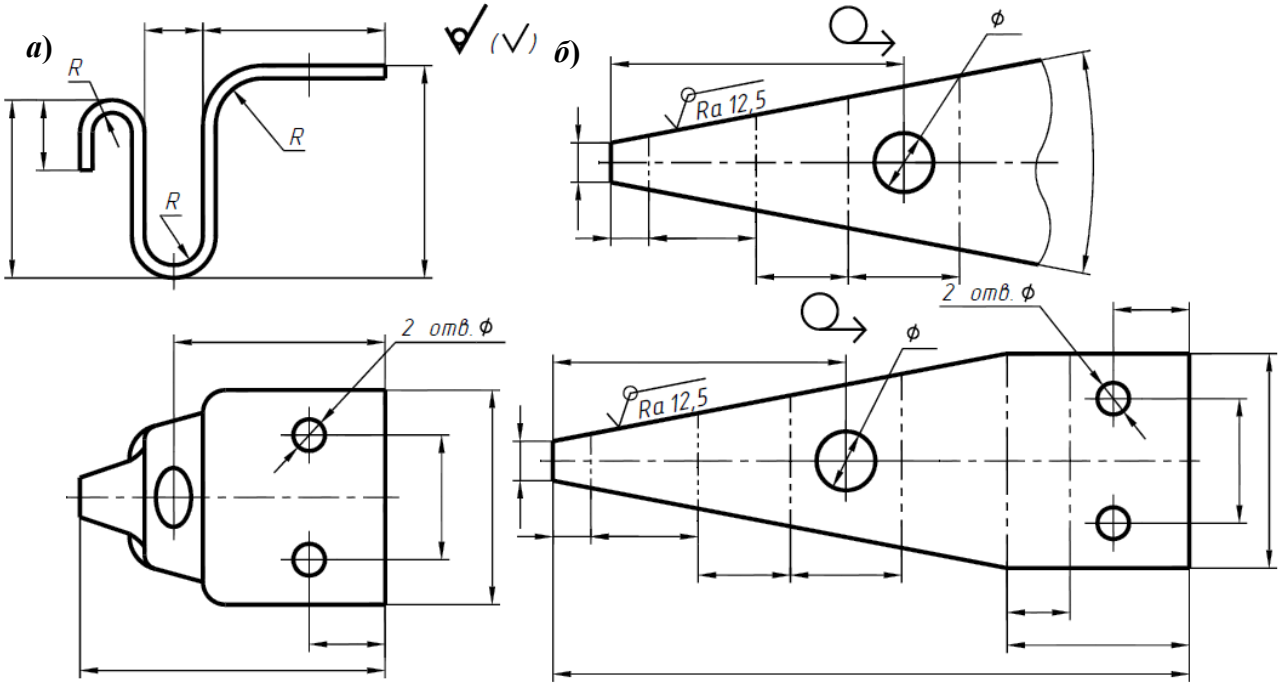


Рис. 2.42

Допускается совмещать изображение части развертки с видом (рис. 2.43).

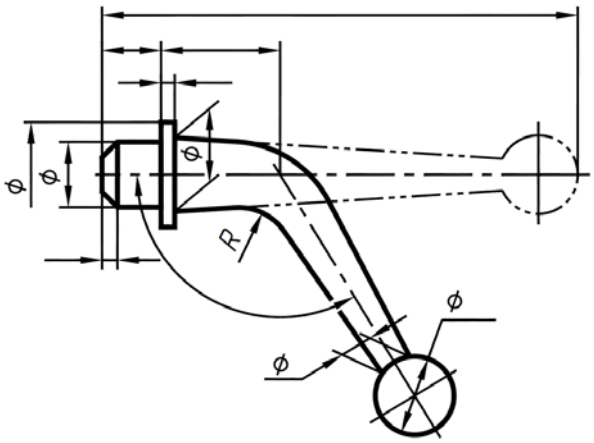


Рис. 2.43

Размеры двух симметрично расположенных элементов наносят один раз без указания их количества (кроме отверстий), группируя, как правило, в одном месте все размеры.

Можно не наносить на чертеже размеры радиуса дуги окружности сопрягающихся параллельных линий (см. рис. 2.41, ***в***) (ГОСТ 2.307-2011, п. 2.47 ***а***).

При изображении изделия с разрывом размерную линию не прерывают (см. рис. 2.23, ***а***) и наносят действительный размер. Размеры одинаковых радиусов можно указывать на общей полке. Если радиусы скруглений, сгибов и т.п. одинаковы или какой-либо радиус преобладает, то их не наносят на чертеж изделия, а делают запись в технических требованиях:

Радиусы скруглений 4 мм.
Внутренние радиусы сгибов 8 мм.
Неуказанные радиусы 3...5 мм и т.п.

Не допускается повторять размеры одного элемента на разных изображениях, в технических требованиях и наносить размеры в виде замкнутой цепи. Исключение составляют справочные размеры, а также размеры одинаковых элементов изделия или их групп (в том числе отверстий), когда они значительно удалены друг от друга и не увязаны между собой размерами (рис. 2.44).

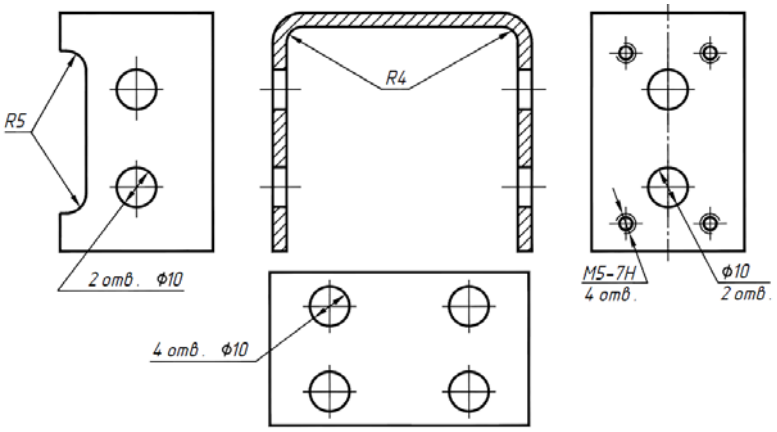


Рис. 2.44

Справочные и неконтролируемые размеры. Различают размеры рабочие (исполнительные), которые используют для изготовления изделия и его контроля, и справочные. Размеры, не выполняемые по данному чертежу и указываемые для большего удобства пользования им, называют справочными. На чертеже справочные размеры отмечают знаком «*», а в технических требованиях записывают: **Размеры для справок.*

Если все размеры на чертеже справочные, то их знаком «*» не отмечают, а в технических требованиях записывают: *Размеры для справок.*

К справочным относят следующие размеры:

а) размеры деталей (элементов) из сортового фасонного и другого проката, если они полностью определены обозначением материала, приведенным в графе 3 основной надписи (см. рис. 2.28, 2.30);

б) один из размеров замкнутой размерной цепи (см. рис. 2.36).

Подробнее о справочных размерах см. ГОСТ 2.307-2011 или [1, с. 74].

Размерные числа, проставляемые на чертеже при деталировании, определяют путем обмера изображения детали на чертеже сборочной единицы с учетом ее масштаба изображения. Следует обратить внимание на точность обмера и согласование полученных чисел с ГОСТ 6636-69 табл. 3.54, 3.55 [6, с. 53].

При нанесении размерных чисел особое внимание следует уделить согласованию размеров сопрягающихся поверхностей. **Номинальные размеры сопрягаемых поверхностей деталей должны быть одинаковыми.**

На рис. 2.45, ***а*** показано седло ***1*** клапана, запрессованное в корпус ***2*** по диаметру ⌀32, который является для седла (рис. 2.45, ***б***) и корпуса (рис. 2.45, ***в***) сопряженным размером.

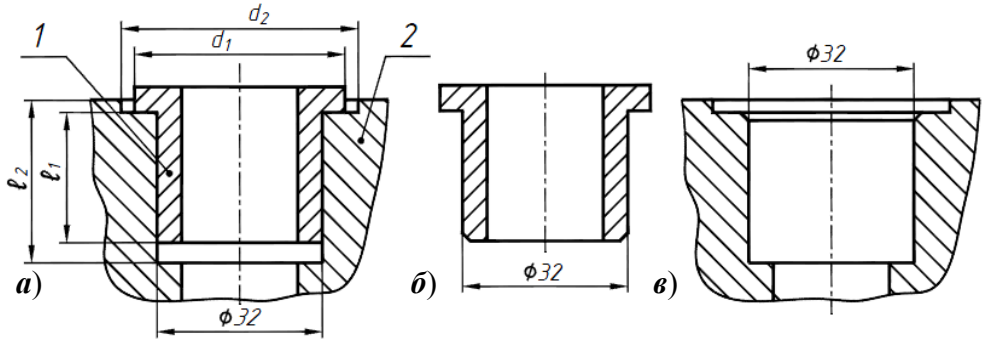


Рис. 2.45

Свободные размеры обычно относят к поверхностям деталей, не соприкасающихся с другими деталями и не влияющие на работу механизма. Однако значение некоторых свободных размеров смежных деталей могут быть взаимосвязаны конструктивными условиями. Такие размеры называют свободными зависимыми. Диаметры d_1 седла и d_2 корпуса являются свободными зависимыми. К ним не предъявляется высоких требований по точности изготовления. Необходимо только выполнить условие: d_2 больше d_1. Это же относится к размерам ℓ_1 седла и ℓ_2 отверстия в корпусе.

Не допускается пересекать или разделять размерные числа, какими бы то ни было линиями чертежа [6, с. 50]. В местах нанесения размерного числа осевые, центровые и линии штриховки прерывают. Следует избегать нанесения размерного числа в заштрихованной зоне. Не разрешается разрывать линию контура для нанесения размерного числа.

Нормальные углы (угловые размеры), применяемые в машиносироении, приведены в табл. 3.56. При выборе углов первый ряд следует предпочитать второму, а второй – третьему.

2.2.7. Правила нанесения на чертежах надписей и таблиц

Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на чертежи изделий всех отраслей промышленности устанавливает ГОСТ 2.316-2008.

Кроме изображения предмета с размерами и предельными отклонениями, чертеж может содержать:

а) текстовую часть, состоящую из технических требований и (или) технических характеристик;

б) надпись с обозначением изображений, а также относящиеся к отдельным элементам изделия;

в) таблицы с размерами и другими параметрами, техническими требованиями, контрольными комплексами, условными обозначениями и т.д.

В электронных моделях текстовую часть рекомендуется оформлять отдельными документами.

Текстовую часть, надписи и таблицы включают в чертеж в тех случаях, когда содержащиеся в них данные, указания и разъяснения невозможно или нецелесообразно выразить графически или условными обозначениями.

Содержание текста и надписей должно быть кратким и точным. В надписях на чертежах не должно быть сокращений слов, за исключением общепринятых, а также установленных в стандартах.

Текст на поле чертежа, таблиц, надписи с обозначением изображений, а также надписи, связанные непосредственно с изображением, как правило, располагают параллельно основной надписи чертежа.

Около изображений на полках линий-выносок наносят только краткие надписи, например, указания о количестве конструктивных элементов (отверстий, канавок и т.п.), если они не внесены в таблицу, а также указания лицевой стороны, направления проката, волокон и т.п.

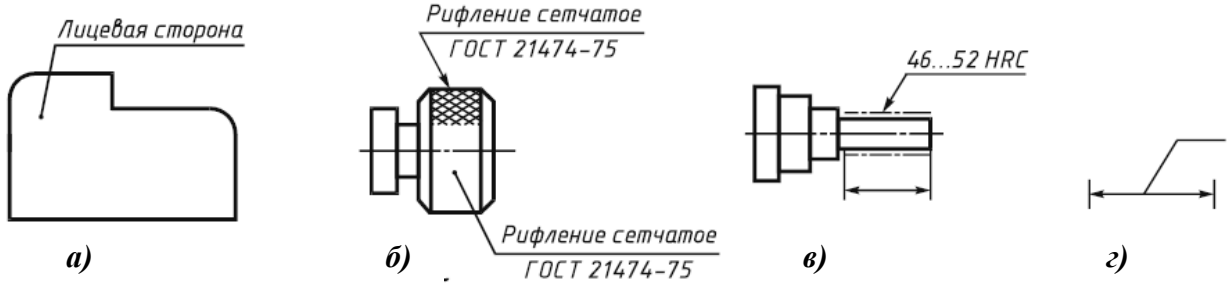


Рис. 2.46

Линию-выноску, пересекающую контур изображения и не отводимую от какой-либо линии, заканчивают точкой (рис. 2.46, ***а***).

Линию-выноску, отводимую от линий видимого и невидимого контура, а также от линий, обозначающих поверхности, заканчивают стрелкой (рис. 2.46, ***б***, ***в***).

На конце линии-выноски, отводимой от всех других линий, не должно быть ни стрелки, ни точки (рис. 2.46, ***г***).

Линии-выноски не должны пересекаться между собой, должны быть непараллельными линиями штриховки (если линия-выноска проходит по заштрихованному полю) и не должны пересекать, по возможности, размерные линии и элементы изображения, к которым не относится помещенная на полке надпись.

Допускается выполнять линии-выноски с изломами (рис. 2.47), а также проводить от одной полки две или более линии-выноски (рис. 2.48, ***а***), при этом не должно нарушаться восприятие изображения.

При выполнении линии-выноски с одной полкой надписи, относящиеся непосредственно к изображению, могут содержать не более двух строк, располагаемых над полкой линии-выноски и под ней.

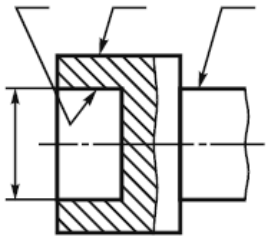


Рис. 2.47

Допускается выполнять линии-выноски с несколькими полками (рис. 2.48, ***б***). В этом случае надписи располагают над полками линии-выноски.

Допускается, при необходимости помещения большого объёма надписей, выполнять линии-выноски с рамкой (рис. 2.48, ***в***). В этом случае надписи могут содержать строки, располагаемые в рамке без междустрочных разделителей.

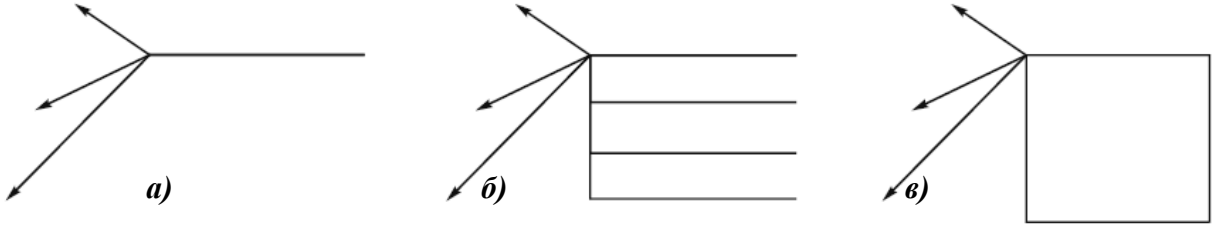


Рис. 2.48

Текстовую часть, помещенную на поле чертежа, располагают над основной надписью и выполняют в соответствии с ГОСТ 2.105-2019.

Между текстовой частью и основной надписью не допускается помещать изображения, таблицы и т.п.

На листах формата более А4 допускается размещение текста в две и более колонки. Ширина колонки должна быть не более 185 мм.

На чертеже оставляют место для продолжения страницы изменений.

На чертеже изделия, для которого стандартом установлена таблица параметров (например, зубчатого колеса, червяка и т.п.), ее помещают по правилам, установленным соответствующим стандартом. Все другие таблицы размещают на свободном месте поля чертежа справа от изображения или ниже его и выполняют по ГОСТ Р 2.105-2019.

Для обозначения на чертеже изображений (видов, разрезов, сечений), поверхностей, размеров и других элементов изделия применяют прописные буквы русского алфавита, за исключением букв Й, О, Х, Ъ, Ы, Ь.

Буквенные обозначения присваивают в алфавитном порядке без повторения и, как правило, без пропусков, независимо от количества листов чертежа. Предпочтительно обозначать сначала изображения. Буквенные обозначения не подчеркивают.

Размер шрифта буквенных обозначений должен быть больше размера цифр размерных чисел, применяемых на том же чертеже, приблизительно в два раза.

Масштаб изображения на чертеже, отличающийся от указанного в основной надписи, указывают непосредственно после надписи, относящейся к изображению, например:

А – А(1:1); Б(5:1); А(2:1).

Выдержка из перечня допускаемых сокращений слов, применяемых в основных надписях, технических требованиях и таблицах на чертежах и спецификациях:
деталь – *дет.*; отверстие – *отв.*; отверстие центровое – *отв. центр.*; длина – *дл.*; обработка, обрабатывать – *обрабд.*; документ – *докум.*; зенковка, зенковать – *зенк.*; позиция – *поз.*; подпись – *подп.*; класс (точности, чистоты) – *кл.*; количество – *кол.*; приложение – *прилож.*; литера – *лит.*; сечение – *сеч.*; справочный – *справ.*; условный проход – *усл. прох.*; цементация, цементировать – *цемент.*; чертеж – *черт.*; экземпляр – *экз.*; технические требования – *ТТ*; технические условия – *ТУ*; техническое задание – *ТЗ*; без чертежа – *БЧ*, конструкторский отдел – *КО*; конструкторское бюро – *КБ*; Нормоконтроль – *Н. контр.*;

2.2.8. Оформление технических требований и заполнение основной надписи

Правила нанесения на чертежах технических требований и надписей изложены в ГОСТ 2.316-2008. Технические требования размещаются над основной надписью чертежа. Их рекомендуется излагать по пунктам в следующем порядке:

а) требования, предъявляемые к материалу, заготовке, термической обработке и к свойствам материала готовой детали, например:

НВ 260…285 кроме мест, указанных особо.;
Цементировать, h 0,7,…0,9 мм; HRCэ 56…64.

где *h* – глубина слоя цементации, а *HRCэ* – твердость по Роквеллу.

б) размеры, допустимые предельные отклонения размеров, формы и взаимного расположения поверхностей, например:

**Размеры для справок.*
Неуказанные радиусы 3…5 мм.
Резьбовые отверстия зенковать под 90…120° до наружного диаметра резьбы.

Не допускается давать ссылки на документы, определяющие форму и размеры конструктивных элементов изделий (фаски, канавки и т.п.), если в соответствующих стандартах нет условного обозначения этих элементов (ГОСТ 2.109-73). Все данные для их изготовления должны быть приведены на чертеже.

в) требования к качеству поверхностей, указания об их отделке и покрытии.

Обозначения покрытий должны соответствовать ГОСТ 9.306-85* (Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Обозначения) и ГОСТ 9.032-74* (Покрытия лакокрасочные. Классификация и обозначения). Например, запись в технических требованиях на рис. 1.30:

Покрытие – Хтв 12 б ГОСТ 9.306-85

означает: покрытие хромовое, твердое, толщиной 12 мкм, блестящее (по всей поверхности гайки).

Технические требования, помещаемые на чертежах деталей, изготавливаемых литьем (см. рис. 2.63), должны содержать сведения о литейных радиусах, формовочных уклонах по ГОСТ 3212-92 и нормы точности отливки по ГОСТ Р 53464-2009. Точность отливки характеризуют классом размерной точности, степенью коробления, степенью точности поверхности, классом точности массы. Обязательному применению подлежат классы размерной точности и точности массы отливки. Их приводят в следующем порядке: класс размерной точности, степень коробления, степень точности поверхностей, класс точности массы и допуск смещения отливки. Пример условного обозначения точности отливки 8-го класса размерной точности, 5-й степени коробления, 4-й степени точности поверхностей, 7-го класса точности массы с допуском смещения 0,8 мм:

Точность отливки 8-5-4-7 См 0,8 ГОСТ Р 53464-2009

Ненормируемые показатели точности отливки заменяют нулями, а обозначение смещения опускают. Например:

Точность отливки 8-0-0-7 ГОСТ Р 53464-2009

ГОСТ Р 53464-2009 устанавливает соответствие между шероховатостью и степенями точности поверхностей отливок. Например, степени точности *9* должна соответствовать шероховатость *Ra12,5*, а степени точности *15* – *Ra50*.

Пункты технических требований должны иметь сквозную нумерацию. Каждый пункт технических требований записывают с новой строки. Заголовок не пишут.

В основной надписи заполняют графу материал, например:

Сталь 45 ГОСТ 1050-2013, Ст3 ГОСТ 380-2005, СЧ15 ГОСТ 1412-85,
АК7ч ГОСТ 1583-93, АК8 ГОСТ 4784-93, Бр А9Ж3Л ГОСТ 493-79.

В приведенных примерах предполагалось, что деталь не требует изготовления ее из сортового материала определенного профиля, размеров и качественной характеристики. В противном случае (см. рис 2.30) запись должна содержать сведения о сортаменте (в числителе) и материале (в знаменателе), например:

Шестигранник $\frac{17\text{-}5\ ГОСТ\ 8560\text{-}78}{45\text{-}Т\text{-}В\ ГОСТ1051\text{-}73}$

Где ГОСТ 8560-78 – стандарт на сортамент стали калиброванной шестигранной с размером «под ключ» 17 мм, 5-го класса точности, из стали марки 45 термообработанной (*Т*), с качеством поверхности группы *В* по ГОСТ 1051-73.

В тех случаях, когда форма детали позволяет использовать в качестве заготовки сортовой прокат, его применение уменьшает трудоемкость изготовления детали и ее стоимость. Например, для детали, приведенной на рис 2.30, применение шестигранной калиброванной стали исключает дорогостоющую операцию фрезерования наружной поверхности гайки. Более подробные сведения о материалах приведены в конце пособия.

В основной надписи указывают название детали в именительном падеже. Если название состоит из нескольких слов, то на первом месте должно стоять имя существительное, например, *Колесо зубчатое*.

В классификаторе указываем обозначение чертежа детали. Например, обозначение чертежа детали поз. *9* сборочного чертежа № 21:

АТ218.07 12 21.009

Здесь *АТ218* – № группы, в которой обучается студент, *07* – № задания, *12* – обозначение варианта, выполняемого студентом, *21* – № чертежа сборочной единицы, *009* – № деталей, входящих в сборочную единицу. Деталь поз. *1*– корпус, будет иметь обозначение:

АТ218.07 12 21.001 и т.д.

2.3. Чертежи деталей зубчатых передач

2.3.1. Чертеж прямозубого цилиндрического зубчатого колеса

Правила выполнения чертежей цилиндрических зубчатых колес устанавливает ГОСТ 2.403-75.

В соответствии с этими правилами в правом верхнем углу чертежа помещают таблицу параметров зубчатого венца, состоящую из трех частей, отделенных друг от друга сплошными толстыми линиями. В первой части содержатся основные данные для изготовления зубьев колеса, во второй – данные для контроля и в третьей – справочные данные.

На учебных чертежах выполняют сокращенную таблицу, содержащую только три параметра: модуль m, число зубьев z из первой части таблицы, и диаметр d делительной окружности из третьей части таблицы. Размеры таблицы и ее расположение на поле чертежа показаны на рис. 2.50. Размеры, отмеченные знаком (*), на чертеже не проставляются.

В качестве главного изображения вычерчивают полный продольный фронтальный разрез зубчатого колеса, а на месте вида слева изображают только контур отверстия в ступице со шпоночными или шлицевыми пазами.

На изображении зубчатого колеса должны быть указаны размеры, относящиеся к зубчатому венцу: а) диаметр d_a, окружности вершин зубьев; б) ширина b зубчатого венца; в) размеры фасок или радиусы скруглений на кромках зубьев и другие конструктивные размеры, необходимые для изготовления, а также шероховатость всех поверхностей. Диаметры делительной окружности и окружности впадин на чертеже не проставляются.

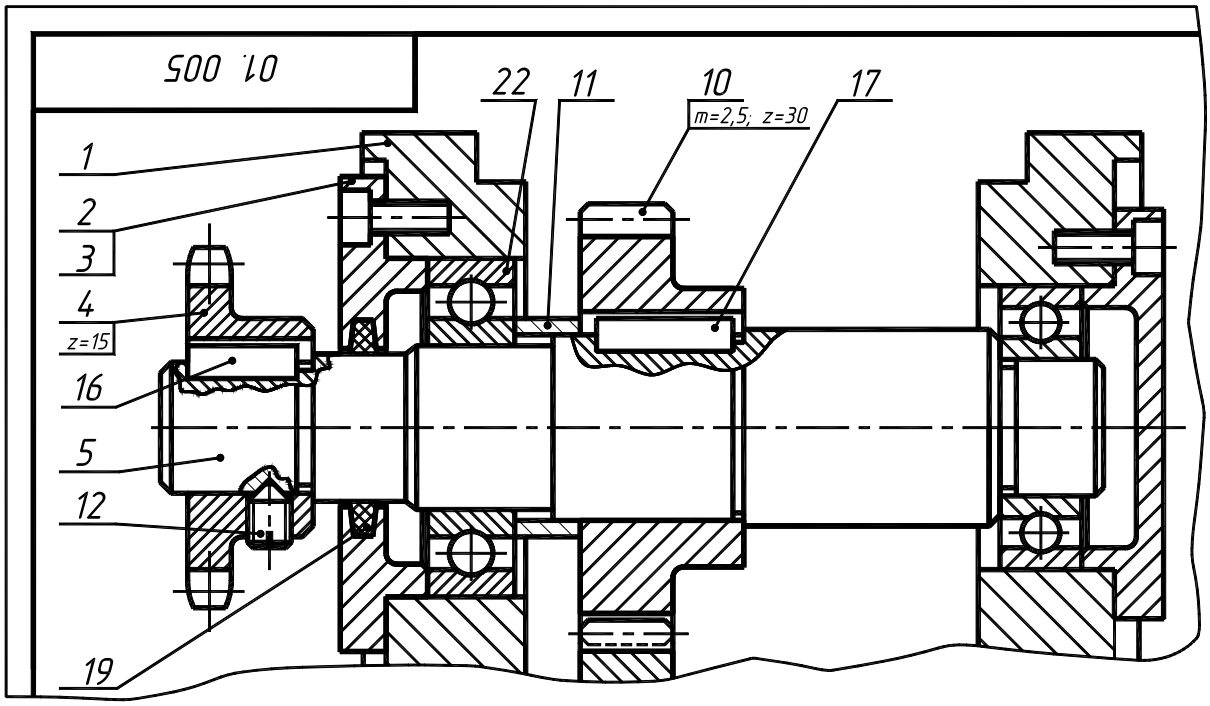


Рис. 2.49

На рис. 2.49 приведен фрагмент чертежа сборочной единицы. Требуется выполнить чертеж прямозубого зубчатого колеса поз. 10 с параметрами: модуль m =2,5 мм, число зубьев z=30. Рассчитываем параметры зубчатого венца [3, табл. 33].

Делительный диаметр $d=mz$ =2,5·30=75 мм.

Диаметр вершин зубьев $d_a=d+2m$ =75+2·2,5=80 мм.

Диаметр впадин зубьев $d_f=d-2{,}5m$ =75–2,5·2,5=68,75 мм.

Пример выполнения учебного чертежа прямозубого цилиндрического зубчатого колеса приведен на рис. 2.50.

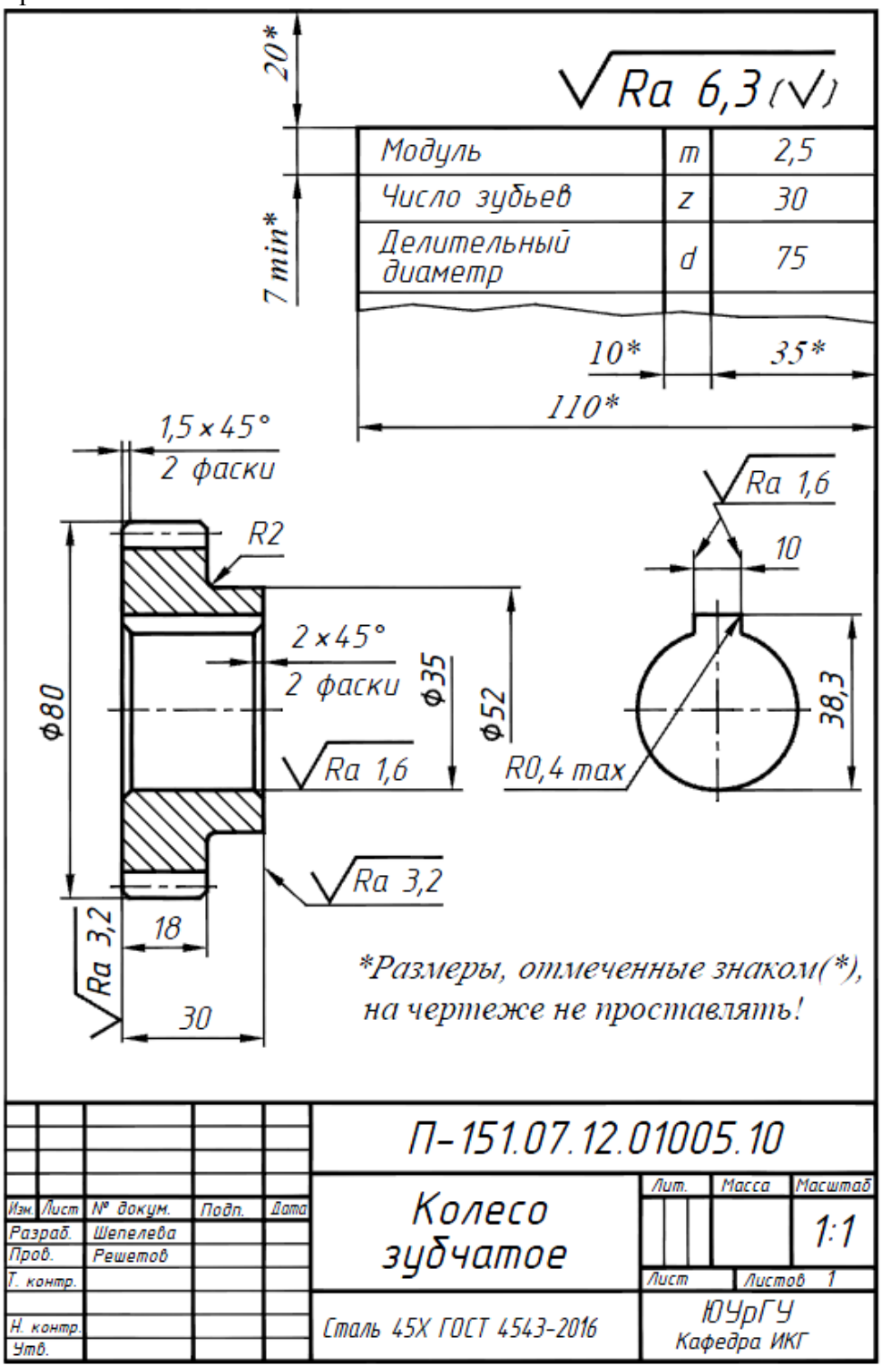


Рис. 2.50

Конструктивные размеры зубчатого колеса: ширину зубчатого венца b (размер 18), длину ступицы Lcm (размер 30), диаметр ступицы dc (диаметр 52) определили замерами на чертеже сборочной единицы с учетом рекомендаций ГОСТ 6636-69 табл. 3.54 и 3.55 с.105. Параметры шпоночного паза определили по табл. 3.49 с.100 в зависимости от диаметра вала (диаметр отверстия ф35).

2.3.2. Чертеж косозубого цилиндрического колеса

Пример выполнения учебного чертежа косозубого цилиндрического колеса приведен на рис. 2.51. Параметры: модуль m =2,5 мм, число зубьев z=40, угол наклона зуба β=18°50', направление линии зуба *левое*. Рассчитываем зубчатый венец [2, с.299].

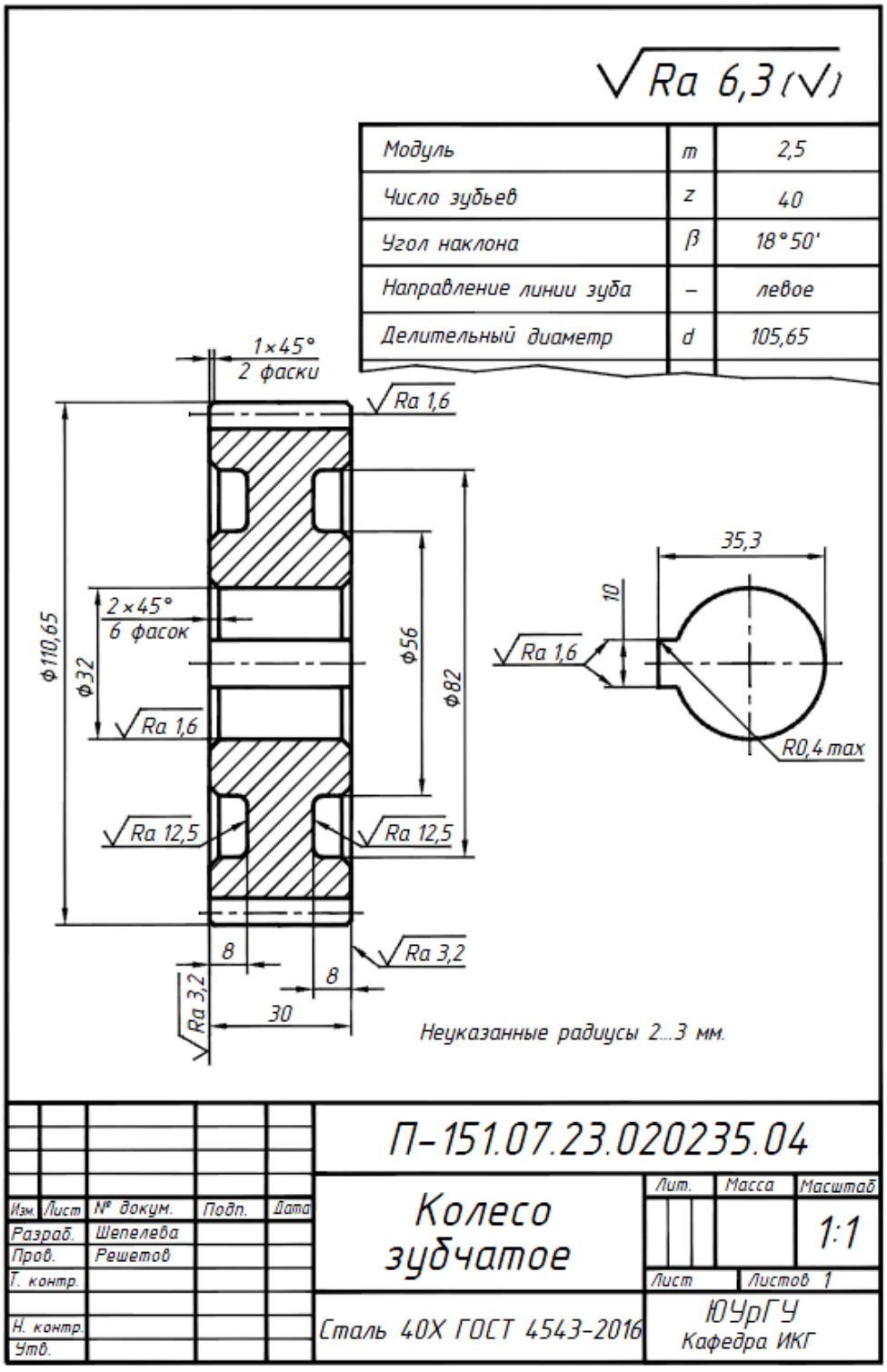


Рис. 2.51

Делительный диаметр $d=mz/\cos\beta$=2,5·40/0,9465=105,65 мм.
Диаметр вершин зубьев $d_a=d+2m$ =105,65+2·2,5=110,65 мм.
Диаметр впадин зубьев $d_f=d-2{,}5m$ =105,65–2,5·2,5=99,4 мм.

В таблице параметров для косозубого колеса после графы «Число зубьев» добавили две графы для указания угла наклона зубьев (β=18°50′) и их направление – *правое* или, как на рис. 2.51, *левое*.

Обозначение шероховатости рабочих (боковых) поверхностей зубьев *Ra1,6* проставлено на штрихпунктирной линии, соответствующей делительной окружности.

2.3.3. Конические зубчатые колеса

Конические зубчатые колеса имеют следующие элементы (рис. 2.52): делительный конус, конус вершин зубьев, конус впадин зубьев. По ширине зубчатый венец конического колеса ограничивают поверхности двух дополнительных конусов, один из которых называется наружным, а другой – внутренним. Оси обоих дополнительных конусов совпадают с осью зубчатого колеса, а образующие – перпендикулярны к соответствующим образующим делительного конуса. Расстояние между этими конусами называется шириной зубчатого венца и обозначается буквой b.

На практике вершины перечисленных выше конусов не совпадают, но при выполнении учебных чертежей принимают вершину C за общую вершину этих конусов.

Сечение зубчатого колеса внешним дополнительным конусом называется торцовым сечением. За делительную окружность принимается окружность, по которой делительный конус пересекается с внешним дополнительным конусом, иначе говоря, делительная окружность расположена на торцовом сечении. По дуге этой окружности измеряют окружной шаг p_t, кратный, как и для цилиндрических колес π. Величину $m_e = p_t/\pi$ называют **внешним окружным модулем**. Значения модуля m_e выбирают из ГОСТ 9563-60 так же, как и для цилиндрических колес [1, с.306]. Высота головки и ножки зуба конического колеса измеряется по образующей внешнего дополнительного конуса.

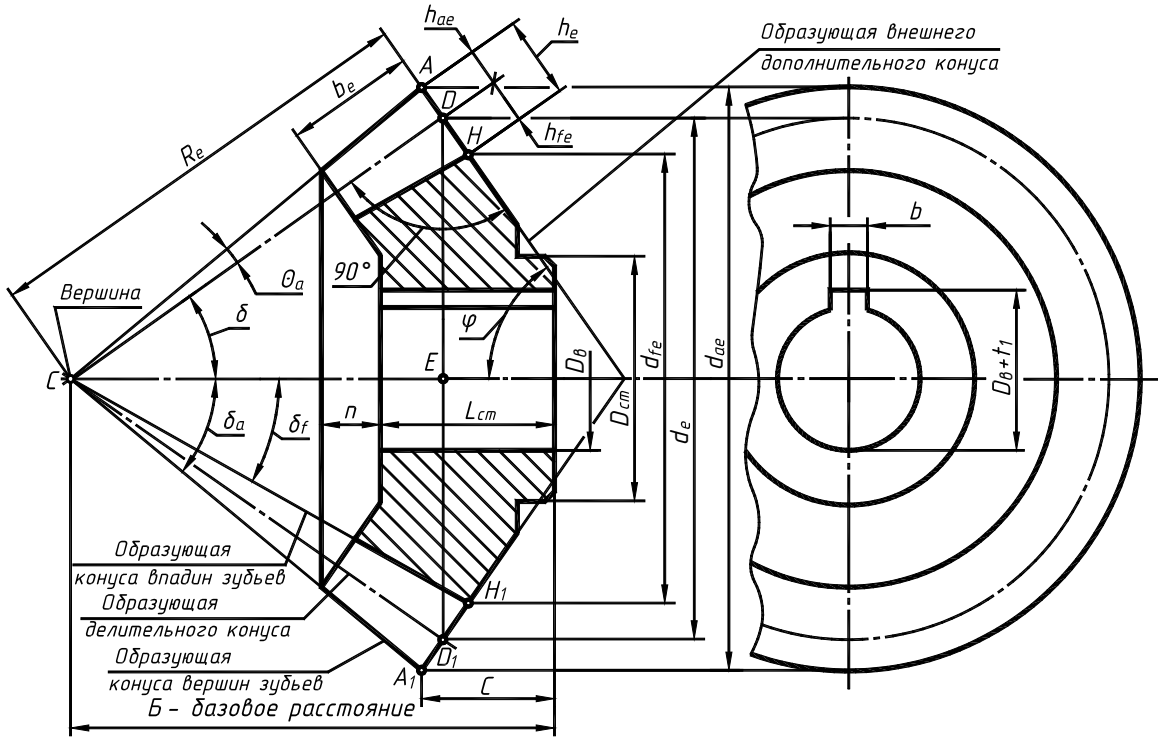


Рис. 2.52

Геометрические параметры конических зубчатых колес с прямым зубом: AD – головка зуба (h_{ae}), DH – ножка зуба (h_{fe}), DD_1 – делительный диаметр (d_e), AC – конусное расстояние (R_e), δ – угол делительного конуса, δ_a – угол конуса вершин зубьев, φ – угол внешнего дополнительного конуса.

Диаметр делительной окружности $d_e = m_e \cdot z$.

Делительная окружность делит зуб на две неравные части – головку $h_{ae} = m_e$ и ножку $h_{fe} = 1{,}2 m_e$. Высота зуба $h_e = 2{,}2 m_e$.

Длина образующей делительного конуса колеса $R_e = 0{,}5\, m_e \sqrt{z_1^2 + z_2^2}$.

Угол делительного конуса δ определяется его тангенсом. Так как отрезок $ED = 0{,}5 DD_1 = 0{,}5 de_2 = m_e \cdot z_2$ и отрезок $EC = 0{,}5 d_{e1} = m_e\, z_1$, то $tg\, \delta = ED / EC = z_2 / z_1$.

Здесь z_2 – число зубьев колеса, z_1 – число зубьев шестерни.

Угол φ внешнего дополнительного конуса колеса определяют по формуле $\varphi = 90° - \delta$. Внешний диаметр вершин зубьев $d_{ae} = m_e (z + 2 \cos \delta)$.

Разберем пример построения чертежа зубчатого конического колеса по следующим данным:

внешний окружной модуль $m_e = 2{,}5$ мм;

число зубьев шестерни $z_1 = 25$;

число зубьев колеса $z_2 = 25$;

диаметр вала колеса $D_{B2} = 28$ мм.

Определяем параметры зубчатых венцов, необходимые для выполнения графических построений:

делительный диаметр шестерни $d_{e1} = m_e\, z_1 = 2{,}5 \cdot 25 = 62{,}5$ мм;

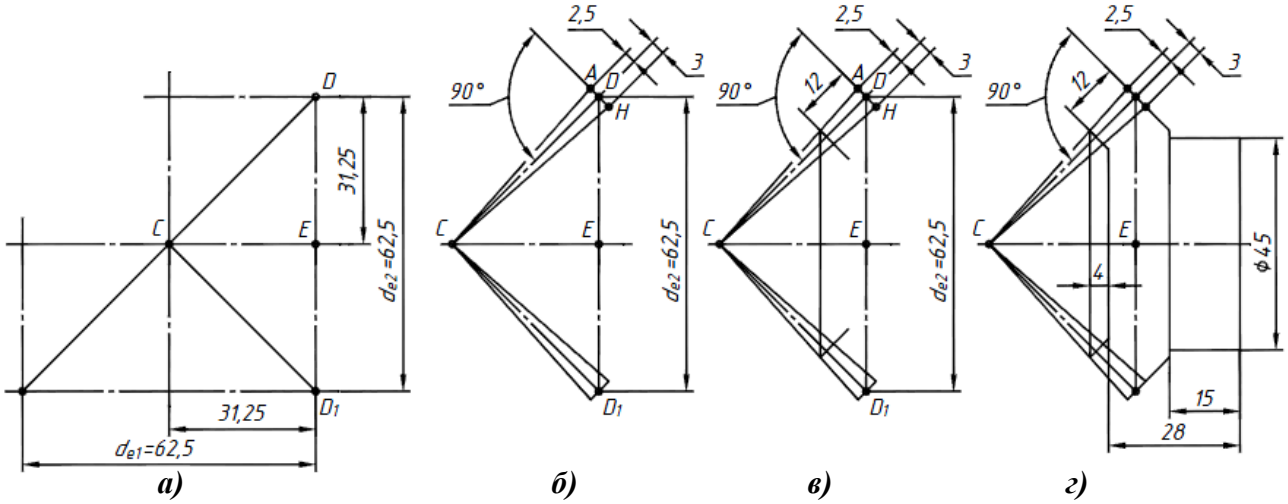
делительный диаметр колеса $d_{e2} = m_e\, z_2 = 2{,}5 \cdot 25 = 62{,}5$ мм;

высота головки зуба $h_{ae} = m_e = 2{,}5$ мм;

высота ножки $h_{fe} = 1{,}2 m_e = 1{,}2\ 2{,}5 = 3$ мм;

длина образующей делительного конуса $Re = 0{,}5\, m_e \sqrt{z_1^2 + z_2^2} = 0{,}5 \cdot 2{,}5 \sqrt{25^2 + 25^2} = 44{,}2$ мм.

Построение фронтального разреза начинаем с проведения взаимно перпендикулярных осей (рис. 2.53, *а*). На вертикальной оси от точки C вверх и вниз откладываем отрезки, равные $0{,}5 d_{e2} = 31{,}25$ мм, а вправо и влево отрезки, равные $0{,}5 d_{e1} = 31{,}25$ мм. Точки D и D_1 соединим с вершиной C и получим контур делительного конуса. В точках D и D_1 к образующим делительного конуса CD и CD_1 проведем перпендикулярные линии, на которых отложим высоту головки зуба $h_{ae} = DA = 2{,}5$ мм и высоту ножки зуба $h_{fe} = DH = 3$ мм. Точки A, H и A_1, H_1 соединим прямыми (образующими конуса вершин зубьев и конуса впадин) с общей вершиной C (рис. 2.53, *б*).



а) *б)* *в)* *г)*

Рис. 2.53

Для дальнейшего построения изображения необходимо подсчитать размеры конструктивных элементов колеса по формулам, приведенным в [1, с. 313]. При деталировании размеры конструктивных элементов определяем обмером с возможной точностью с учетом масштаба изображения.

От точки D по образующей делительного конуса к вершине C отложим длину зуба b_e=12 мм (ширину зубчатого венца) и проводим вертикальную линию левого торца зубчатого колеса (рис. 2.53, *в*).

Далее откладываем глубину выточки n=4 мм и длину ступицы $L_{ст2}$=28 мм. Ступицу изображаем в соответствии с ее длиной $L_{ст2}$=28 мм и диаметром $D_{ст2}$=45 мм. Продляем образующие внешнего дополнительного конуса до вертикальной линии, отстоящей от правого торца ступицы на 15 мм (рис. 2.53, *г*).

Правила выполнения чертежей конических зубчатых колес с прямолинейным профилем исходного контура в части указания параметров зубчатого венца устанавливает ГОСТ 2.405-75. Пример выполнения учебного чертежа прямозубого конического колеса приведен на рис. 2.54.

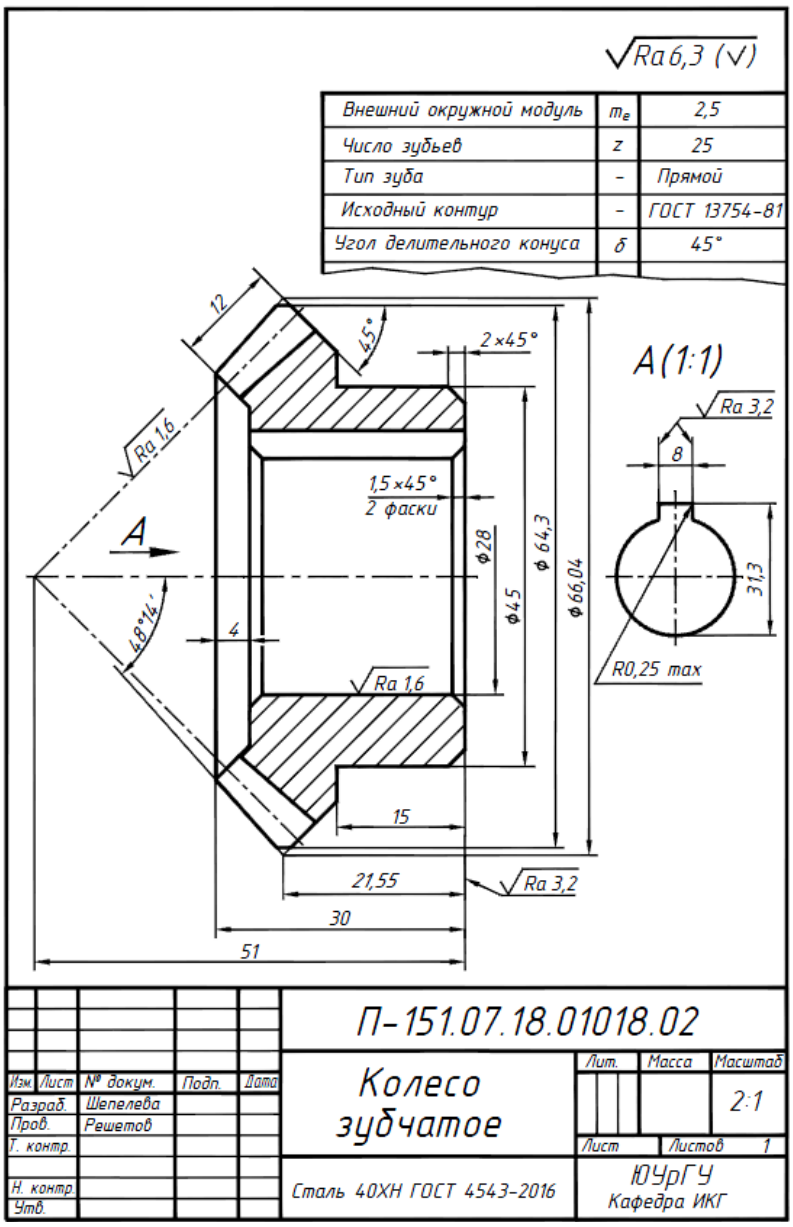


Рис. 2.54

В ступице выполняем отверстие D_{B2} =28 мм. По диаметру вала по ГОСТ 24071-97 выберем ширину шпоночного паза b=8 мм и размер паза t_1=3,3 мм, в результате чего получаем размер $D_{B2}+t_1$ =28+3,3 =31,3 мм. В отверстии и на правом торце ступицы предусматриваем фаски в соответствии рекомендациями табл. 3.1 с.59.

Внешние углы зубьев притупляем фаской $f \approx 0{,}5\ m_e$, обрабатывая колесо по внешнему диаметру d_{ae} параллельно оси посадочного отверстия.

На чертеже конического колеса (см. рис. 2.54), согласно ГОСТ 2.405-75, указываем следующие параметры:

а) внешний диаметр вершин зубьев d_{ae} до притупления кромки (диаметр 66,04 мм);

б) то же после притупления (диаметр 64,3 мм);

в) расстояние C от базовой плоскости до плоскости внешней окружности вершин зубьев (размер 21,55 мм);

г) угол конуса вершин зубьев δ_a (его вершина не совпадает с общей вершиной делительного конуса и конуса впадин) $\delta_a = \delta + \theta$; $tg\theta = 2/\sqrt{z_1^2 + z_2^2} = 2/\sqrt{25^2 + 25^2} = 0{,}0566$

$\delta_a = 45° + 3°16' = 48°16'$

д) угол внешнего дополнительного конуса φ (45°);

е) ширину зубчатого венца b_e (размер 12 мм);

ж) базовое расстояние $Б$ (размер 51 мм);

з) размеры фасок на кромках зубьев;

и) размер $D = n + L_{cm}$ (положение измерительного сечения) (размер 30 мм).

Часть сведений, необходимых для изготовления зубчатого колеса приведена в таблице параметров. На рис. 2.54 приведена сокращенная таблица. Подробнее см. работу [1, с. 304].

2.3.4. Чертежи червяка и червячного колеса, образующих червячную передачу

В тех случаях, когда оси валов скрещиваются, применяется червячная передача, состоящая из червяка (винта с трапецеидальной или другой резьбой) и червячного зубчатого колеса [1 с. 307]. Червячная передача применяется для передачи вращательного движения между валами со скрещивающимися осями. Червяк представляет собой винт, который можно рассматривать как шестерню с винтовыми зубьями (витками).

Червячные передачи делятся на:

а) передачи с цилиндрическим червяком, у которого винтовые зубья расположены на цилиндрической поверхности;

б) передачи с глобоидным червяком, у которого винтовые зубья расположены на поверхности, образованной вращением дуги окружности вокруг оси червяка [1, рис. 9.26].

Существуют три типа цилиндрических червяков: архимедов (ZA), эвольвентный (ZI) и конволютный (ZN). Наибольшее распространение получил архимедов червяк. У архимедова червяка образующая винтовой поверхности пересекает ось червяка, благодаря чему боковые поверхности винтовых витков червяка ограничены архимедовыми геликоидами, их торцовые сечения – спиралями Архимеда. В осевом сечении зуб архимедова червяка представляет собой равнобедренную трапецию, с углом 40°. Значительно реже применяются червячные передачи с эвольвентным червяком и другими червяками, которые имеют более сложную поверхность винтового зуба.

В пособии рассмотрены червячные передачи с архимедовым червяком, в которых оси валов скрещиваются под углом 90°.

Червяки различаются по направлению хода винтовой линии на **правые** и **левые**, а по числу заходов – на одно, двух, трех и более заходные.

Термины и обозначения червячной передачи определяет ГОСТ 18498-89, расчет геометрических параметров – ГОСТ19650-97.

Межосевое расстояние червячной передачи $a_w = 0{,}5(d_1 + d_2)$, высота головки зуба колеса и витка червяка $h_{a1} = h_{a2} = m$, высота ножки зуба колеса и витка червяка $h_{f1} = h_{f2} = 1{,}2m$.

Делительный диаметр колеса $d_2 = mz_2$. Диаметр окружности вершин зубьев $d_{a2} = m(z_2 + 2)$. Диаметр окружности впадин зубьев $d_{f2} = m(z_2 - 2{,}4)$.

Делительный диаметр червяка $d_1 = q \cdot m$, где коэффициент q представляет собой число модулей в делительном диаметре. Величину коэффициента q выбирают по ГОСТ 19672-74. Диаметр вершин витков червяка $d_{a1} = m(q+2)$, диаметр впадин – $d_{f1} = m(q-2{,}4)$.

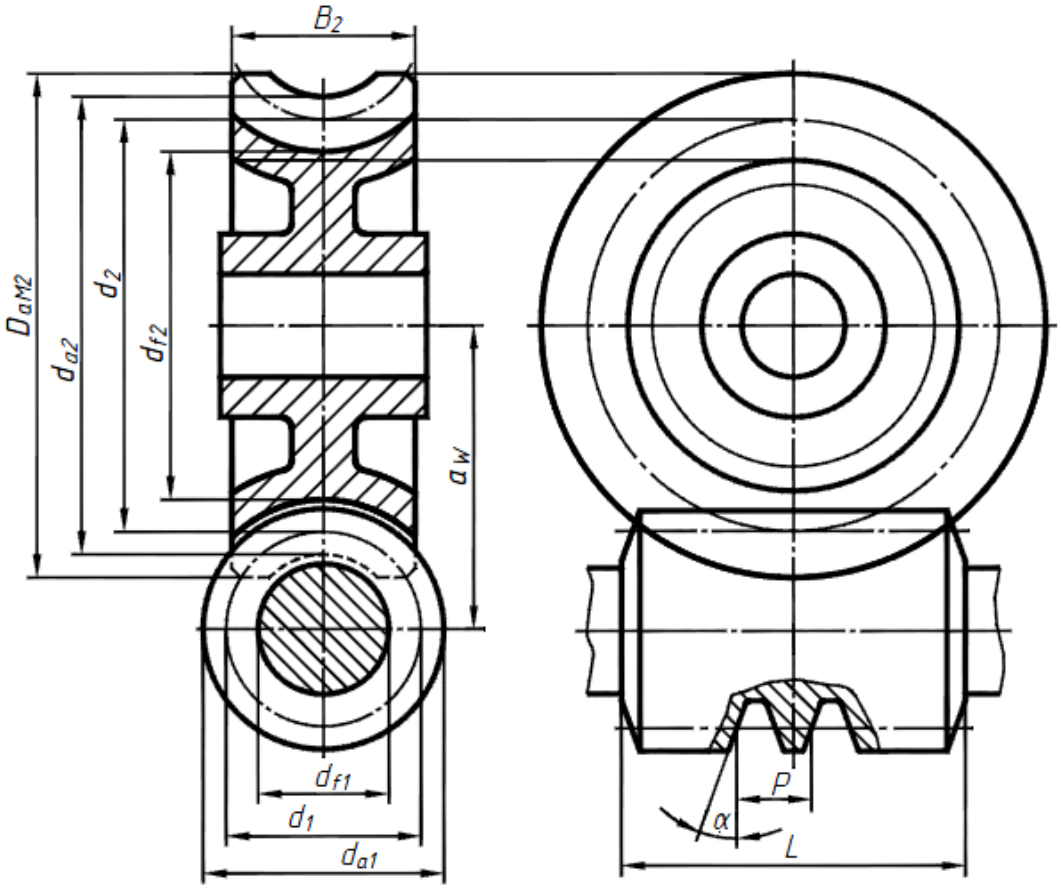


Рис. 2.55

Шаг червяка P представляет собой расстояние вдоль оси между двумя смежными выступами витков в осевом сечении червяка (рис. 2.55).

Вместо числа зубьев у червяка указывают число витков z_1 (заходов), равное 1...4.

В число параметров передачи входит ход витка – $P_{z1} = \pi m z_1$ и делительный угол подъема линии витка $\gamma = P / \pi d_1$.

Разберем пример построения чертежей червяка и червячного колеса по следующим данным:

модули червяка и червячного колеса m =4 мм;

число заходов червяка z_1 =2 (два витка);

число зубьев червячного колеса z_2 =16;

диаметр вала червячного колеса D_{B2} =20 мм;

диаметр вала червяка d_B =20 мм.

Определяем размеры витков червяка и зубчатого венца червячного колеса, необходимые для выполнения графических построений:

высота головки зуба $h_a = m = 4$ мм;

высота ножки $h_{fe} = 1{,}2m = 1{,}2 \cdot 4 = 4{,}8$ мм;

Подсчитываем параметры червяка.

Межосевое расстояние червячной передачи a_w =54 мм – указано на чертеже сборочной единицы.

Определяем коэффициент диаметра червяка (q), который нужен для уточнения расчетов, так как по ГОСТ 19672-74 он может иметь значения 8; 9; 10; 11,2; 12,5; 14; 16; 18; 20; 25.

Коэффициент диаметра червяка $q = 2a_w / m - z_2 = 2 \cdot 54 / 4 - 16 = 11$. Принимаем стандартное значение $q = 11{,}2$.

Делительный диаметр червяка $d_1 = mq = 4 \cdot 11{,}2 = 44{,}8$ мм.

Диаметр вершин витков червяка $d_{a1} = d_1 + 2m = 44{,}8 + 2 \cdot 4 = 52{,}8$ мм.

Диаметр впадин витков червяка $d_{f1} = d_1 - 2{,}4m = 44{,}8 - 2{,}4 \cdot 4 = 36$ мм.

Делительный диаметр червячного колеса $d_2 = mz_2 = 4 \cdot 16 = 64$ мм.

Диаметр вершин червячного колеса $d_{a2} = m(z_2 + 2) = 4(16 + 2) = 72$ мм.

Диаметр впадин червячного колеса $d_{f2} = m(z_2 - 2{,}4) = 4(16 - 2{,}4) = 54{,}4$ мм.

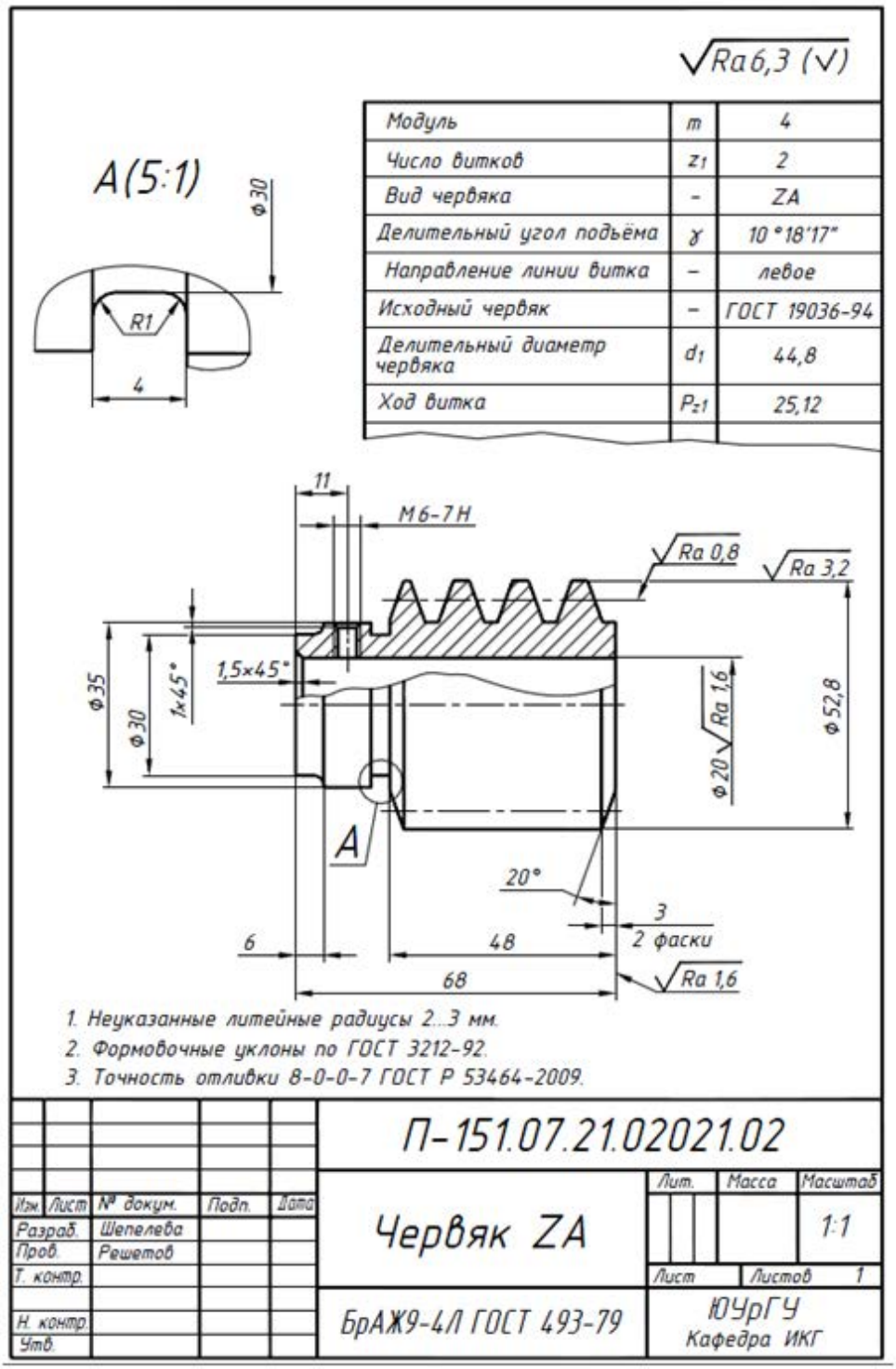


Рис. 2.56

Правила выполнения чертежей цилиндрических червяков и сопрягаемых с ними червячных колес в части указания параметров зубчатого венца устанавливает ГОСТ 2.406-76.

Пример выполнения учебного чертежа червяка приведен на рис. 2.56, червячного колеса – на рис. 2.57. На чертежах червяков и колес часть параметров помещают на изображениях, часть – в таблицах, аналогичных, приведенным на рис. 2.51 и 2.54.

На изображении цилиндрического червяка указывают диаметр вершин витка d_{a1}, длину нарезанной части червяка b_1 , данные для определения контура нарезанной части червяка, размер фаски, шероховатость боковых поверхностей витка.

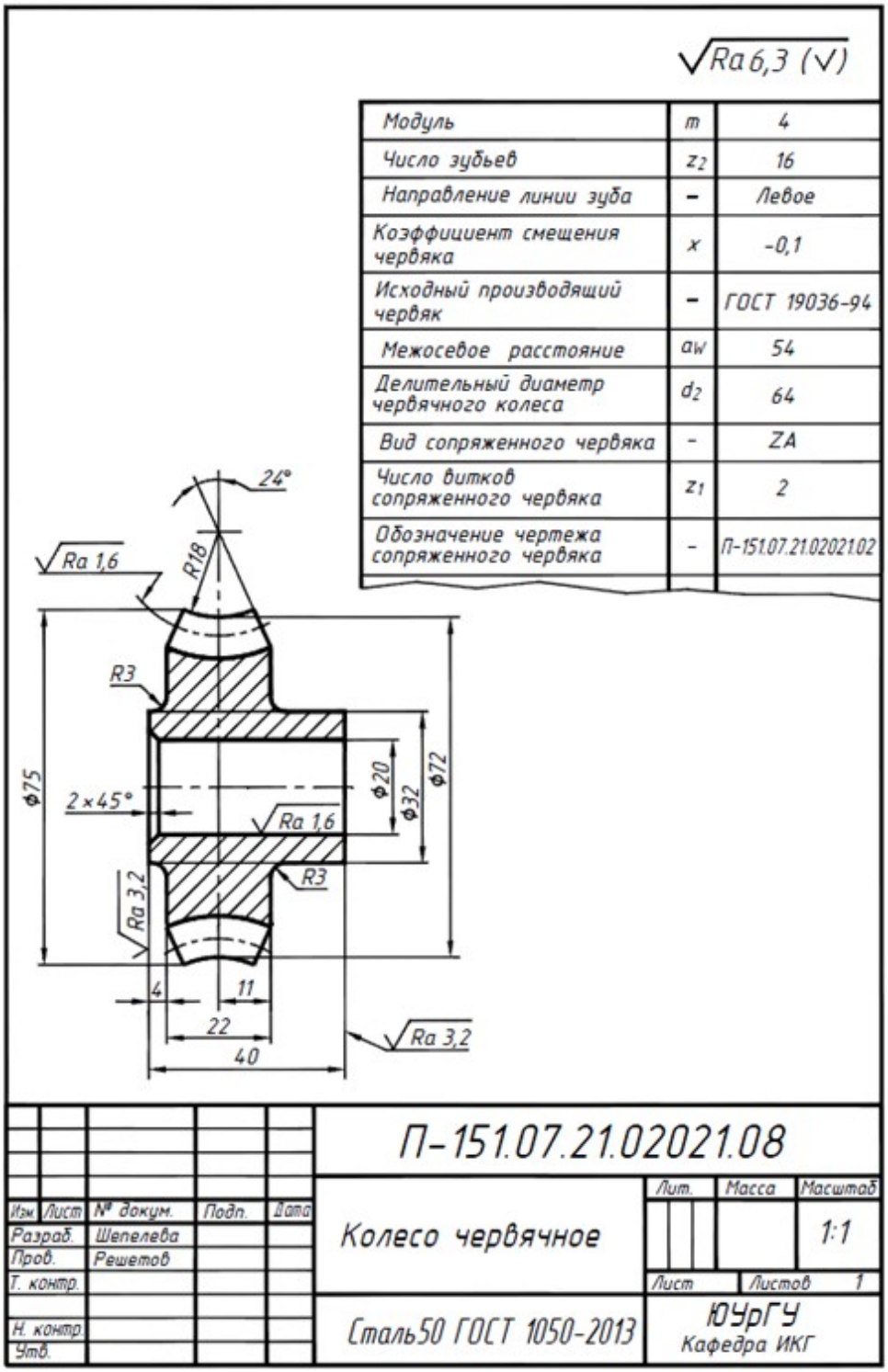


Рис. 2.57

В таблицу параметров червяка вносят: модуль m; число витков z_1; вид червяка (ZA, ZI и т.д.); угол подъёма линии витка γ; направление линии витка (*Правое* или *Левое*); исходный червяк; делительный диаметр червяка d_1 ; ход витка $p_{z1} = z_1 \, p = 2 \cdot 12{,}56 = 25{,}12$ мм, где $p = m\pi = 4 \cdot 3{,}14 = 12{,}56$ мм.

На изображении червячного колеса указывают:

диаметр вершин зубьев в средней плоскости зубчатого венца d_{a2}; наибольший диаметр зубчатого венца D_s; ширину зубчатого венца b_2; данные для определения контура венца колеса; расстояние от базового торца до средней торцевой плоскости колеса; размер фаски; шероховатость боковых поверхностей витка.

В таблицу параметров червячного колеса вносят: модуль m; число зубьев z_2; направление линии витка (*Правое* или *Левое*); коэффициент смещения червяка $x = (a_w / m) - 0{,}5(q + z_2) = (54/4) - 0{,}5(11{,}2+16) = 0{,}1$; исходный производящий червяк; межосевое расстояние a_w; делительный диаметр d_2; вид сопряженного червяка ZA; обозначение чертежа сопряженного червяка.

2.3.5. Чертежи звездочек, образующих цепную передачу

Цепная передача состоит из ведущей и ведомой звездочки в охватывающей их цепи. Приводная цепь, надетая на звездочки, согласно ГОСТ 2.402-68 на сборочных чертежах изображается тонкими штрихпунктирными линиями (см. рис. 2.49 поз.23).

Профиль зубьев звездочек отличается от профиля зубьев колес зубчатых передач. Он очерчен дугами окружностей (рис. 2.58), радиусы которых определяют по ГОСТ 591-69. Требуется выполнить чертеж звездочки (см. рис. 2.49 поз.4) с числом зубьев z=15 для приводной роликовой однорядной цепи *ПР-12,7-1820-2 ГОСТ 13568-2017* с шагом t=12,7 мм. Обо-значение цепи приведено в таблице составных частей сборочной единицы.

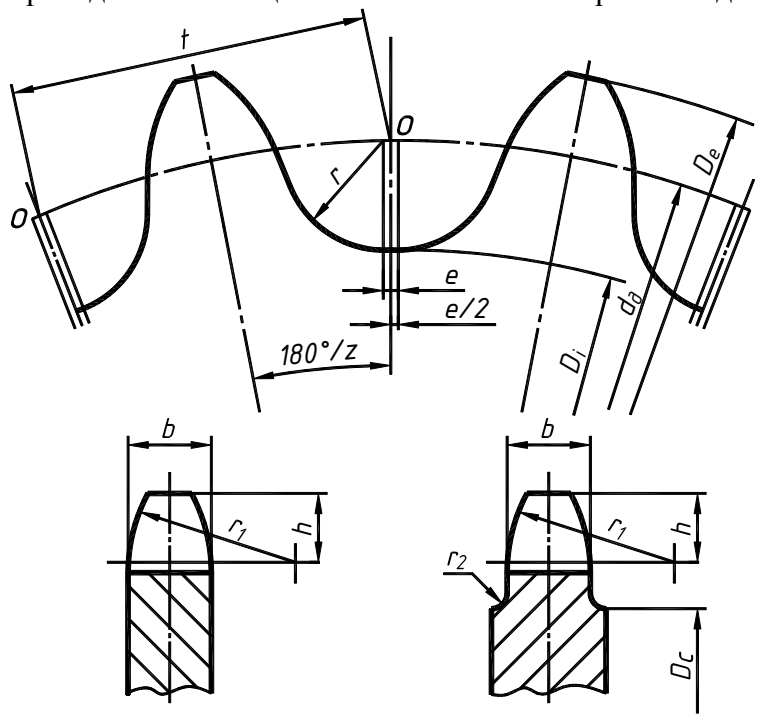


Рис. 2.58

Чертежи звездочек цепной передачи оформляют по ГОСТ 2.408-68. На изображении звездочки указывают ширину зуба b, радиус закругления зуба r_1, расстояние от вершины зуба до линии центров дуг закруглений h, диаметр обода (наибольший) D_c, радиус закругления у границы обода r_2, диаметр окружности выступов D_e, шероховатость поверхности профиля зубьев, торцевых поверхностей зубьев, поверхности выступов, шероховатость поверхностей закругления зубьев (в осевой плоскости).

На чертеже звездочки в правом верхнем углу помещают таблицу параметров. Размеры таблицы, а также размеры, определяющие расположение таблицы приведены на рис. 2.59.

На учебных чертежах приводят сокращённую таблицу. В ней указывают число зубьев звездочки z, шаг сопрягаемой цепи t (указан в её обозначении), диаметр ролика D=8,51 мм (находим в ГОСТ 13568-2017 по обозначению цепи), профиль зуба по ГОСТ 591-69 с надписью: «Со смещением» или «Без смещения» (центров дуг впадин e=0,03t). Во второй части таблицы приводят диаметр окружности впадин D_i. В третьей части таблицы параметров приводят диаметр делительной окружности $d_д$.

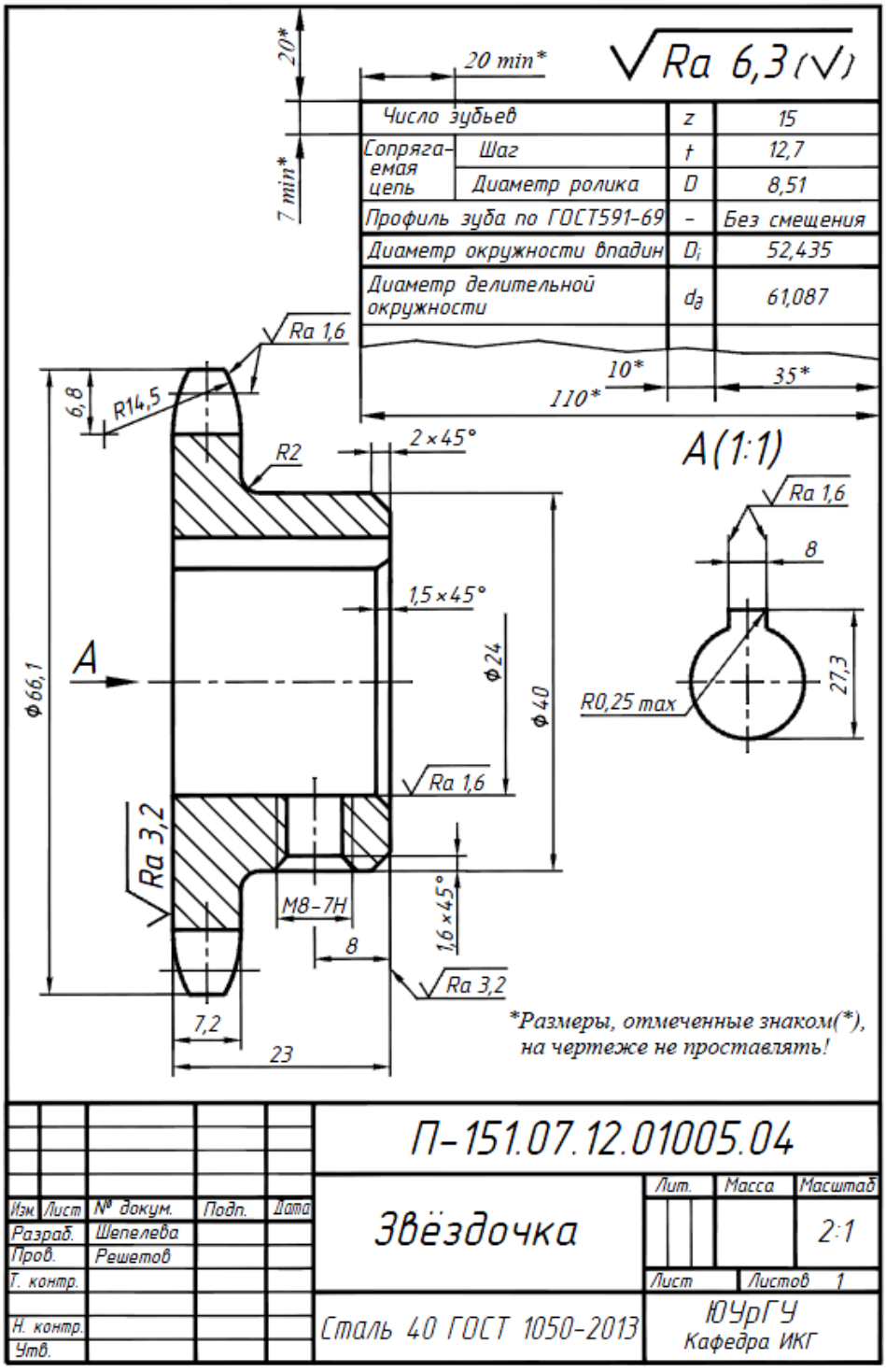


Рис. 2.59

Для нашего случая диаметр делительной окружности [5, т.2 с.659]:

$d_д = t / \sin(180° / z) = 12{,}7 / \sin(180° / 15) = 61{,}087$ мм;

диаметр окружности выступов:

$D_e = t[0{,}5 + \operatorname{ctg}(180° / z)] = 12{,}7 \cdot [0{,}5 + \operatorname{ctg}(180°/15)] = 66{,}115$ мм;

диаметр окружности впадин: $D_i = d_д - 2r = 61{,}087 - 2 \cdot 4{,}326 = 52{,}435$ мм,

где r – радиус впадины $r = 0{,}5025D + 0{,}05 = 0{,}5025 \cdot 8{,}51 + 0{,}05 = 4{,}326$ мм;

радиус закругления зуба: $r_1 = 1{,}7D = 1{,}7 \cdot 8{,}51 = 14{,}467$ мм;

расстояние от вершины зуба до линии центров дуг закруглений:

$h = 0{,}8D = 0{,}8 \cdot 8{,}51 = 6{,}808$ мм;

ширина зуба: $b = 0{,}93B_{ВН} - 0{,}15 = 0{,}93 \cdot 7{,}75 = 7{,}208$ мм,

где $B_{ВН} = 7{,}75$ мм – расстояние между внутренними пластинами цепи (находим в ГОСТ 13568-2017 по обозначению цепи) [5, т.2, с.649]. Принимаем размер ширины зуба 7,2 мм.

Проставляемый на чертеже размер диаметра окружности выступов, указываем с точностью до одного знака после запятой. Размеры диаметров делительной окружности и окружности впадин записываем в таблицу с двумя знаками после запятой.

Размеры остальных конструктивных элементов определяем обмером изображения звездочки с учетом масштаба изображения с последующим согласованием результатов с ГОСТ 6636-69 (табл. 3.53 и 3.54). В ступице выполняем отверстие диаметром 24 мм. По ГОСТ 24071–78 выберем ширину шпоночного паза $b = 8$ мм и размер паза $t_1 = 3{,}3$ мм. В результате чего получаем размер $D_в + t_1 = 24 + 3{,}3 = 27{,}3$ мм.

В отверстии и на правом торце ступицы предусматриваем фаски в соответствии рекомендациями табл. 3.1.

Размер резьбового отверстия *M8* согласуем с резьбой установочного винта поз. 12 (см. рис. 2.49).

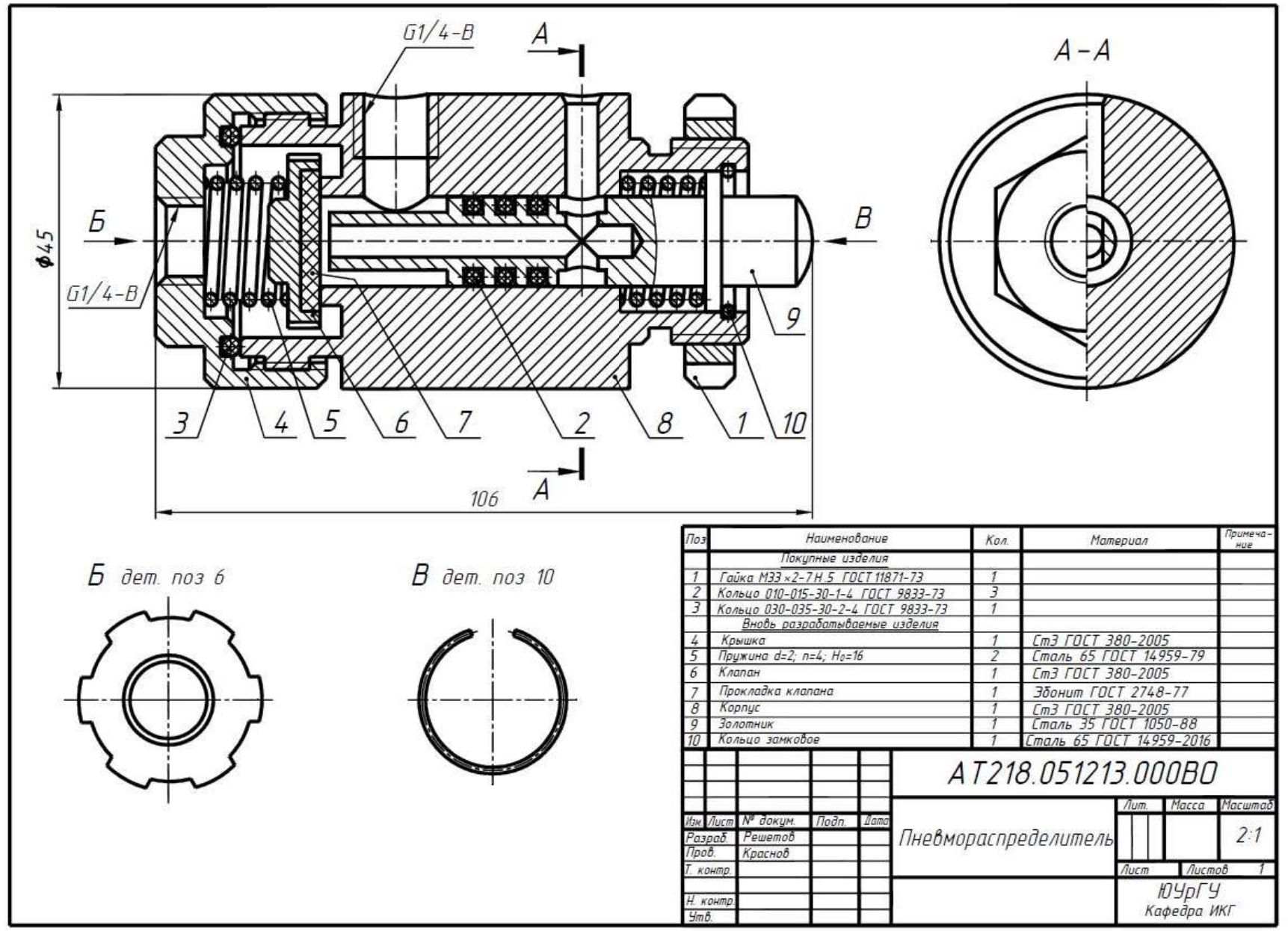
Шероховатость поверхности профиля зубьев, торцевых поверхностей зубьев, поверхности выступов, шероховатость поверхностей закругления зубьев проставляем на чертеже в соответствии с рекомендациями [1, с.180].

2.4. Пример деталирования чертежа общего вида (задание №5)

На рис. 2.60 приведен общий вид пневмораспределителя с таблицей его составных частей.

Пневмораспределитель направляет воздух к различным рабочим органам. Воздух под давлением подается через отверстие крышки поз. *1*. Под действием пружины и давления воздуха клапан поз. *3* плотно прилегает к выступу корпуса поз. *5*. При нажатии золотника поз. *6* на клапан последний открывается, и воздух поступает в полость корпуса и через отверстие с трубной резьбой в трубопровод (на чертеже не показан).

При отпускании золотника, последний, под действием пружины возвращается в первоначальное положение, клапан закрывает отверстие корпуса, и доступ воздуха в рабочую зону прекращается. Отработанный воздух из рабочей зоны выходит в атмосферу через отверстие в золотнике и в корпусе. Уплотнение золотника и крышки осуществляется с помощью круглых резиновых колец (поз. *9* и *10*). Выпадению золотника из корпуса препятствует пружинное замковое кольцо (поз. *7*).



Поз	Наименование	Кол.	Материал	Примечание
	Покупные изделия			
1	Гайка М33×2-7Н.5 ГОСТ 11871-73	1		
2	Кольцо 010-015-30-1-4 ГОСТ 9833-73	3		
3	Кольцо 030-035-30-2-4 ГОСТ 9833-73	1		
	Вновь разрабатываемые изделия			
4	Крышка	1	Ст3 ГОСТ 380-2005	
5	Пружина d=2; n=4; H_0=16	2	Сталь 65 ГОСТ 14959-79	
6	Клапан	1	Ст3 ГОСТ 380-2005	
7	Прокладка клапана	1	Эбонит ГОСТ 2748-77	
8	Корпус	1	Ст3 ГОСТ 380-2005	
9	Золотник	1	Сталь 35 ГОСТ 1050-88	
10	Кольцо замковое	1	Сталь 65 ГОСТ 14959-2016	

АТ218.051213.000ВО

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Решетов		
Пров.		Краснов		
Т. контр.				
Н. контр.				
Утв.				

Пневмораспределитель

Лит.	Масса	Масштаб
		2:1
Лист	Листов 1	

ЮУрГУ
Кафедра ИКГ

Рис. 2.60

На рис. 2.61 приведен чертеж корпуса (поз. *5*). Анализируя форму корпуса по чертежу пневмораспределителя, приходим к выводу, что для выявления формы этой детали достаточно одного изображения. Это обусловлено тем, что корпус состоит из поверхностей вращения. главное изображение – полный фронтальный разрез, так как корпус не симметричный. В отличие от сборочного чертежа, рабочий чертеж детали должен давать полное представление о форме детали и содержать все данные, необходимые для ее изготовления и контроля. Конструктивные элементы, не показанные на сборочном чертеже (фаски, проточки, канавки и т.п.), должны быть приведены на рабочем чертеже детали. В связи с этим, чтобы выявить форму проточек для выхода инструмента при нарезании наружной метрической резьбы и канавки для замкового кольца (поз. *7*), главное изображение дополним выносными элементами. Ось корпуса располагаем горизонтально вдоль длинной стороны формата *А3*. Такое положение занимает корпус при обработке большинства его поверхностей. Такое же положение он занимает в сборочной единице. При выполнении рабочего чертежа корпуса учтено, что на сборочном чертеже имеются упрощения: не показаны фаски отверстия с трубной резьбой (*G1/4-B*) и резьбового конца корпуса, на который навинчивается крышка (поз. *1*); не показана заходная фаска для монтажа золотника (поз. *6*) с резиновыми уплотняющими кольцами (поз. *9*).

Резьба в соединении крышки с корпусом, не указана. Наиболее распространена метрическая резьба. Она уже применяется в конструкции пневмораспределителя – гайка *М33х2* (поз. *8*). Диаметр резьбы на крышке корпуса определили замером ее изображения на сборочном чертеже с учетом масштаба последнего.

Замеренный диаметр согласовали с ГОСТ 8724-2002 [1, с. 101]. Окончательно приняли резьбу *М39х2-8g*, унифицируя шаг. Здесь *8g* – поле допуска грубого класса точности наружной метрической резьбы [3, табл. 3].

Фаски реьбовых концов назначили в зависимости от шага резьбы по табл. 3.2. Фаску отверстия с трубной резьбой приняли по табл. 3.4. Заходную фаску для монтажа золотника с резиновыми кольцами назначили в соответствии с рекомендациями (рис. 3.1). Размеры проточек для выхода инструмента при нарезании наружной метрической резьбы назначили по табл. 3.8, в зависимости от шага резьбы (2 мм). Размеры канавки для замкового кольца назначаем в зависимости от диаметра проволоки, из которой, кольцо навито.

Размеры остальных элементов корпуса определили замером их изображения на сборочном чертеже с учетом масштаба последнего.

Наибольшее количество поверхностей корпуса (боковая поверхность резьб, фаски, проточки) должны иметь шероховатость *Ra6,3* [3, табл. 34]. Чтобы не повторять это значение шероховатости несколько раз, указываем ее в верхнем правом углу чертежа (см. рис. 2.61). Шероховатость поверхности торца с резьбой *М33х2-8g* назначена более грубой (*Ra12,5*), что не окажет влияния на работоспособность изделия. Наружная поверхность корпуса не обрабатывается, о чем говорит знак $\sqrt{}$. Это связано с выбором материала для изготовления корпуса (круг ⌀45 мм). Наибольший диаметр корпуса (*⌀45*) приведен на чертеже сборочной единицы. Внутренняя поверхность корпуса, имеет подвижный контакт с резиновыми кольцами и золотником. В связи с этим шероховатость этой поверхности (*Ra0,2*), назначили в соответствии с рекомендациями табл. 3.21. Для торца седла клапана назначили шероховатость *Ra1,6*, что должно обеспечить плотное закрывание отврстия корпуса клапаном.

В соответствии с ГОСТ 2.104-2006, в основной надписи указали марку материала со ссылкой на стандарты [6, с. 270]. Запись содержит сведения о сортаменте (в числителе) и материале (в знаменателе). Прокат горячекатаный круглый, обычной точности изготовления (В) ГОСТ 2590-2006, из углеродистой стали обыкновенного качества диаметром 45 мм, из стали марки Ст3 по ГОСТ 535-2005.

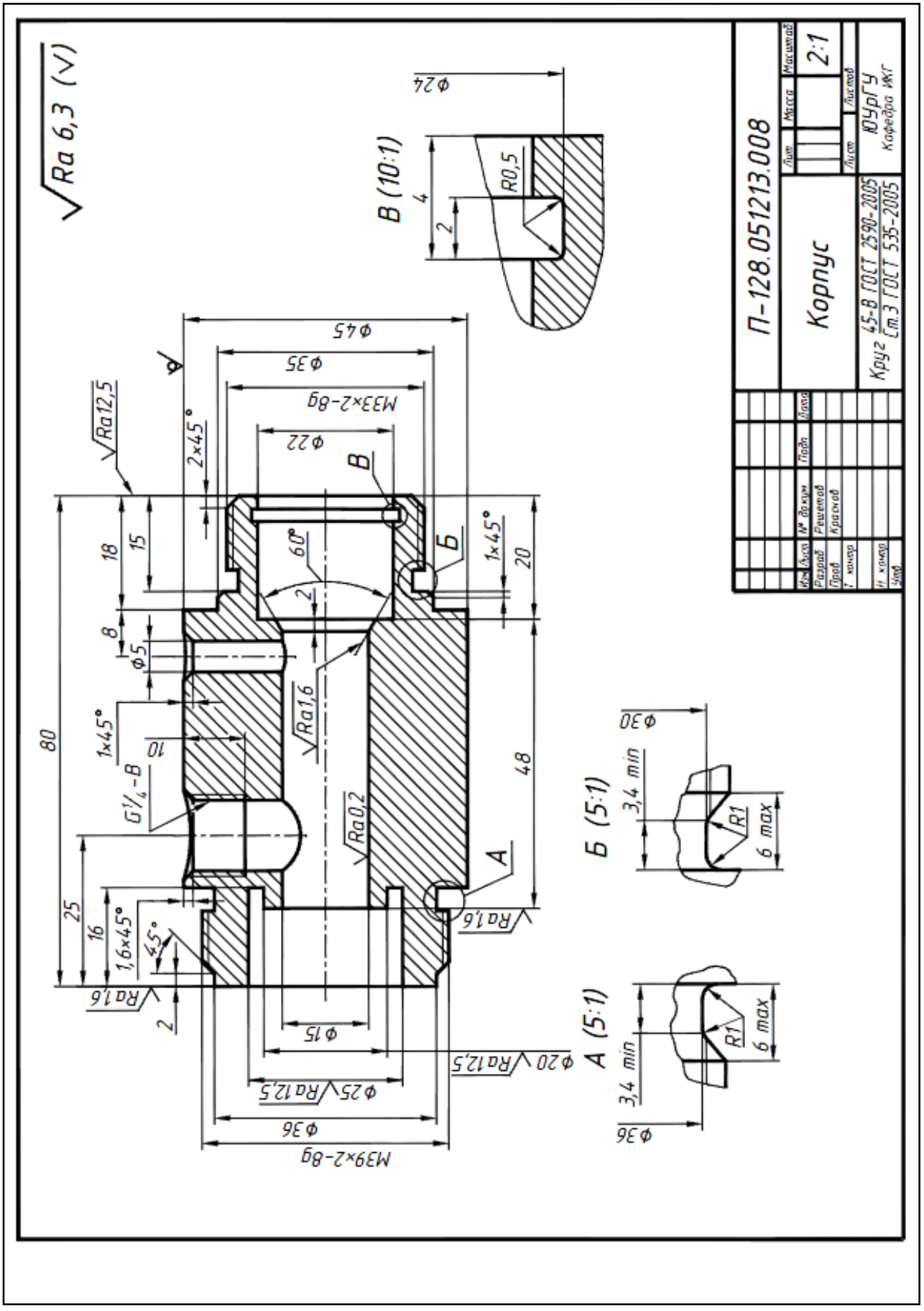

Ra 6,3 (√)
В (10:1)
Б (5:1)
А (5:1)
П-128.051213.008
Корпус
Круг 45-В ГОСТ 2590-2005
Ст.3 ГОСТ 535-2005
ЮУрГУ
Кафедра ИКГ
2:1

Рис. 2.61

На рис. 2.62 приведен чертеж крышки (поз. *1*) и ее наглядное изображение (изометрическая проекция). Изучив чертеж сборочной единицы, делаем вывод, что крышка в основном состоит из поверхностей вращения. Кроме этого крышка имеет призматический шестигранный выступ. В связи с этим для выявления конструкции крышки необходимо два изображения. Главное изображение – соединение половины вида спереди с половиной фронтального разреза (крышка симметрична), плюс часть вида сверху, чтобы проставить размеры шестигранника. Соединение крышки с корпусом уплотнено стандартным резиновым кольцом (поз. *10*). Конфигурация проточки для выхода инструмента при нарезании внутренней резьбы и канавки для круглого резинового кольца, представлена выносным элементом *А*.

Выполняем чертеж крышки на формате *А3*, разместив на нем и чертеж, и ее наглядное изображение (изометрическую проекцию). Ось крышки располагаем горизонтально. Такое положение крышка занимает в составе сборочной единицы. Такое же положение занимает крышка при обработке большинства ее поверхностей на токарном станке. При выполнении чертежа крышки по чертежу сборочной единицы (см. рис. 2.60) учтено, что на сборочном чертеже имеется упрощение, соответствующие требованиям стандартов ЕСКД. Изделия, которые расположены за винтовой пружиной, изображенной на сборочном чертеже в разрезе, вычерчивают условно только до осевых линий сечения витков пружины, считая, что пружина закрывает лежащие за ней части изделия. Наибольший диаметр крышки (*ф45*) приведен на чертеже сборочной единицы. Там же указана трубная резьба отверстия в крышке (*G1/4-B*).

Параметры резьбы, которой крышка навинчивается на корпус (наружный диаметр и шаг), должны быть такими же как на корпусе *М39×2-7Н*. Здесь *7Н* – поле допуска грубого класса точности внутренней метрической резьбы [3, табл. 1.3].

На чертеже крышки показана фаска на резьбе *М39×2*, размер которой выбран по табл. 3.12. Размер фаски отверстия в крышке с трубной резьбой (*G1/4-B*) принят по табл. 3.4.

Выносной элемент *А* позволяет проставить размеры резьбовой проточки, которые назначены в соответствии с данными табл. 3.8 в зависимости от шага резьбы. Размеры проточки для установки уплотняющего кольца согласовали с данными табл. 3.21. В этой же таблице приведены значения шероховатости поверхностей, контактирующих с резиновыми кольцами.

Замеренные на сборочном чертеже размеры шестигранника согласовали с ГОСТ 6424-73 (табл. 3.7).

Наибольшее количество поверхностей крышки (боковая поверхность резьб, фаски, проточки) должны иметь шероховатость *Ra6,3* [3, табл. 34]. Чтобы не повторять это значение шероховатости несколько раз, указываем ее в верхнем правом углу чертежа (см. рис. 2.62). Шероховатость поверхностей шестигранника назначена более грубой – *Ra12,5*, что не окажет влияния на работоспособность изделия, но облегчит выполнение обработки этих поверхностей на фрезерном станке.

В основной надписи, в соответствии с ГОСТ 2.104-2006, указали марку материала крышки со ссылкой на стандарт – *Ст3 ГОСТ 380-2005* [6, с. 254].

На рис. 2.63 приведен чертеж золотника (поз. *6*) и его наглядное изображение (диметрическая проекция). По чертежу сборочной единицы видно, что золотник состоит из поверхностей вращения (стержень с отверстиями). В связи с этим, для выявления конструкции золотника необходимо одно изображение. Главное изображение – вид спереди с местным разрезом для выявления внутренней конфигурации. Согласно ГОСТ 2.305-2008, полный разрез для деталей типа «стержень» выполнять не рекомендуется. Ось золотника располагаем горизонтально. Изображение золотника повернуто на 180° по отношению к изображению его на чертеже сборочной единицы. Такое положение занимает золотник при его обработке на токарном станке.

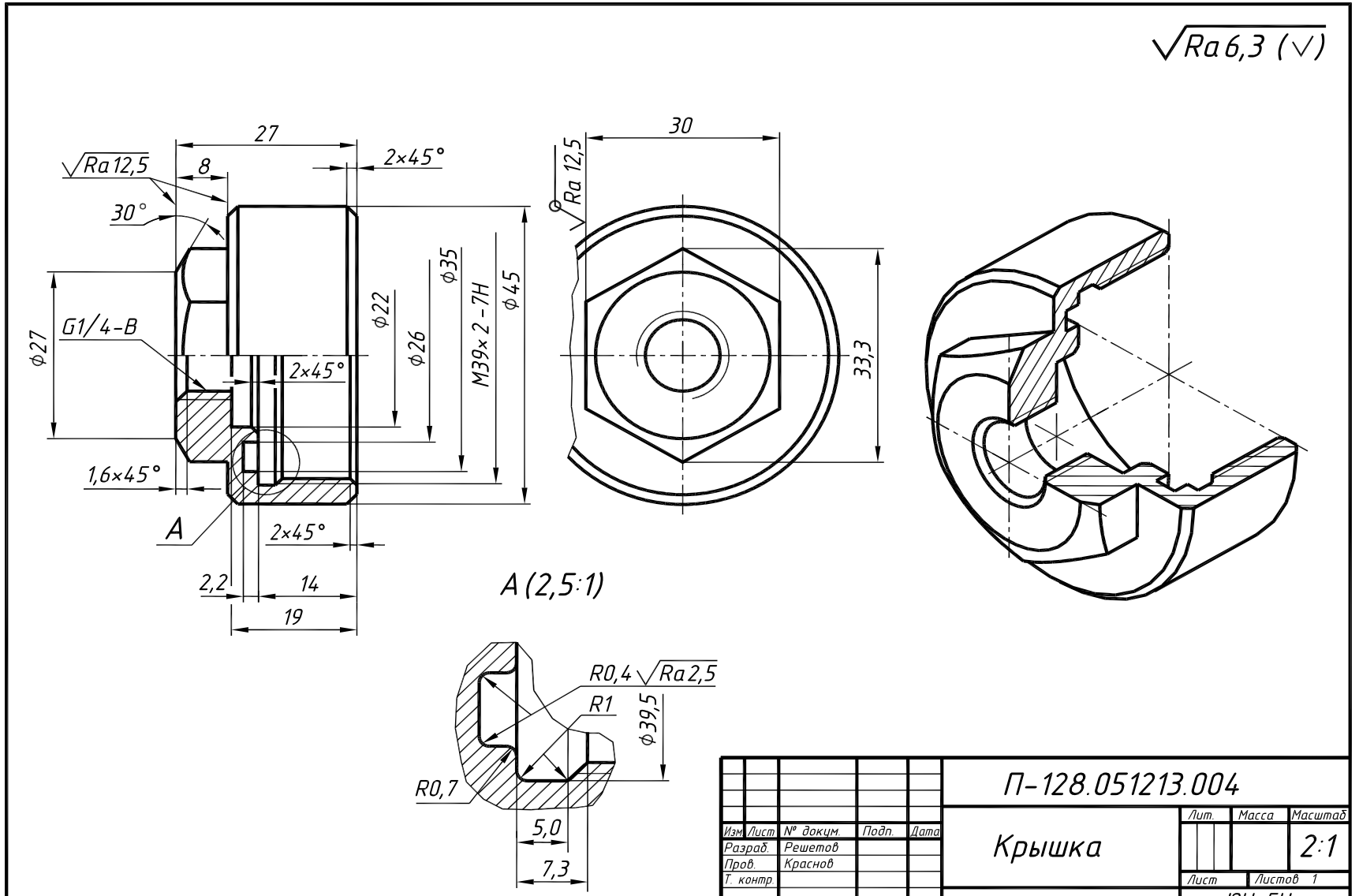

√Ra 6,3 (√)
27
8
2×45°
√Ra 12,5
30°
G1/4-B
ϕ27
ϕ22
ϕ26
ϕ35
M39×2-7H
ϕ45
2×45°
1,6×45°
A
2×45°
2,2
14
19
30
√Ra 12,5
33,3
A (2,5:1)
R0,4
√Ra 2,5
R1
ϕ39,5
R0,7
5,0
7,3
П-128.051213.004
Крышка
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
Разраб. Решетов
Пров. Краснов
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
Лит.
Масса
Масштаб
2:1
Лист
Листов 1
Ст3 ГОСТ 380-2005
ЮУрГУ
Кафедра ИКГ

Рис. 2.62

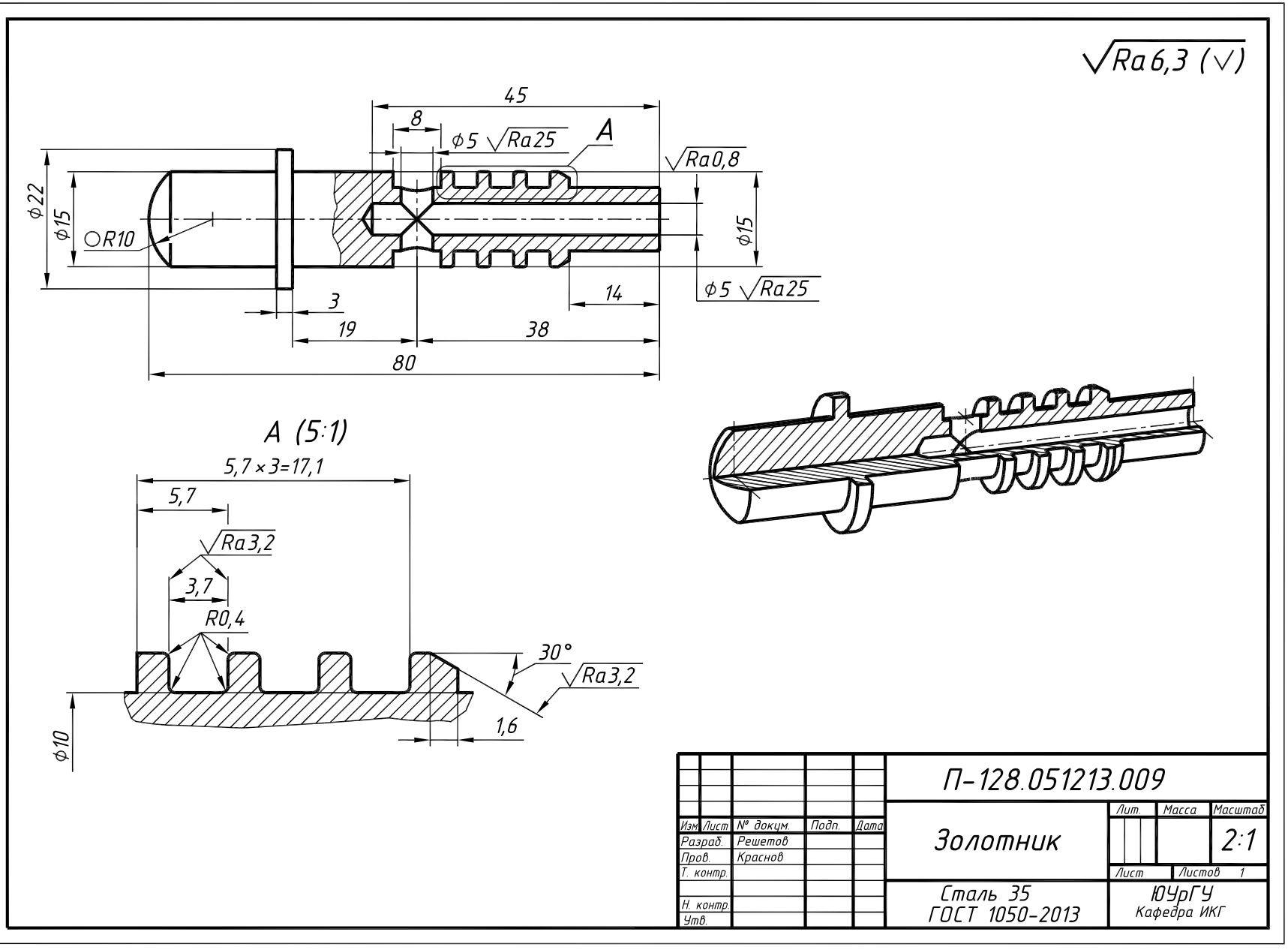

√Ra 6,3 (√)
45
8
ϕ5 √Ra25
A
√Ra0,8
ϕ22
ϕ15
R10
ϕ15
ϕ5 √Ra25
14
3
19
38
80
A (5:1)
5,7 × 3=17,1
5,7
√Ra3,2
3,7
R0,4
30°
√Ra3,2
ϕ10
1,6
П-128.051213.009
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
Разраб. Решетов
Пров. Краснов
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
Золотник
Лит. Масса Масштаб
2:1
Лист Листов 1
Сталь 35
ГОСТ 1050-2013
ЮУрГУ
Кафедра ИКГ

Рис. 2.63

Соединение золотника с корпусом уплотнено стандартными резиновыми кольцами (поз. *9*). Конфигурация канавок для круглых резиновых колец, представлена выносным элементом *А*.

В верхнем правом углу чертежа указана шероховатость *Ra6,3*. Это преобладающая шероховатость поверхностей золотника. Для отверстий принята шероховатость *Ra25*, так как они нужны для пропуска воздуха, а выполняются сверлением. Шероховатость поверхностей, контактирующих с резиновыми кольцами, назначена в соответствии с рекомендациями табл. 3.21.

Длины участков золотника проставлены с учетом конструктивных особенностей пневмораспределителя. Такая простановка размеров призвана обеспечить совпадение осей отверстий в корпусе и золотнике.

Размеры канавок нанесены цепным способом, а не от одной базы, так как точность выполнения ширины канавок важнее их расположения по длине золотника.

3. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДЕТАЛЕЙ

3.1. Фаски

В табл. 3.1 приведены фаски цилиндрических деталей общего применения.

Таблица 3.1

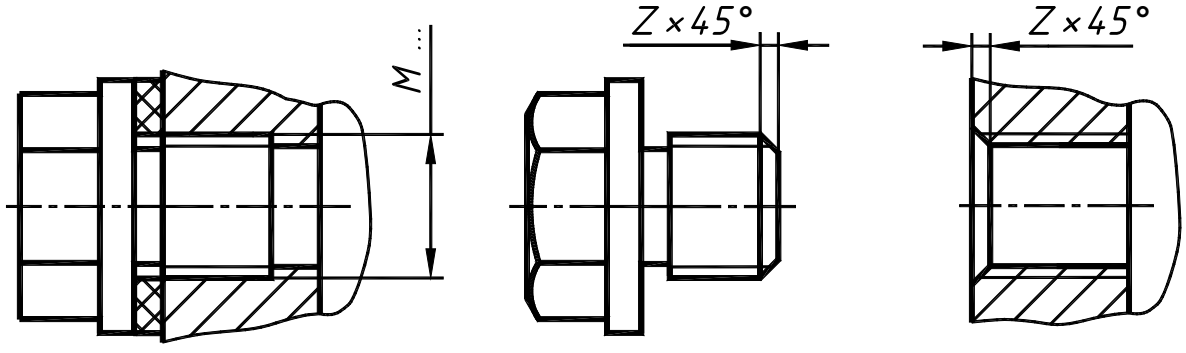
Фаски цилиндрических деталей [1, с. 125], мм

Диаметр, *d*	До 10	Св. 10 до 15	Св. 15 до 30	Св. 30 до 45	Св. 45 до 70	Св. 70 до 100
Фаска *c*×45°	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0

Фаски обязательны на стержнях и в отверстиях с резьбой. Эти фаски назначаются в зависимости от типа резьбы и ее шага. В табл. 3.2 приведены размеры фасок для деталей с наружной и внутренней метрической резьбой.

Таблица 3.2

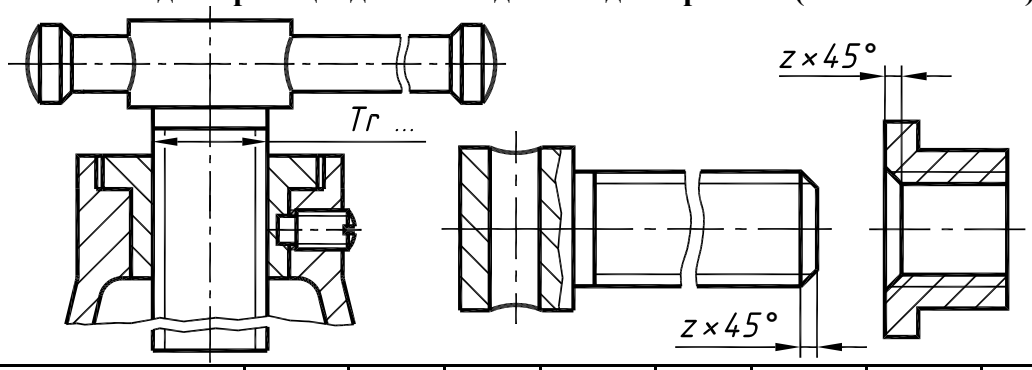
Фаски для метрических резьб (ГОСТ 10549-80) [4], мм



Шаг резьбы, *P*	0,5	0,7	0,8	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
Фаска *z*×45°	0,5	0,5	1,0	1,0	1,6	1,6	1,6	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0

Таблица 3.3

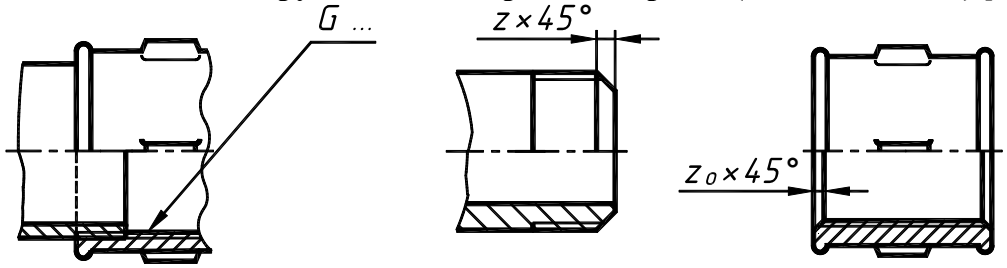
Фаски для трапецеидальной однозаходной резьбы (ГОСТ 10549-80) [4], мм



Шаг резьбы, *P*	**2,0**	**3,0**	**4,0**	**5,0**	**6,0**	**8,0**	**10**	**12**	**16**
Фаска *z×45°*	**1,6**	**2,0**	**2,5**	**3,0**	**3,5**	**4,5**	**5,5**	**6,5**	**9,0**

Таблица 3.4

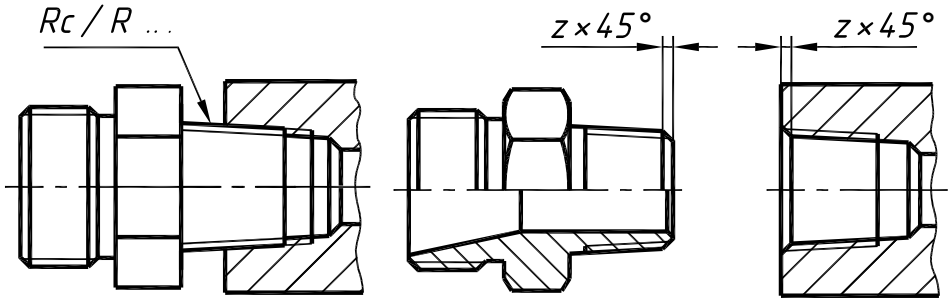
Фаски для трубных цилиндрических резьб (ГОСТ 10549-80) [4], мм



Обозначение резьбы	*G 1/8*	*G 1/4*	*G 3/8*	*G 1/2*	*G 3/4*	*G1*	*G1 1/4*	*G1 1/2*	*G2*	*G2 1/2*
Фаска наружной резьбы *Z×45°*	**1,0**	**1,6**	**1,6**	**2,0**	**2,0**	**2,5**	**2,5**	**2,5**	**2,5**	**2,5**
Фаска внутренней резьбы *Z0×45°*	**1,0**	**1,0**	**1,0**	**1,6**	**1,6**	**1,6**	**1,6**	**1,6**	**1,6**	**1,6**

Таблица 3.5

Фаски для трубных конических резьб ГОСТ 6211-81 и конических дюймовых ГОСТ 6111-52 (ГОСТ 10549-80) [4], мм



Обозначение резьбы*	*1/16*	*1/8*	*1/4*	*3/8*	*1/2*	*3/4*	*1*	*1 1/4*	*1 1/2*	*2*
Фаски резьб *z×45°*	**1,0**	**1,0**	**1,6**	**1,6**	**1,6**	**1,6**	**2,0**	**2,0**	**2,0**	**2,0**

* Пример обозначения трубной конической наружной резьбы *R 1/8*;
пример обозначения трубной конической внутренней резьбы *Rc 1/8*;
пример обозначения конической дюймовой резьбы *K 1/8 ГОСТ 6111-52*.

3.2. Скругления внутренних и внешних углов на деталях машин

Таблица 3.6

Радиусы скруглений (ГОСТ 10948-64)

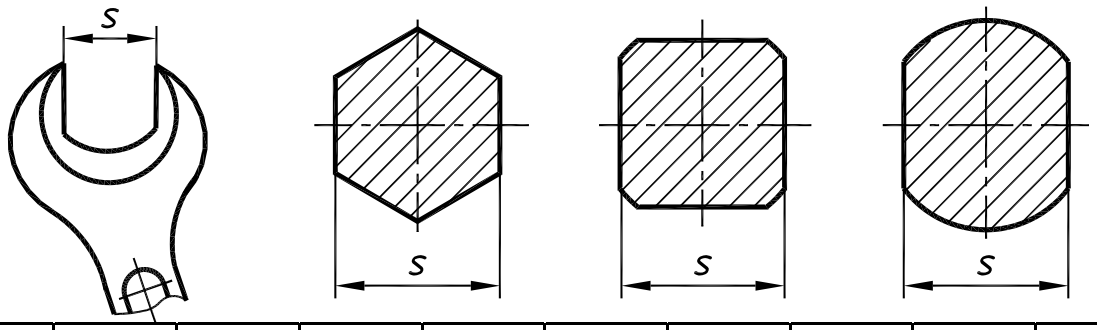
1-й ряд	**0,2**	**0,4**	**0,6**	**1**	**1,6**	**2,5**	**4**	**6**	**10**	**16**	**25**	**40**	**63**	**100**	**160**	**250**
2-й ряд	**0,3**	**0,5**	**0,8**	**1,2**	**2**	**3**	**5**	**8**	**12**	**20**	**32**	**50**	**60**	**80**	**125**	**200**

Примечание. При выборе радиусов скруглений 1-й ряд предпочитается 2-му.

3.3. Размеры «под ключ»

Таблица 3.7

Нормальные размеры «под ключ» (ГОСТ 6424-73)



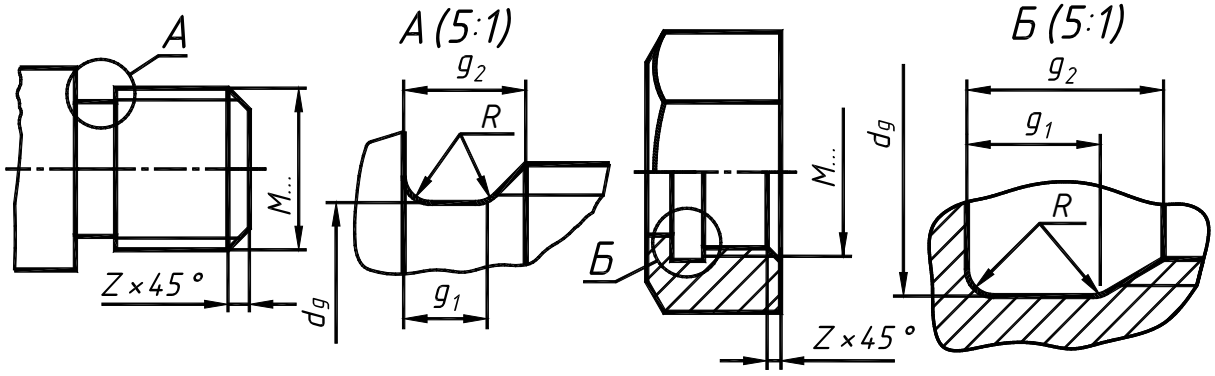
3,2	**4**	**5**	**5,5**	**7**	**8**	**10**	**12**	**13**	**14**
17	**19**	**22**	**24**	**27**	**30**	**32**	**36**	**41**	**46**
50	**55**	**60**	**65**	**70**	**75**	**80**	**85**	**90**	**95**

Примечание. Размеры **13**, **17**, **19**, **22** и **32** являются непредпочтительными.

3.4. Проточки и канавки

Таблица 3.8

Размеры проточек для метрической резьбы (ГОСТ 27148-86), мм



Шаг резьбы P	Радиус R	Наружные			Внутренние				
		g_1 не менее	g_2 не более	d_g	Норм.	Узкая	Норм.	Узкая	d_g
					g_1 не менее		g_2 не более		
0,45	**0,2**	**0,7**	**1,35**	**d–0,7**	**1,8**	**1,1**	**2,4**	**1,7**	**d+0,2**
0,5	**0,2**	**0,8**	**1,50**	**d–0,8**	**2,0**	**1,25**	**2,7**	**2,0**	**d+0,3**
0,7	**0,4**	**1,1**	**2,10**	**d–1,1**	**2,8**	**1,75**	**3,8**	**2,75**	**d+0,3**
0,8	**0,4**	**1,3**	**2,40**	**d–1,3**	**3,2**	**2,0**	**4,2**	**3,0**	**d+0,3**

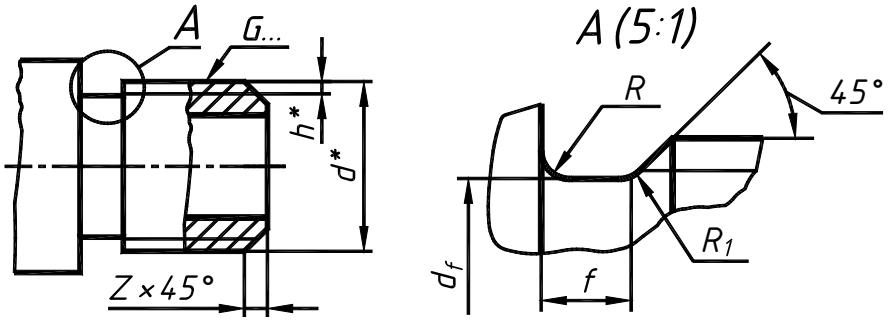
Окончание таблицы 3.8

Шаг резьбы P	Радиус R	Наружные			Внутренние				
		g_1 не менее	g_2 не более	d_g	Норм.	Узкая	Норм.	Узкая	d_g
					g_1 не менее		g_2 не более		
1,0	**0,5**	**1,6**	**3,00**	**d–1,6**	**4,0**	**2,5**	**5,2**	**3,7**	**d+0,5**
1,25	**0,6**	**2,0**	**3,75**	**d–2,0**	**5,0**	**3,2**	**6,7**	**4,9**	**d+0,5**
1,5	**0,8**	**2,5**	**4,50**	**d–2,3**	**6,0**	**3,8**	**7,8**	**5,6**	**d+0,5**
1,75	**1,0**	**3,0**	**5,25**	**d–2,6**	**7,0**	**4,3**	**9,1**	**6,4**	**d+0,5**
2,0	**1,0**	**3,4**	**6,00**	**d–3,0**	**8,0**	**5,0**	**10,3**	**7,3**	**d+0,5**
2,5	**1,2**	**4,4**	**7,50**	**d–3,6**	**10,0**	**6,3**	**13,0**	**9,3**	**d+0,5**
3,0	**1,6**	**5,2**	**9,00**	**d–4,4**	**12,0**	**7,5**	**15,2**	**10,7**	**d+0,5**
3,5	**1,6**	**6,2**	**10,5**	**d–5,0**	**14,0**	**9,0**	**17,7**	**12,7**	**d+0,5**
4,0	**2,0**	**7,0**	**12,0**	**d–5,7**	**16,0**	**10,0**	**20,0**	**14,0**	**d+0,5**
4,5	**2,0**	**8,0**	**13,5**	**d–6,4**	**18,0**	**11,0**	**23,0**	**16,0**	**d+0,5**
5,0	**2,5**	**9,0**	**15,0**	**d–7,0**	**20,0**	**12,5**	**26,0**	**18,5**	**d+0,5**

Примечание. Величина фаски z принимается по табл. 3.2.

Таблица 3.9

Проточки для трубной цилиндрической резьбы наружной (ГОСТ 10549-80), мм



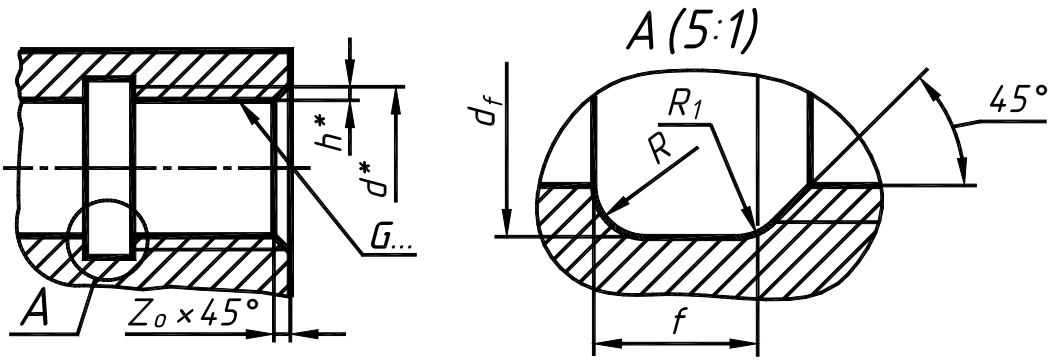
Размеры, отмеченные звездочкой, на чертеже не проставлять!

Обозначение резьбы $G...$	Наружный диаметр **d**	Высота профиля h	Диаметр проточки d_f	Нормальная			Узкая		
				f	R	$R1$	f	R	$R1$
1/8	**9,728**	**0,581**	**8,0**	**2,5**	**1,0**	**0,5**	**1,6**	**0,5**	**0,3**
1/4	**13,158**	**0,856**	**11,0**	**4,0**			**2,5**	**1,0**	**0,5**
3/8	**16,663**		**14,5**						
1/2	**20,956**	**1,162**	**18,0**	**5,0**	**1,6**		**3,0**		
3/4	**26,442**		**23,5**						
1	**33,250**	**1,479**	**29,5**	**6,0**		**1,0**	**4,0**		
1 1/8	**37,897**		**34,0**						
1 1/4	**41,912**		**38,0**						
1 1/2	**47,805**		**44,0**						
1 3/4	**53,746**		**50,0**						
2	**59,615**		**56,0**						
2 1/2	**75,184**		**71,5**						

Примечание. Величина фаски z принимается по табл. 3.4.

Таблица 3.10

Проточки для трубной цилиндрической резьбы внутренние (ГОСТ 10549-80), мм



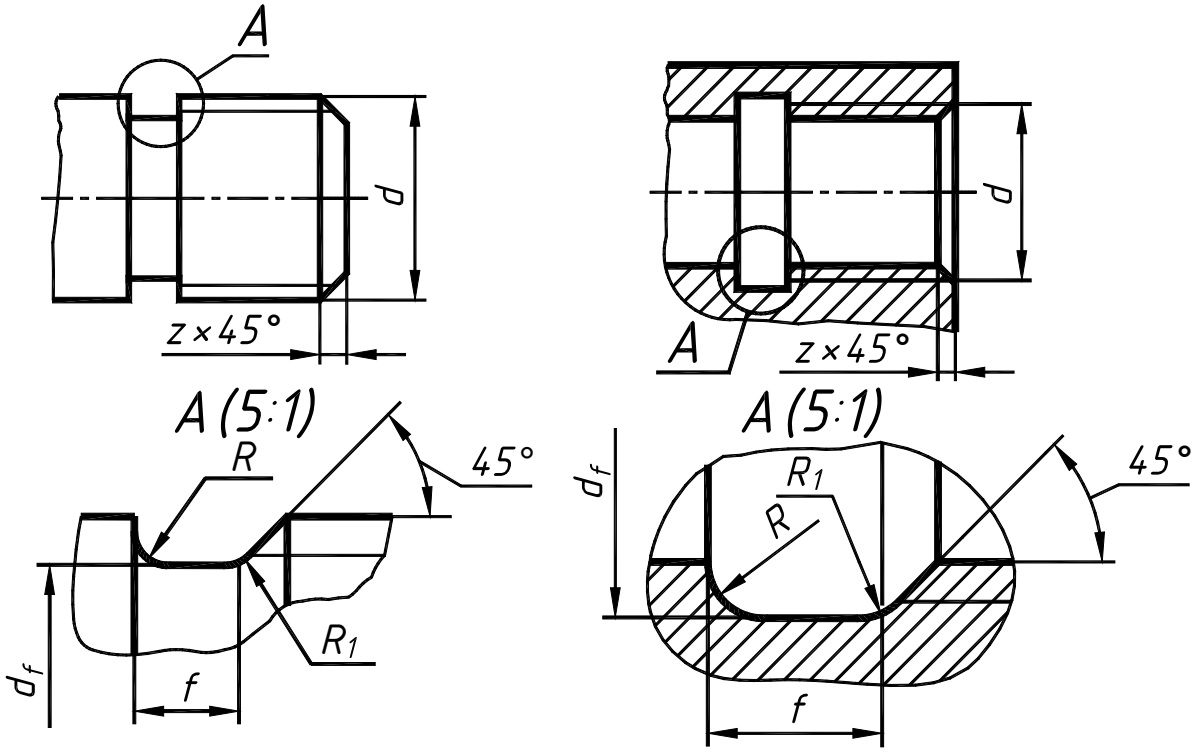
Размеры, отмеченные звездочкой, на чертеже не проставлять!

Обозначение резьбы G...	Наружный диаметр d	Высота профиля h	Диаметр проточки d_f	Нормальная			Узкая		
				f	R	R_1	f	R	R_1
1/8	9,728	0,581	10,0	4	1,0	0,5	2,5	1,0	0,5
1/4	13,158	0,856	13,5	5	1,6	0,5	3,0	1,0	
3/8	16,663		17,0						
1/2	20,956	1,162	21,5	8	2,0	1,0	5,0	1,6	1,0
3/4	26,442		27,0						
1	33,250	1,479	34,0	10	3,0		6,0		
1 1/8	37,897		39,0						
1 1/4	41,912		43,0						
1 1/2	47,805		48,5						
1 3/4	53,746		54,5						
2	59,615		60,5						
2 1/2	75,184		76,0						

Примечание. Величина фаски Z_0 принимается по табл. 3.4.

Таблица 3.11

Проточки для трапецеидальной резьбы наружные и внутренние (ГОСТ 10549-80), мм



Шаг резьбы	Ширина проточки *f*	R	R_1	d_f наружной резьбы	d_f внутренней резьбы
1,5	**2,5**	**1,0**	**0,5**	**d–2,0**	**d +1,0**
2	**3**			**d–3,0**	
3	**5**	**1,6**		**d–4,2**	
4	**6**		**1,0**	**d–5,2**	**d +1,1**
5	**8**	**2,0**		**d–7,0**	**d +1,6**
6	**10**	**3,0**		**d–8,0**	
8	**12**			**d–10,2**	**d +1,8**
10	**16**			**d–12,5**	
12	**18**			**d–14,5**	**d +2,1**

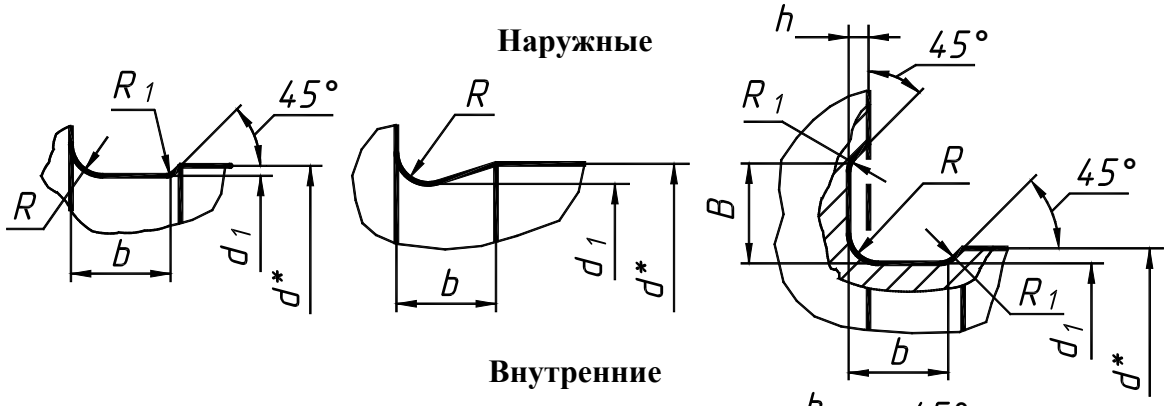
Примечание. Величина фаски ***z*** принимается по табл. 3.3.

Таблица 3.12

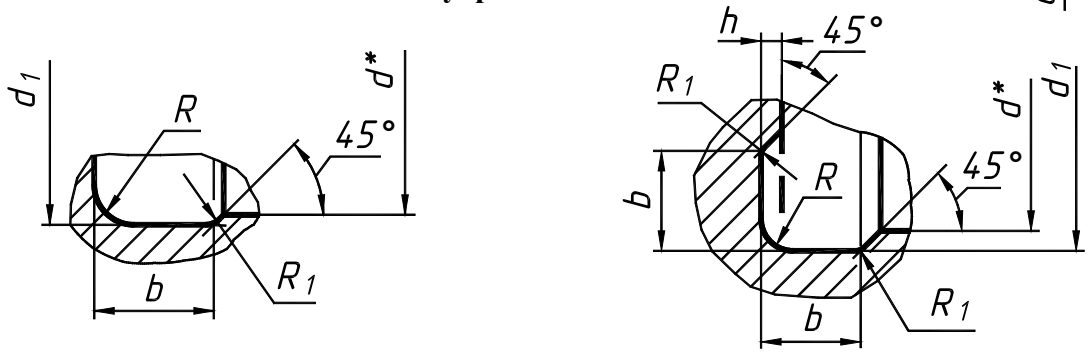
Канавки для выхода шлифовального круга (ГОСТ 8820-69), мм

Шлифование по цилиндру **Шлифование по цилиндру и торцу**

Наружные



Внутренние



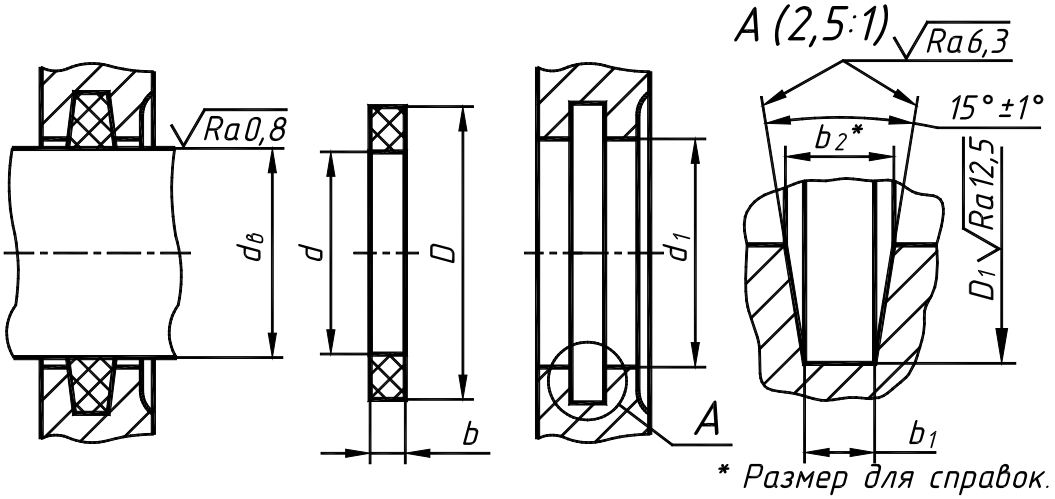
Диаметр вала или отверстия d	Ширина канавки b	Радиус скругления R	Радиус скругления R_1	Диаметр канавки d_1 (наружное шлифование)	Диаметр канавки d_1 (внутреннее шлифование)
≤ 10	**1,0**	**0,3**	**0,2**	**d – 0,3**	**d +0,3**
	1,6	**0,5**	**0,3**	**d – 0,3**	**d +0,3**
	2,0	**0,5**	**0,3**	**d – 0,5**	**d +0,5**
10...50	**3,0**	**1,0**	**0,5**	**d – 0,5**	**d +0,5**
50...100	**5,0**	**1,6**	**0,5**	**d – 1,0**	**d +1,0**
≥ 100	**8,0**	**2,0**	**1,0**	**d – 1,0**	**d +1,0**
	10,0	**3,0**	**1,0**	**d – 1,0**	**d +1,0**

Примечание. На чертежах канавок размер диаметра вала или отверстия, отмеченный знаком (*), проставлять не следует.

3.5. Уплотнительные устройства и канавки для них

Таблица 3.14

Кольца войлочные для уплотнений и канавки для них [5, т. 3, с. 302], мм



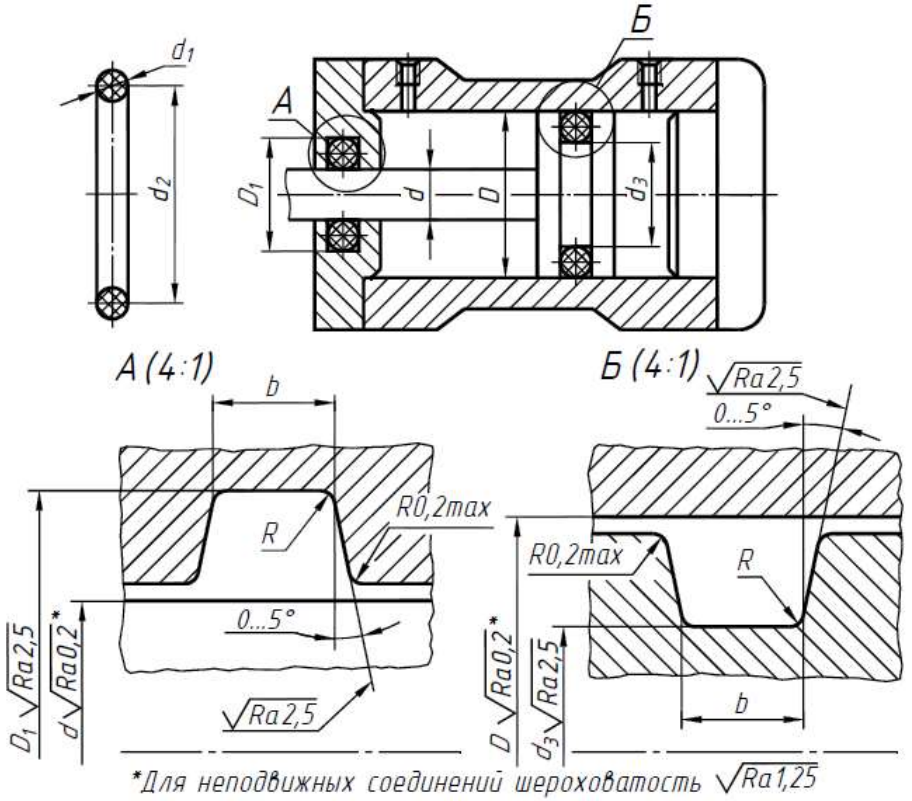
Диаметр вала, $d_в$	Кольцо			Канавка			
	d	D	b	D_1	d_1	b_1	b_2*
12	**11**	**20**	**2,5**	**21**	**13**	**2,0**	**3,0**
15	**14**	**23**		**24**	**16**		
16	**15**	**26**	**3,5**	**27**	**17**	**3,0**	**4,3**
18	**17**	**28**		**29**	**19**		
20	**19**	**30**		**31**	**21**		
22	**21**	**32**		**33**	**23**		
25	**24**	**37**	**5,0**	**38**	**26**	**4,0**	**5,0**
28	**27**	**40**		**41**	**29**		
30	**29**	**42**		**43**	**31**		
32	**31**	**44**		**45**	**33**		
35	**34**	**47**		**48**	**36**		
36	**35**	**48**		**49**	**37**		
40	**39**	**52**		**53**	**41**		
45	**44**	**57**		**58**	**46**		
48	**47**	**60**		**61**	**49**		
50	**49**	**66**	**6,0**	**67**	**51**	**5,0**	**7,1**
52	**51**	**68**		**69**	**53**		
55	**54**	**71**		**72**	**56**		
60	**59**	**76**		**77**	**61**		
65	**64**	**81**		**82**	**66**		
70	**69**	**88**	**7,0**	**89**	**71**	**6,0**	**8,3**
75	**74**	**93**		**94**	**76**		
80	**79**	**98**		**99**	**81**		
100	**99**	**124**	**9,5**	**125**	**101**	**8,0**	**11,1**
110	**109**	**134**		**135**	**111**		
115	**114**	**139**		**140**	**116**		

Пример обозначения кольца для вала диаметром $d_в$=50 мм из полугрубошерстного войлока D =66 мм, d =49 мм, b =6 мм: *кольцо СП66-49-6 ГОСТ 6308-71*

Кольцо из грубошорстного войлока тех же размеров: *кольцо СГ66-49-6 ГОСТ 6418-81*

Таблица 3.15

Кольца резиновые для уплотнений. Посадочные места под резиновые кольца для радиальных уплотнений (ГОСТ 9833-73), мм



Обозначение типоразмера кольца	Кольцо		d	D	Соединение подвижное			Соединение неподвижное			
	d_1	d_2			d_3	D_1	b	D_3	D_1	b	
008-012-25	2,5	7,7	8	12	8	12	3,3	8,3	11,7	3,6	0,4
012-016-25		11,6	12	16	12	16		12,3	15,7		
016-020-25		16,6	16	20	16	20		16,3	19,7		
018-022-25		17,5	18	22	18	22		18,3	21,7		
020-024-25		19,5	20	24	20	24		20,3	23,7		
030-034-25		29,5	30	34	30	34		30,3	33,7		
048-052-25		47,0	48	52	48	2		48,3	51,7		
010-015-30	3,0	9,7	10	15	10	15	3,7	10,3	14,7	4,0	
015-020-30		14,6	15	20	15	20		15,3	19,7		
020-025-30		19,5	20	25	20	25		20,3	24,7		
025-030-30		24,5	25	30	25	30		25,3	29,7		
030-035-30		29,5	30	35	30	35		30,3	34,7		
035-040-30		34,0	35	40	35	40		35,3	39,7		
040-045-30		39,0	40	45	40	45		40,3	44,7		
065-070-30		63,5	65	70	65	70		65,3	69,7		
075-080-30		73,5	75	80	75	80		75,3	79,7		
120-125-30		122,5	120	125	120	125		12,3	124,7		
022-028-36	3,6	21,5	22	28	22	28	4,4	22,4	27,6	4,7	0,6
036-042-36		35,0	36	42	36	42		36,4	41,6		
032-040-46	4,6	31,0	32	40	32	40	5,2	32,6	39,4	5,6	

Окончание табл. 3.15

Обозначение типоразмера кольца	Кольцо		d	D	Соединение подвижное			Соединение неподвижное			R
	d_1	d_2			d_3	D_1	b	D_3	D_1	b	
040-048-46	**4,6**	**39,0**	**40**	**48**	**40**	**48**	**5,2**	**40,6**	**47,4**	**5,6**	**0,6**
095-102-46		**35,0**	**95**	**102**	**94**	**103**		**94,6**	**102,4**		
102-110-46		**100,0**	**102**	**110**	**102**	**110**		**102,6**	**109,4**		
065-075-58	**5,8**	**63,5**	**65**	**75**	**65**	**75**	**6,5**	**50,8**	**59,2**	**7,0**	
090-100-58		**88,5**	**90**	**100**	**90**	**100**		**90,8**	**99,2**		
095-105-58		**93,0**	**95**	**105**	**95**	**105**		**95,8**	**104,2**		
115-125-58		**113**	**115**	**125**	**115**	**125**		**115,8**	**124,2**		

Пример обозначения кольца для диаметра штока d = 10 мм, диаметра цилиндра D = 15 мм, диаметр сечения кольца d_1= 3,0 мм, группы точности 1, из резины группы 4:

Кольцо 010-15-30-1-4 ГОСТ 9833-73

Таблица 3.16

Посадочные места под резиновые кольца для торцевых уплотнений (ГОСТ 9833-73), мм

Обозначение типоразмера кольца	Кольцо		*d*	*D*	Торцевое уплотнение			*R*
	d_1	d_2			d_4	D_2	*h*	
012-016-25	**2,5**	**11,6**	**12**	**18**	**9,0**	**16**	**1,85**	**0,4**
020-024-25		**19,5**	**20**	**24**	**17,0**	**24**		
030-034-25		**29,5**	**30**	**34**	**27,0**	**34**		
048-052-25		**47,0**	**48**	**52**	**45,0**	**52**		
010-015-30	**3,0**	**9,7**	**10**	**15**	**7,0**	**16**	**2,2**	
015-020-30		**9,7**	**15**	**20**	**12**	**21**		
020-025-30		**19,5**	**20**	**25**	**16**	**25**		
025-030-30		**24,5**	**25**	**30**	**21**	**30**		
030-035-30		**29,5**	**30**	**35**	**26**	**35**		
035-040-30		**34,0**	**35**	**40**	**30**	**39**		
095-105-58	**5,8**	**93,0**	**105**	**95**	**89**	**104**	**4,2**	**0,6**

Для облегчения монтажа колец необходимо предусмотреть заходные фаски в цилиндре, на поршне и штоке, указанные на рис. 3.1.

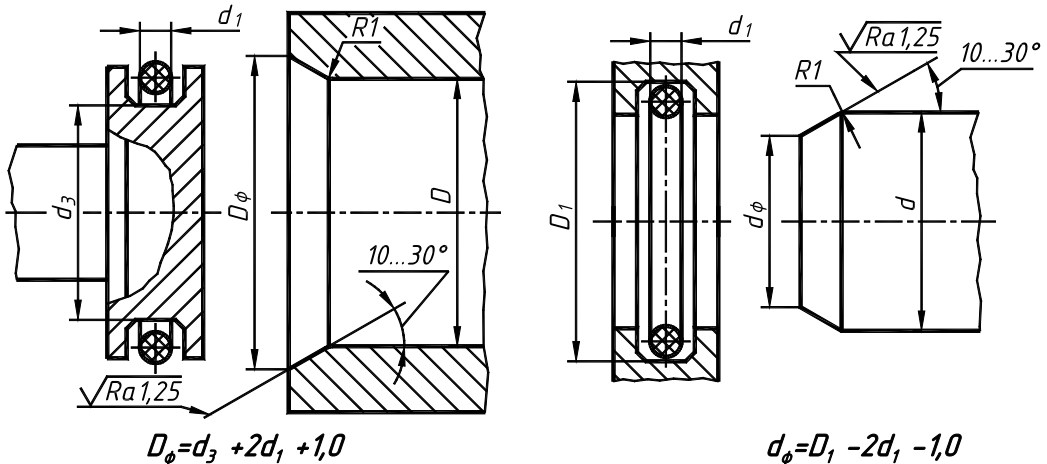


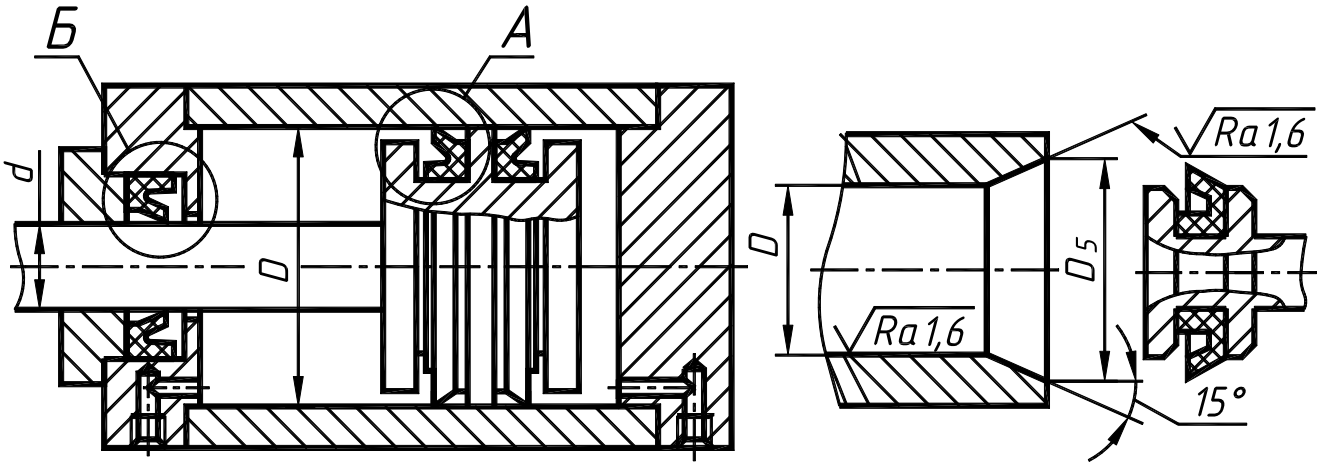
Рис. 3.1

В табл. 3.17 приведены размеры канавок в поршнях и крышках под манжеты резиновые уплотнительные для пневматических устройств. Эти манжеты изготавливают двух типов: 1 – для уплотнения цилиндра, 2 – для уплотнения штока.

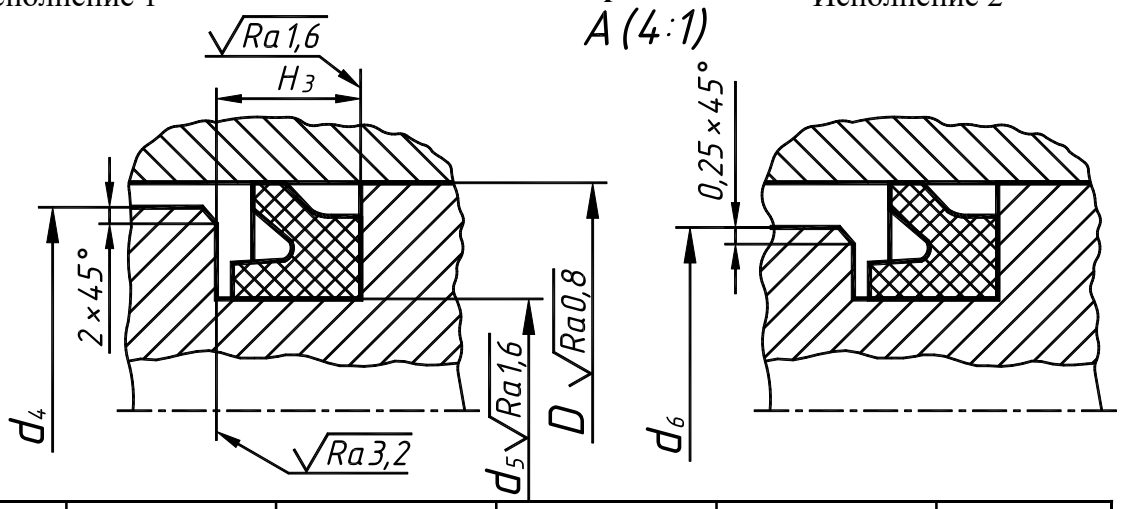
Для монтажа манжет на деталях устройства следует предусмотреть заходные фаски.

Таблица 3.17

Манжеты резиновые уплотнительные для пневматических устройств и канавки для них (ГОСТ 6678-72)

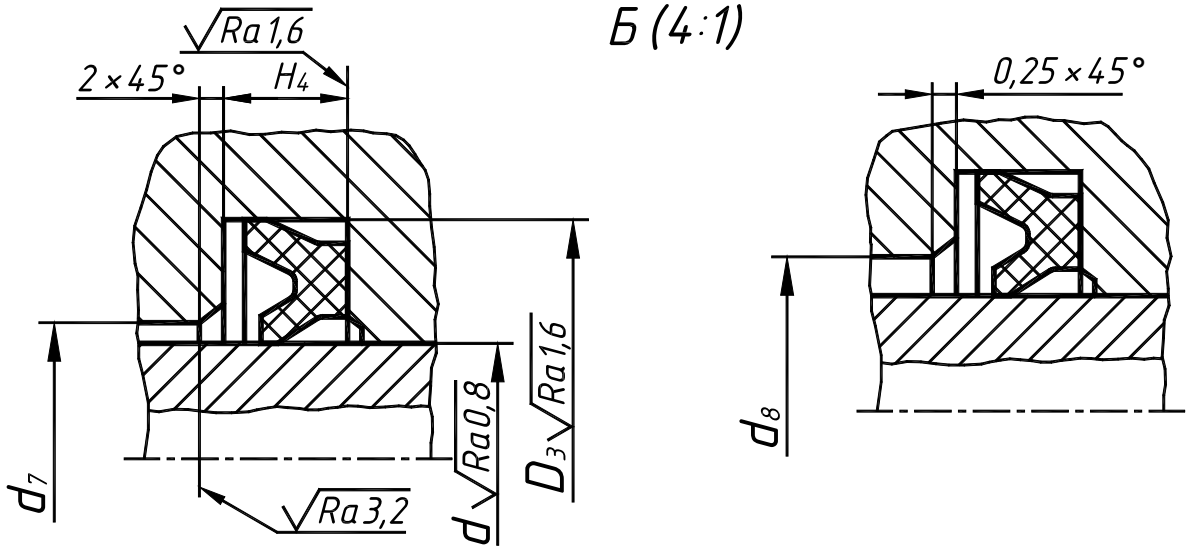


Исполнение 1 **Уплотнение цилиндра** Исполнение 2



Диаметр цилиндра D	D_5	d_5	d_4	d_6	$H_з$
25	**42**	**15,0**	**24,4**	**19,3**	**5,5**
28	**45**	**18,0**	**27,4**	**22,3**	
32	**49**	**22,0**	**31,3**	**26,3**	
36	**53**	**24,0**	**35,3**	**28,3**	**6,6**
40	**57**	**28,0**	**39,3**	**32,3**	
45	**64**	**33,0**	**44,3**	**37,3**	
50	**69**	**37,0**	**49,3**	**42,5**	**7,2**
160	**182**	**146,0**	**159,0**	**151,5**	**7,7**
180	**202**	**166,0**	**179,0**	**171,5**	
200	**222**	**186,0**	**199,0**	**191,5**	

Исполнение 1 **Уплотнение штока** Исполнение 2

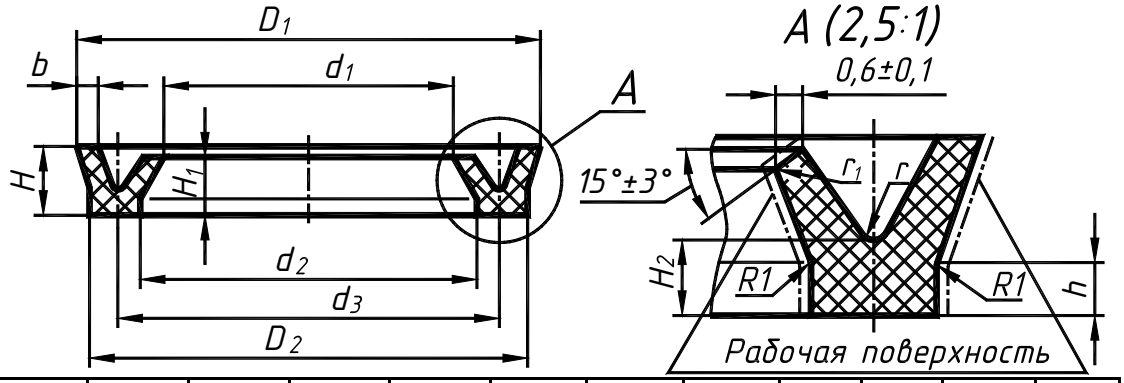


Диаметр штока *d*	D_3	d_7	d_8	H_4
25	**37,0**	**25,4**	**32,7**	**6,6**
28	**40,0**	**28,4**	**35,7**	
32	**44,0**	**32,4**	**39,0**	
36	**48,0**	**36,4**	**43,0**	
40	**52,0**	**40,4**	**47,3**	

Таблица 3.18

Манжеты резиновые уплотнительные для пневматических устройств (ГОСТ 6678-72)

Манжеты типа 1 – для уплотнения цилиндров



Диаметр цилиндра *D*	D_1	D_2	d_3	d_1	d_2	H	H_1	H_2	h	b	r	r_1
25	**26**	**22,0**	**18,0**	**13,0**	**14,0**	**5,0**	**4,5**	**2,0**	**1,5**	**1,5**	**0,5**	**0,25**
28	**29**	**25,0**	**21,0**	**16,0**	**17,0**							
32	**33**	**29,0**	**25,0**	**20,0**	**21,0**							
36	**37**	**32,0**	**27,5**	**21,0**	**23,0**	**6,0**	**5,5**	**2,5**			**0,8**	**0,50**
40	**41**	**36,0**	**31,5**	**25,0**	**27,0**							

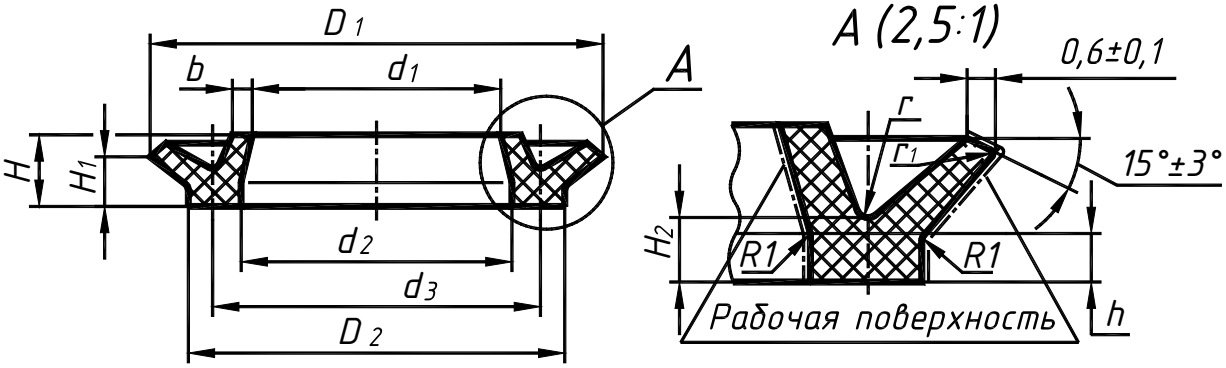
Продолжение табл. 3.18

Диаметр цилиндра D	D_1	D_2	d_3	d_1	d_2	H	H_1	H_2	h	b	r	r_1
45	**46**	**41,0**	**36,5**	**30,0**	**32,0**		**5,5**	**2,5**	**1,5**	**1,5**	**0,8**	**0,50**
50	**50**	**45,0**	**40,0**	**33,0**	**35,0**	**6,5**	**6,0**	**3,0**	**2,0**	**2,0**	**0,8**	**0,50**
100	**100**	**94**	**89,5**	**84**	**107,0**		**6,0**	**3,0**	**2,0**	**2,0**	**0,8**	**0,50**
125	**124**	**118**	**112,5**	**105**	**107,0**							
140	**139**	**132**	**126,5**	**118**	**121,0**							
160	**159**	**152**	**146,5**	**138**	**141,0**	**7,0**	**6,0**	**3,0**	**2,2**	**2,0**	**1,0**	**0,50**
180	**179**	**172,0**	**166,5**	**158,0**	**161,0**							
200	**199**	**193,5**	**186,5**	**178,0**	**181,0**							
220	**219**	**213,0**	**205,0**	**195,0**	**199,0**	**8,0**	**7,0**	**3,0**	**2,5**	**2,0**	**1,2**	**0,50**

Пример обозначения манжеты типа 1 для диаметра цилиндра D = 200 мм из резины группы *3*:

Манжета 1-200-3 ГОСТ 6678-72

Манжеты типа 2 – для уплотнения штоков



Окончание табл. 3.18

Диаметр штока *d*	*d1*	d_2	D_1	D_2	d_2	H	H_1	H_2	h	b	r	r_1
22	**21**	**24,0**	**35,5**	**33,0**	**28,5**							
25	**29**	**25,0**	**21,0**	**16,0**	**17,0**	**6,0**	**5,5**	**2,5**	**1,5**	**1,5**	**0,8**	**0,25**
28	**33**	**29,0**	**25,0**	**20,0**	**21,0**							
32	**37**	**32,0**	**27,5**	**21,0**	**23,0**							

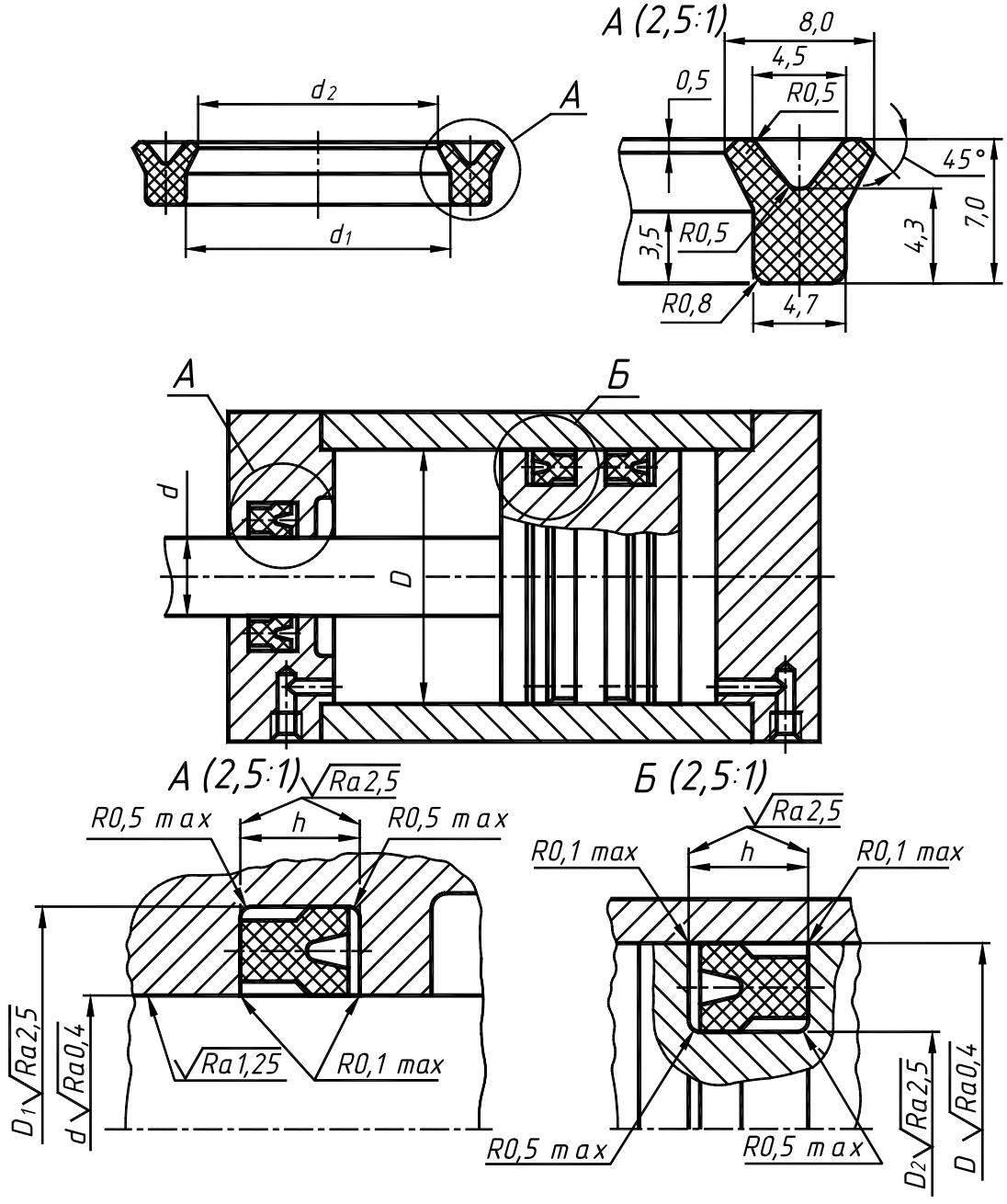
Пример обозначения манжеты типа *2* для диаметра штока *d* = 32 мм из резины группы *1*:

Манжета 2-32-1 ГОСТ 6678-72

Для уплотнения штоков и цилиндров гидравлических устройств применяют резиновые манжеты. Размеры манжет, проточек под них и заходные фаски приведены в таблице 3.19.

Таблица 3.19

Манжеты резиновые для уплотнения гидравлических устройств цилиндров и штоков и проточки для них (ГОСТ 14896-84)



Обозначение типоразмера манжет	Диаметр уплотняемой детали		Манжета		Проточка		
	цилиндра D	штока d	d_1	d_2	D_1	D_2	h
25×15	**25**	**15**	**15,3**	**12,0**	**–**	**15**	**8,5**
30×20	**30**	**20**	**20,3**	**17,0**	**30**	**–**	
35×25	**35**	**25**	**25,3**	**22,0**	**35**	**–**	
40×30	**40**	**30**	**30,3**	**27,0**	**–**	**30**	
45×35	**45**	**35**	**35,3**	**32,0**	**–**	**35**	
50×40	**50**	**40**	**40,3**	**37,0**	**50**	**40**	
60×50	**60**	**50**	**50,3**	**47,0**	**50**	**–**	

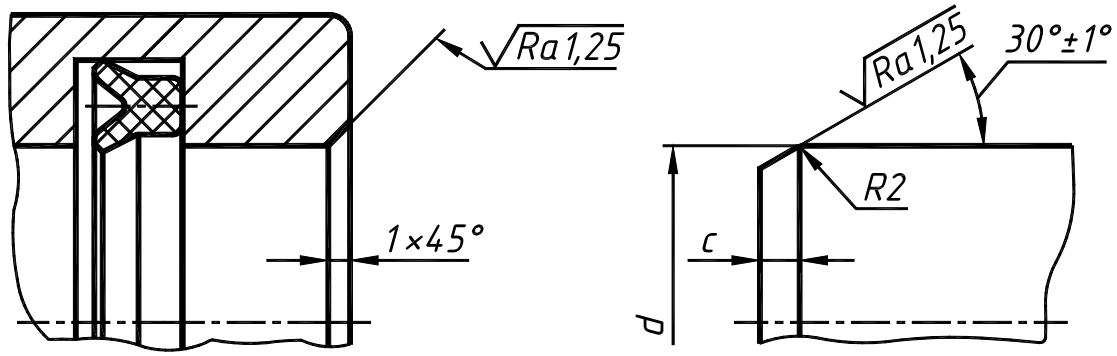
Пример обозначения манжеты для уплотнения цилиндра $D = 40$ мм, штока $d = 30$ мм из резины группы 2:

Манжета 1-40×30-2 ГОСТ 14896-84

Таблица 3.20

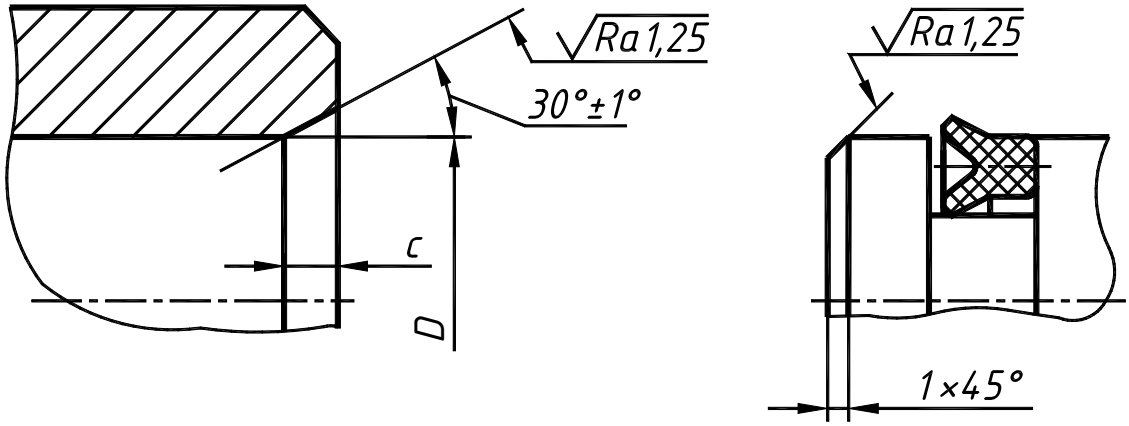
Заходные фаски при уплотнении цилиндров и штоков резиновыми манжетами (ГОСТ 14896-84)

Уплотнение цилиндра



Уплотнение цилиндра	
Уплотняемый диаметр	**Фаска, *c***
Св.25 до 60	**5,2**
Св.100 до 340	**7,0**

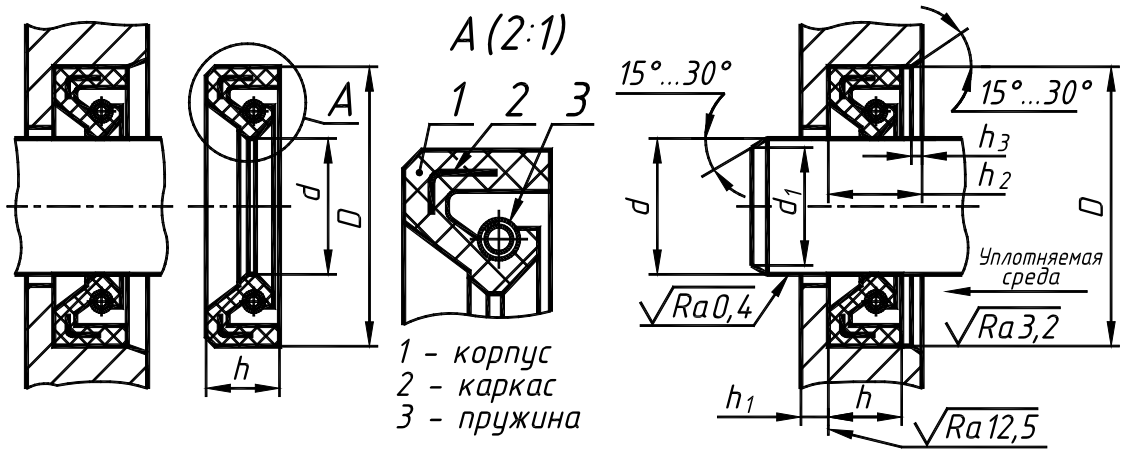
Уплотнение штока



Уплотнение штока	
Уплотняемый диаметр	**Фаска, *c***
Св.15 до 50	**6,0**
Св.80 до 320	**8,0**

Таблица 3.21

Манжеты резиновые армированные для валов (ГОСТ 8752-79), мм



Диаметр вала *d*	***D***	***h***	***h₁***	***h₂***	***h₃***	***d-d₁***
12	**28**	**7,0**	**3,0**	**8,5**	**1,0**	**2,0**
14	**28**					
15	**30**					
16	**30**					
16	**35**					
17	**32**					
20	**40**	**10**	**5,0**	**12,0**	**1,5**	**2,5**
22	**40**					
25	**42**					
28	**50**					
30	**52**					
35	**58**					**3,0**
40	**60**					
50	**70**					**3,5**
58	**80**					**4,0**
60	**85**					
65	**90**					
70	**95**					
75	**100**					**4,5**
85	**110**	**12**		**14,5**	**2,0**	

Пример обозначения манжеты типа I для вала диаметром *d* = 20 мм, с наружным диаметром *D* = 40 мм, из резины группы *3*:

Манжета 1-20×40-3 ГОСТ 8752-79

На рис. 3.2 представлено полиамидное шевронное многорядное уплотнение поршня механизма натяжения. Уплотнение состоит из нескольких деталей: *1* – кольцо нажимное, *2* – набор манжет, *3* – кольцо опорное. Размеры полиамидных нажимных колец и манжет приведены в табл. 3.22. Размеры опорных колец приведены в табл. 3.23

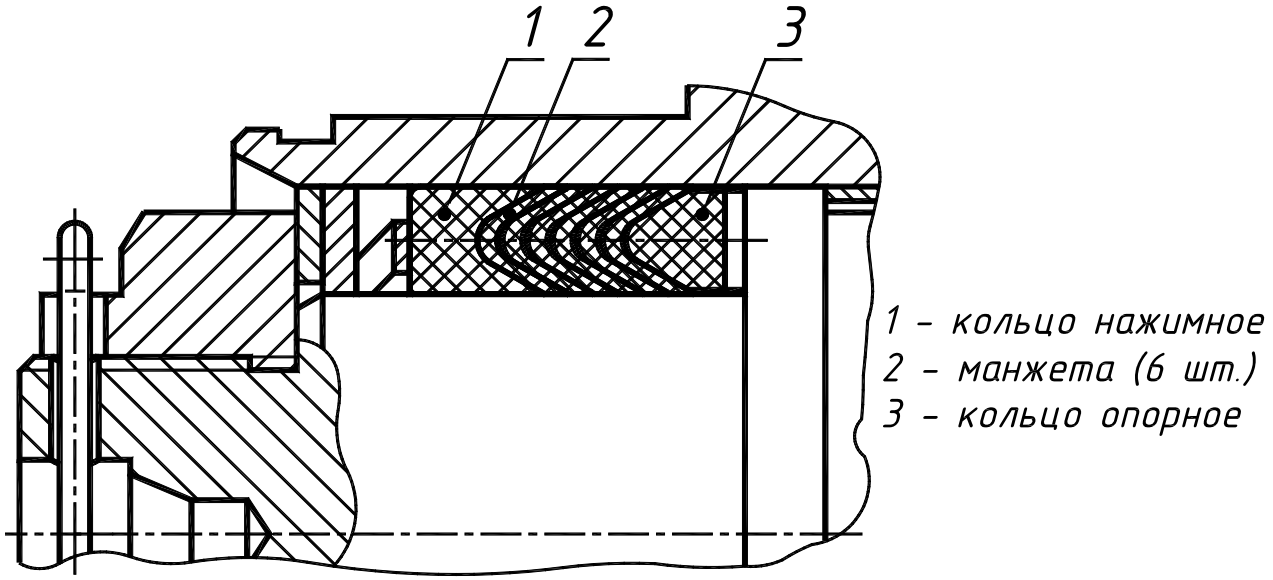
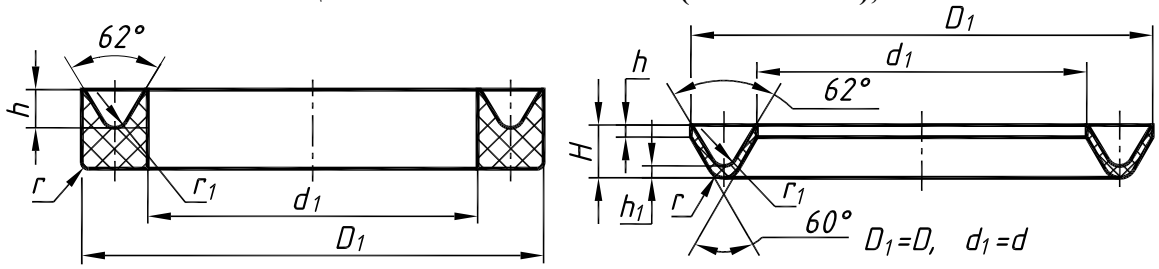


Рис. 3.2

Таблица 3.22

Полиамидные шевронные многорядные уплотнения для гидравлических устройств. Кольца нажимные и манжеты (МН 5652-78), мм



Уплотняемые диаметры		Кольца нажимные				Манжеты				
штока *d*	цилинд-ра *D*	***H***	***h***	***r***	***r1***	***H***	***h***	***h1***	***r***	***r1***
25	**40**	**9**	**4,2**	**0,5**	**1,5**	**6,1**	**1,6**	**1,3**	**2**	**1,5**
40	**60**	**12**	**5,8**	**1,0**	**2,0**	**8,0**	**1,8**	**1,5**	**2,5**	**2,0**
50	**70**									
60	**80**									
100	**125**	**15**	**7,5**		**2,25**	**10,0**	**2,0**	**1,7**	**2,8**	**2,25**

Пример обозначения кольца нажимного для штока *d* = 50 мм и цилиндра *D* = 70 мм, из материала группы *1*:

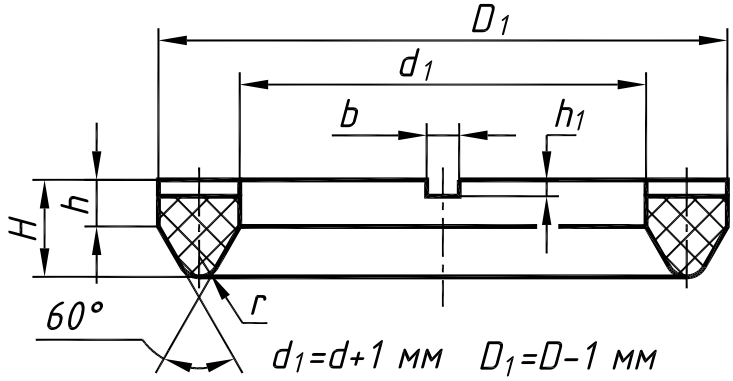
Кольцо нажимное 50×70-1 МН 5652-78

Пример обозначения манжеты для штока *d* = 50 мм и цилиндра *D* = 70 мм, из материала группы *1*:

Манжета 50×70-1 МН 5652-78

Таблица 3.23

Полиамидные шевронные многорядные уплотнения для гидравлических устройств. Кольца опорные (МН 5654-76), мм



Уплотняемые диаметры		*H*	*h*	h_1	*b*	*r*
штока *d*	цилиндра *D*					
25	**40**	**7,5**	**3,9**	**1,5**	**3**	**2,0**
40	**60**	**11,0**	**5,7**	**2,0**	**4**	**2,5**
50	**70**					
60	**80**					
100	**125**	**13,0**	**5,8**			**2,8**

Пример обозначения кольца опорного для штока *d* = 50 мм и цилиндра *D* = 70 мм, из материала группы *1*:

Кольцо опорное 50×70-1 МН 5654-76

Для облегчения монтажа колец и манжет необходимо предусмотреть заходные фаски в цилиндре и на штоке, параметры которых указанные на рис. 3.3.

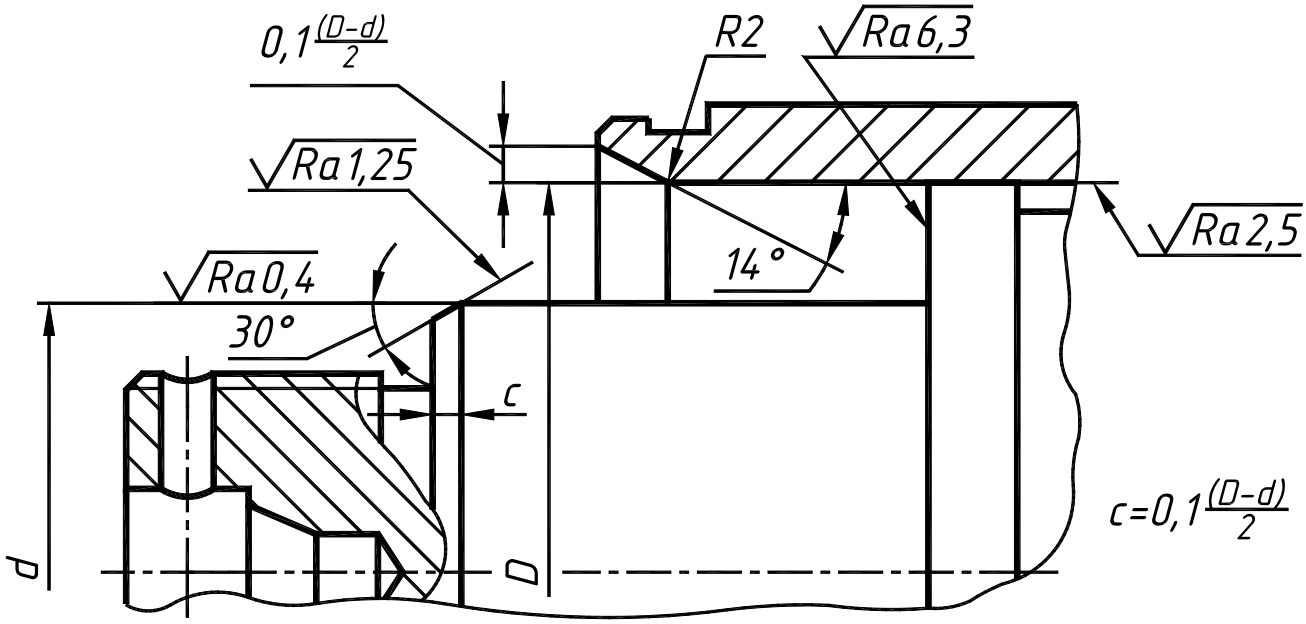
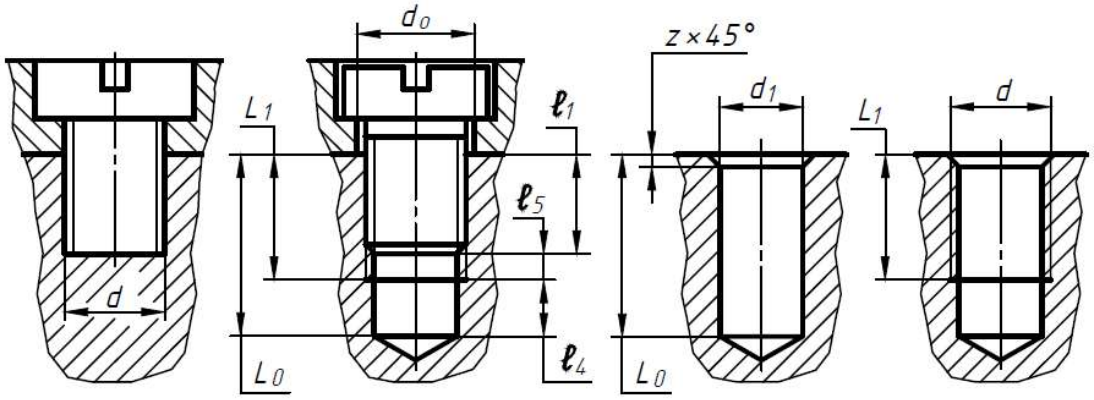


Рис. 3.3

3.6. Отверстия резьбовые и гладкие под крепежные детали

Таблица 3.24

Выход и запасы резьбы, недорезы, диаметры отверстий под резьбу и сквозных, для метрических резьб, мм

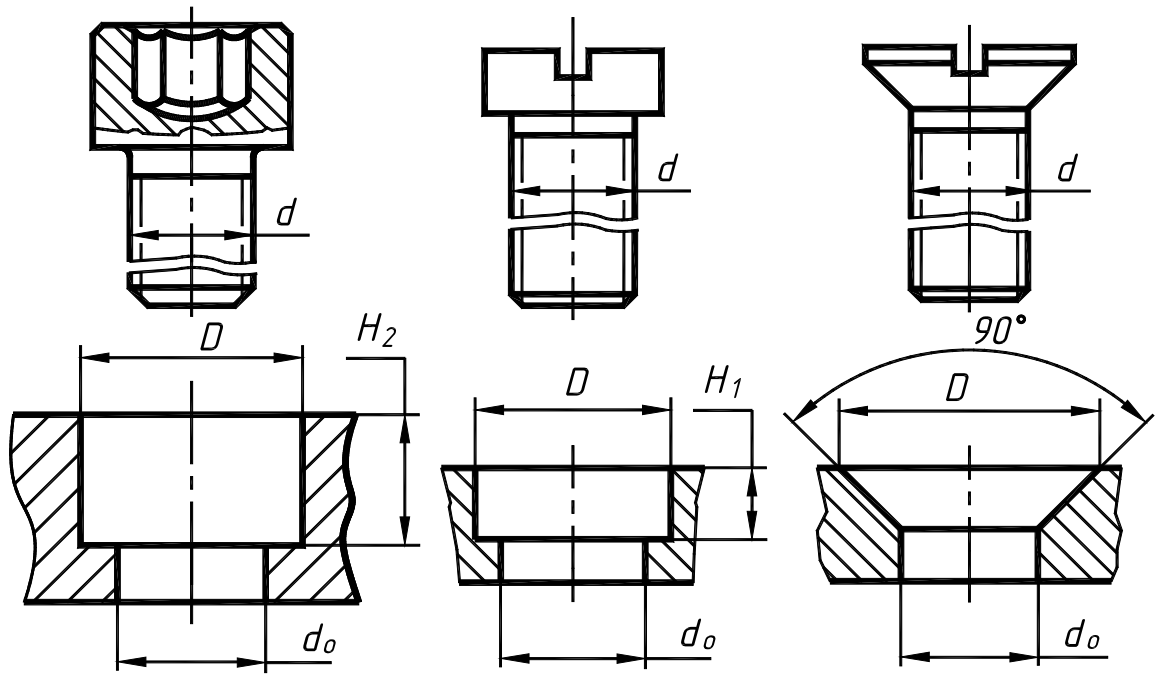


Номинальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы P	Запас резьбы l_5	Недорез l_4		Диаметр d_1 отверстия под резьбу с полем допуска 5Н, 6Н, 7Н ГОСТ 19257-73	Диаметр d_0 сквозных отверстий ГОСТ 11284-75	
			нормальный	короткий		1-й ряд	2-й ряд
2,5	**0,45**	**1,2**	**2,0**	**1,8**	**2,01**	**2,7**	**2,9**
3	**0,50**	**1,5**	**3,0**	**2,0**	**2,46**	**3,2**	**3,4**
4	**0,70**	**2,0**	**3,5**	**2,5**	**3,24**	**4,3**	**4,5**
5	**0,80**	**2,5**	**4,0**	**2,5**	**4,13**	**5,3**	**5,5**
6	**1,00**	**3,0**	**6,0**	**4,0**	**4,95**	**6,4**	**6,6**
8	**1,25**	**3,5**	**8,0**	**4,0**	**6,70**	**8,4**	**9,0**
10	**1,50**	**4,0**	**9,0**	**4,0**	**8,43**	**10,5**	**11,0**
12	**1,75**	**5,0**	**11,0**	**5,0**	**10,20**	**13,0**	**14,0**
14	**2,00**	**5,5**	**11,0**	**5,0**	**11,90**	**15,0**	**16,0**
16	**2,00**				**13,90**	**17,0**	**18,0**
18	**2,50**	**7,0**	**12,0**	**6,0**	**15,35**	**19,0**	**20,0**
20	**2,50**				**17,35**	**21,0**	**22,0**
22	**2,50**				**19,35**	**23,0**	**24,0**
24	**3,00**	**8,5**	**15,0**	**7,0**	**20,85**	**25,0**	**26,0**
27					**23,85**	**28,0**	**30,0**
30	**3,50**	**10,0**	**17,0**	**8,0**	**26,30**	**31,0**	**33,0**
33	**3,50**				**29,30**	**34,0**	**36,0**
36	**4,00**	**11,5**	**19,0**	**9,0**	**31,80**	**37,0**	**39,0**

Примечание. Величина фаски Z принимается по табл. 3.3.

Таблица 3.25

Зенкование под головки винтов (ГОСТ 12876-67)



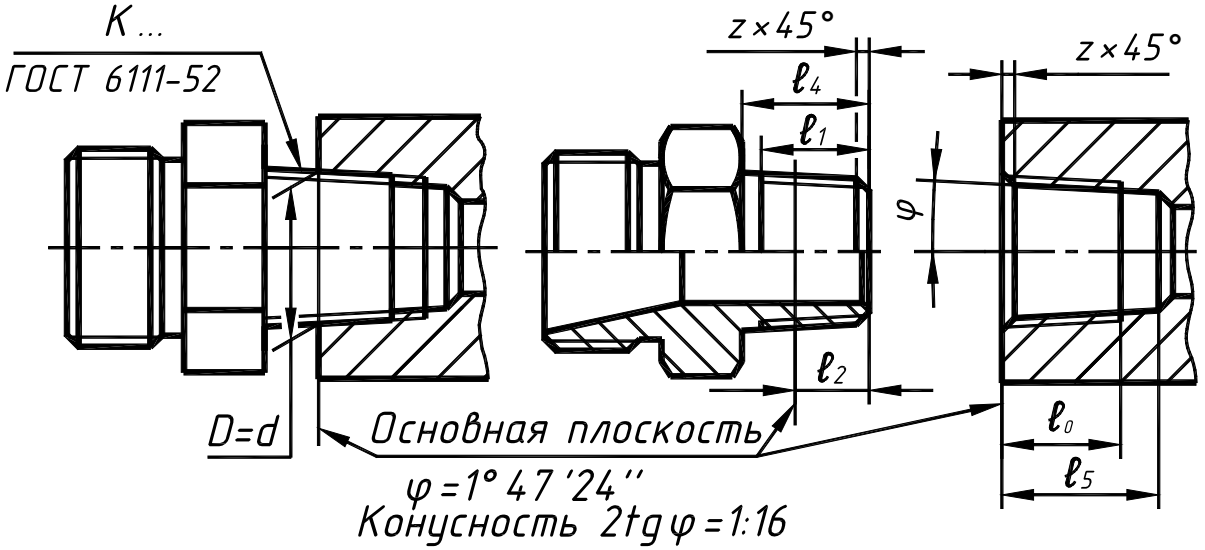
Номинальный диаметр резьбы d, мм	Винты с цилиндрической головкой со шлицем под отвертку, а также с шестигранным углублением «под ключ»				Винты с потайной и полупотайной головкой
	Диаметр зенковки D, мм		H_1, мм	H_2, мм	D_1, мм
	1-й ряд*	2-й ряд**			
2,5	**5,0**		**1,7**	**–**	**5,6**
3	**6,0**		**2,4**	**–**	**6,5**
4	**8,0**		**2,8**	**–**	**8,3**
5	**10**		**3,5**	**–**	**10,3**
6	**11**	**12**	**4,7**	**6,8**	**12,3**
8	**14**	**15**	**6,0**	**9**	**16,5**
10	**17**	**18**	**7,0**	**11**	**20,0**
12	**19**	**20**	**8,0**	**13**	**24,0**
14	**22**	**24**	**9,0**	**15**	**28,0**
16	**26**	28	**10**	**17**	**31,0**
18	**28**	**30**	**11**	**19**	**35,0**
20	**32**	**34**	**12**	**21**	**39,0**

*Применяют при сквозных отверстиях по 1-му ряду (точная сборка).

**Применяют при сквозных отверстиях по 2-му ряду (грубая сборка).

Таблица 3.26

Размеры конической дюймовой резьбы (ГОСТ 6111-52) [5, т. 1, с. 603], мм



Обозначение размера резьбы, дюймы	Диаметр резьбы в основной плоскости		Длина резьбы		ℓ_4, не менее	ℓ_0	ℓ_5
	наружный d, D	внутренний d_1, D_1	рабочая ℓ_1	до основной плоскости ℓ_2			
1/16	**7,895**	**6,389**	**6,5**	**4,064**	**10,5**	**10**	**13,0**
1/8	**10,272**	**8,766**	**7,0**	**4,572**	**11,0**	**11**	**14,5**
1/4	**13,572**	**11,314**	**9,5**	**5,080**	**15,5**	**15**	**20,0**
3/8	**17,055**	**14,797**	**10,5**	**6,096**	**16,5**	**16**	**21,0**
1/2	**21,223**	**18,321**	**13,5**	**8,128**	**21,0**	**21**	**26,5**
3/4	**26,568**	**23,128**	**14,0**	**8,611**	**21,5**	**21**	**26,5**
1	**33,228**	**29,694**	**17,5**	**10,160**	**26,5**	**26**	**33,5**
1 1/4	**41,985**	**38,451**	**18,0**	**10,668**	**27,0**	**27**	**34,5**
1 1/2	**48,054**	**44,520**	**18,5**	**10,668**	**27,5**	**27**	**34,5**

Фаски наружных и внутренних конических резьб одинаковы (см. табл. 3.5).

Пример обозначения конической дюймовой резьбы:

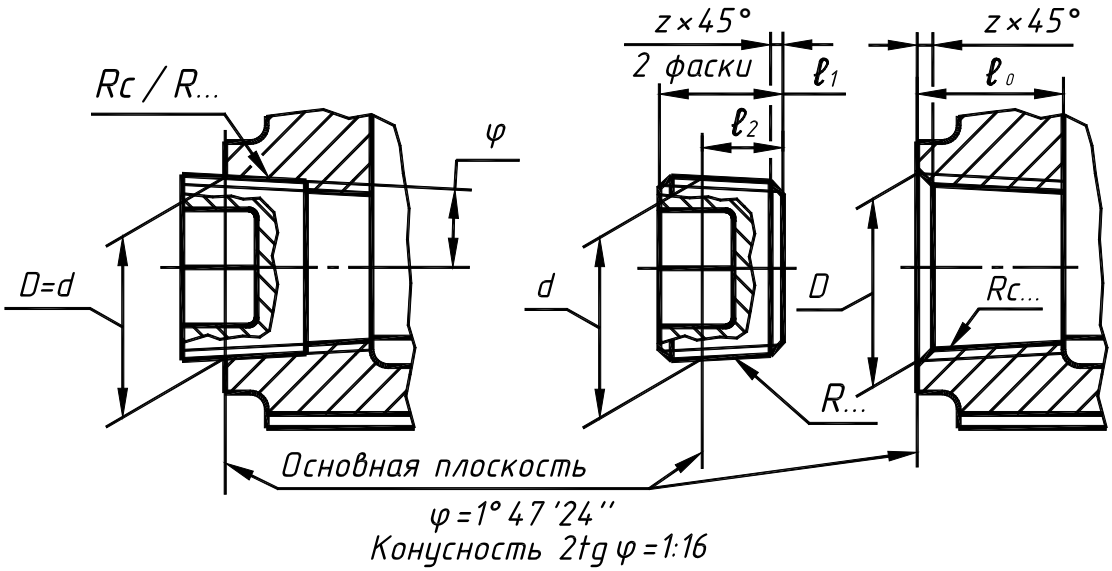
K 1/8 ГОСТ 6111-52

В соединениях топливных, масляных, водяных и воздушных трубопроводов машин и станков также применяют коническую трубную резьбу.

Некоторые размеры конической трубной резьбы с углом профиля 55° по ГОСТ 6211-81 приведены в табл. 3.27. Стандарт распространяется на трубную коническую резьбу с конусностью 1:16, применяемую в конических резьбовых соединениях, а также в соединениях наружной конической резьбы с внутренней цилиндрической резьбой с профилем по ГОСТ 6357-81.

Таблица 3.27

Размеры конической трубной резьбы (ГОСТ 6211-81) [5, т.1, с. 603], мм



Обозначение размера резьбы, дюймы	Диаметр резьбы в основной плоскости		Длина резьбы		ℓ_0, не менее	Шаг P
	наружный d, D	внутренний d_1, D_1	рабочая ℓ_1	до основной плоскости ℓ_2		
$^1/_{16}$	7,723	6,561	6,5	4,0	10	0,907
$^1/_8$	9,728	8,566				
$^1/_4$	13,157	11,445	9,7	6,0	15	1,337
$^3/_8$	16,662	14,950	10,1	6,4	16	
$^1/_2$	20,955	18,631	13,2	8,2	21	1,814
$^3/_4$	26,441	24,117	14,5	9,5	21	
1	33,249	30,291	16,8	10,4	26	2,309
$1^1/_4$	41,910	38,952	19,1	12,7	27	
$1^1/_2$	47,803	44,845				

* Пример обозначения трубной конической наружной резьбы: $R^1/_8$;
пример обозначения трубной конической внутренней резьбы: $Rc^1/_8$.

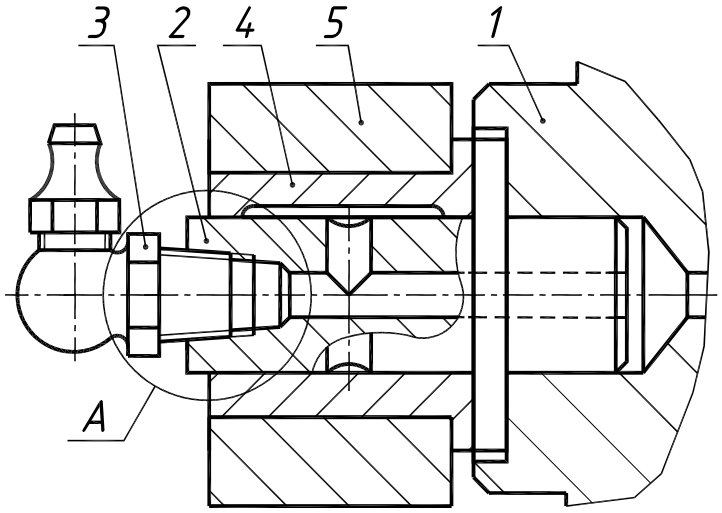


Рис. 3.4

На рис. 3.4 приведен фрагмент чертежа сборочной единицы. В корпус *1* запрессована ось *2*, в которую ввернута масленка *3* для подачи пластичной смазки во втулку подшипника скольжения *4* и далее к подшипникам качения (они не показаны). Втулка *4* запрессована в кронштейн *5*, поворачивающийся относительно неподвижной оси *2*. В соединении масленки *3* с осью *2* применена метрическая коническая резьба. Некоторые размеры метрической конической резьбы с углом профиля 60° по ГОСТ 25229-82. даны в табл. 3.46.

Метрическая коническая резьба с конусностью 1:16 применяется для конических резьбовых соединений, а также в соединениях наружной конической резьбы с внутренней цилиндрической резьбой с профилем по ГОСТ 9150-2002.

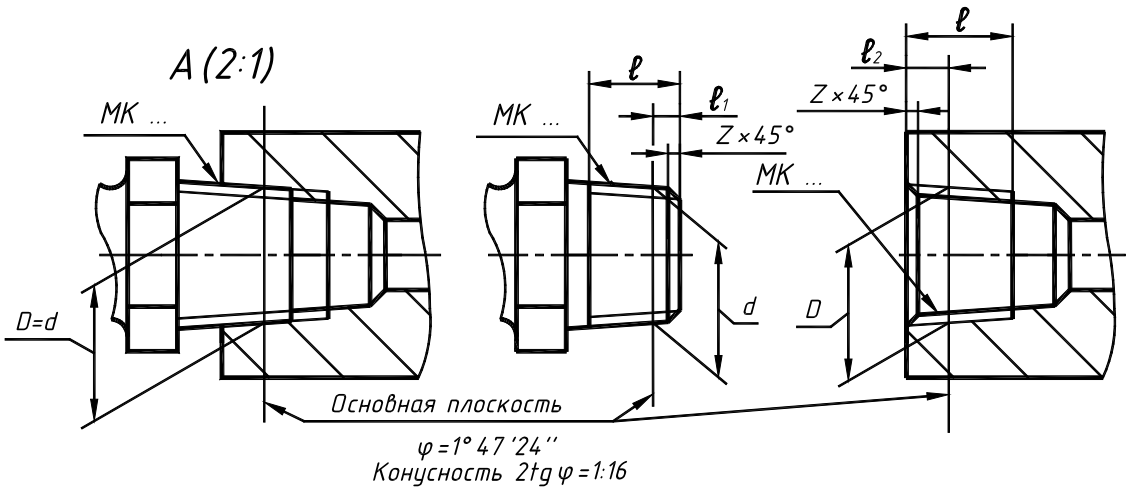
Профиль внутренней цилиндрической резьбы, соединяемой с наружной конической резьбой, должен иметь плоскосрезанную впадину.

Внутренняя цилиндрическая резьба должна обеспечивать ввинчивание наружной конической резьбы на глубину не менее 0,8l.

Длина сквозной внутренней цилиндрической резьбы должна быть не менее величины 0,8(l_1+l_2).

Таблица 3.28

Размеры метрической конической резьбы (ГОСТ 25229-82), мм



Диаметр резьбы	Диаметр резьбы в основной плоскости		Длина резьбы			Шаг P
	наружный d, D	внутренний d_1, D_1	рабочая l	наружной до основной плоскости l_1	внутренней до основной плоскости l_2	
6	**6,000**	**4,917**	**8,0**	**2,5**	**3**	**1,0**
8	**8,000**	**6,917**				
10	**10,000**	**8,917**				
12	**12,000**	**10,376**	**11**	**3,5**	**4**	**1,5**
14	**14,000**	**12,376**				
16	**16,000**	**14,376**				
18	**18,000**	**16,376**				
20	**20,000**	**18,376**				

Примечание. Величина фаски z принимается по табл. 3.2.

Обозначение резьбы должно состоять из букв *MK*, номинального диаметра и шага.

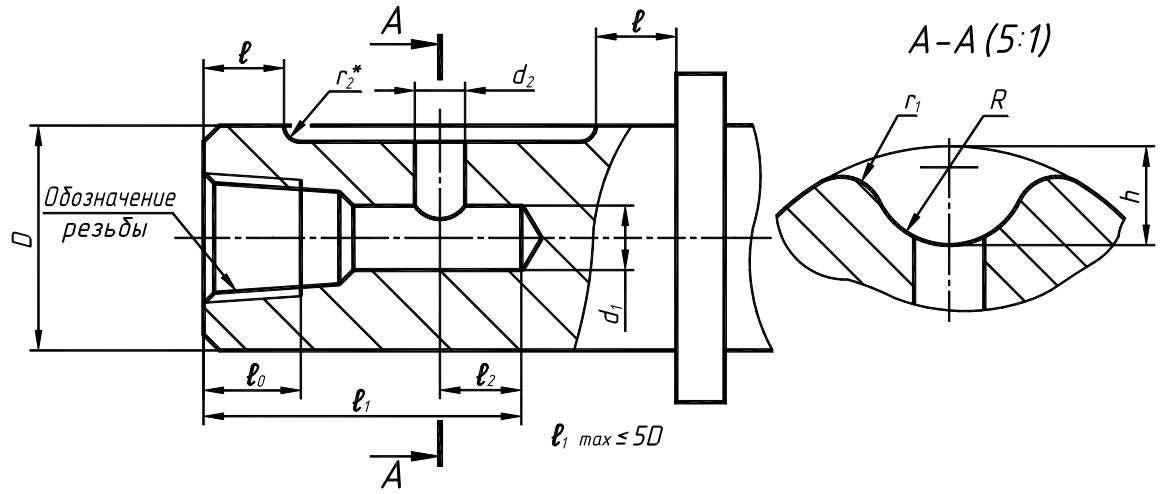
Пример обозначения метрической конической резьбы с номинальным диаметром d =6 мм и шагом 1 мм: *MK6×1.*

Одним из примеров применения метрической конической резьбы является соединение валов и осей с прессмасленками (см. рис. 3.4). Следует обратить внимание на то, что для таких резьбовых соединений применяют в некоторых случаях внутреннюю цилиндрическую резьбу (*M10×1*).

В табл. 3.29 приведены некоторые размеры смазочных канавок и отверстий валов при подаче пластичной смазки через прессмасленку с торца вала.

Таблица 3.29

Размеры смазочных канавок и отверстий валов [1, с. 305], мм



Диаметр вала D	Резьба		Глубина нарезания ℓ_0		d_1	d_2	ℓ_2 min	h	R	r_1	ℓ	r_2
	метрическая ГОСТ 24705-81	коническая ГОСТ 6111-52 дюйм	метрическая ГОСТ 24705-81	коническая ГОСТ 6111-52								
До 16	**М6×1**	**–**	**10**	**–**	**4,5**	**4**	**10**	**1,5**	**1,2**	**0,8**	**5**	**12,5**
16…30	**М10×1**	**1/8**	**14**	**6,7**	**8,5**	**6**	**15**	**2,0**	**1,5**	**1,0**	**5**	**12,5**
30…60	**–**	**1/4**	**–**	**10,2**	**11,5**	**8**	**20**	**2,5**	**2,0**	**1,5**	**8**	**20,0**

ГОСТ 19853-74 (в замен ГОСТ1303-56) устанавливает следующие типы масленок для подачи пластичных смазочных материалов и смазочных масел к узлам трения машин и механизмов:
для пластичных смазочных материалов:

1 – прямая (резьбовая),

2 – угловая (резьбовая);

для смазочных масел:

3 – под запрессовку.

На рис. 3.5 приведена конструкция пресс-масленки типа 1 для пластичных смазок. В табл. 3.30 приведены размеры пресс-масленок по ГОСТ 19853-74 типа 1 для пластичных смазок.

В табл. 3.31 приведены размеры пресс-масленок по ГОСТ 19853-74 типа 2.

В табл. 3.32 приведены размеры масленок по ГОСТ 19853-74 типа 3 для смазочных масел.

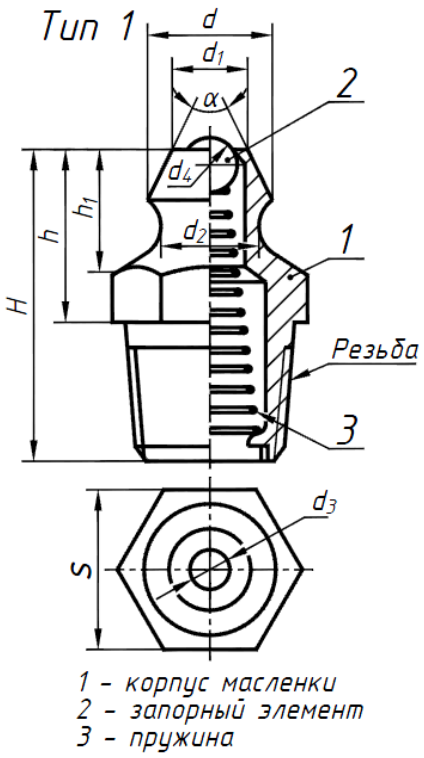


Рис. 3.5

Таблица 3.30

Размеры пресс-масленок по ГОСТ 19853-74 типа 1, мм

Номер масленки	Резьба	H	h	h_1	d	d_1	d_2	d_3	d_4	s	α
1	*М6×1* **ГОСТ 25229-82**	**13**	**8**	**6,0**						**8**	
2	*М10×1* **ГОСТ 24705-04**	**18**	**10**	**7,0**	**6,7**	**4,5**	**5,8**	**2,0**	**2,5**	**10**	**48°**
3	*К1/8″* **ГОСТ 6111-52**	**18**	**10**	**7,0**						**10**	
4	*К1/4″* **ГОСТ 6111-52**	**24**	**12**	**7,5**	**10,0**	**5,5**	**8,0**	**4,5**	**5,0**	**14**	**60°**

Пример условного обозначения масленки типа *1*, номера *1*, с покрытием *Ц6*:

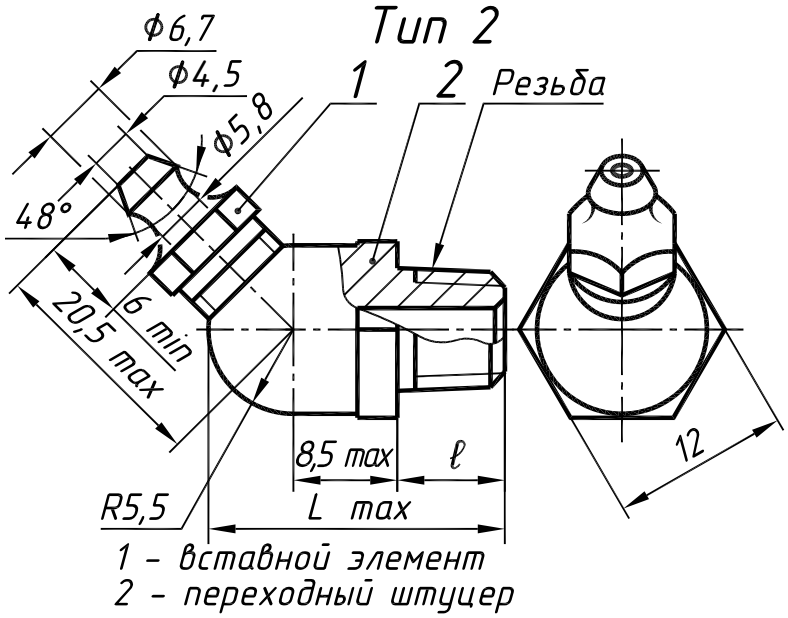
Масленка 1.1.Ц6 ГОСТ 19853-74

То же, номера *2*, с покрытием *Кд6.хр*:

Масленка 1.2. Кд6.хр ГОСТ 19853-74

Таблица 3.31

Размеры пресс-масленок по ГОСТ 19853-74 типа 2, мм



Номер масленки	Резьба	L_{max}	ℓ	α
1	*М6×1* **ГОСТ 25229-82**	**19**	**6**	**45°; 90°**
2	*М10×1* **ГОСТ 24705-04**	**22**	**8**	
3	*К1/8″* **ГОСТ 6111-52**	**22**	**8**	

Пример условного обозначения масленки типа *2*, номера *1*, с углом **α**=45°, покрытием *Ц6*:

Масленка 2.1.45.Ц6 ГОСТ 19853-74

То же, номера *2*, с углом **α**=90°, покрытием *Кд6.хр*:

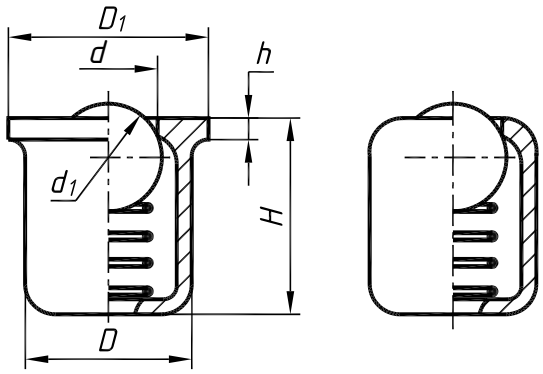
Масленка 2.2.90.Кд6.хр ГОСТ 19853-74

Таблица 3.32

Размеры пресс-масленок по ГОСТ 19853-74 типа 3, мм

Тип 3

Исполнение 1 Исполнение 2



Номер масленки	D	D_1	d	d_1	H	h
1	**6**	**8**	**2,5**	**3**	**6**	**1,0**
2	**10**	**12**	**5,0**	**6**	**12**	**1,5**

Пример условного обозначения масленки типа *3*, номера *1*, исполнения *1*, с покрытием *Ц6*: *Масленка 3.1.1.Ц6 ГОСТ 19853-74*

3.7. Подшипники качения. Конструктивные элементы деталей, сопряженных с подшипниками

Подшипники качения представляют собой основной вид опор валов и осей. Подшипники качения (рис. 3.6) обычно состоят из двух колец: наружного *1*, закрепленного в расточке корпуса, внутреннего *2*, насаженного на вал (ось, палец); тел качения – шариков или роликов *3*, катящихся по беговым дорожкам колец на некотором расстоянии друг от друга, и сепаратора *4* – детали, разделяющей тела качения.

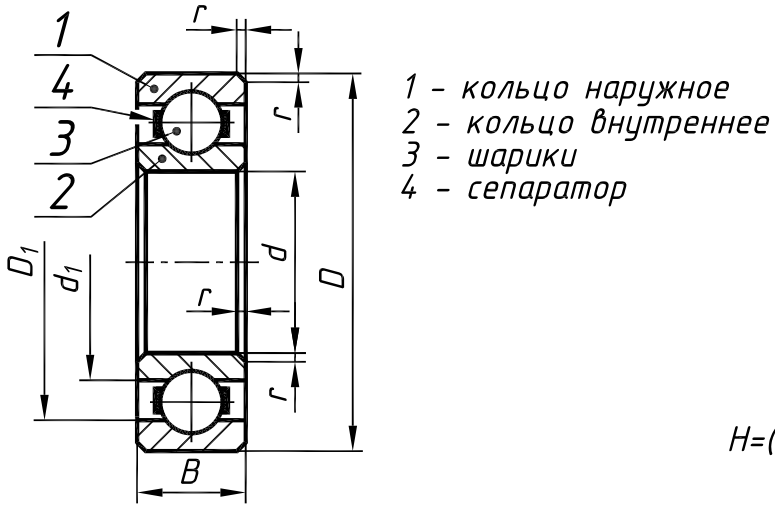


Рис. 3.6

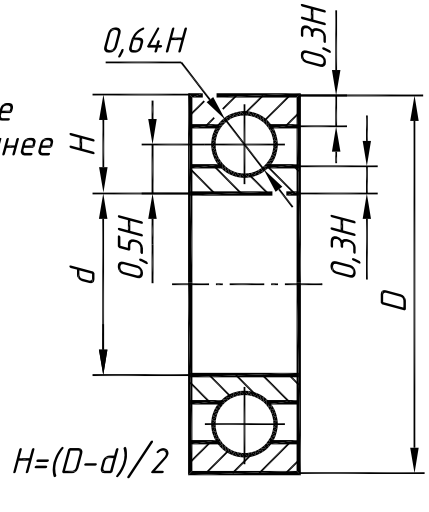


Рис. 3.7

Классификация подшипников качения осуществляется по следующим признакам:

по форме тел качения – шариковые и роликовые;

по числу рядов качения – однорядные, двухрядные;

по способу самоустановки – несамоустанавливающиеся, самоустанавливающиеся (сферические);

по направлению воспринимаемой нагрузки – радиальные, радиально-упорные, упорные.

В зависимости от нагрузочной способности и габаритов подшипники делятся на серии: по радиальным размерам – особо легкие, легкие, средние, тяжелые; по ширине – узкие, нормальные, широкие.

В табл. 3.33 приведены размеры наиболее часто применяемых подшипников шариковых радиальных однорядных. На рис. 3.7 даны расчетные зависимости, по которым выполняют изображение таких подшипников на сборочных чертежах.

Таблица 3.33

Подшипники шариковые радиальные однорядные (ГОСТ 8338-75)

Обозначение	Размеры, мм					
	d	*D*	*B*	*r*	d_1	D_1
Особо легкая серия						
105	**25**	**47**	**12**	**1,0**		
Легкая серия						
200	**10**	**30**	**9**	**1,0**	**15**	**24**
201	**12**	**32**	**10**		**18**	**27**
202	**15**	**35**	**11**		**21**	**30**
203	**17**	**40**	**12**		**23**	**34**
204	**20**	**47**	**14**	**1,5**	**28**	**40**
205	**25**	**52**	**15**		**33**	**44**
206	**30**	**62**	**16**		**40**	**52**
207	**35**	**72**	**17**	**2,0**	**46**	**61**
208	**40**	**80**	**18**		**52**	**68**
209	**45**	**85**	**19**		**57**	**73**
210	**50**	**90**	**20**		**61**	**78**
Средняя серия						
304	**20**	**52**	**15**	**2,0**	**30**	**42**
305	**25**	**62**	**17**		**36**	**51**
306	**30**	**72**	**19**		**44**	**60**
307	**35**	**80**	**21**	**2,5**	**48**	**67**
308	**40**	**90**	**23**		**56**	**75**
309	**45**	**100**	**25**		**61**	**83**
310	**50**	**110**	**27**	**3,0**	**68**	**92**
311	**55**	**120**	**29**		**75**	**100**
312	**60**	**130**	**31**	**3,5**	**81**	**108**
313	**65**	**140**	**33**		**88**	**117**

Примечание. Условное обозначение подшипников с внутренним диаметром *d* = 20…495 мм построено следующим образом. Две первые цифры справа представляют собой число, равное 1/5 внутреннего диаметра подшипника, выраженное в миллиметрах. Третья цифра справа обозначает серию.

Пример обозначения подшипника шарикового радиального однорядного для вала *d* = 60 мм средней серии: *Подшипник 312 ГОСТ 8338-75*

Следует помнить, что номинальный размер диаметра вала (оси, пальца), на который насаживают подшипник, определяется по обозначению подшипника. Для этого две первые цифры справа следует умножить на пять. Номинальный размер диаметра расточки в корпусе под подшипник определяется диаметром наружного кольца подшипника, который обычно указывается в спецификации сборочной единицы в разделе «Примечание» (см. рис. 2.2).

На рис. 3.8 приведены стандартизованные элементы деталей, сопряженных с шариковым подшипником качения.

В табл. 3.34 приведено соотношение фаски подшипника r (см. табл. 3.51) и размера галтели r_2 на валу и в корпусе.

Размеры заплечиков для установки шариковых радиальных и радиально упорных подшипников приведены в табл. 3.35.

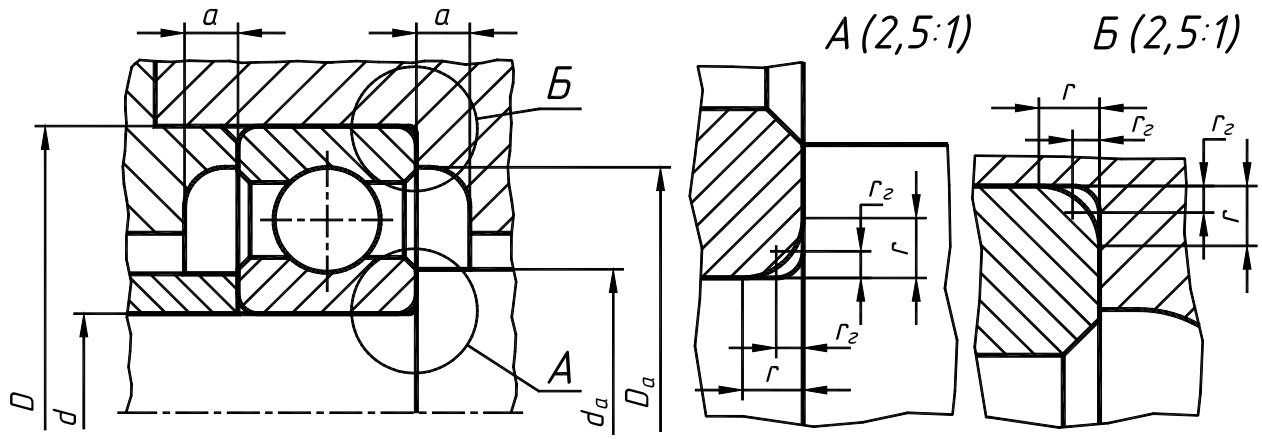


Рис. 3.8

Таблица 3.34

Размеры галтельных переходов у посадочных мест подшипников качения

Фаска r, мм	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Галтель r_2, мм	0,6	1,0	1,0	1,5	2,0	2,0	2,5

Таблица 3.35

Размеры заплечиков для установки шариковых радиальных подшипников (ГОСТ 20226-82)

Обозначение	Размеры, мм				
	d_a, не менее	d_a, не более	D_a, не более	D_a, не менее	a, не менее
Особо легкая серия					
105	**28,**	**29,0**	**43,0**	**–**	**2,0**
Легкая серия					
200	**14,0**	**14,4**	**26,0**	**–**	**1,8**
201	**16,0**	**17,0**	**28,0**	**–**	**2,0**
202	**19,0**	**20,0**	**31,0**	**–**	
203	**21,0**	**22,0**	**36,0**	**–**	
204	**25,0**	**26,0**	**42,0**	**–**	
205	**30,0**	**30,5**	**47,0**	**–**	
206	**35,0**	**37,0**	**57,0**	**–**	
207	**42,0**	**–**	**65,0**	**–**	
208	**47,0**	**48,0**	**73,0**	**–**	

Окончание таблицы 3.35

Обозначение	Размеры, мм				
	d_a, не менее	d_a, не более	D_a, не более	D_a, не менее	a, не менее
Средняя серия					
304	**26,0**	**27,0**	**45,0**	–	**2,0**
305	**31,0**	**33,0**	**55,0**	–	
306	**36,0**	**38,9**	**65,0**	–	
307	**42,0**	**44,0**	**71,0**	–	
308	**47,0**	**51,0**	**81,0**	**80**	
309	**52,0**	**56,0**	**91,0**	**89**	
310	**60,0**	**63,0**	**99,0**	**98**	
311	**65,0**	**67,0**	**110,0**	**109**	
312	**72,0**	**75,0**	**118,0**	**115**	**3,0**
313	**76,0**	**78,0**	**128,0**	**125**	
314	**81,0**	**85,0**	**138,0**	**136**	

На рис. 3.9 приведены технические требования к посадочным поверхностям валов и корпусов. Размеры канавок для выхода шлифовального круга см. табл. 3.14.

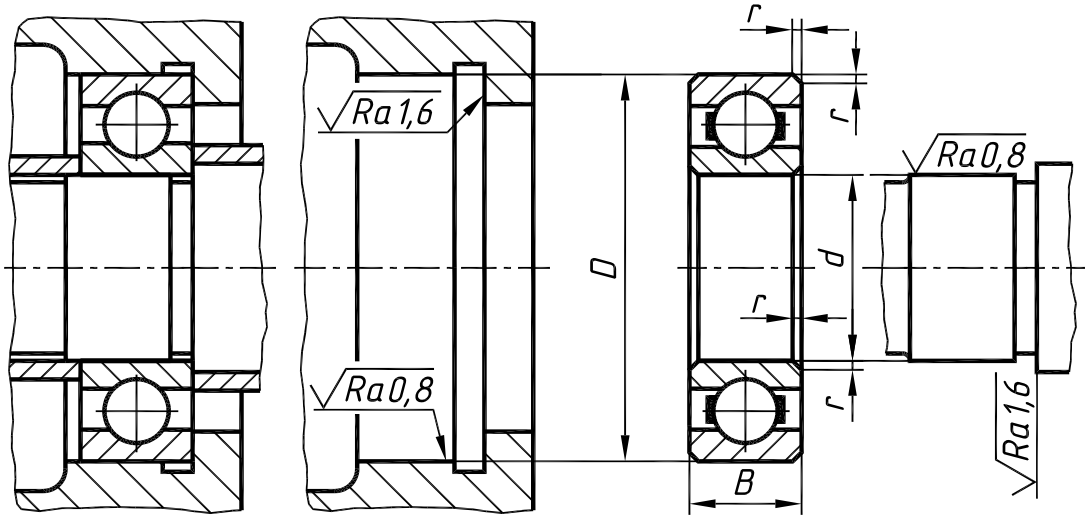


Рис. 3.9

На рис. 3.10 приведена конструкция роликового радиального сферического двухрядного подшипника (ГОСТ 5721-75). Такие подшипники имеют бочкообразные ролики *3*, катящиеся по сферической рабочей поверхности наружного кольца *1*. От смещения ролики удерживаются сепаратором *4*.

На рис. 3.11 даны расчетные зависимости, по которым выполняют изображение таких подшипников на сборочных чертежах.

В табл. 3.36 приведены размеры некоторых роликовых радиальных сферических двухрядных подшипников.

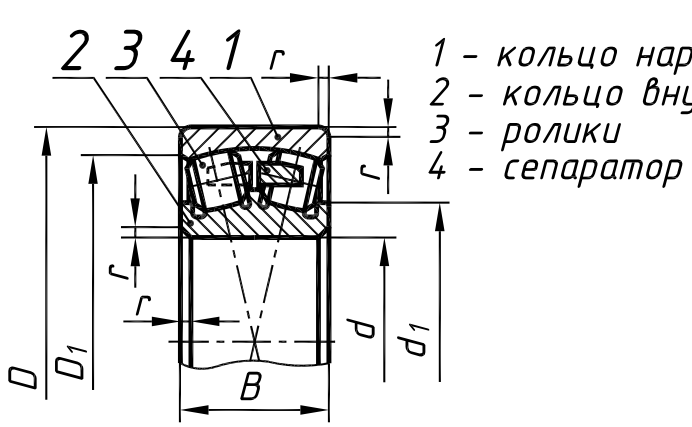


Рис. 3.10

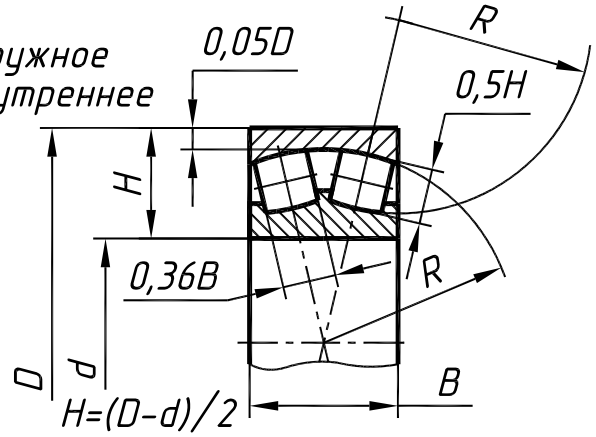


Рис. 3.11

Таблица 3.36

Подшипники роликовые радиальные сферические двухрядные (ГОСТ 5721-75)

Обозначение	Размеры, мм					
	d	*D*	*B*	*r*	d_1	D_1
3616	**80**	**170**	**58**	**3,5**	**108**	**144**
3617	**85**	**180**	**60**	**4,0**	**113**	**153**
3618	**90**	**190**	**64**		**119**	**159**
3620	**100**	**215**	**73**		**135**	**182**
3622	**110**	**240**	**80**		**149**	**201**

Пример обозначения роликового радиального сферического двухрядного подшипника для вала d=110 мм:

Подшипник 3622 ГОСТ 5721-75

На рис. 3.12 приведены стандартизованные элементы деталей, сопряженных с роликовым сферическим подшипником качения.

Размеры заплечиков для установки роликовых радиальных сферических двухрядных подшипников приведены в табл. 3.37.

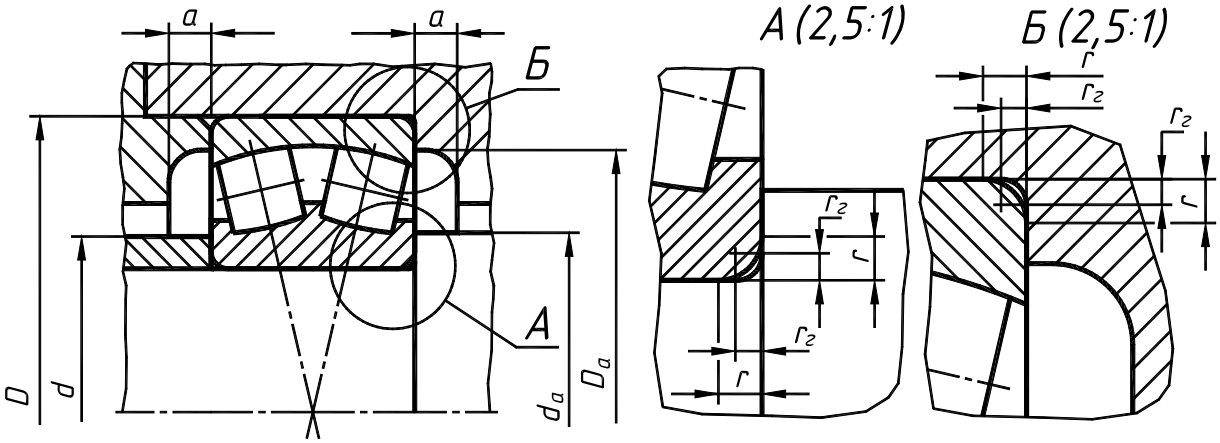


Рис. 3.12

Размеры галтельных переходов у посадочных мест роликовых сферических подшипников см. табл. 3.34.

Таблица 3.37

Размеры заплечиков для установки роликовых двухрядных сферических подшипников (ГОСТ 20226-82)

Обозначение	Размеры, мм				
	d_a, не менее	d_a, не более	D_a, не более	D_a, не менее	a, не менее
3616	**91,0**	**99,0**	**158,0**	**155**	**3,0**
3617	**98,0**	**103,0**	**166,0**	**163**	
3618	**103,0**	**111,0**	**176,0**	**172**	
3620	**113,0**	**125,0**	**201,0**	**195**	
3622	**124,0**	**135,0**	**226,0**	**215**	

На рис. 3.13 приведена конструкция роликового конического радиально-упорного однорядного подшипника (ГОСТ 27365-87 вместо ГОСТ 333-79). Монтаж таких подшипников облегчен наличием съёмного наружного кольца *1*. Ролики *3* удерживаются сепаратором *4* на внутреннем кольце *2*. Рабочий зазор в этом подшипнике устанавливается регулировкой в осевом направлении при монтаже.

На рис. 3.14 даны примерные зависимости, по которым выполняют изображение конических подшипников на сборочных чертежах.

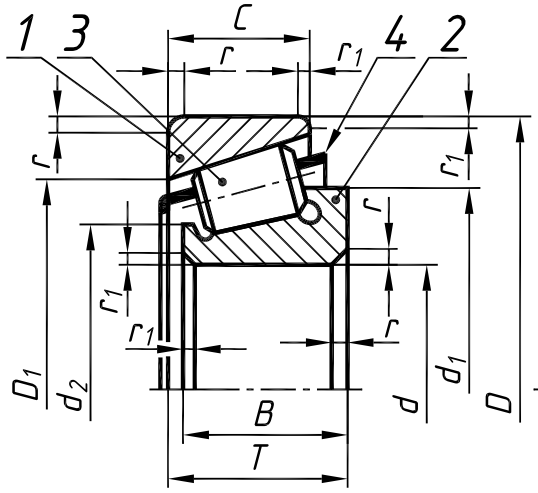


Рис. 3.13

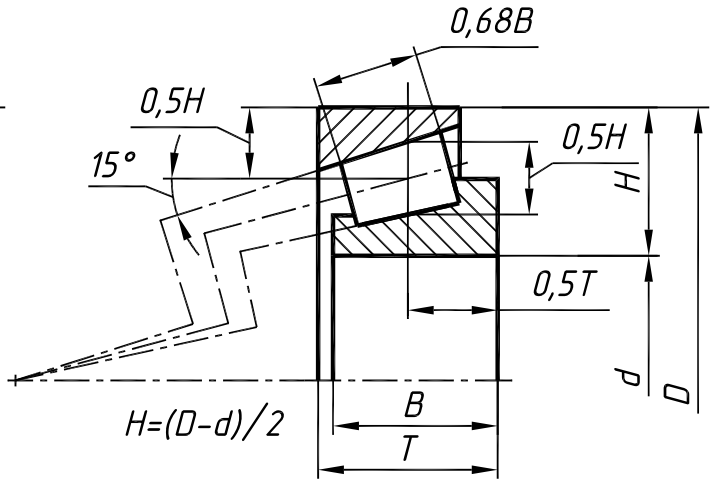


Рис. 3.14

В табл. 3.38 приведены размеры некоторых роликовых конических радиально-упорных однорядных подшипников (ГОСТ 27365-87).

Таблица 3.38

Подшипники роликовые конические радиально-упорные однорядные (ГОСТ 27365-87)

Обозначение	Размеры, мм									
	d	D	T	B	C	D_1	d_1	r	r_1	d_2
Легкая широкая серия										
7506	**30**	**62**	**21,5**	**21**	**17**	**51**	**44**	**1,5**	**0,5**	**37**
7507	**35**	**72**	**245**	**23**	**20**	**60**	**51**	**2,0**	**0,8**	**43**
7508	**40**	**80**	**25,0**	**24**	**20**	**65**	**57**			**49**
7509	**45**	**85**	**25,0**	**24**	**20**	**71**	**64**			**54**
7510	**50**	**90**	**25,0**	**24**	**20**	**75**	**70**			**59**

Окончание таблицы 3.38

Обозначение	Размеры, мм									
	d	D	T	B	C	D_1	d_1	r	r_1	d_2
Средняя серия										
7308	**40**	**90**	**25,5**	**23**	**20**	**76**	**61**	**2,5**	**0,8**	**52**
7309	**45**	**100**	**27,5**	**26**	**22**	**85**	**69**	**2,5**	**0,8**	**60**
7310	**50**	**110**	**29,5**	**29**	**23**	**94**	**74**	**3,0**	**1,0**	**65**

Пример обозначения роликового радиально-упорного конического однорядного подшипника средней серии для вала d=50 мм:

Подшипник 7310 ГОСТ 27365-87

На рис. 3.15 приведены стандартизованные элементы деталей, сопряженных с роликовым коническим подшипником качения. Размеры заплечиков для установки роликовых радиально-упорных конических однорядных подшипников приведены в табл. 3.39.

Размеры галтельных переходов у посадочных мест роликовых конических подшипников см. табл. 3.34.

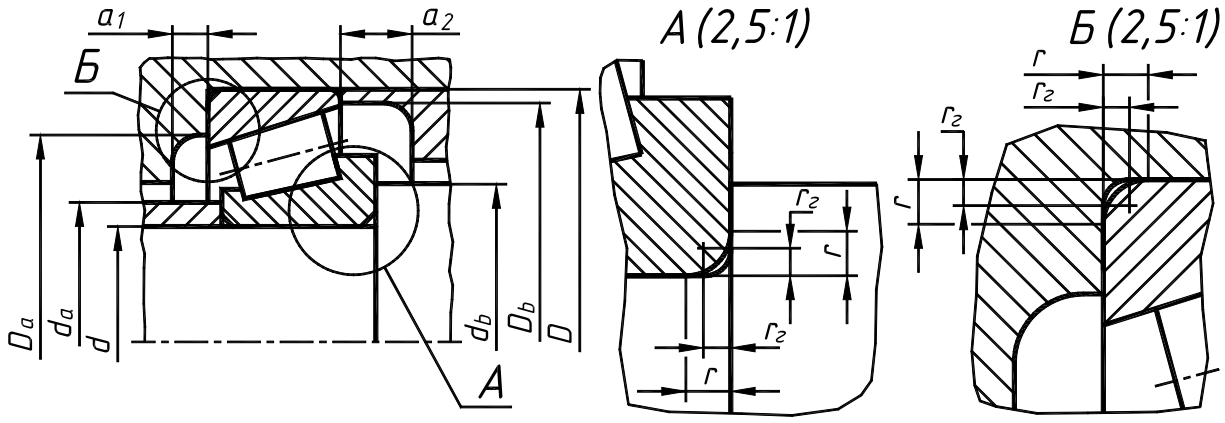


Рис. 3.15

Таблица 3.39

Размеры заплечиков для установки роликовых конических радиально-упорных однорядных подшипников (ГОСТ 27365-87 и ТУ 37006.162-89)

Обозначение	Размеры, мм							
	d_b, не менее	d_b, не более	d_a, не более	D_a, не менее	D_a, не более	D_b, не менее	a_1, не менее	a_2, не менее
Легкая широкая серия								
7506	**36**	**41**	**37,0**	**52**	**55**	**57,0**	**3**	**4,0**
7507	**42**	**48**	**43,0**	**61**	**65**	**67,0**	**4**	**5,0**
7508	**47**	**55**	**48,0**	**68**	**72**	**75,5**	**4**	**5,5**
7509	**52**	**61**	**53,0**	**73**	**78**	**80,0**	**4**	**5,5**
7510	**57**	**65**	**58,0**	**78**	**82**	**86,5**	**4**	**5,5**
Средняя серия								
7308	**49**	**60**	**50**	**76**	**80**	**82**	**5**	**8,0**
7309	**54**	**68**	**56**	**85**	**90**	**92**	**5**	**8,0**
7310	**60**	**74**	**62**	**94**	**100**	**102**	**5**	**9,0**

На рис. 3.16 приведена конструкция упорных шариковых одинарных подшипников (ГОСТ 7872-89, вместо ГОСТ 6874-75).

На рис. 3.17 даны примерные зависимости, по которым выполняют изображение упорных шариковых подшипников на сборочных чертежах и шероховатость поверхностей, контактирующих с подшипником.

В табл. 3.40 приведены размеры некоторых упорных шариковых одинарных подшипников (ГОСТ 7872-89).

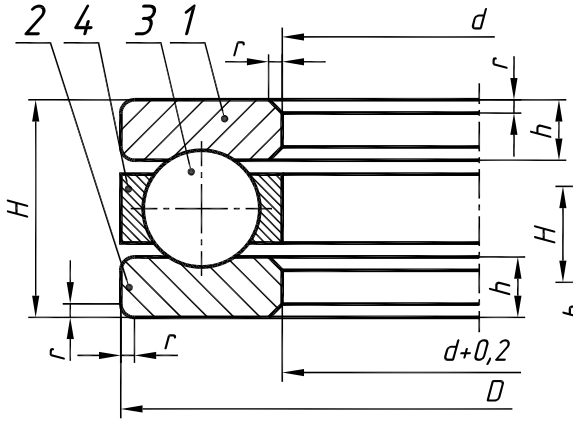


Рис. 3.16

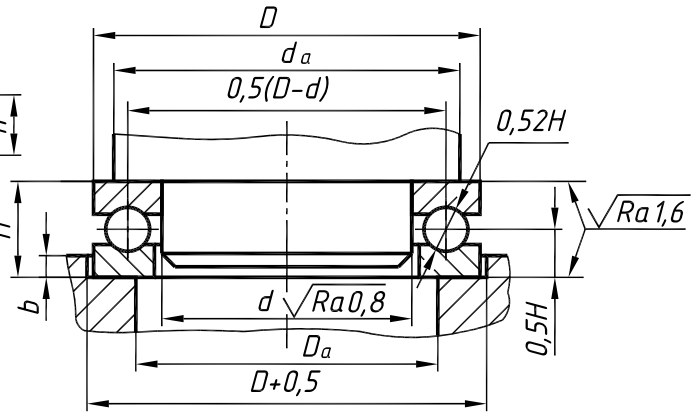


Рис. 3.17

Таблица 3.40

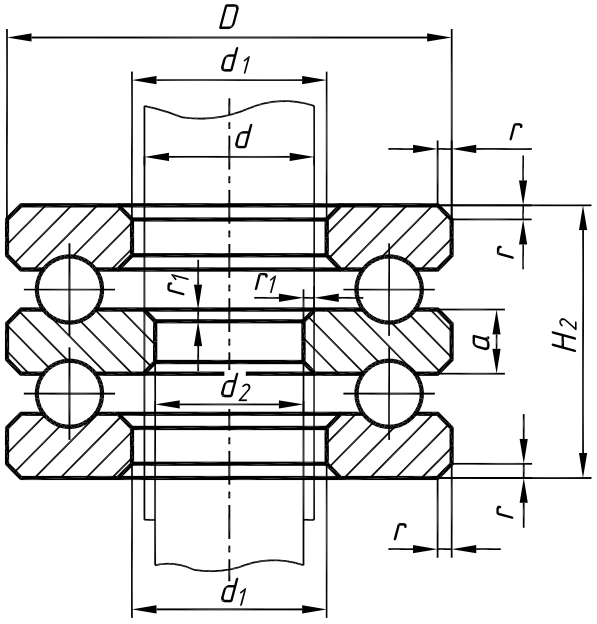
Подшипники упорные шариковые одинарные (ГОСТ 7872-89) и размеры заплечиков для их установки

Обозначение	Размеры, мм							
	d	*D*	*H*	*r*	d_2, не менее	D_2, не более	*b*, не менее	*h*
Особо легкая серия								
8104	**20**	**35**	**10**	**0,5**	**29**	**26**	**2,0**	**10**
8105	**25**	**42**	**11**	**1,0**	**35**	**32**	**3,0**	**11**
Легкая серия								
8211	**55**	**90**	**25**	**1,5**	**76**	**69**	**6,0**	**7,1**
8212	**60**	**95**	**26**	**1,5**	**81**	**74**	**6,0**	**7,3**
Средняя серия								
8305	**25**	**52**	**18**	**1,5**	**41**	**35**	**5,0**	**5,0**
8306	**30**	**60**	**21**	**1,5**	**48**	**42**	**5,0**	**6,0**

Пример обозначения упорного шарикового одинарного подшипника легкой серии для вала *d*=55 мм:

Подшипник 8211 ГОСТ 7872-89

На рис. 3.18 приведена конструкция упорного шарикового двойного подшипника. Сепараторы условно не показаны.



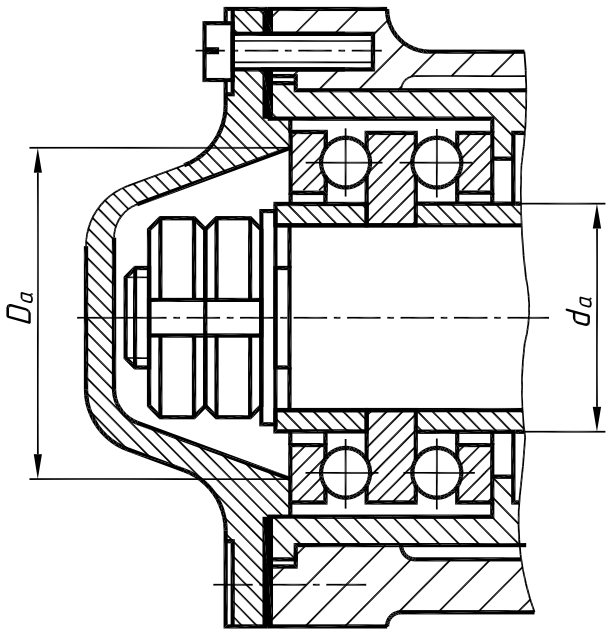


Рис. 3.18 **Рис. 3.19**

На рис. 3.19 приведена установка упорного двойного подшипника в редукторе. В табл. 3.41 приведены размеры некоторых упорных шариковых двойных подшипников.

Таблица 3.41

Подшипники шариковые упорные двойные (ГОСТ 7872-89)
и размеры заплечиков для их установки

Обозначение	d	d_1	d_2	D	H_2	a	r	r_1	d_a, не менее	D_a, не более
38206Н	**30**	**32**	**25**	**52**	**29**	**7**	**1,0**	**0,5**	**43**	**39**
38207Н	**35**	**37**	**30**	**62**	**34**	**8**	**1,5**	**0,5**	**51**	**46**
38208Н	**40**	**42**	**30**	**68**	**36**	**9**	**1,5**	**1,0**	**57**	**51**
38209Н	**45**	**47**	**35**	**73**	**37**	**9**	**1,5**	**1,0**	**62**	**56**

Пример обозначения шарикового упорного двойного подшипника серии диаметров 2 с размерами d_2 = 25 мм, D = 52 мм и H_2 = 29 мм:

Подшипник 38206Н ГОСТ 7872-89

На рис. 3.20 приведена конструкция шариковых радиально-упорных подшипников неразъемных со скосом на наружном кольце типа 46000 – с углом контакта α= 26° ГОСТ 831-75. На рис. 3.21 даны расчетные зависимости, по которым выполняют изображение таких подшипников на сборочных чертежах.

В табл. 3.42 приведены размеры некоторых шариковых радиально-упорных подшипников.

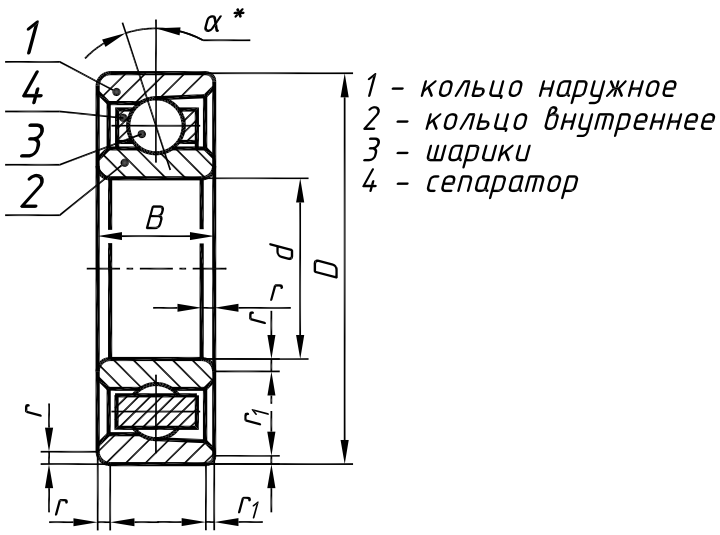


Рис. 3.20

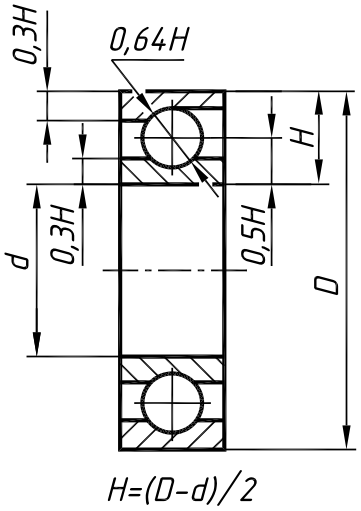


Рис. 3.21

*α – угол контакта, равный углу между линией действия результирующей нагрузки на тело качения и плоскостью, перпендикулярной к оси подшипника.

Таблица 3.42

Подшипники шариковые радиально-упорные однорядные (ГОСТ 831-75)

Обозначение	Размеры, мм				
	d	*D*	*B*	*r*	r_1
46308	**40**	**90**	**23**	**2,5**	**1,2**
46309	**45**	**100**	**25**	**2,5**	**1,2**
46310	**50**	**110**	**27**	**3,0**	**1,5**

Пример обозначения шарикового радиально-упорного однорядного подшипника типа 46000 для вала $d = 40$ мм средней серии:

Подшипник 46308 ГОСТ 831-75

Размеры заплечиков (рис. 3.22) для установки шариковых радиально-упорных подшипников приведены в табл. 3.43. Соотношение фаски подшипника r и размера галтели r_1 на валу и в корпусе см. табл. 3.44.

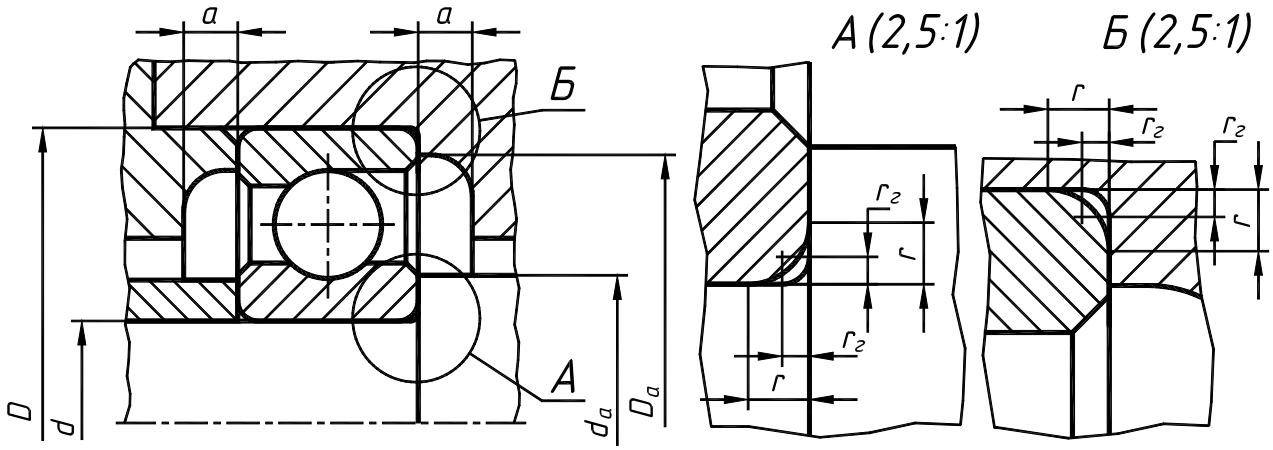


Рис. 3.22

Таблица 3.43

Размеры заплечиков для установки шариковых радиально-упорных подшипников

Обозначение	Размеры, мм				
	d_a, не менее	d_a, не более	D_a, не более	D_a, не менее	a, не менее
46308	**47,0**	**51,0**	**81,0**	**80**	**2,0**
46309	**52,0**	**56,0**	**91,0**	**89**	
46310	**60,0**	**63,0**	**99,0**	**98**	

Шарнирные подшипники (ГОСТ 3635-78) предназначены для восприятия радиальных и комбинированных нагрузок в подвижных и неподвижных соединениях. На рис. 3.23 приведена конструкция разъемных шарнирных подшипников типа *Ш* – без отверстий и канавок для смазки. В табл. 3.44 приведены размеры некоторых шарнирных подшипников.

Таблица 3.44

Подшипники шарнирные (ГОСТ 3635-78)

Обозначение	Размеры, мм								α
	d	D	B	C	d_1	d_2	r	r_1	
Ш12	**12**	**22**	**10**	**7**	**15**	**18**	**1,0**	**0,5**	**11°**
Ш15	**15**	**26**	**12**	**9**	**18**	**23**	**1,0**	**0,5**	**8°**
Ш20	**20**	**35**	**16**	**12**	**24**	**28**	**1,0**	**0,5**	**9°**

Пример обозначения шарнирного подшипника типа *Ш* для вала d=12 мм:

Подшипник Ш12 ГОСТ 3635-78

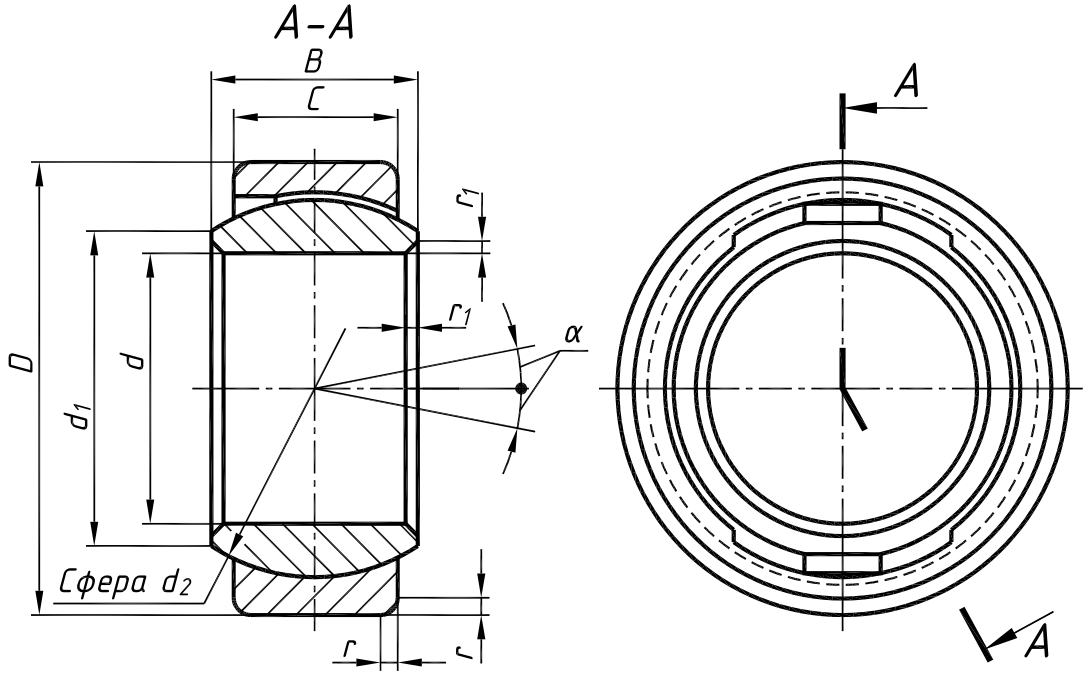


Рис. 3.23

На рис. 3.24 приведен фрагмент чертежа сборочной единицы. Внутреннее кольцо подшипника *1* зафиксировано на валу пружинным упорным плоским наружным кольцом *2*. Наружное кольцо подшипника *3* зафиксировано на валу пружинным упорным плоским внутренним кольцом *4*. На рис. 3.25 приведена канавка под пружинное упорное плоское наружное кольцо. На рис. 3.26 приведена конструкция такого кольца. В табл. 3.45 приведены размеры канавок под пружинное упорное плоское наружное кольцо и самого кольца (выдержка из ГОСТ 13940-86).

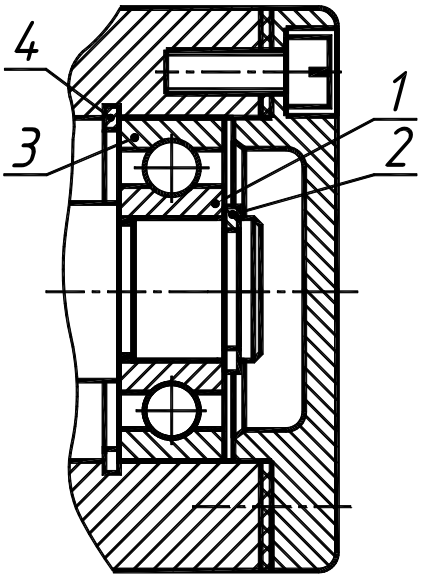


Рис. 3.24

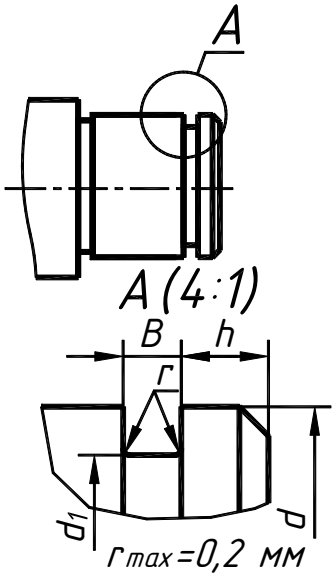


Рис. 3.25

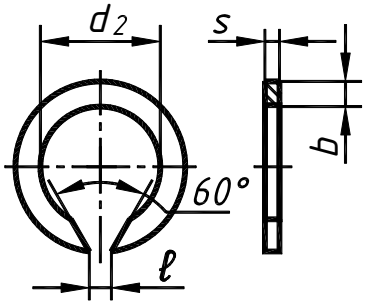


Рис. 3.26

Таблица 3.45

Кольца пружинные упорные плоские, наружные и канавки для них (ГОСТ 13940-86), мм

Условный диаметр кольца (диаметр вала) d	Канавка			Кольцо концентрическое			
	d_1	B	h min	d_2	s	b	ℓ
17	**16,0**	**1,4**	**1,5**	**15,7**	**1,2**	**2,5**	**4,0**
18	**16,8**	**1,4**	**1,8**	**16,5**	**1,2**	**2,5**	**5,0**
20	**18,6**	**1,4**	**2,1**	**18,2**	**1,2**	**3,2**	**5,0**
25	**23,5**	**1,4**	**2,3**	**23,1**	**1,2**	**4,0**	**5,0**
30	**28,5**	**1,4**	**2,3**	**27,8**	**1,2**	**4,0**	**6,0**
35	**33,0**	**1,9**	**3,0**	**32,2**	**1,7**	**4,0**	**8,0**
40	**37,5**	**1,9**	**3,8**	**36,5**	**1,7**	**5,0**	**8,0**
45	**37,5**	**1,9**	**3,8**	**41,5**	**1,7**	**5,0**	**8,0**
50	**47,0**	**2,2**	**4,5**	**45,8**	**2,0**	**6,0**	**8,0**

Пример условного обозначения пружинного упорного плоского наружного концентрического кольца класса точности A с условным диаметром d =30 мм из стали *65Г* без покрытия:

Кольцо А30 ГОСТ 13940-86

То же, класса точности B, из стали марки *60С2А*, без покрытия:

Кольцо В30.60С2А ГОСТ 13940-86

На рис. 3.27 приведена канавка под пружинное упорное плоское внутреннее кольцо. На рис. 3.28 приведена конструкция такого кольца.

В табл. 3.46 приведены размеры канавок под пружинное упорное плоское внутреннее кольцо и самого кольца (выдержка из ГОСТ 13941-86).

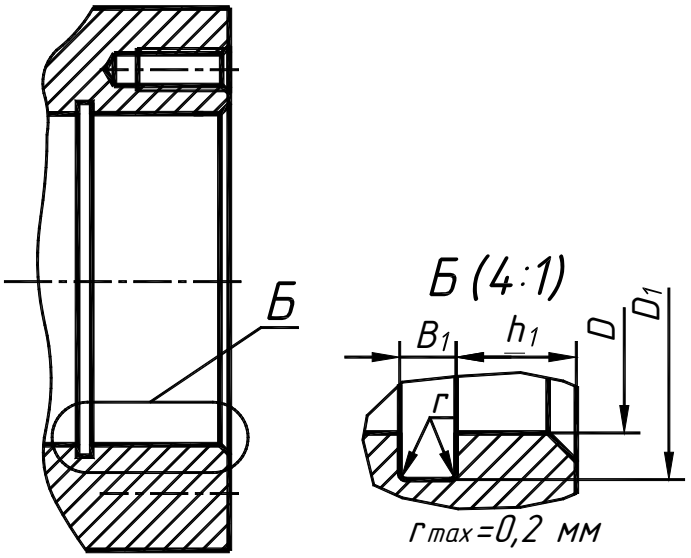


Рис. 3.27

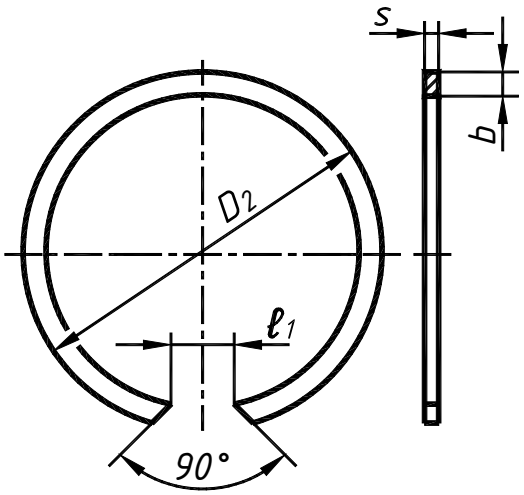


Рис. 3.28

Таблица 3.46

Кольца пружинные упорные плоские, внутренние и канавки для них (ГОСТ 13941-86), мм

Условный диаметр кольца (диаметр отв.) D	Канавка			Кольцо концентрическое			
	D_1	B_1	H_1 min	D_2	s	b	ℓ_1
47	**49,5**	**1,9**	**3,8**	**50,6**	**1,7**	**4,0**	**14,0**
52	**55,0**	**1,9**	**4,5**	**56,2**	**1,7**	**5,0**	**16,0**
62	**65,0**	**1,9**	**4,5**	**66,2**	**1,7**	**5,0**	**16,0**
72	**75,0**	**1,9**	**4,5**	**76,5**	**1,7**	**5,0**	**18,0**
90	**93,5**	**2,2**	**5,3**	**95,5**	**2,0**	**6,0**	**20,0**
100	**103,5**	**2,2**	**5,3**	**105,5**	**2,0**	**6,0**	**20,0**
110	**114,0**	**2,8**	**6,0**	**116,0**	**2,5**	**7,0**	**22,0**

Пример условного обозначения пружинного упорного плоского внутреннего концентрического кольца класса точности *А* с условным диаметром *d* =47 мм из стали *65Г* без покрытия:

Кольцо А47 ГОСТ 13941-86;

То же, класса точности *В*, из стали марки *60С2А*, без покрытия:

Кольцо В47.60С2А ГОСТ 13941-86.

На рис. 3.29 приведен фрагмент чертежа сборочной единицы. Подшипник *1*, напрессованный на вал *2*, фиксируется в осевом направлении гайкой *4*, круглой шлицевой (ГОСТ 11871-88), навернутой на резьбовой конец вала.

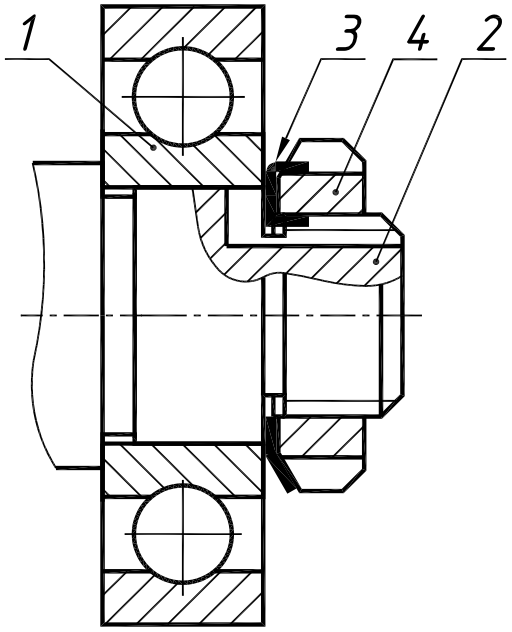


Рис. 3.29

Гайку 4 от самоотвинчивания предохраняет шайба 3 стопорная многолапчатая (ГОСТ 11872-89). Внутренним язычком шайба 3 входит в специальную канавку на валу, а одну из наружных лапок загибают при сборке в паз гайки 4.

На рис. 3.30 приведена конструкция стопорных многолапчатых шайб по ГОСТ 11872-89.

На рис. 3.31 приведена конструкция круглых шлицевых гаек по ГОСТ 11871-88.

В табл. 3.47 приведены размеры некоторых стопорных многолапчатых шайб, круглых шлицевых гаек по ГОСТ 11871-88 и канавок под язычок стопорной шайбы на валу (рис. 3.32).

Размеры шайб выбирают в зависимости от диаметра резьбы на валу (d). Резьбу на валу и на гайке нарезают метрическую с мелким шагом. При диаметре вала от 14 до 52 мм – шаг 1,5 мм.

Диаметр резьбового участка вала можно определить по обозначению круглой гайки, приведенному в спецификации сборочной единицы.

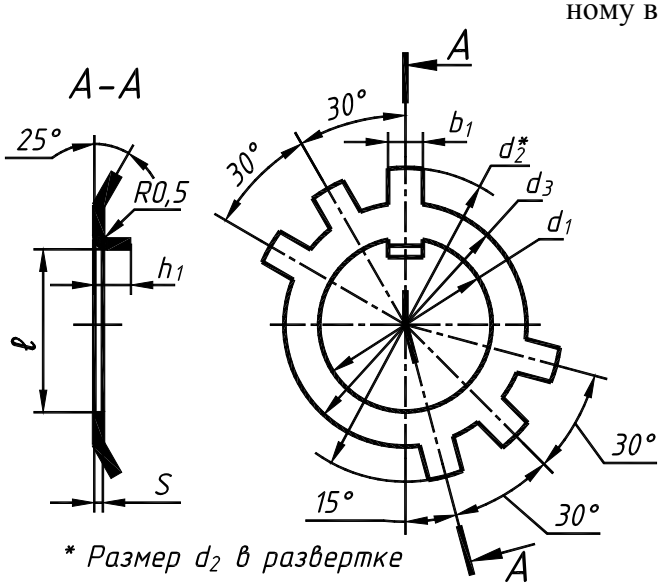


Рис. 3.30

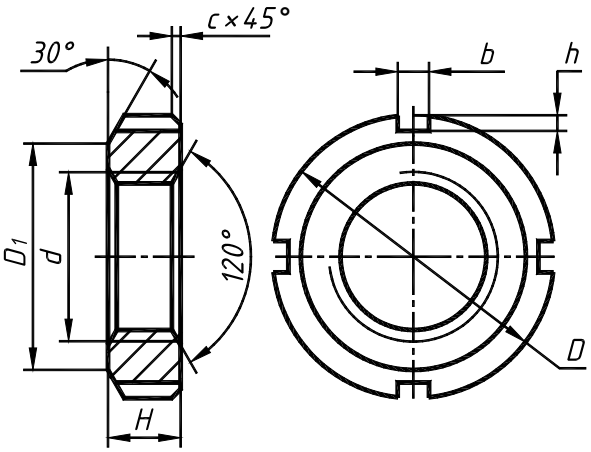


Рис. 3.31

Таблица 3.47

Стопорные многолапчатые шайбы по ГОСТ 11872-89, гайки круглые шлицевые по ГОСТ 11871-88 и размеры канавок под язычок стопорной шайбы, мм

Диаметр резьбы d	Размеры шайбы							Размеры гайки					Размеры канавки		
	d_1	d_2	d_3	b	ℓ	h_1	S	D	D_1	H	h	c	b	ℓ_1	a
14	**14,5**	**30**	**18,5**	**3,8**	**11,0**	**4,0**	**1,0**	**28**	**20**	**8**	**2,0**	**0,6**	**4**	**12**	**3,0**
16	**16,5**	**32**	**22,0**	**4,8**	**13,0**			**30**	**22**		**2,5**	**1,0**	**5**	**14**	**3,5**
18	**18,5**	**34**	**24,0**		**15,0**	**6,0**		**32**	**24**					**16**	

Окончание таблицы 3.47

Диаметр резьбы d	Размеры шайбы							Размеры гайки					Размеры канавки		
	d_1	d_2	d_3	b	ℓ	h_1	S	D	D_1	H	h	c	b	ℓ_1	a
20	**20,5**	**36**	**26,0**		**17,0**	**6,0**		**34**	**27**					**18**	
22	**22,5**	**40**	**29,0**		**19,0**			**38**	**30**					**20**	
24	**24,5**	**44**	**31,0**	**4,8**	**21,0**			**42**	**33**	**10**	**2,5**	**1,0**	**5**	**22**	**3,5**
27	**27,5**	**47**	**35,0**		**24,0**	**8,0**		**45**	**36**					**25**	
30	**30,5**	**50**	**38,0**		**27,0**			**48**	**39**					**27**	
42	**42,5**	**67**	**52,0**	**6,8**	**39,0**	**8,0**	**1,6**	**65**	**52**	**10**	**3,0**	**1,0**	**6**	**38**	**4,0**

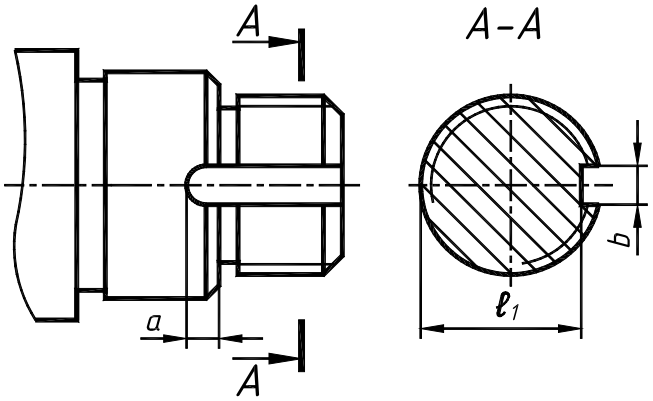


Рис.3.32

Пример условного обозначения круглой шлицевой гайки диаметром резьбы d =30 мм с мелким шагом резьбы 1,5 мм, с полем допуска *6H*, из углеродистой стали марки 35, с покрытием химическим окисным и пропитанным маслом:

Гайка М30×1,5-6Н.05.05 ГОСТ 11871-88

Пример условного обозначения стопорной многолапчатой шайбы для круглой шлицевой гайки с диаметром резьбы *30* мм, из стали марки *08кп*, с покрытием химическим окисным, пропитанным маслом:

Шайба 30.01.08кп.05 ГОСТ 11872-89

На рис. 3.33 приведен фрагмент чертежа сборочной единицы. Подшипник *1*, напрессованный на вал *2*, фиксируется в осевом направлении концевой шайбой *3* (ГОСТ 14734-69). Шайба *3* удерживается винтом с потайной головкой *4* (ГОСТ 17475-80), ввернутым в резьбовое отверстие на конце вала. Цилиндрический штифт *5* (ГОСТ 3128-70), запрессованный в гладкое отверстие на торце вала, предохраняет шайбу от проворота, а винт – от самоотвинчивания.

В табл. 3.48 приведены размеры некоторых концевых шайб по ГОСТ 14734-69 и резьбовых и гладких отверстий для их крепления на валу. Размер фаски и глубины сверления резьбового отверстия следует выбирать в зависимости от шага резьбы винта по табл. 3.2 и табл. 3.24 соответственно. Размеры зенковки под головку винта приведены в табл. 3.25.

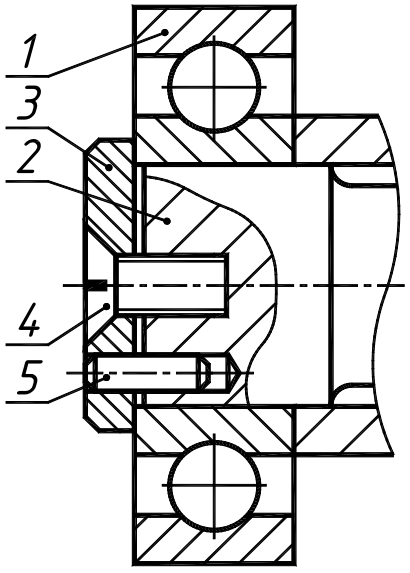
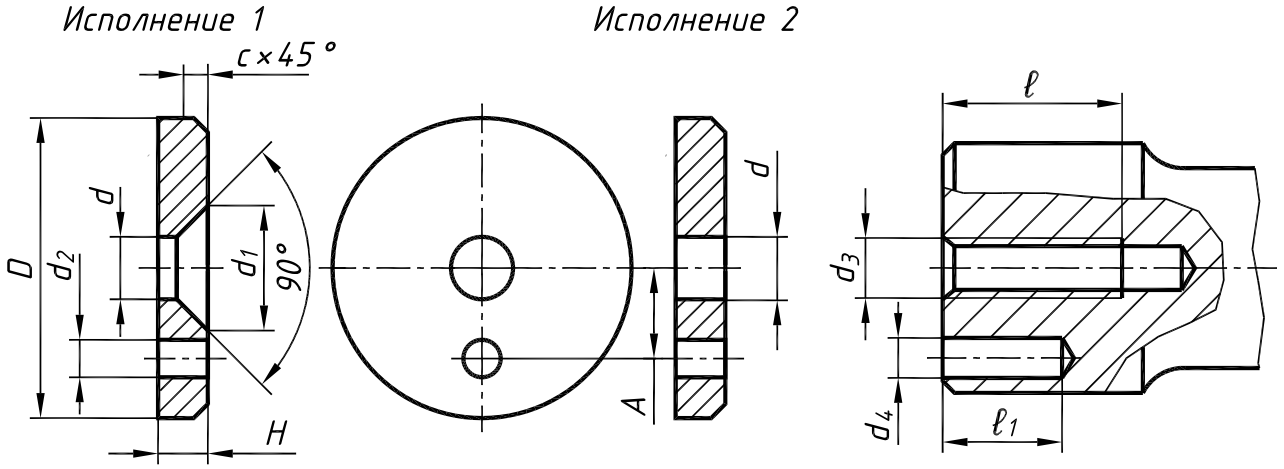


Рис. 3.33

Концевые шайбы исполнения 2 не имеют зенковки и крепятся на торце вала болтами с шестигранной головкой (ГОСТ 7798-70) (см. рис. 2.1).

Таблица 3.48

Концевые шайбы по ГОСТ 14734-69, и размеры отверстий для их крепления на валу, мм



Обозначение шайбы	Испол-нение	D	H	A	d	d_2	c	d_3	d_4	ℓ_1	ℓ
7019-0621	1	28	4	7,5	5,5	3,5	0,6	M5	3	10	16
7019-0622		32	5	9,0	6,6	4,5	1,0	M6	4	12	18
7019-0623	2										
7019-0624	1	36		10,0							
7019-0625	2										
7019-0626	1	40									
7019-0627	2										

Пример условного обозначения концевой шайбы исполнения 1, с диаметром D=28 мм:

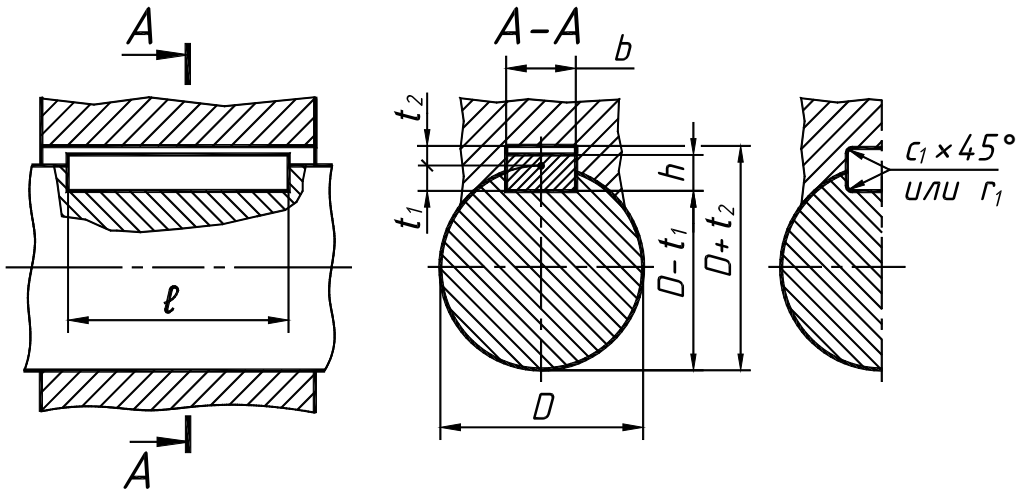
Шайба 7019-0621 ГОСТ 14734-69

3.8. Шпоночные и шлицевые соединения

Размеры призматических шпонок и шпоночных пазов приведены в табл. 3.49. Принятые обозначения: D – диаметр вала, b – ширина шпонки, h – высота шпонки, t_1 – глубина паза в валу, t_2 – глубина паза во втулке, ℓ – длина шпонки, c_1 или r_1 – фаски или радиусы скруглений пазов.

Таблица 3.49

Размеры призматических шпонок и шпоночных пазов (ГОСТ 23360-78), мм



Диаметр вала D	Шпонка			Шпоночный паз		
	b	h	c или r	Вал t_1	Втулка t_2	c или r
Св.6 до 8	**2**	**2**	**0,16…0,25**	**1,2**	**1,0**	**0,08…0,16**
Св.8 до 10	**3**	**3**		**1,8**	**1,4**	
Св.10 до 12	**4**	**4**		**2,5**	**1,8**	
Св.12 до 17	**5**	**5**	**0,25…0,4**	**3,0**	**2,3**	**0,16…0,25**
Св.17 до 22	**6**	**6**		**3,5**	**2,8**	
Св. 22 до 30	**8**	**7**		**4,0**	**3,3**	
Св.30 до 38	**10**	**8**	**0,4…0,6**	**5,0**	**3,3**	**0,25…0,4**
Св. 38 до 44	**12**	**8**		**5,0**	**3,3**	
Св. 44 до 50	**14**	**9**		**5,5**	**3,8**	
Св. 50 до 58	**16**	**10**		**6,0**	**4,3**	
Св. 58 до 65	**18**	**11**		**7,0**	**4,4**	
Св. 65 до 75	**20**	**12**	**0,6…0,8**	**7,5**	**4,9**	**0,4…0,6**
Св. 110 до 130	**32**	**18**		**11**	**7,4**	
Св. 130 до 150	**36**	**20**	**1,0…1,2**	**12**	**8,4**	**0,7…1,0**

Длины шпонок должны выбираться из ряда: **6, 8, 10, 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 32; 36; 40; 45; 50; 56; 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140** и т. д.

Примеры условного обозначения: 1) призматическая шпонка исполнения **1** для вала диаметром $d = 25$ мм, с размерами $b = 8$ мм, $h = 7$ мм, $\ell = 22$ мм:

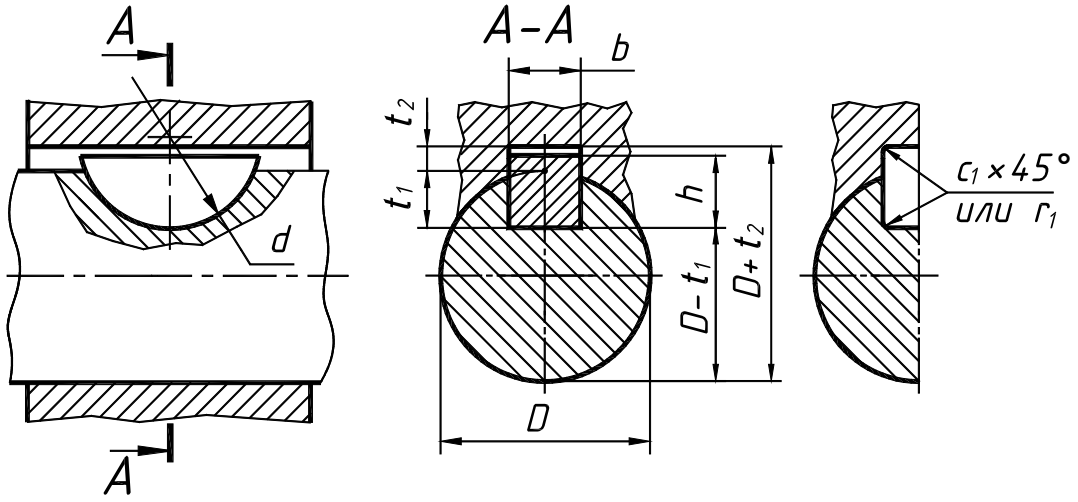
Шпонка 8×7×22 ГОСТ 23360-78;

2) то же исполнения **2**: *Шпонка 2–8×7×22 ГОСТ 23360-78*.

Размеры сегментных шпонок и шпоночных пазов приведены в табл. 3.50. Обозначения: D – диаметр вала, b – ширина шпонки, h – высота шпонки, t_1 – глубина паза в валу, t_2 – глубина паза во втулке, d – диаметр шпонки, c_1 или r_1 – фаски или радиусы скруглений пазов.

Таблица

3.50 Размеры сегментных шпонок и шпоночных пазов (ГОСТ 24071-97), мм



Диаметр вала	Шпонка*				Шпоночный паз		
D	b	h	d	c или r	Вал t_1	Втулка t_2	c_1 или r_1
Св. 5 до 6	**2,0**	**2,6**	**10**	**0,16…0,25**	**1,8**	**1,0**	**0,008…0,16**
Св. 6 до 7	**2,0**	**3,7**	**10**		**2,9**	**1,0**	
Св. 7 до 8	**2,5**	**3,7**	**10**		**2,7**	**1,2**	
Св. 8 до 10	**3**	**5**	**13**		**3,8**	**1,4**	
Св. 10 до 12	**3**	**6,5**	**16**		**5,3**	**1,4**	
Св. 12 до 14	**4**	**6,5**	**16**	**0,25…0,4**	**5,0**	**1,8**	**0,16…0,25**
Св. 14 до 16	**4**	**7,5**	**19**		**6,0**	**1,8**	
Св.16 до 18	**5**	**6,5**	**16**		**4,5**	**2,3**	
Св. 18 до 20	**5**	**7,5**	**19**		**5,5**	**2,3**	
Св. 20 до 22	**5**	**9**	**22**		**7,0**	**2,3**	
Св. 22 до 25	**6**	**9**	**22**		**6,5**	**2,8**	
Св. 25 до 28	**6**	**10**	**25**		**7,5**	**2,8**	
Св. 28 до 32	**8**	**11**	**28**	**0,4…0,6**	**8,0**	**3,3**	**0,25…0,4**
Св. 32 до 38	**10**	**13**	**32**		**10**	**3,3**	

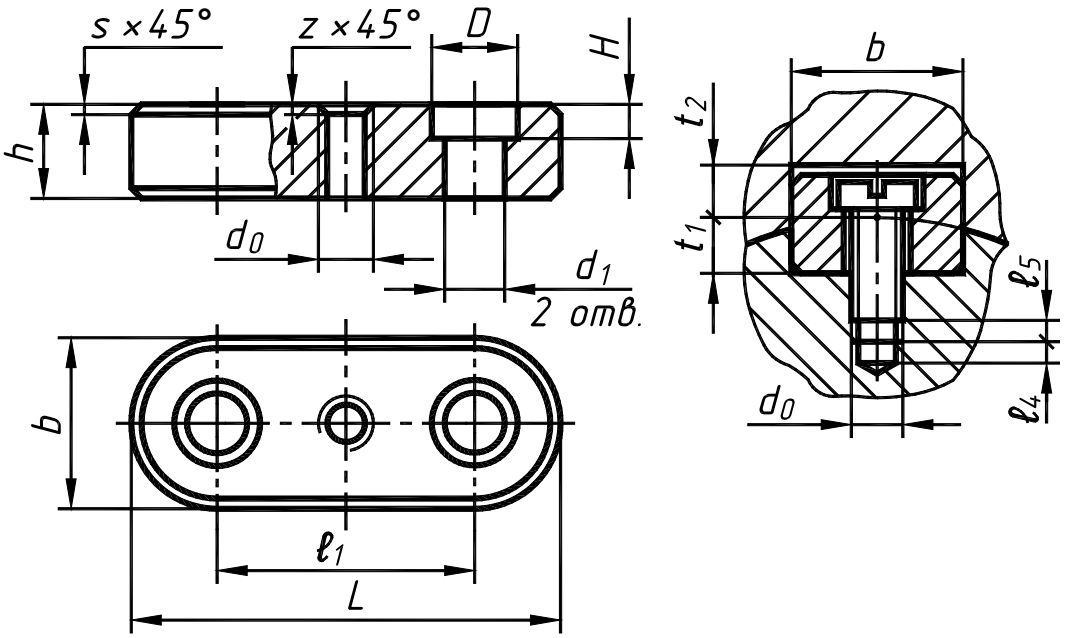
*Шпонки предназначены для передачи крутящего момента.

Примеры условного обозначения: 1) сегментная шпонка исполнения **1** для вала диаметром $d = 30$ мм: *Шпонка 8×11 ГОСТ 24071-97*

2) то же исполнения **2**: *Шпонка 2–8×11 ГОСТ 24071-97.*

Таблица 3.51

Призматические направляющие шпонки с креплением на валу (ГОСТ 8790-79), мм



Диаметр вала D	Шпонка								Шпоночный паз		
	b	h	Винты ГОСТ 1491-80	d_0	D	d_1	H	c или r	вал t_1	втулка t_2	c или r
Св.22 до 30	**8**	**7**	**М3×8**	**М3**	**6,0**	**3,4**	**2,4**	**0,25… 0,4**	**4,0**	**3,3**	**0,16…0,25**
Св.110 до 130	**32**	**18**	**М10×25**	**М10**	**18**	**11**	**7,0**	**0,6… 0,8**	**11**	**7,4**	**0,4…0,6**
Св.130 до 150	**36**	**20**						**1,0… 1,2**	**12**	**8,4**	**0,7…1,0**
Св.150 до 170	**40**	**22**	**М12×30**	**М12**	**20**	**14**	**8,0**		**13**	**9,4**	
Св.170 до 200	**45**	**25**							**15**	**10,4**	

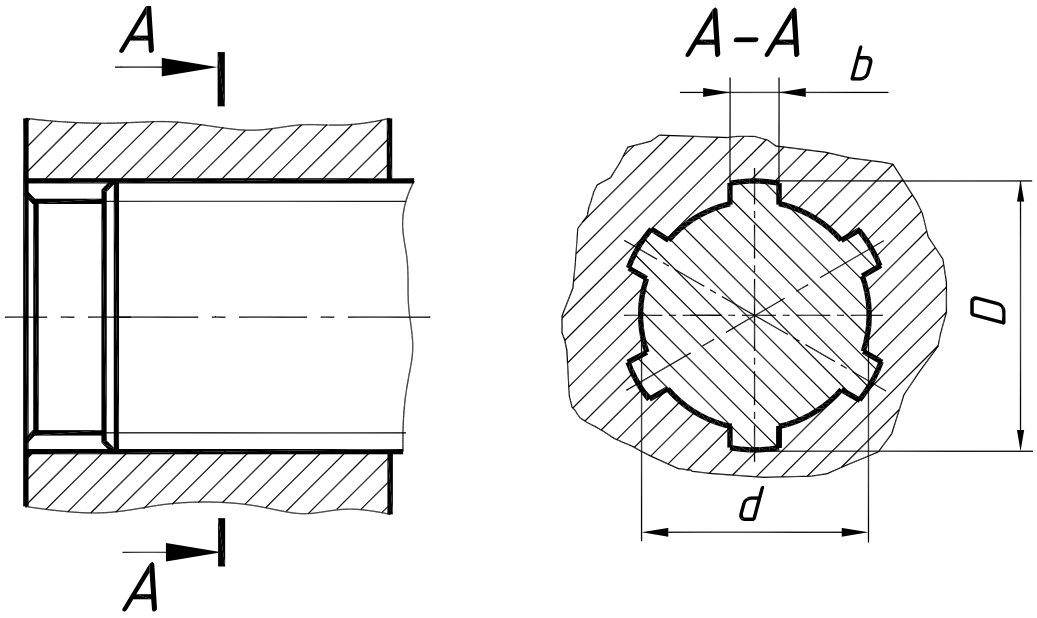
Примечания. 1. Длины шпонок должны выбираться из ряда: **63; 70; 80; 90; 100; 110; 125; 140.**

2. Размеры ℓ_4, ℓ_5, z резьбового гнезда под винты по табл. 3.24.

В табл. 3.52 приведены размеры прямобочных зубчатых соединений (ГОСТ 1139-80). Принятые обозначения: D – наружный диаметр зубьев, d – внутренний диаметр зубьев, b – ширина зуба.

Таблица 3.52

Соединение зубчатое (шлицевое) прямобочное (ГОСТ 1139-80), мм

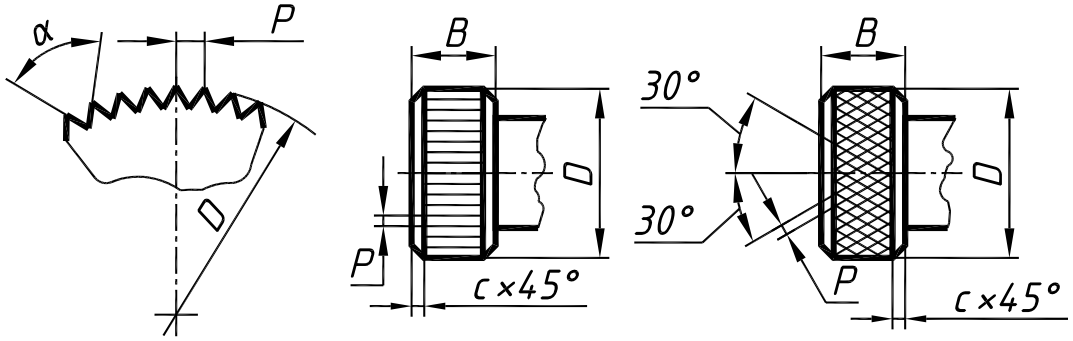


Легкая серия		Средняя серия		Тяжелая серия	
z×d×D	***b***	***z×d×D***	***b***	***z×d×D***	***b***
6×23×26	**6**	**6×11×14**	**3,0**	**10×16×20**	**2,5**
6×26×30	**6**	**6×13×16**	**3,5**	**10×18×23**	**3,0**
6×28×32	**7**	**6×16×20**	**4,0**	**10×21×26**	**3,0**
8×32×36	**6**	**6×18×22**	**5,0**	**10×23×29**	**4,0**
8×36×40	**7**	**6×21×25**	**5,0**	**10×26×32**	**4,0**
8×42×46	**8**	**6×23×28**	**6,0**	**10×28×35**	**4,0**
8×46×50	**9**	**6×26×32**	**6,0**	**10×32×40**	**6,0**
8×52×58	**10**	**6×28×34**	**7,0**	**10×36×45**	**5,0**
8×56×62	**10**	**8×32×38**	**6,0**	**10×42×52**	**6,0**
8×62×68	**12**	**8×36×42**	**7,0**	**10×46×56**	**7,0**
10×72×78	**12**	**8×42×48**	**8,0**	**16×52×65**	**5,0**
10×82×88	**12**	**8×46×54**	**9,0**	**16×56×65**	**5,0**
10×92×98	**14**	**8×52×60**	**10,0**	**16×62×72**	**6,0**

3.9. Рифления прямые и сетчатые

Таблица 3.53

Размеры рифлений (ГОСТ 21474-75), мм



Накатываемый диаметр D	Рифление прямое				Рифление косое сетчатое							
					Для цветных металлов и сплавов				Для стали			
	Ширина B				Ширина B				Ширина B			
	До 6	Св. 6 до 14	Св. 14 до 30	Св. 30	До 6	Св. 6 до 14	Св. 14 до 30	Св. 30	До 6	Св. 6 до 14	Св. 14 до 30	Св. 30
	Шаг P				Шаг P				Шаг P			
До 8	**0,5**	**0,5**	**0,5**	**0,5**	**0,6**	**0,6**	**0,6**	**0,6**	**0,6**	**0,6**	**0,6**	**0,6**
Св. 8 до 16	**0,6**	**0,6**	**0,6**	**0,6**	**0,6**	**0,6**	**0,6**	**0,6**	**0,8**	**0,8**	**0,8**	**0,8**
Св. 15 до 32	**0,6**	**0,8**	**0,8**	**0,8**	**0,6**	**0,8**	**0,8**	**0,8**	**0,8**	**1,0**	**1,0**	**1,0**
Св. 32 до 64	**0,6**	**0,8**	**1,0**	**1,0**	**0,6**	**0,8**	**1,0**	**1,0**	**0,8**	**1,0**	**1,2**	**1,2**
Св. 64 до 100	**0,8**	**0,8**	**1,0**	**1,2**	**0,6**	**0,8**	**1,0**	**1,2**	**0,8**	**1,0**	**1,2**	**1,6**

Примечания. 1. Величина фаски (c) принимается равной шагу (p).

2. Угол α=70° для поделочной стали (например, сталь 10);

α=70° для инструментальной стали (например, сталь У8);

α=70° для цветных металлов и сплавов (например, Л63);

3. В обозначениях рифлений указывают размер шага (p) и стандарт.

3.10. Нормальные размеры

Таблица 3.54

Нормальные диаметры общего назначения (ГОСТ 6636-69)

0,5	**3**	**11**	**21**	**35**	**52**	**78**	**105**	**155**	**210**	**310**	**410**
0,8	**3,5**	**12**	**22**	**36**	**55**	**80**	**110**	**160**	**220**	**320**	**420**
1	**4**	**13**	**23**	**38**	**58**	**82**	**115**	**165**	**230**	**330**	**430**
1,2	**4,5**	**14**	**24**	**40**	**60**	**85**	**120**	**170**	**240**	**340**	**440**
1,5	**5**	**15**	**25**	**42**	**62**	**88**	**125**	**175**	**250**	**350**	**450**
1,8	**6**	**16**	**26**	**44**	**65**	**90**	**130**	**180**	**260**	**360**	**460**
2	**7**	**17**	**28**	**45**	**68**	**92**	**135**	**185**	**270**	**370**	**470**
2,2	**8**	**18**	**30**	**46**	**70**	**95**	**140**	**190**	**280**	**380**	**480**
2,5	**9**	**19**	**32**	**48**	**72**	**98**	**145**	**195**	**290**	**390**	**490**
2,8	**10**	**20**	**34**	**50**	**75**	**100**	**150**	**200**	**300**	**400**	**500**

Примечание. Рекомендуется применять в первую очередь диаметры, оканчивающиеся на **0**, во вторую – на **5**, в третью – на **2** и **8**.

Таблица 3.55

Нормальные линейные размеры (ГОСТ 6636-69)

1,0	**1,05**	**1,1**	**1,15**	**1,2**	**1,3**	**1,4**	**1,5**	
1,6	**1,7**	**1,8**	**1,9**	**2,0**	**2,1**	**2,2**	**2,4**	
2,5	**2,6**	**2,8**	**3,0**	**3,2**	**3,4**	**3,6**	**3,8**	
4,0	**4,2**	**4,5**	**4,8**	**5,0**	**5,3**	**5,6**	**6,0**	
6,3	**6,7**	**7,1**	**7,5**	**8,0**	**8,5**	**9,0**	**9,5**	
10	**10,5**	**11**	**11,5**	**12**	**13**	**14**	**15**	
16	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**24**	
25	**26**	**28**	**30**	**32**	**34**	**36**	**38**	
40	**42**	**45**	**48**	**50**	**53**	**56**	**60**	
63	**67**	**71**	**75**	**80**	**85**	**90**	**95**	
100	**105**	**110**	**120**	**125**	**130**	**140**	**150**	
160	**170**	**180**	**190**	**200**	**210**	**220**	**240**	
250	**260**	**280**	**300**	**320**	**340**	**360**	**380**	
400	**420**	**450**	**480**	**500**	**530**	**560**	**600**	
630	**670**	**710**	**750**	**800**	**850**	**900**	**950**	**1000**

Примечание. При выборе размеров предпочтение следует отдавать числам, заключенным в прямоугольники, затем подчеркнутым двумя линиями, потом – одной линией и, наконец, не подчеркнутым.

Таблица 3.56

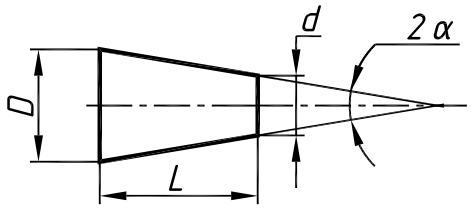
Нормальные углы (ГОСТ 8908-81)

1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд
0°				**10°**				**70°**
		15′			**12°**		**75°**	
	30′		**15°**					**80°**
		45′			**18°**			**85°**
	1°		**20°**			**90°**		
		1°30′			**22°**			**100°**
	2°				**25°**			**110°**
		2°30′	**30°**			**120°**		
	3°				**35°**			**135°**
	4°			**40°**				**150°**
5°			**45°**					**165°**

Окончание таблицы 3.56

1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд
	6°				**50°**			**180°**
	7°				**55°**			**270°**
	8°		**60°**					**360°**
		9°			**65°**			

Таблица 3.57



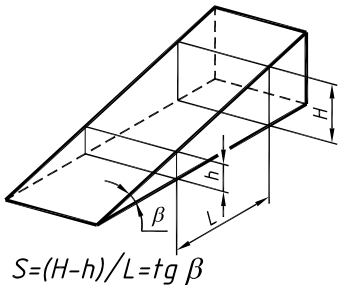
$C=(D-d)/L=2tg\,\alpha/2$

Нормальные конусности и углы конусов (ГОСТ Р 53440-2009)

Обозначение конуса		Конусность C		Угол конуса α
Ряд 1	Ряд 2	$(D-d)/L$	$2tg\alpha/2$	
1:500		**1:500**	**0,00200000**	**6′52,5″**
1:200		**1:200**	**0,00499999**	**17′11,3″**
1:100		**1:100**	**0,00999992**	**34′22,6″**
1:50		**1:50**	**0,01999933**	**1°08′45,2″**
	1:30	**1:30**	**0,03333025**	**1°54′34,9″**
1:20		**1:20**	**0,04998959**	**2°51′51,1″**
	1:15	**1:15**	**0,06664199**	**3°49′05,9″**
	1:12	**1:12**	**0,08328516**	**4°46′18,8″**
1:10		**1:10**	**0,09991679**	**5°43′29,3″**
	1:8	**1:8**	**0,12483762**	**7°09′09,6″**
	1:7	**1:7**	**0,14261493**	**8°10′16,4″**
	1:6	**1:6**	**0,16628246**	**9°31′38,2″**
1:5		**1:5**	**0,19933730**	**11°25′16,3″**
	1:4	**1:4**	**0,24870999**	**14°15′00,1″**
1:3		**1:3**	**0,33029735**	**18°55′28,7″**
30°		**1:1,86603**	**0,52359878**	**30°**
45°		**1:1,20711**	**0,78539816**	**45°**
60°		**1:0,86603**	**1,04719755**	**60°**
	75°	**1:0,65161**	**1,30899694**	**75°**
90°		**1:0,50000**	**1,57079633**	**90°**
120°		**1:0,28868**	**2,0943951**	**120°**

Таблица 3.58

Нормальные уклоны [1, с. 96]



Уклон S	Угол уклона β	
	угловые ед.	рад
1:100	**17′11″,3**	**0,0050000**
1:50	**34′22″,6**	**0,0099998**
1:20	**1°25′55″,5**	**0,0249948**
1:12	**2°23′09″,4**	**0,0416424**
1:10	**2°51′44″,7**	**0,0499584**
1:8	**3°34′34″,8**	**0,0624188**
1:7	**4°05′08″,2**	**0,0713074**
1:5	**5°42′38″,2**	**0,0996687**
1:4	**7°07′30″,1**	**0,1243550**
1:3	**9°27′44″,4**	**0,1651486**

4. ВЫПОЛНЕНИЕ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА. ЗАДАНИЕ №6

Соединение деталей в сборочные единицы, а затем в готовое изделие, выполняется по сборочным чертежам, которые входят в комплект рабочей документации и предназначены для производства. По этим чертежам выполняют сборочные работы, соединяют детали в сборочные единицы изделия, контролируют правильность сборки.

Сборочный чертеж – это изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу, обеспечивающее возможность сборки и контроля данного изделия.

Составление сборочных чертежей должно быть увязано с требованиями ГОСТ 2.109-73*.

Исходным материалом для выполнения сборочного чертежа служат рабочие чертежи деталей, составляющих сборочную единицу (кроме стандартизованных). Описание ее устройства, работы и порядка сборки. В описании сборочной единицы приведен перечень стандартизованных изделий с их условным обозначением, в которое входит номер стандарта. Чтобы правильно изобразить стандартное изделие на сборочном чертеже, следует обратиться к соответствующему стандарту. Выдержки из стандартов для наиболее распространенных деталей, с их изображениями, приведены далее в разделах 5 и 6. Наиболее полную информацию можно получить в работе [5]. Следует различать стандартизованные детали и детали «без чертежа», которые упомянуты в том же перечне. Например, «прокладка 70×70×2 кожа ГОСТ 21047-75» не является стандартным изделием, так как ГОСТ 21047-75 относится к материалу прокладки, а не к ее конструкции.

Сборочный чертеж должен содержать:

1) изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и осуществления сборки и контроля сборочной единицы;

2) размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу;

3) номера позиций составных частей, входящих в изделие;

4) указания о выполнении неразъемных соединений (сварных, паяных, клеевых и др.), а также указания о характере сопряжения и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивается при сборке (подбор деталей, их пригонка и т.п.);

5) габаритные размеры изделия;

6) установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры;

7) размеры и шероховатость поверхностей элементов изделия, получающиеся в результате обработки в процессе сборки или после нее (см. рис. 2.21).

4.1. Последовательность выполнения сборочного чертежа по чертежам деталей

1. Внимательно прочитать описание устройства, работы и порядок сборки сборочной единицы.

2. Прочитать чертежи всех деталей, входящих в сборочную единицу, т.е. мысленно представить форму и размеры каждой из них, ее место в сборочной единице, взаимодействие с другими деталями.

3. Выбрать необходимое число изображений, дающее полное представление о расположении каждой детали и способе соединения ее с другими деталями, входящими в состав сборочной единицы, соединяемых по данному чертежу.

Общее количество всех изображений сборочной единицы на сборочном чертеже должно быть всегда **наименьшим**, а в совокупности со спецификацией – достаточным для выполнения всех необходимых сборочных операций, совместной обработки (пригонки, регулирования составных частей) и контроля.

Главное изображение сборочной единицы должно давать наиболее полное представление о расположении и взаимной связи ее составных частей, соединяемых по данному сборочному чертежу.

Сборочные единицы на сборочных чертежах изображают в рабочем положении.

На сборочном чертеже изображают:

а) клапаны вентилей, насосов, двигателей, диски (клинья) задвижек – в положении «закрыто» для перемещения движущейся среды;

б) пробки пробковых кранов – в положении «открыто»;

в) домкраты в положении начала подъема груза;

г) тиски со сдвинутыми губками.

Плоскогранные детали (гайки, головки болтов и т. п.) на главном виде изображают с максимальным количеством граней.

Для показа внутренних (невидимых) контуров пользуются разрезами, сечениями и дополнительными видами. Не рекомендуется затемнять чертеж лишними линиями невидимого контура. Для симметричных проекций соединяют половину вида с половиной разреза. Для несимметричных сборочных единиц применяют простые, сложные и местные разрезы. При наличии нескольких одинаковых мест соединений резьбовыми изделиями или заклепками разрешается показывать одно из них, а остальные обозначать только осевой линией.

На сборочных чертежах для движущихся частей механизма дается их изображение в крайнем положении штрихпунктирными с двумя точками тонкими линиями по ГОСТ 2.303-68*. Допускается на сборочных чертежах показывать пограничные (соседние) изделия («обстановку»), причем в разрезах и сечениях «обстановку» обычно не штрихуют. Ее выполняют тонкой сплошной линией. Составные части изделия, расположенные за обстановкой, изображают как видимые.

4. Установить масштаб чертежа, формат листа, нанести рамку на поле чертежа и основную надпись. Следует помнить, что на формате *А2* основную надпись можно располагать как вдоль длинной стороны, так и вдоль короткой.

5. Произвести компоновку изображений, для этого вычислить габаритные размеры изделия и вычертить прямоугольники со сторонами, равными соответствующим габаритным размерам изделия. **Габаритными** называют размеры, определяющие предельные внешние очертания изделия.

6. Вычертить контур основной детали (корпуса, основания или станины).

Наметить необходимые разрезы, сечения, дополнительные изображения. Вычерчивание, рекомендуется вести одновременно на всех принятых основных изображениях.

7. Вычертить остальные детали в той последовательности, в которой собирают изделие по размерам, взятым с чертежей деталей. Порядок сборки дан в описании.

8. Тщательно проверить выполненный чертеж, обвести его и заштриховать сечения. Штриховку в разрезах для смежных деталей выполняют в соответствии с ГОСТ 2.306-68*, меняя угол штриховки (45°или 135°) или расстояние между линиями штриховки.

Сварное, паяное, клееное и другие изделия из однородного материала в сборке с другими изделиями в разрезах и сечениях штрихуют как монолитный предмет (в одну сторону) с изображением границ между частями такого изделия сплошными основными линиями.

Ряд деталей в разрезах показывают не рассеченными (т.е. их не штрихуют), например, гайки, шарики в продольном сечении, валы, шпонки, болты и др. Такие элементы, как спицы маховиков, шкивов, зубчатых колес, тонкие стенки типа ребер жесткости показывают не заштрихованными, если секущая плоскость направлена вдоль оси или длинной стороны такого элемента.

9. Нанести габаритные, установочные, присоединительные размеры и размеры крайних положений подвижных частей.

Установочными и **присоединительными** называют размеры, определяющие величины элементов, по которым данное изделие устанавливают на месте монтажа или присоединяют к другому изделию. При указании установочных и присоединительных размеров должны быть нанесены координаты расположения и размеры элементов, служащих для соединения с сопрягаемыми изделиями.

10. Нанести линии-выноски для номеров позиций.

11. Заполнить основную надпись по ГОСТ 2.104-2006.

12. На отдельных форматах (*А4*) составить спецификацию.

13. Проставить номера позиций деталей на сборочном чертеже согласно спецификации.

14. Указать технические требования при необходимости применения сварки, склейки, пайки или использовании масел. Обозначения сварки, склейки, пайки и примерные технические требования при применении этих способов соединения деталей, приведены в работах [1, с. 282 и 3, с. 65].

4.2. Условности и упрощения, допускаемые при выполнении сборочного чертежа

Все условности и упрощения ГОСТ 2.305-2008 необходимо использовать при выполнении сборочных чертежей.

На изображениях сборочной единицы допускается не показывать:

а) мелкие конструктивные элементы на поверхностях деталей: фаски, кольцевые проточки для выхода режущего инструмента, рифления и т.п. (рис. 4.1, поз. 35);

б) крышки, щитки, маховики и другие детали, если необходимо показать на чертеже закрытые ими составные части сборочной единицы.

В таких случаях над изображениями деталей делают надпись, например: «*Крышка поз. 4 не показана*», «*Маховик поз. 12 снят*».

Изделия, расположенные за винтовой пружиной, изображенной лишь сечениями витков, изображают до зоны, условно закрывающей эти изделия и определяемой осевыми линиями сечений витков (рис. 4.1, поз. 5).

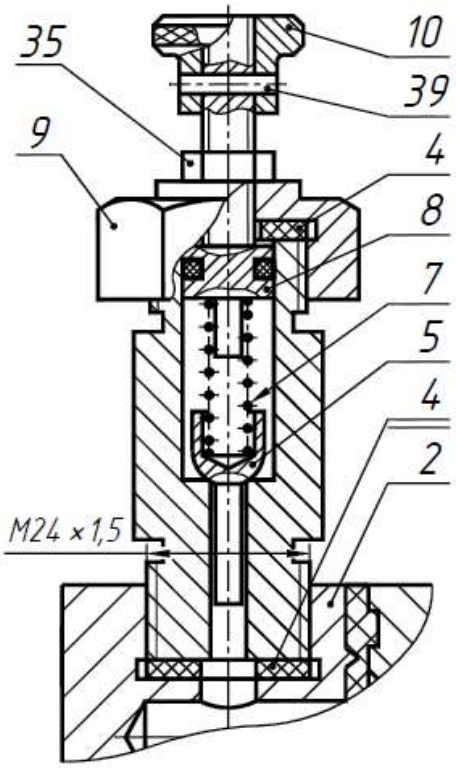


Рис. 4.1

4.3. Основные надписи

В соответствии с ГОСТ 2.104-2006 на всех конструкторских документах (как чертежах, так и текстовых документах, пояснительных записках и т.п.) применяется одна из трех форм основных надписей. Основные надписи выполняются линиями по ГОСТ 2.303-68.

На рис. 2.2 приведены форма и размеры основной надписи, применяемой для чертежей и схем (форма 1). В графах основной надписи (номера граф на формах показаны в скобках) указывают:

в графе *1* – наименование изделия в именительном падеже в единственном числе (например, «Кран разобщительный»);

в графе *2* – обозначение документа по ГОСТ 2.201-80. Для учебного сборочного чертежей рекомендуется следующая структура обозначения:

П-310.06.02.02.000СБ

П – институт; *310* – номер группы; *06* – номер задания; *02* – номер варианта; *02* – номер узла; *000* – место для указания номера детали (заполняют только на чертеже детали); *СБ* – код сборочного чертежа.

в графе *3* – обозначение материала детали (заполняют только на чертежах деталей);

в графе *4* – наименование предприятия (учебного заведения и кафедры);

в графе **лист** – порядковый номер листа (если лист один, то графу не заполняют);

в графе **листов** – общее количество листов документа (указывают только на первом листе);

в графе **масштаб** – масштаб изображения (например, *1:2*);

в графе **разработал** – фамилия студента;

в графе **проверил** – фамилия преподавателя, принявшего чертеж.

На рис. 4.2 приведена основная надпись для чертежей. На рис. 4.3 приведена основная надпись для первых листов спецификаций и текстовых документов (форма *2*). На рис. 4.4 представлена основная надпись для последующих листов спецификаций (форма *2а*).

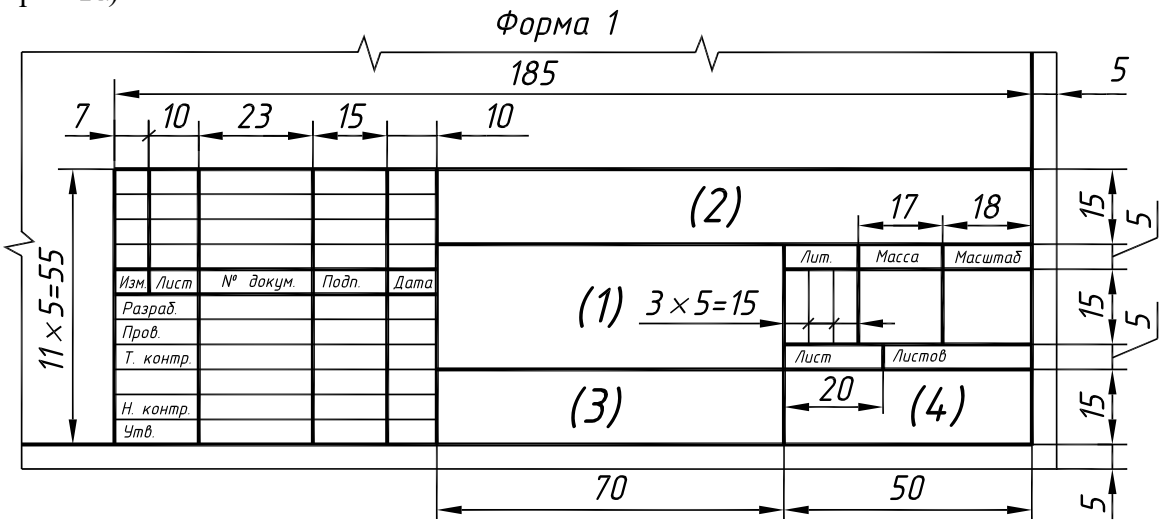


Рис. 4.2

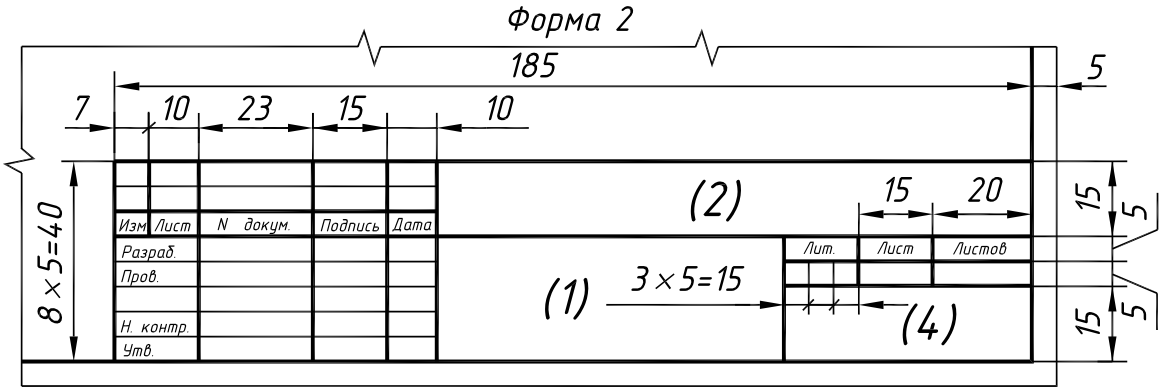


Рис. 4.3

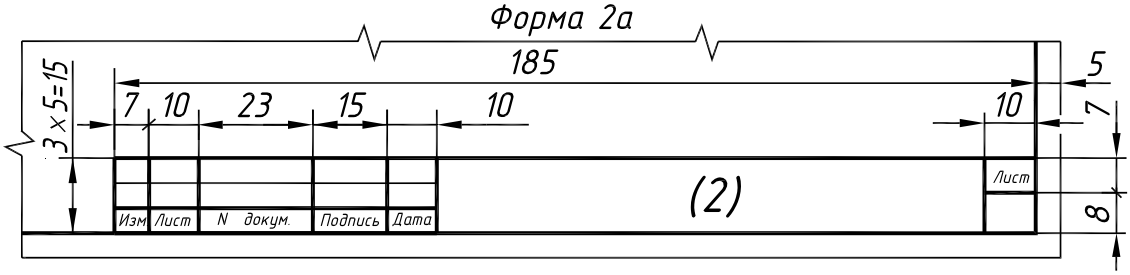


Рис. 4.4

4.4. Спецификация

Сборочный чертеж должен иметь спецификацию – перечень всех деталей с их краткой характеристикой. Спецификация является основным конструкторским документом. Определяет состав сборочной единицы. Спецификацию выполняют на отдельных листах формата *А4* (рис. 4.5, рис. 4.6). Форма и порядок заполнения спецификации установлены ГОСТ Р 2.106-2019 (взамен ГОСТ 2.106-96).

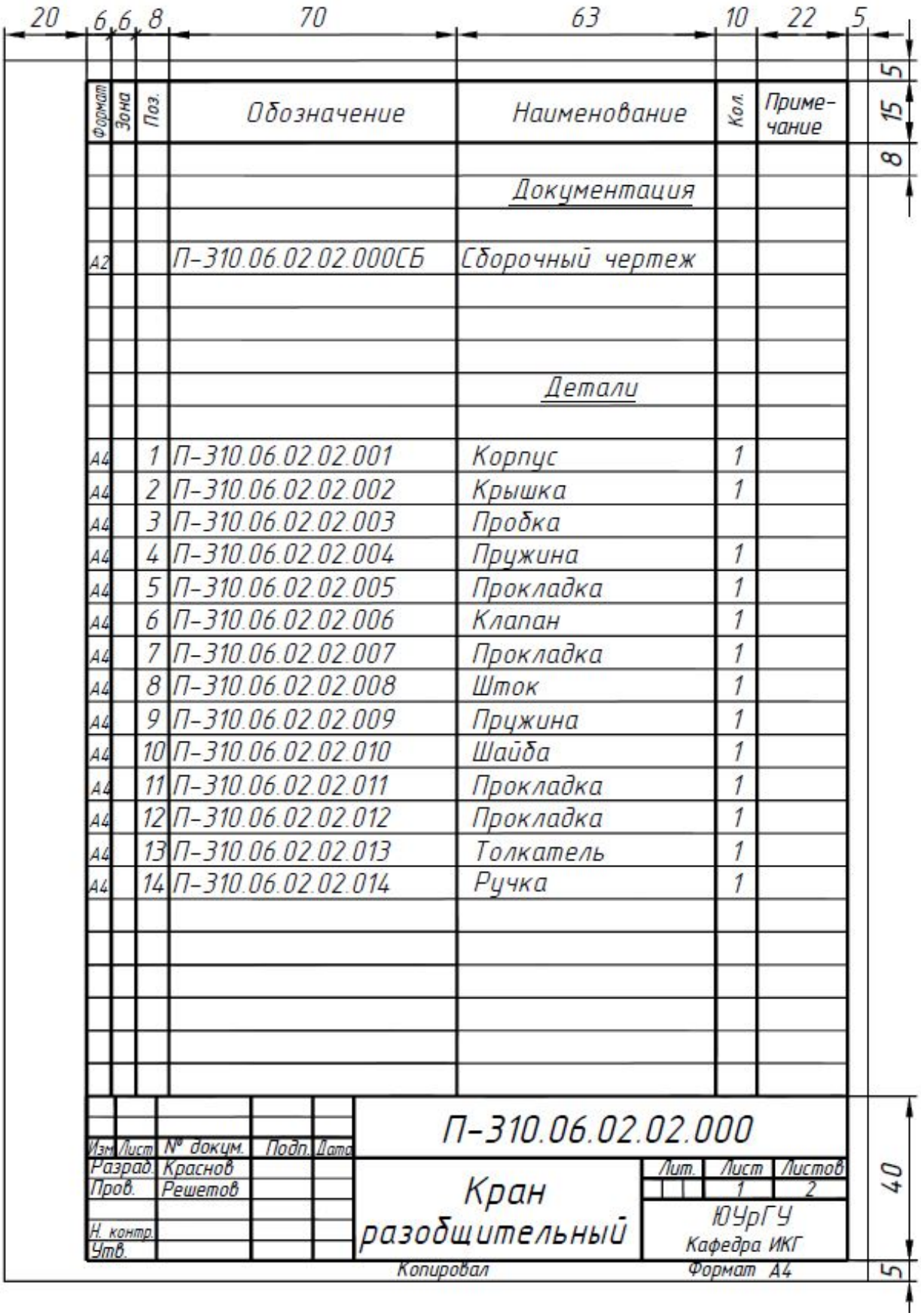

20 6 6 8 70 63 10 22 5
5 15 8 40 5
Формат | Зона | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Приме-чание
Документация
А2 П-310.06.02.02.000СБ Сборочный чертеж
Детали
А4 1 П-310.06.02.02.001 Корпус 1
А4 2 П-310.06.02.02.002 Крышка 1
А4 3 П-310.06.02.02.003 Пробка
А4 4 П-310.06.02.02.004 Пружина 1
А4 5 П-310.06.02.02.005 Прокладка 1
А4 6 П-310.06.02.02.006 Клапан 1
А4 7 П-310.06.02.02.007 Прокладка 1
А4 8 П-310.06.02.02.008 Шток 1
А4 9 П-310.06.02.02.009 Пружина 1
А4 10 П-310.06.02.02.010 Шайба 1
А4 11 П-310.06.02.02.011 Прокладка 1
А4 12 П-310.06.02.02.012 Прокладка 1
А4 13 П-310.06.02.02.013 Толкатель 1
А4 14 П-310.06.02.02.014 Ручка 1
П-310.06.02.02.000
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
Разраб. Краснов
Пров. Решетов
Н. контр.
Утв.
Кран разобщительный
Лит. Лист Листов
1 2
ЮУрГУ
Кафедра ИКГ
Копировал
Формат А4

Рис. 4.5

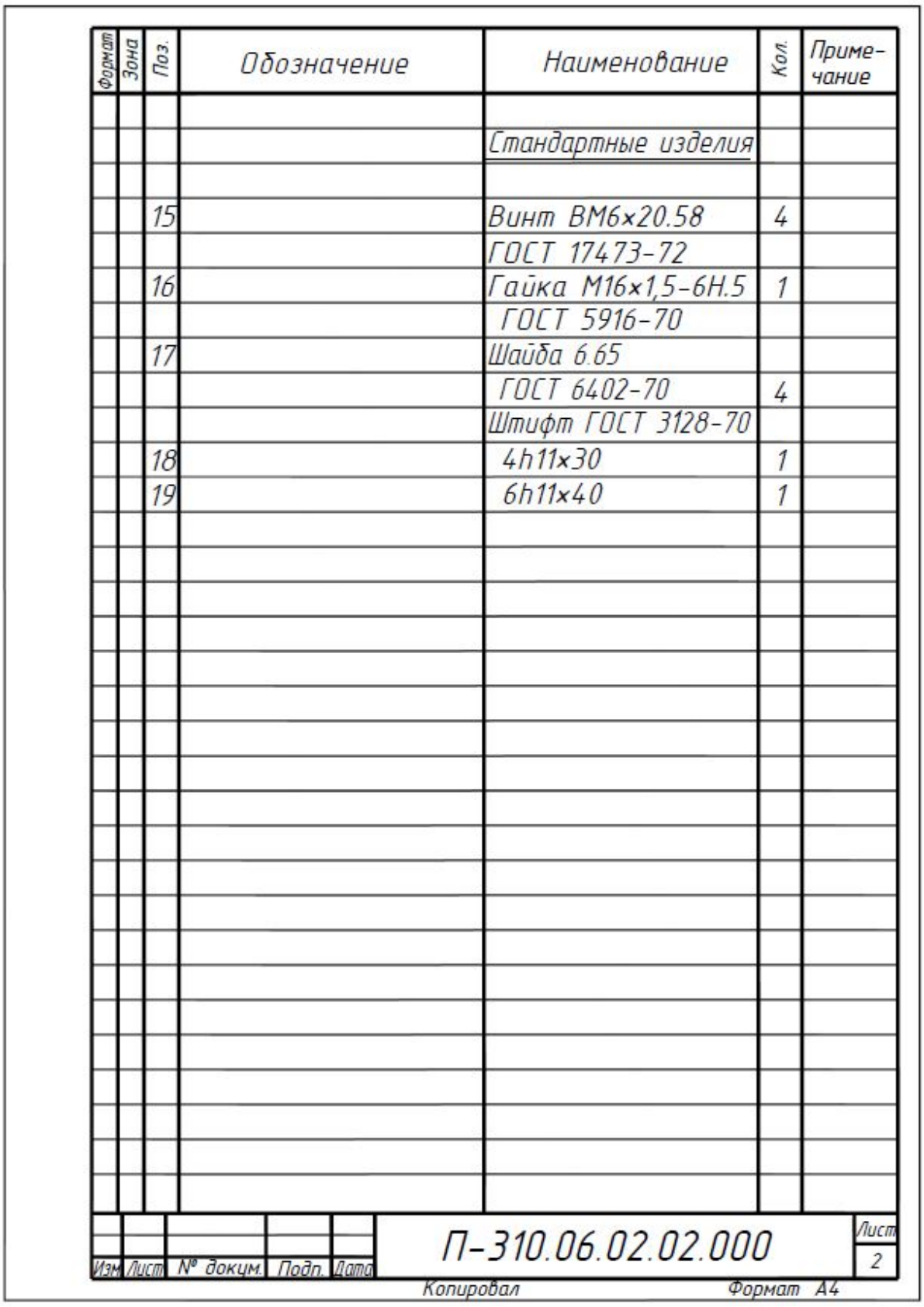


Рис. 4.6

Заглавный (первый) лист спецификации имеет основную надпись по форме «2» (см. рис. 4.3), а последующие листы – по форме «2а» (см. рис. 4.4) (ГОСТ 2.104-2006).

Спецификация состоит из разделов, которые располагаются в следующей последовательности:

– документация;
– комплексы;
– сборочные единицы;
– детали;
– стандартные изделия;
– прочие изделия;
– материалы;
– комплекты.

Наличие их определяется составом изделия.

В спецификацию для учебных сборочных чертежей, как правило, входят следующие разделы:

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

Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивается тонкой линией. Ниже каждого заголовка оставляется одна свободная строка, выше – не менее одной свободной строки.

В раздел «Документация» вносят конструкторские документы на сборочную единицу. В этот раздел в учебных чертежах вписывают «Сборочный чертеж».

В разделы «Сборочные единицы» и «Детали» вносят наименования тех составных частей сборочной единицы, на которые выпущены рабочие чертежи и наименования деталей без чертежей (*БЧ*).

В раздел «Стандартные изделия» записывают изделия, примененные по стандартам:

– межгосударственным;
– государственным;
– отраслевым.

В пределах каждой категории стандартов запись производят по группам изделий, объединенных по их функциональному назначению (например, крепежные изделия, подшипники и т.п.). В пределах каждой группы в алфавитном порядке наименований изделий. В пределах каждого наименования – в порядке возрастания обозначений стандартов, а в пределах каждого обозначения стандартов – в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия. Например:

Болт ГОСТ 7798-70
М8-8g×20.58
М8-10g×30.58
М16-8g×45.58
Винт ГОСТ 1491-80
М6-8g×9.46
М6-8g×12.46 и т.д.

В раздел «Материалы» вносят все материалы, непосредственно входящие в оборочную единицу. Материалы записывают по видам в следующей последовательности:

пластмассы и пресс-материалы;
резиновые и кожевенные материалы;
лаки, краски, нефтепродукты.

В пределах каждого вида материалы записывают в алфавитном порядке наименований материалов, а в пределах каждого наименования – по возрастанию размеров и других параметров.

В раздел «Материалы» не записывают материалы, необходимое количество которых не может быть определено конструктором по размерам элементов изделия и вследствие этого устанавливается технологом. К таким материалам относят: лаки, краски, клей, смазки, припои, электроды. Указание о применении таких материалов дают в технических требованиях на поле чертежа.

Графы спецификации заполняют следующим образом.

В графе «Формат» указывают обозначение формата документов, обозначение которых записывают в графе «Обозначение». Для документов, записанных в разделах «Стандартные изделия» и «Материалы», графу «Формат» не заполняют.

Для деталей, на которые не выпущены чертежи, в графе «Формат» указывают *БЧ*.

В графе «Поз.» указывают порядковый номер составной части сборочной единицы в последовательности их записи в спецификации.

В разделе «Документация» графу «Поз.» не заполняют.

В графе «Обозначение» указывают обозначение составной части сборочной единицы, например: *П-310.06.02.02.005*, где

П – институт; *310* – номер группы; *06* – номер задания;

02 – номер варианта; *02* – номер узла; *005* – номер детали.

В разделах «Стандартные изделия» и «Материалы» графу «Обозначение» не заполняют.

В графе «Наименование» указывают наименование составной части сборочной единицы. Все наименования пишут в именительном падеже единственного числа. Наименование деталей, как правило, однословное. Если же оно состоит из двух слов, то вначале пишут имя существительное, например: «Колесо зубчатое», «Гайка накидная». Наименование стандартных изделий должно полностью соответствовать их условным обозначениям, установленным соответствующим стандартом, например:

Болт М12×1,25-8g ×30. 48 ГОСТ 7798-74.

В графе «Кол.» указывают количество составных частей, записываемых в спецификацию (сборочных единиц, деталей) на одно изделие; в разделе «Материалы» – общее количество материалов на одно изделие с указанием единиц измерения. Можно единицы величин записывать в графе «Примечание» в непосредственной близости от графы «Кол.».

После каждого раздела спецификации допускается оставлять несколько свободных строк для дополнительных записей. Допускается резервировать и номера позиций.

4.5. Номера позиций

На сборочном чертеже все составные части сборочной единицы нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации. Номера позиций наносят на полках линий-выносок, проводимых от изображений составных частей согласно ГОСТ 2.109-73 и ГОСТ 2.316-2008.

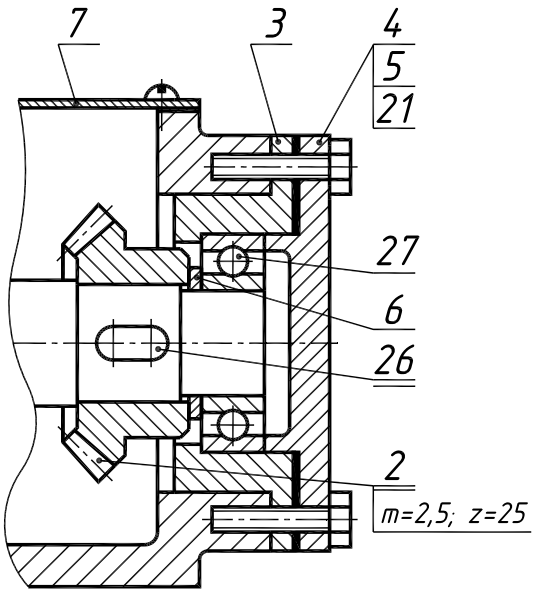


Рис. 4.7

Один конец линии-выноски, пересекающий линию контура, заканчивается точкой, другой – полкой (рис. 4.7). Линии-выноски и полки проводят сплошной тонкой линией. Линии-выноски не должны быть параллельны линиям штриховки и не должны пересекаться между собой и с размерными линиями. Полки линий-выносок располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группируют в колонку или строчку на одной линии.

Номера позиций наносят на чертежах, как правило, один раз на том изображении, где составная часть изделия представлена наиболее полно. При необходимости допускается для повторяющихся составных частей сборочной единицы повторять номера позиций. Повторяющиеся номера позиций выделяют двойной полкой (см. рис. 4.7, поз. *26*).

Размер шрифта номеров позиций должен быть в два размера больше, чем размер шрифта, принятого для размерных чисел на том же чертеже.

Допускается делать общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций:

а) для группы крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления;

б) для группы деталей с отчетливо выраженной взаимосвязью при невозможности подвести линию-выноску к каждой составной части. В этих случаях линию-выноску отводят от одной из деталей, составляющих группу, и номер этой детали указывают первым (см. рис. 4.7, поз. *4*, *5*, *21*). На выносках от зубчатых колес, червяков, реек указывают основные данные (модуль, число зубьев). Их записывают на дополнительных полках, присоединенных к основной (см. рис. 4.7, поз. *2*).

4.6. Указания о выполнении неразъемных соединений

Согласно ГОСТ 2.109-73, сборочный чертеж должен содержать указания о выполнении неразъемных соединений: **сварных, паяных, клеевых, соединений развальцовкой, кернением** и др.

Сварные соединения

Существует много видов сварки и способов их осуществления. Например: ручная дуговая (ГОСТ 5264-80), автоматическая и полуавтоматическая под флюсом (ГОСТ 11533-75), дуговая сварка в защитном газе (ГОСТ 14771-76), контактная сварка (ГОСТ 15878-79) и др. Подробнее см. ГОСТ 19521-74.

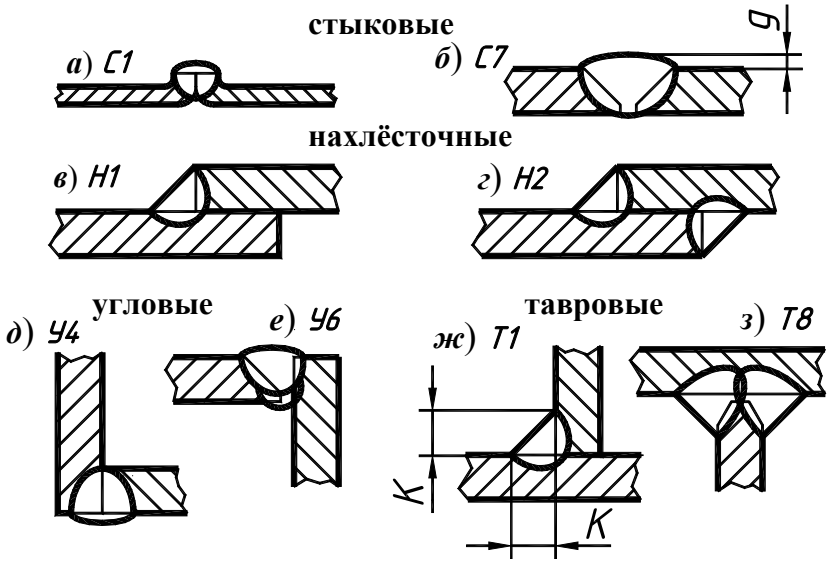


Рис. 4.8

Сварные соединения подразделяют на: **стыковые** (рис. 4.8, ***а***, ***б***), **нахлёсточные** (***в***, ***г***), **угловые** (***д***, ***е***), **тавровые** (***ж***, ***з***). Их обозначают первыми буквами – **С**, **Н**, **У**, **Т**, соответственно. Кромки свариваемых деталей могут быть подготовлены: с отбортовкой (***а***), без скосов (***в***, ***г***, ***д***, ***ж***), со скосом одной кромки (***е***), со скосом обеих кромок (***б***), с двумя симметричными скосами одной кромки (***з***) и др. Шов может быть односторонним (***и***, ***б***, ***в***, ***д***, ***ж***) и двусторонним (***г***, ***е***, ***з***). На чертежах к буквенному обозначению добавляют цифровые: **С1**, **С2**, **С3,**…; **Н1**, **Н2**, **Н3**,…; **У1**, **У**2, **У3**, …; **Т1**, **Т2**, **Т3**,..., характеризующее вид подготовки кромок и интервал толщины свариваемых деталей. Например, рис. 4.8: ***а*** – стыковое соединение с отбортовкой кромок – **С1** (толщина свариваемых листов 1...4 мм); ***б*** – то же со скосом обеих кромок – **С7** (толщина 3...60 мм).

На рис.4.8, ***в*** представлено нахлесточное соединение без скоса кромок – **Н1** (толщина 2...60 мм), шов односторонний; ***г*** – нахлесточное соединение такое же, но шов двухсторонний – **Н2**; ***д*** – угловое соединение без скоса кромок – **У4** (толщина листов 1...30 мм) и т.д. Подробные сведения см. ГОСТ 5264-80.

В условном обозначении шва могут быть применены следующие знаки (рис. 4.9): № 1 – при выполнении шва по замкнутой линии; № 2 – при выполнении шва по незамкнутой линии; № 3 – если требуется усиление шва (*g*) снять механической обработкой (рис. 4.9, ***б***); № 4 – когда требуется наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу; № 5 – когда требуется показать размер катета (*K*) поперечного сечения шва (рис. 4.9, ***ж***) в нахлёсточном и тавровом соединениях; № 6 – для прерывистого шва с цепным расположением провариваемых участков с указанием длины провариваемого участка и шага; № 7 – для прерывистого шва с шахматным расположением провариваемых участков; № 8 – когда сварку осуществляют на монтаже изделия.

Знаки выполняют тонкими линиями. Высота знака одинакова с высотой цифр, входящих в обозначение шва.

№ знака	1	2	3	4	5	6	7	8
Знак								

Рис. 4.9

В условное обозначение шва может быть включено буквенное обозначение способа сварки. Например, сварку автоматическую обозначают *А*, полуавтоматическую – *П* (ГОСТ 11533-75), контактную точечную – *Кт*, шовную – *Кш* (ГОСТ 15878-79), сварка в инертных газах неплавящимся электродом без присадочного материала – *ИН*, в углекислом газе плавящимся электродом – *УП* (ГОСТ 14771-76) и др.

Условное обозначение стандартных сварных соединений, согласно ГОСТ 2.312-72, наносится по схеме (рис. 4.10): **1** – место нанесения знаков № 1 и 8; **2** – обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений; **3** – буквенно-цифровое обозначение шва; **4** – условное обозначение способа сварки; **5** – знак и размер катета; **6** – для прерывистого шва размер длины провариваемого участка – знак № 6 или № 7 и размер шага; **7** – знак снятия усиления шва или плавного перехода или знак № 2 и параметр шероховатости обработанного шва; **8** – место указания номера и количества одинаковых швов.

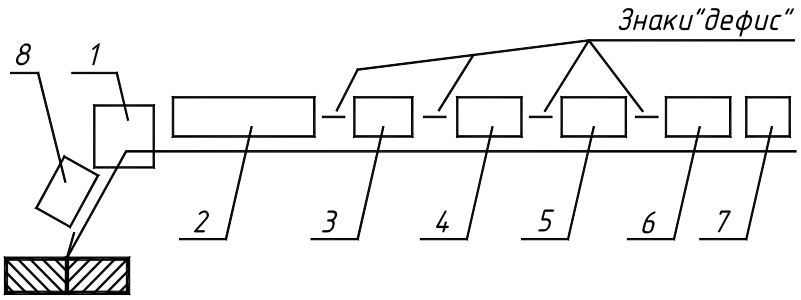


Рис. 4.10

В зависимости от условий сварки из условного обозначения могут быть исключены те или иные его структурные составляющие.

Согласно ГОСТ 2.312-72 видимые швы сварных соединений независимо от способа сварки условно изображаются сплошной основной линией, а невидимые – штриховой (рис. 4.11).

На рис. 4.11, ***а*** изображена форма поперечного сечения швов, условное обозначение которых *Т1* и *Н1*.

Условное обозначение шва наносят на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва с лицевой стороны или под полкой линии-выноски, проводимой от оборотной стороны (рис. 4.11, ***б***). (За лицевую сторону одностороннего шва принимают сторону, с которой производят сварку). Линию-выноску начинают односторонней стрелкой.

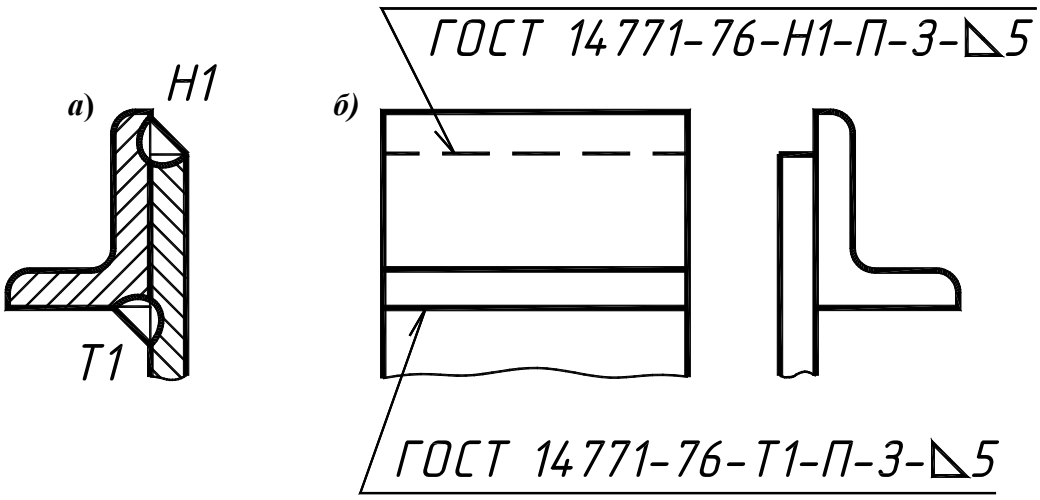


Рис. 4.11

На рис. 4.11, ***б*** приведены обозначения швов, выполненных электродуговой полуавтоматической сваркой в защитном газе плавящимся электродом ГОСТ 14771-76 нахлесточного соединения (верхний шов) и таврового соединения (нижний шов). Величина катета обоих швов – 5 мм.

На рис. 4.12 приведен фрагмент сборочного чертежа предохранительной муфты. Втулка (поз. *2*) приварена к цилиндру (поз. *3*) ручной дуговой сваркой. Соединение угловое (*У2*), катет шва – 8 мм.

Фланец (поз. *7*) приварен к цилиндру (поз. *3*) также ручной дуговой сваркой. Соединение нахлёсточное (*Н1*), катет шва – 6 мм. В обоих случаях сварка по замкнутому контуру.

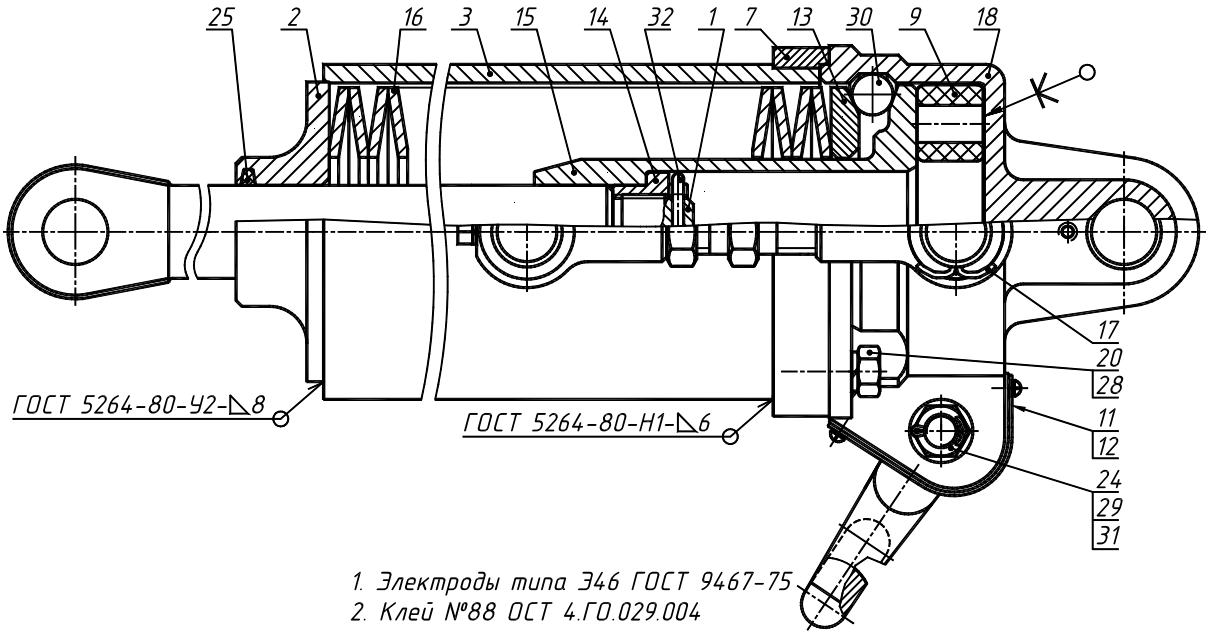


Рис. 4.12

Запись в технических требованиях «Электроды типа Э46 ГОСТ 9467-75» определяет прочностные характеристики сварочных материалов.

Соединения пайкой и склеиванием

Основные типы и параметры паяных соединений устанавливает ГОСТ 19249-73. Условное изображение и обозначение соединений, получаемых пайкой и склеиванием устанавливает ГОСТ 2.313-82. Как в том, так и в другом случаях место соединения на видах и разрезах изображают сплошной линией толщиной **2S** (рис. 4.14). В отличие от сварных соединений расположение паяных и клееных швов указывают на чертежах линией-выноской с двусторонней стрелкой. На линии-выноске ставят знак пайки (рис. 4.13, ***а***) или склейки (рис. 4.13, ***б***), выполняемый основными линиями. На рис. 4.14, ***а*** приведено обозначение паяного соединения. На рис. 4.14, ***в*** приведено соединение клеевое.

Рис. 4.13

Шов, выполняемый по замкнутой линии, обозначают окружностью диаметром 3…5 мм, выполняемой тонкой линией. В случае необходимости на изображении паяного соединения указывают размеры шва и обозначение шероховатости поверхности (рис. 4.14, ***б***).

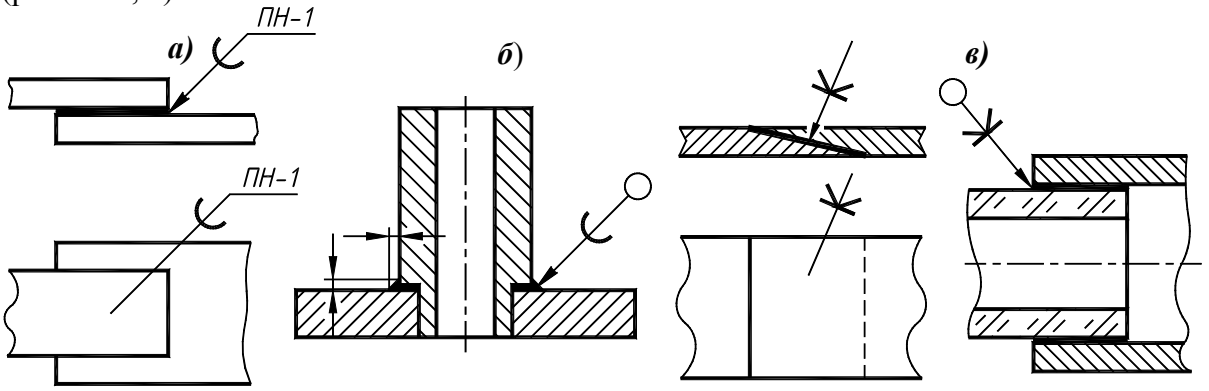


Рис. 4.14

На рис. 4.15 приведены некоторые типы паяных соединений и их условные обозначения.

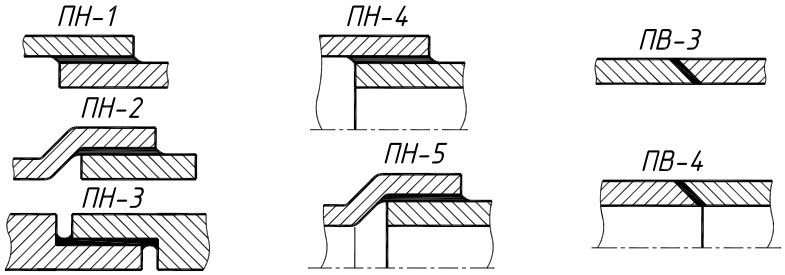


Рис. 4.15

На рис. 4.16 приведены примеры обозначений паяных соединений на сборочных чертежах.

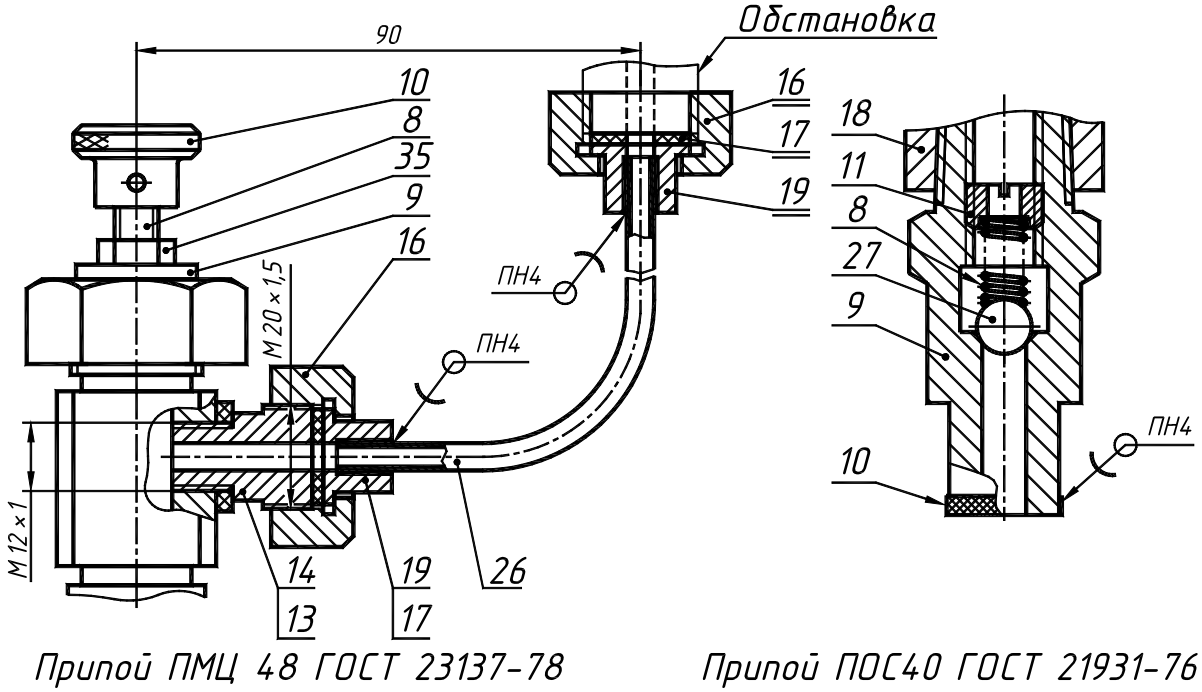


Рис. 4.16

В условном обозначении шва паяного соединения указывают буквенно-цифровое обозначение типа, размеры сечения и длину шва. Пример условного обозначения паяного шва нахлёсточного *ПН-1*, толщиной 0,05 мм, шириной 10 мм и длиной шва 150 мм:

ПН-1 0,05×10×150 ГОСТ 19249-73

На рис. 4.12 резиновое кольцо (поз. 9) приклеено к стальной крышке (поз. 18). В технических требованиях чертежа указана марка клея.

Марки припоев и клеев, их применение и назначение можно найти в [6, с. 207; 2, с. 277].

Обозначение припоя или клея (клеящего вещества) приводят в технических требованиях чертежа записью по типу:

ПОС40 ГОСТ 21931-76 или *Клей БФ2 ГОСТ 12172-2016.*

5. КРЕПЕЖНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

К крепежным изделиям относят болты, шпильки, гайки, винты, шайбы, шплинты и штифты. С их помощью осуществляются неподвижные разъемные соединения деталей машин и механизмов. Подробные сведения об обозначении резьбовых изделий и наносимых на них знаках приведены в ГОСТ 1759.0-87, ГОСТ Р 52627-2006, ГОСТ Р 52628-2006.

Конструктивные размеры болтов, гаек, винтов и шайб, необходимые для их вычерчивания, даны в табл. 5.1–5.19.

5.1. Болты

Для соединения деталей со сквозными отверстиями наиболее широко применяют **болты с шестигранной головкой**, повышенной, нормальной и грубой точности (классов точности *A*, *B*, *C*), с нормальной или уменьшенной головкой, с крупным или мелким шагом резьбы, выпускаемые в нескольких исполнениях. Конструктивные исполнения болтов с шестигранной головкой приведены на рис. 5.1.

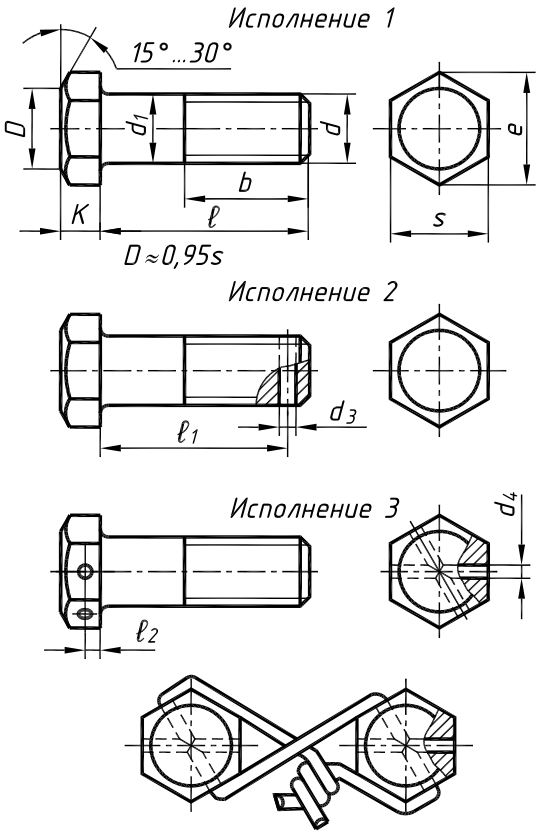


Рис. 5.1

Исполнение 1 – без отверстий в стержне и головке.

Исполнение 2 – с отверстием в стержне под шплинт.

Исполнение 3 – с двумя отверстиями в головке для стопорения проволокой.

Конструкция болтов **с шестигранной головкой** общего назначения и их основные размеры установлены в следующих стандартах:

с нормальной головкой класса точности *B* – ГОСТ 7798-70 (для d = 6…48 мм),

класса точности *A* – ГОСТ 7805-70 (для d = 1,6…48 мм);

с уменьшенной головкой класса точности B – ГОСТ 7796-70, (для d = 8…48 мм),

класса точности *A* – ГОСТ 7808-70;

с уменьшенной головкой и направляющим подголовком

класса точности *B* – ГОСТ 7795-70,

класса точности *A* – ГОСТ 7811-70 (для d = 6…48 мм).

Диаметры гладких (сквозных) отверстий в деталях для прохода болтов следует выбирать из табл. 3.24. Размеры отверстий в стержнях (под шплинт) и головках (под проволоку) болтов с шестигранной головкой приведены в табл. табл. 5.1.

Таблица 3.1

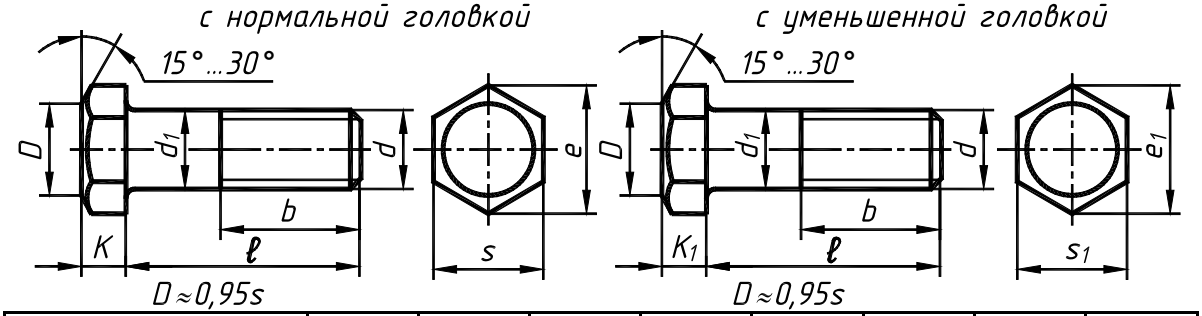
Размеры отверстий в стержнях и головках болтов с шестигранной головкой, мм

Диаметр резьбы, *d*	6	8	10	12	16	20	24
d_3	**1,6**	**2,0**	**2,5**	**3,2**	**4,0**	**4,0**	**5,0**
d_4	**2,0**	**2,5**	**3,2**	**3,2**	**4,0**	**4,0**	**4,0**
ℓ_2	**2,0**	**2,8**	**3,5**	**4,0**	**5,0**	**6,5**	**7,5**
$\ell-\ell_1$	**2,5**	**4,0**	**4,0**	**5,0**	**6,0**	**6,0**	**8,0**

Основные размеры болтов классов точности *A* и *B* с нормальной головкой (ГОСТ 7805-70 и ГОСТ 7798-70) и с уменьшенной головкой (ГОСТ 7808-70 и ГОСТ 7796-70) приведены в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Размеры болтов с шестигранной головкой классов точности *A* и *B* (ГОСТ 7805-70, ГОСТ 7798-70, и ГОСТ 7808-70, ГОСТ 7796-70,), мм



Номинальный диаметр резьбы, *d*		5	6	8	10	12	16	20	24
Шаг резьбы	крупный	0,8	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5	3,0
	мелкий	–	–	1,0	1,25	1,25	1,5	1,5	2,0
Размер «под ключ»	*s*	10,0	10,0	13,0	17,0	19,0	24,0	30,0	36,0
	s_1	–	–	12,0	14,0	17,0	22,0	27,0	32,0
e	класс *B*	–	10,9	14,2	18,7	20,9	26,2	33,0	39,6
	класс *A*	8,8	11,1	14,4	18,9	21,1	26,8	33,5	40,0
e_1		–	–	13,2	15,5	18,9	24,5	30,2	35,8
Высота головки	*K*	3,5	4,0	5,5	7,0	8,0	10,0	13,0	15,0
	K_1	–	–	5,0	6,0	7,0	9,0	11,0	13,0

Пример условного обозначения болта исполнения *1* (не указывают) диаметром резьбы *d = 10* мм с крупным шагом (не указывают), с полем допуска *8g*, длиной *25* мм, класса прочности *5.8* без покрытия:

Болт М10-8g×25.58 ГОСТ 7798-70

Класс точности (в данном примере *B*) и размеры головки (в данном примере – нормальной) определены номером стандарта. Если заменить в приведенном обозначении ссылку на ГОСТ 7798-70 ссылкой, например на ГОСТ 7808-70, то она определит такой же болт, в том же исполнении, но повышенной точности (класса *A*) и с уменьшенной головкой (размером под ключ).

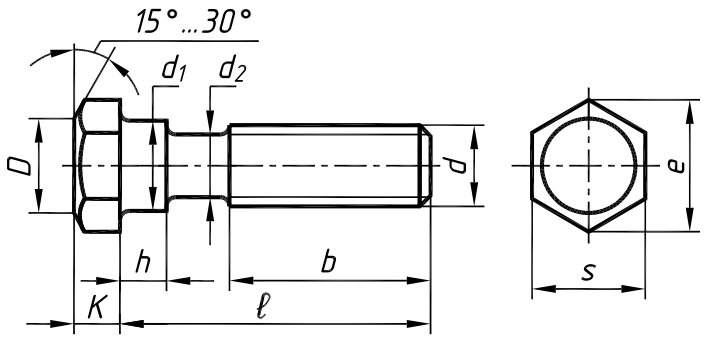
Пример условного обозначения болта класса точности *B*, исполнения *3* (с двумя отверстиями в головке для стопорения проволокой), с уменьшенной головкой, с диаметром резьбы *d = 8* мм с крупным шагом (*1,25* мм), с полем допуска *8g*, длиной *30* мм, класса прочности *5.8* с химическим окисным покрытием, пропитанным маслом толщиной *12* мкм: *Болт 3М8-8g×30.58.0512 ГОСТ 7796-70*

Пример условного обозначения болта класса точности *A*, исполнения *2* (с отверстием в стержне под шплинт), с нормальной головкой, с диаметром резьбы *d = 16* мм с мелким шагом *p = 1,5* мм, с полем допуска *6g*, длиной *60* мм, класса прочности *3.6* без покрытия: *Болт 2М16×1,5-8g×60.36 ГОСТ 7805-70*

В табл. 5.3 приведены некоторые размеры болтов с уменьшенной головкой и направляющим подголовком класса точности *A* (ГОСТ 7811-70) и класса точности *B* (ГОСТ 7795-70).

Таблица 5.3

Размеры болтов с уменьшенной головкой и направляющим подголовком класса точности *A* – ГОСТ 7811-70, класса точности *B* – ГОСТ 7795-70, мм



$D \approx 0{,}95s$ $d_2 \approx$ средний диаметр резьбы

Номинальный диаметр резьбы, *d*		6	8	10	12	16	20	24
Шаг резьбы	крупный	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5	3,0
	мелкий	–	1,0	1,25	1,25	1,5	1,5	2,0
Диаметр подголовка d_1		6	8	10	12	16	20	24
Высота подголовка *h*, не менее		3	4	5	6	8	10	12
Размер «под ключ», *s*		10,0	12,0	14,0	17,0	22,0	27,0	32,0
Диаметр описанной окружности *e*, не менее	класс *A*	11,0	13,2	15,5	18,9	24,5	30,1	35,7
	класс *B*	10,9	13,1	15,3	18,7	23,9	29,6	35,0
Высота головки *K*		4,0	5,0	6,0	7,0	9,0	11,0	13,0

Пример условного обозначения болта класса точности А, исполнения *1*, с уменьшенной головкой и направляющим подголовком, с диаметром резьбы $d = 20$ мм с крупным шагом (*2,5* мм), с полем допуска *8g*, длиной *170* мм, класса прочности *5.8* без покрытия:

Болт М20-8g×170.58 ГОСТ 7811-70

Таблица 5.4

Длина болтов с шестигранной головкой классов точности *A* и *B*, мм

ℓ	M6		M8		M10		M12		M16		M20		M24	
	ℓ_1	*b*	ℓ_1	*b*	ℓ_1	*b*	ℓ_1	*b*	ℓ_1	*b*	ℓ_1	*b*	ℓ_1	*b*
8	–	*	–	*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10	–	*	–	*	–	*	–	–	–	–	–	–	–	–
12	–	*	–	*	–	*	–	–	–	–	–	–	–	–
14	10	*	–	*	–	*	–	*	–	–	–	–	–	–
16	12	*	12	*	–	*	–	*	–	–	–	–	–	–
20	16	*	16	*	16	*	15	*	–	*	–	–	–	–
25	21	18	21	*	21	*	20	*	19	*	–	*	–	–
30	26	18	26	22	26	*	25	*	24	*	24	*	–	–
35	31	18	31	22	31	26	30	*	29	*	29	*	28	*
40	36	18	36	22	36	26	35	30	34	*	34	*	33	*
45	41	18	41	22	41	26	40	30	39	38	39	*	38	*

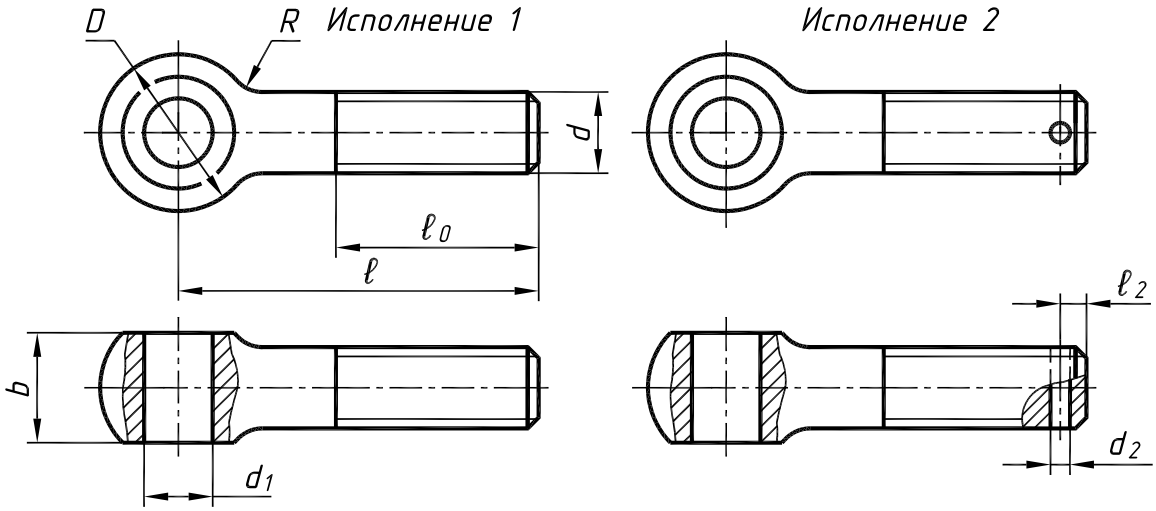
Окончание таблицы 5.4

ℓ	M6		M8		M10		M12		M16		M20		M24	
	ℓ_1	b	ℓ_1	b	ℓ_1	b	ℓ_1	b	ℓ_1	b	ℓ_1	b	ℓ_1	b
50	**46**	**18**	**46**	**22**	**46**	**26**	**45**	**30**	**45**	**38**	**44**	*	**43**	*
55	**51**	**18**	**51**	**22**	**51**	**26**	**50**	**30**	**50**	**38**	**49**	**46**	**48**	*
60	**56**	**18**	**56**	**22**	**56**	**26**	**55**	**30**	**55**	**38**	**54**	**46**	**53**	*
65	**61**	**18**	**61**	**22**	**61**	**26**	**60**	**30**	**60**	**38**	**59**	**46**	**58**	**54**
70	**66**	**18**	**66**	**22**	**66**	**26**	**65**	**30**	**65**	**38**	**64**	**46**	**63**	**54**
75	**71**	**18**	**71**	**22**	**71**	**26**	**70**	**30**	**70**	**38**	**69**	**46**	**68**	**54**
80	**76**	**18**	**76**	**22**	**76**	**26**	**75**	**30**	**75**	**38**	**74**	**46**	**73**	**54**
90	**86**	**18**	**86**	**22**	**86**	**26**	**85**	**30**	**85**	**38**	**84**	**46**	**83**	**54**
100	–	–	**96**	**22**	**96**	**26**	**95**	**30**	**95**	**38**	**94**	**46**	**93**	**54**
110	–	–	–	–	**106**	**26**	**105**	**30**	**105**	**38**	**104**	**46**	**103**	**54**
120	–	–	–	–	**116**	**26**	**115**	**30**	**115**	**38**	**114**	**46**	**113**	**54**

Примечание. Знаком * отмечены болты с резьбой на всей длине стержня.

Таблица 5.5

Болты откидные (ГОСТ 3033-79), мм



d	$\ell(\ell_0)$	D	d_1	b	R	d_2	ℓ_2
6	**32(16); 40(25); 45, 50, 55(30); 60, 65, 70(35)**	**12**	**5**	**8**	**5**	**1,6**	**2,5**
8	**36(20); 40(25); 45, 50(30); 55, 60, 65(35); 70(40); 75, 80(45)**	**14**	**6**	**10**	**5**	**2,0**	**3,5**
10	**40(25); 45, 50(30); 55(35); 60, 65(40); 70, 75, 80; 85(45); 90, 95(55); 100(65)**	**18**	**8**	**12**	**6**	**2,0**	**3,5**
12	**45(30); 50, 55(35); 60, 65(40); 70, 75(45), 80, 85(50); 90, 95(60); 100(65)**	**20**	**10**	**14**	**8**	**2,0**	**3,5**

Примечание. ГОСТ 3033-79 предусматривает третье исполнение – «болт с вилкой». Диаметры резьбы стержней откидных болтов от 5 до 36 мм см. [1, с. 216].

Пример условного обозначения откидного болта класса точности *B*, исполнения *1*, диаметром резьбы d =10 мм, крупным шагом, полем допуска резьбы *8g* длиной ℓ = 45 мм, класса прочности *5.8* без покрытия:

Болт B.M10-8g×45.58 ГОСТ 3033-79

То же, класса точности *C*, исполнения *2*, диаметром резьбы *d* =10 мм, крупным шагом, полем допуска резьбы *8g* длиной *ℓ*=60 мм, класса прочности *3.6*, с цинковым хроматированным покрытием толщиной 12 мкм:

Болт С.2М10-8g×60.36.0112 ГОСТ 3033-79

На сборочных чертежах соединения крепежными деталями, как правило, изображают упрощено. На учебных чертежах изображение болтового соединения обычно строят по относительным размерам, являющимся функциями диаметра резьбы (рис. 5.2, ***а***) и округляемым при расчетах до целых чисел. На рис. 5.2, ***б*** приведено упрощенное изображение болтового соединения с корончатой гайкой и шплинтом. На нем не показаны фаски, зазоры между стержнем болта и отверстием, резьба изображена по всей длине стержня, корончатая гайка изображена как прорезная [2, с. 259].

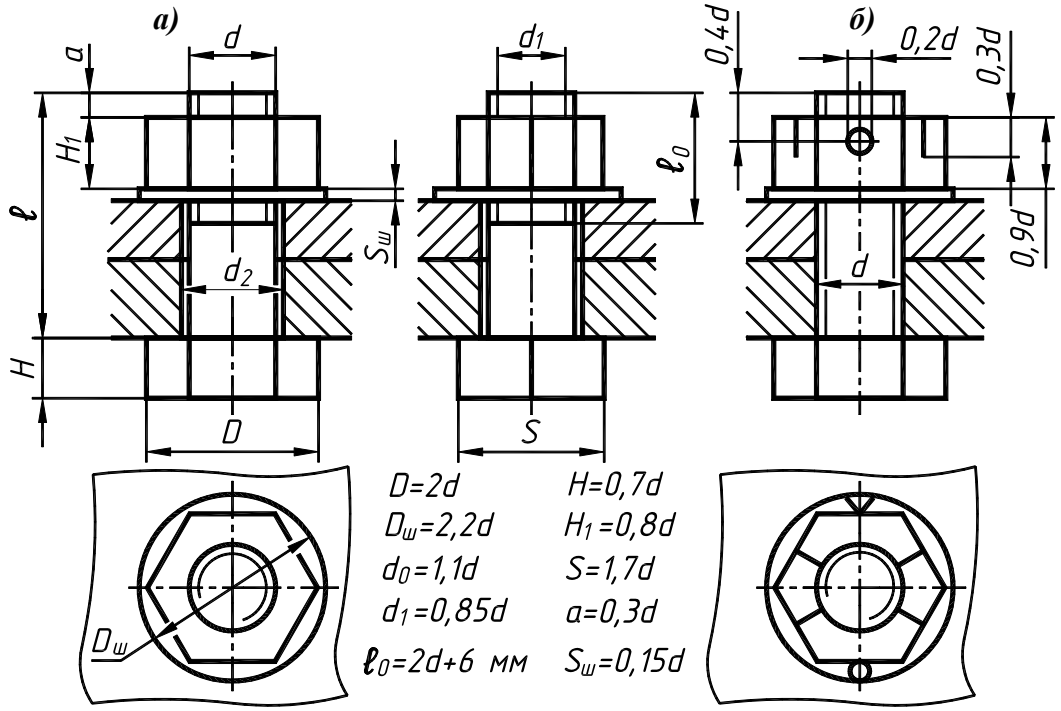


Рис. 5.2

5.2. Винты

Винты для металла подразделяют на **крепежные** общего назначения и **установочные**. Винты чаще всего имеют в головке шлицы прямые (исполнение *1*) или крестообразные (исполнение *2*), предусмотренные под отвертку.

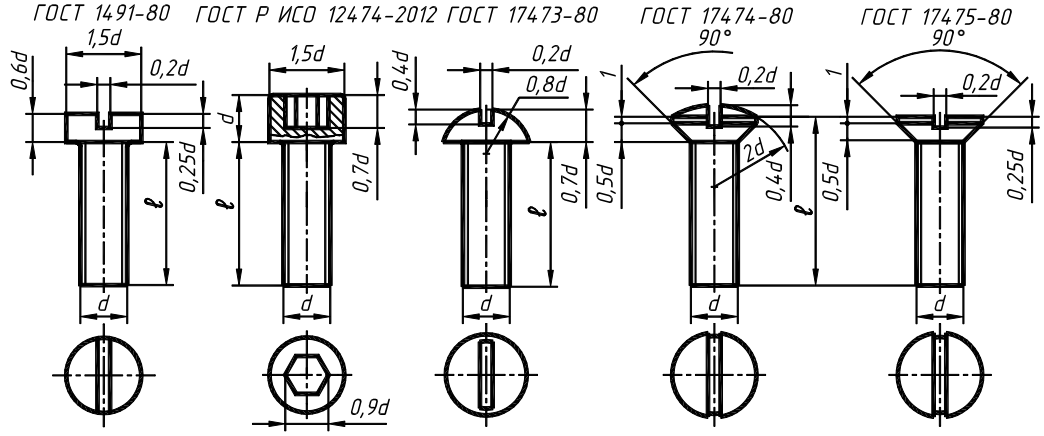


Рис. 5.3

Имеются винты с шестигранным углублением в головке «под ключ» [3, с. 37; 6, с. 142]. На рис. 5.3 приведены наиболее широко применяемые крепежные винты. Номер стандарта определяет форму головки крепежного винта.

У винтов с потайной головкой (ГОСТ 17475-80) и полупотайной (ГОСТ 17474-80) головкой, размер длины ℓ включает высоту головки (см. рис. 5.3). На сборочных чертежах головки винтов вычерчивают по относительным размерам, причем шлицы изображают линией толщиной 2**S**. Пример условного обозначения винта с цилиндрической головкой класса точности *A* диаметром резьбы $d = 6$ мм с полем допуска *8g*, длиной *12* мм, класса прочности *5.8* без покрытия: *Винт А.М6-8g×12.58 ГОСТ 1491-80*

Пример условного обозначения винта с потайной головкой, класса точности *B*, исполнения *2*, диаметром резьбы $d = 10$ мм с полем допуска *6g*, длиной *25* мм, класса прочности *4.6*, с химическим окисным покрытием, пропитанным маслом толщиной *12* мкм: *Винт В.2М10-6g×25.46.0512 ГОСТ 17475-80*

В обозначении винтов указывают класс точности, так как каждый упомznутый стандарт содержит данные на винты обоих классов.

Винты установочные могут иметь различную форму головки и конца. Винты установочные с коническим (ГОСТ 1476-93), плоским (ГОСТ 1477-93), цилиндрическим (ГОСТ 1478-93) и засверленным (ГОСТ 1479-93) концом приведены на рис. 5.4. Размеры этих винтов приведены в табл. 5.6.

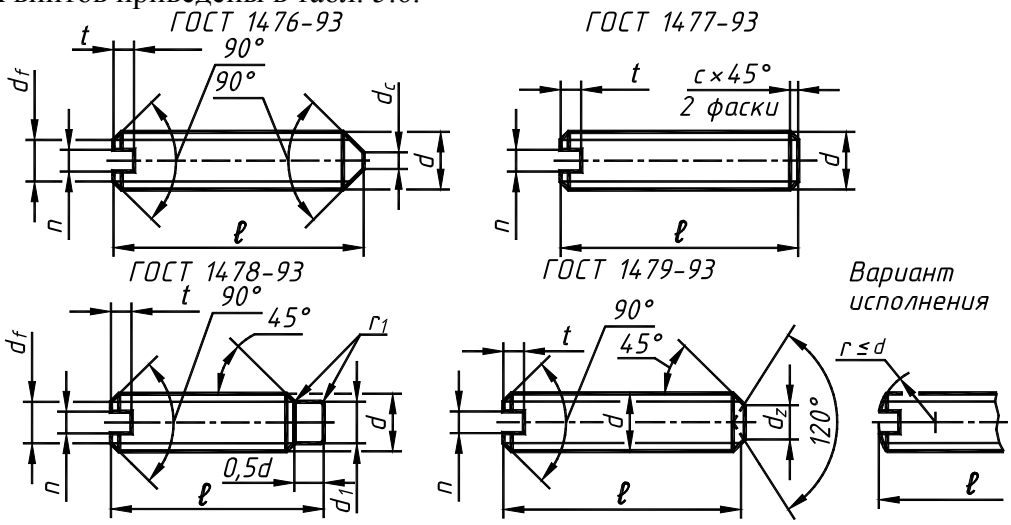


Рис. 5.4

Таблица 5.6

Винты установочные с коническим, плоским, цилиндрическими концами и прямым шлицем классов точности *A* и *B* (ГОСТ 1476-93, ГОСТ 1477-93 и ГОСТ 1478-93), мм

Диаметр резьбы d	3	4	5	6	8	10	12
Шаг резьбы P	0,5	0,7	0,8	1,0	1,25	1,5	1,75
n	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0
t	1,0	1,4	1,6	2,0	2,5	3,0	3,5
d_c	0,3	0,4	0,5	1,5	2,0	2,5	3,0
c	0,5	0,5	1,0	1,0	1,6	1,6	1,6
d_1	2,0	2,5	3,5	4,0	5,5	7,0	8,5
r_1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6
d_z max	1,4	2,0	2,5	3,0	5,0	6,0	8,0
ℓ	3…16	6…20	8…25	8…30	10…40	12…50	12…60

Примечание. Размер ℓ в указанных пределах брать из ряда: **3; 4; 5; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60.**

Пример условного обозначения установочного винта с цилиндрическим концом класса точности *B* диаметром резьбы d =10 мм с полем допуска *6g*, длиной 25 мм, класса прочности *22H* без покрытия:

Винт М10-6g×25.22Н ГОСТ 1478-93

То же, класса точности *A*, класса прочности *45H*, из стали *40Х*, с химическим окисным покрытием, пропитанным маслом толщиной 12 мкм:

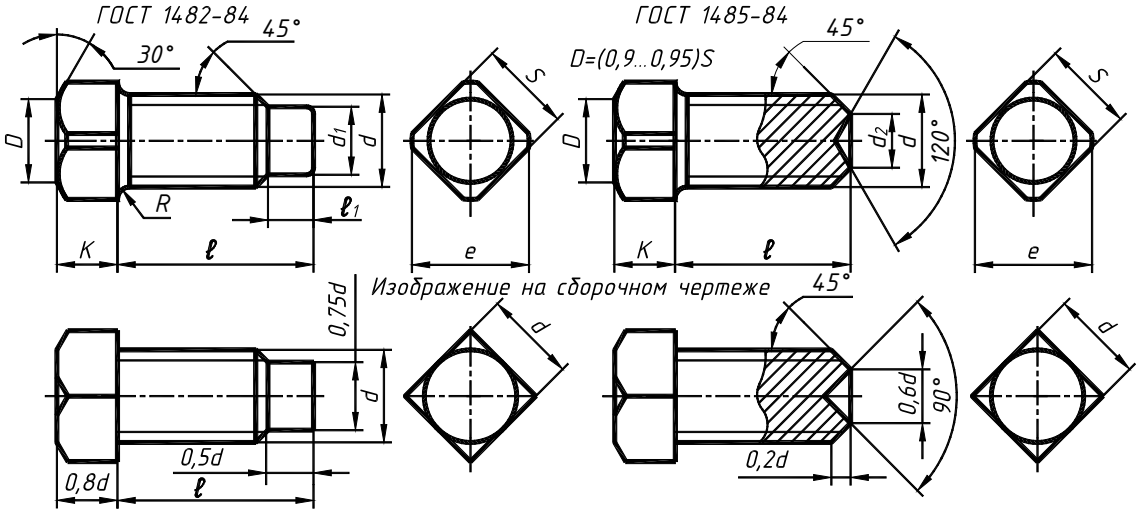
Винт А.М10-6g×25.45Н.40Х.0512 ГОСТ 1478-93

Номер стандарта определяет форму головки и исполнение конца установочного винта.

В табл. 5.7 приведены размеры установочных винтов с квадратной головкой и цилиндрическим концом (ГОСТ 1482-84) и с засверленным концом (ГОСТ 1485-84).

Таблица 5.7

Винты установочные с квадратной головкой (ГОСТ 1482-84 и ГОСТ 1485-84), мм



Диаметр резьбы, d	Шаг резьбы		s	K	e	d_1	d_2	R	ℓ_1	ℓ
	крупный	мелкий								
6	**1,00**	**–**	**7**	**6**	**9**	**4,5**	**3**	**0,4**	**3,0**	**12…35**
8	**1,25**	**1,00**	**8**	**7**	**10**	**6,0**	**5**	**0,4**	**4,0**	**14…40**
10	**1,50**	**1,25**	**10**	**8**	**13**	**7,5**	**6**	**0,5**	**4,5**	**16…50**
12	**1,75**	**1,25**	**12**	**10**	**16**	**9,0**	**8**	**0,6**	**6,0**	**20…60**
16	**2,00**	**1,50**	**17**	**14**	**22**	**12,0**	**10**	**0,8**	**7,5**	**25…80**

Примечание. Длину ℓ в указанных пределах выбирают из ряда: **12**, **14**, **16**, **20**, **25**, **30**, **35**, **40**, **45**, **50**, **55**, **60**, **65**, **70**, **75**, **80** [1, с. 228].

Пример условного обозначения винта установочного с квадратной головкой и засверленным концом класса точности *B*, диаметром резьбы d=8 мм, с крупным шагом, полем допуска резьбы *8g* длиной ℓ = 14 мм, класса прочности *4.6* без покрытия: *Винт ВМ8-8g×14.46 ГОСТ 1485-85*

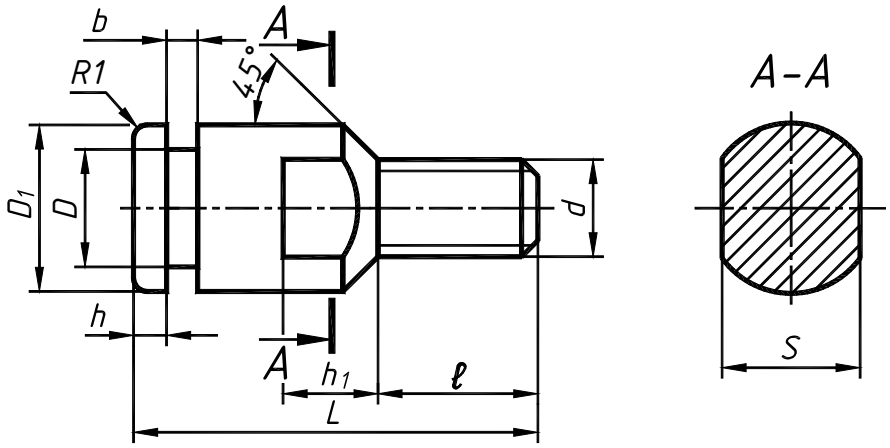
Пример условного обозначения винта установочного с квадратной головкой и цилиндрическим концом класса точности *B*, диаметром резьбы d = 8 мм, с крупным шагом, полем допуска резьбы *8g* длиной ℓ=12 мм, класса прочности *5.6*, с цинковым хроматированным покрытием (*01*) толщиной *12* мкм:

Винт ВМ8-8g×12.56.0112 ГОСТ 1482-84

Винты с канавкой для пружин растяжения (ГОСТ 12199-66) изготавливают из стали марки 45 по ГОСТ 1050-2013, с метрической резьбой по ГОСТ 24705-2004. Поле допуска резьбы – *6g* по ГОСТ 16093-2004. Размеры сбегов и фасок для резьбы по ГОСТ 10549-80. Их конструкция и основные размеры приведены в табл. 5.8.

Таблица 5.8

Винты с канавкой для пружин растяжения (ГОСТ 12199-66), мм



Обозначения винтов	*D*	D_1	*d*	*L*	*r*	*b*	*h*	h_1	*ℓ*	*S*
7009-0161	**4,5**	**6**	**M4**	**16**	**0,3**	**1,0**	**1,6**	**4**	**8**	**5**
7009-0162	**5,5**	**8**	**M5**	**20**	**0,3**	**1,2**	**2,0**	**5**	**10**	**7**
7009-0163	**7,0**	**10**	**M6**	**25**	**0,3**	**1,6**	**2,0**	**6**	**12**	**10**
7009-0164	**9,0**	**12**	**M8**	**32**	**0,5**	**2,0**	**2,5**	**8**	**16**	**10**
7009-0165	**9,0**	**12**	**M10**	**32**	**0,5**	**2,0**	**2,5**	**8**	**16**	**10**
7009-0166	**11,0**	**16**	**M10**	**40**	**0,8**	**2,5**	**3,0**	**10**	**20**	**14**
7009-0167	**11,0**	**16**	**M12**	**40**	**0,8**	**2,5**	**3,0**	**10**	**20**	**14**
7009-0168	**14,0**	**20**	**M12**	**50**	**0,8**	**3,2**	**4,0**	**12**	**20**	**17**
7009-0169	**18,0**	**25**	**M16**	**60**	**0,8**	**4,0**	**5,0**	**16**	**25**	**22**

Пример условного обозначения винта с канавкой для пружин растяжения диаметром *D* = 4,5 мм, *d* = M4:

Винт 7009-0161 ГОСТ 12199-66

5.3. Гайки

По форме гайки выполняют: шестигранными, с нормальным и уменьшенным размером «под ключ», прорезными и корончатыми, круглыми шлицевыми, колпачковыми и др.

Размеры некоторых круглых шлицевых гаек по ГОСТ 11871-88 приведены в табл. 3.47. Резьба для стандартных гаек применяется метрическая с крупным и мелким шагом. Гайки выпускают повышенной, нормальной и грубой точности (классов точности *A*, *B* и *C* соответственно).

Наиболее распространены гайки шестигранные, выпускаемые в трех исполнениях:
исполнение 1 – с двумя фасками,
исполнение 2 – с одной фаской,
исполнение 3 – с одной фаской и выступом (рис. 5.5).

По высоте гайки выполняют:
нормальной высоты,
низкие,
высокие и ***особо высокие*** (применяют, когда их приходится часто завинчивать).

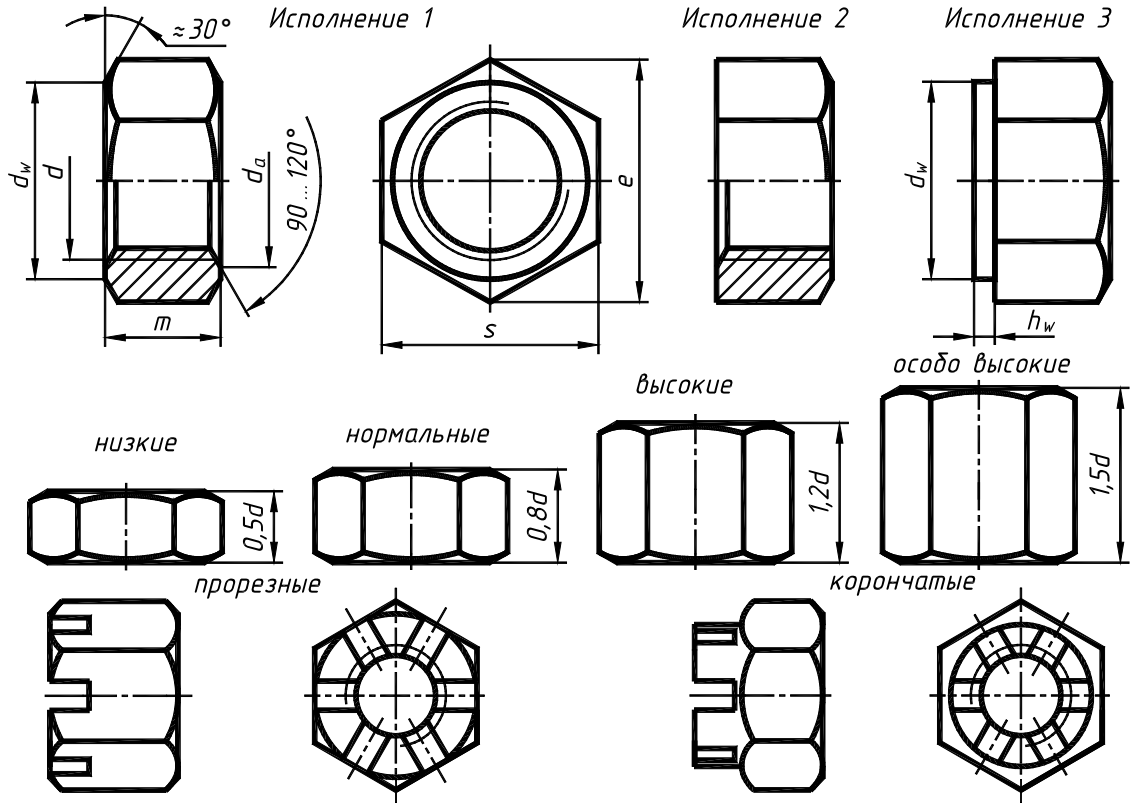


Рис. 5.5

В табл. 5.9 приведены стандарты на наиболее распространенные гайки.

Таблица 5.9

Гайки

Тип гайки		ГОСТ
Гайки шестигранные низкие:	**класс точности *B***	5916-70
	класс точности *A*	5929-70
Гайки шестигранные:	**класс точности *B***	5915-70
	класс точности *A*	5927-70
	класс точности *C*	15526-70
Гайки шестигранные высокие:	**класс точности *B***	15523-70
	класс точности *A*	15524-70
Гайки шестигранные особо высокие:	**класс точности *B***	15525-70
	класс точности *A*	5931-70
Гайки шестигранные с уменьшенным размером «под ключ»:		
	класс точности *B*	15521-70
	класс точности *A*	2524-70
Гайки шестигранные низкие с уменьшенным размером «под ключ»:		
	класс точности *B*	15522-70
	класс точности *A*	2526-70
Гайки шестигранные прорезные и корончатые:		
	класс точности *B*	5918-73
	класс точности *A*	5932-73

Размеры некоторых шестигранных гаек класса точности *B* нормальных по ГОСТ 5915-70 и низких по ГОСТ 5916-70 приведены в табл. 5.10. Более подробную информацию см. [1, с. 243].

Таблица 5.10

Гайки шестигранные класса точности *B* нормальные (ГОСТ 5915-70) и низкие (ГОСТ 5916-70) (см. рис. 5.5), мм

Резьба *d*		**4**	**5**	**6**	**8**	**10**	**12**	**14**	**16**	**18**	**20**	**24**	**30**
Шаг резьбы	крупный	0,7	0,8	1,0	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	3	3,5
	мелкий	–	–	–	1,0	1,25	1,25	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2
s		**7**	**8**	**10**	**13**	**17**	**19**	**22**	**24**	**27**	**30**	**36**	**46**
e		**7,5**	**8,6**	**10,9**	**14,2**	**18,7**	**20,9**	**22,8**	**26,2**	**29,6**	**33,0**	**39,6**	**50,9**
m	ГОСТ 5915-70	**3,2**	**4,0**	**5,0**	**6,5**	**8**	**10**	**12**	**13**	**15**	**16**	**19**	**24**
	ГОСТ 5916-70	**2,2**	**2,7**	**3,2**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**12**	**15**

Пример условного обозначения гайки нормальной исполнения *1* (не указывается), класса точности *B*, диаметром резьбы *d* = 8 мм, с крупным шагом (не указывается), полем допуска резьбы *7H*, класса прочности *5* без покрытия:

Гайка М8-7Н.5 ГОСТ 5915-70

Пример условного обозначения гайки низкой исполнения *2*, класса точности *B*, диаметром резьбы *d* = 8 мм, с крупным шагом, полем допуска резьбы *7H*, класса прочности *5* с покрытием *05* толщиной *12* мкм:

Гайка 2М8-7Н.5.0512 ГОСТ 5916-70

В приведенных примерах класс точности *B* и конструктивные особенности (нормальная или низкая) определяются номером стандарта.

Размеры некоторых шестигранных гаек класса точности *A*, нормальных, по ГОСТ 5927-70 и с уменьшенным размером «под ключ» по ГОСТ 2524-70 приведены в табл. 5.11.

Таблица 5.11

Гайки шестигранные класса точности А нормальные (ГОСТ 5927-70) и с уменьшенным размером «под ключ» (ГОСТ 2524-70) (см. рис. 5.5), мм

Резьба *d*		**6**	**8**	**10**	**12**	**16**	**20**	**24**	**30**
Шаг резьбы	крупный	1,0	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5
	мелкий	–	1,0	1,25	1,25	1,5	1,5	2	2
S	ГОСТ 5927-70	**10**	**13**	**17**	**19**	**24**	**30**	**36**	**46**
	ГОСТ 2524-70	**–**	**12**	**14**	**17**	**22**	**27**	**32**	**41**
e	ГОСТ 5927-70	**11,1**	**14,3**	**18,9**	**21,1**	**26,8**	**33,5**	**40**	**51,3**
	ГОСТ 2524-70	**–**	**13,2**	**15,5**	**18,9**	**24,5**	**30,2**	**35,8**	**45,9**
Высота гаек *m*		**5,0**	**6,5**	**8**	**10**	**13**	**16**	**19**	**24**

Пример условного обозначения гайки нормальной исполнения *1* (не указывается), класса точности *A*, диаметром резьбы *d* = 12 мм, с мелким шагом (1,25 мм), полем допуска резьбы *6H*, класса прочности *5* без покрытия:

Гайка М12×1,25-6Н.5 ГОСТ 5927-70

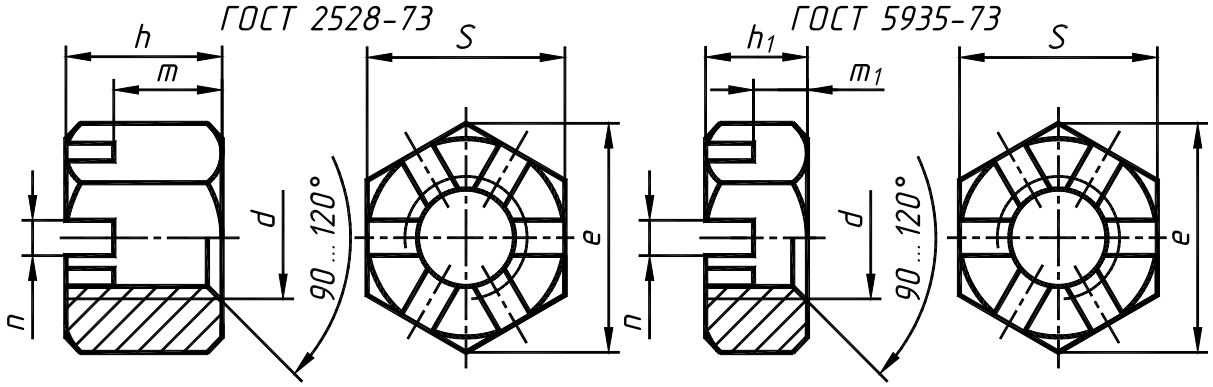
Пример условного обозначения гайки с уменьшенным размером «под ключ» исполнения *1*, класса точности *A*, диаметром резьбы *d* = 24 мм, с крупным шагом, полем допуска резьбы *7H*, класса прочности *5* с покрытием *05* толщиной *12* мкм:

Гайка М24-7Н.5.0512 ГОСТ 2524-70

Размеры некоторых шестигранных прорезных гаек класса точности *A* с уменьшенным размером «под ключ» по ГОСТ 2528-73 и гаек шестигранных прорезных низких класса точности *A* с уменьшенным размером «под ключ» по ГОСТ 5935-73 приведены в табл. 5.12. Более подробную информацию см. [5, с. 691].

Таблица 5.12

Гайки шестигранные прорезные класса точности *A* с уменьшенным размером «под ключ» (ГОСТ 2528-73) и гайки шестигранные прорезные низкие класса точности *A* с уменьшенным размером «под ключ» (ГОСТ 5935-73), мм

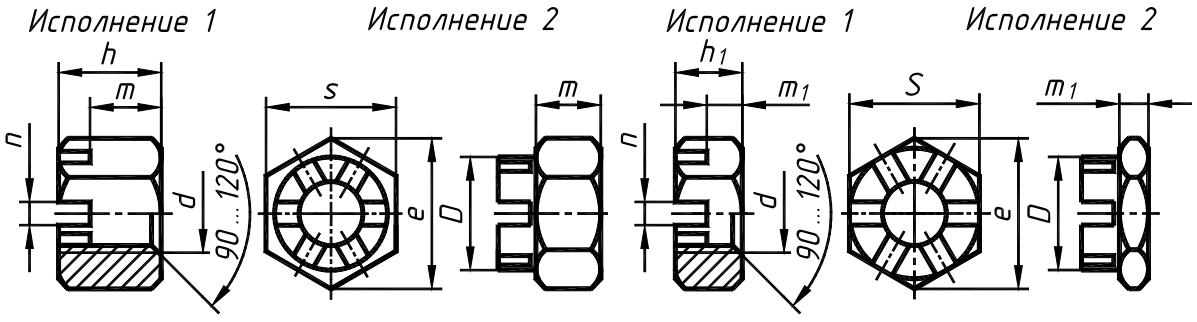


Резьба *d*		**8**	**10**	**12**	**16**	**20**	**24**	**30**	**36**
Шаг резьбы	крупный	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5	4
	мелкий	1,0	1,25	1,25	1,5	1,5	2	2	3
S		**12**	**14**	**17**	**22**	**27**	**32**	**41**	**50**
e		**13,2**	**15,5**	**18,9**	**24,5**	**30,2**	**35,8**	**45,9**	**56,1**
h		**9,5**	**12**	**15**	**19**	**22**	**27**	**33**	**38**
h_1		**7**	**8**	**10**	**12**	**13**	**15**	**18**	**20**
n		**2,5**	**2,8**	**3,5**	**4,5**	**4,5**	**5,5**	**7**	**7**
m		**6,5**	**8**	**10**	**13**	**16**	**19**	**24**	**29**
m_1		**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**11**	**13**
Шплинт ГОСТ 397-79		2×25	2,0×25	3,2×25	4×32	4×36	5×40	6,3×50	6,3×63

Размеры некоторых шестигранных гаек прорезных и корончатых класса точности *B* по ГОСТ 5918-73, гаек шестигранных прорезных и корончатых класса точности *A* по ГОСТ 5932-73, гаек шестигранных прорезных и корончатых низких класса точности *A* по ГОСТ 5933-73 приведены в табл. 5.13. Гайки перечисленных выше стандартов изготовляют в двух исполнениях: исполнение *1* – ***прорезные***, исполнение *2* – ***корончатые***. Более подробная информация приведена в [5, с.692].

Таблица 5.13

Гайки шестигранные прорезные и корончатые класса точности В (ГОСТ 5918-73), гайки шестигранные прорезные и корончатые класса точности А (ГОСТ 5932-73), гайки шестигранные прорезные и корончатые низкие класса точности А (ГОСТ 5933-73), мм



Окончание таблицы. 5.13

Резьба d		**6**	**8**	**10**	**12**	**16**	**20**	**24**	**30**
Шаг резьбы	крупный	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5
	мелкий	–	1,0	1,25	1,25	1,5	1,5	2	2
S		**10**	**13**	**17**	**19**	**24**	**30**	**36**	**46**
e	класс точности B	**10,9**	**14,2**	**18,7**	**20,9**	**26,5**	**35,8**	**33,3**	**39,6**
	класс точности A	**11**	**14,4**	**18,9**	**21,1**	**26,8**	**33,6**	**40,3**	**51,6**
h		**7,5**	**9,5**	**12**	**15**	**19**	**22**	**27**	**33**
h_1		**6**	**7**	**8**	**10**	**12**	**13**	**15**	**18**
n		**2**	**2,5**	**2,8**	**3,5**	**4,5**	**4,5**	**5,5**	**7**
m		**5**	**6,5**	**8**	**10**	**13**	**16**	**19**	**24**
m_1		**3,5**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**11**
D		–	–	–	**17**	**22**	**28**	**34**	**42**
Шплинт ГОСТ 397-79									
исполнение 1		**1,6×16**	**2×20**	**2,5×25**	**3,2×32**	**4×36**	**4×40**	**5×45**	**6,3×63**
исполнение 2				–	**3,2×25**	**4×32**	**4×36**	**5×40**	**6,3×50**

Пример условного обозначения гайки исполнения 1 (прорезной), класса точности B, диаметром резьбы $d = 12$ мм, с крупным шагом резьбы, полем допуска резьбы $6H$, класса прочности 5 без покрытия: *Гайка М12-6Н.5 ГОСТ 5918-73;*

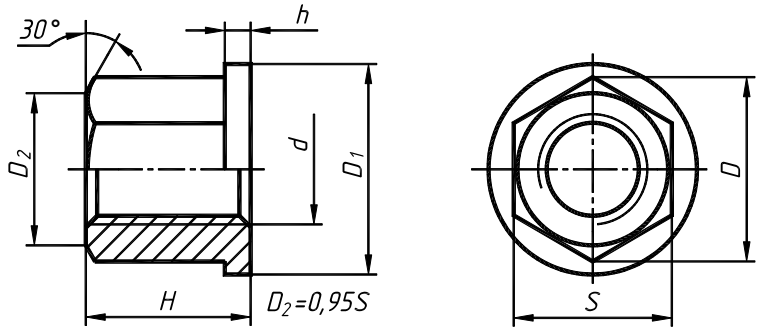
то же, исполнения 2 (корончатой): *Гайка 2М12-6Н.5 ГОСТ 5918-73.*

Пример условного обозначения гайки исполнения 2 (корончатой), класса точности A, диаметром резьбы $d = 16$ мм, с крупным шагом резьбы, полем допуска резьбы $7H$, класса прочности 5 без покрытия: *Гайка 2М16-7Н.5 ГОСТ 5932-73.*

В табл. 5.14 приведены конструкция и размеры некоторых шестигранных гаек с буртиком по ГОСТ 8918-69. В них нарезается резьба метрическая по ГОСТ 24705-2004.

Таблица 5.14

Гайки шестигранные с буртиком (ГОСТ 8918-69), мм



Обозначение гаек	d	s	H	D	D_1	h
7003-0301	М6	10	9	11,5	14	2
7003-0302	М8	14	12	16,2	18	2
Обозначение гаек	d	s	H	D	D_1	h
7003-0303	М10	17	15	19,6	22	3
7003-0304	М12	19	18	21,9	25	3
7003-0305	М16	24	24	27,7	30	4
7003-0306	М20	30	30	34,6	38	5
7003-0307	М24	36	36	41,6	45	5

Пример условного обозначения шестигранной гайки с буртиком диаметром резьбы d=12 мм:

Гайка 7003-0304 ГОСТ 8918-69

Конструкция круглых гаек с отверстиями на торце под ключ с контрящим винтом по ГОСТ 12460-67, приведена на рис. 5.6. Размеры некоторых круглых гаек с отверстиями на торце под ключ с контрящим винтом приведены в табл. 5.15.

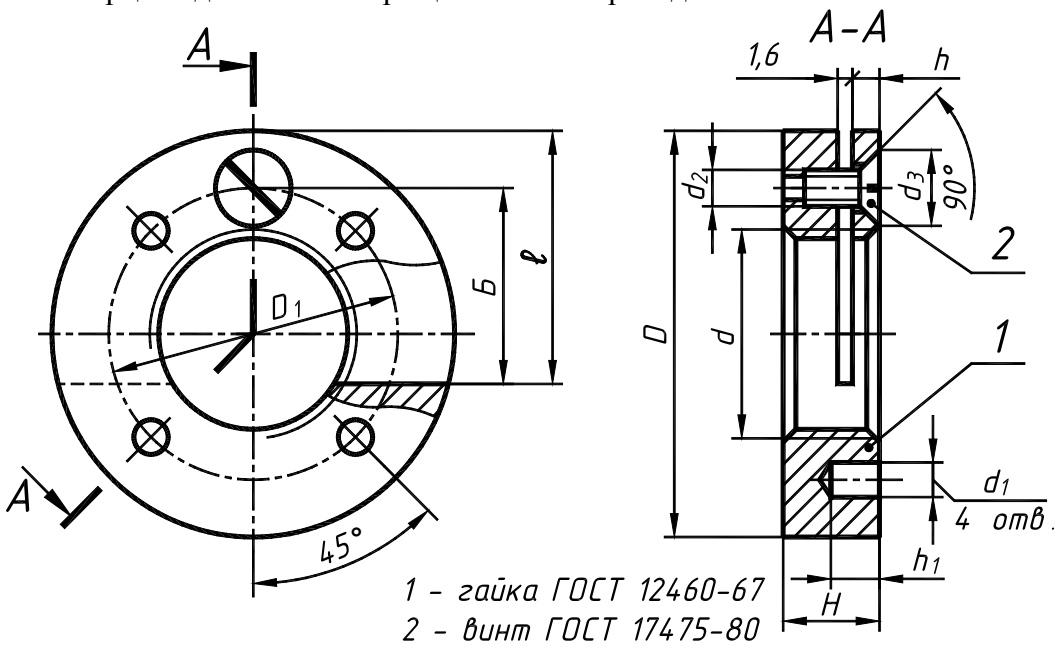


Рис. 5.6

Таблица 5.15

Гайки с отверстиями на торце под ключ с контрящим винтом (ГОСТ 12460-67), мм

Обозначение гайки	7003-0140/001	7003-0141/001	7003-0142/001	7003-0143/001
d	**М33×1,5**	**М36×1,5**	**М39×1,5**	**М42×1,5**
D	**60**	**64**	**67**	**70**
D_1	**48**	**48**	**56**	**56**
H	**12**	**12**	**12**	**12**
d_1	**4,5**	**4,5**	**6,0**	**6,0**
h_1	**7,0**	**7,0**	**7,0**	**7,0**
d_2	**М5-6Н**			
d_3	**9,2**			
$Б$	**23,5**	**25,0**	**26,5**	**28,0**
h	**3**	**3**	**3**	**3**
ℓ	**36**	**38**	**40**	**42**
Винт	**В.М5-6g×10.66.05 ГОСТ 17475-80**			

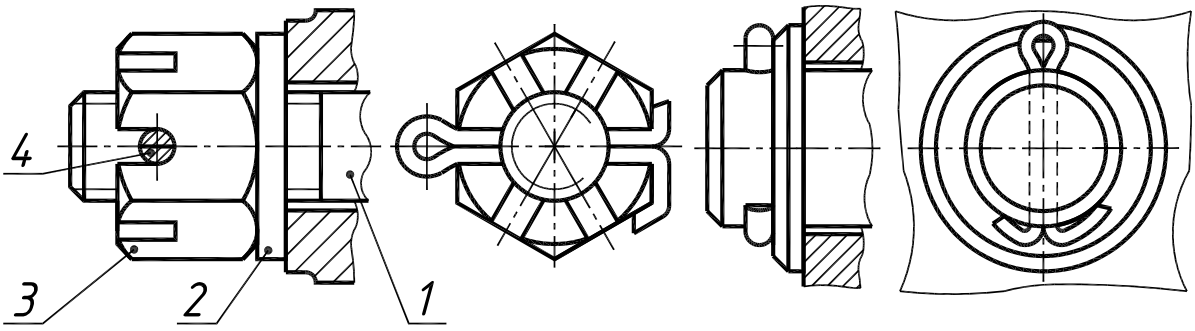
Примечание. Сквозное отверстие под винт по ГОСТ 11284-75 – см. табл. 3.24. Зенкование под головку винта – см. табл. 3.25. Размеры фасок для резьбы по ГОСТ 10549-80 – см. табл. 3.2.

Пример условного обозначения круглой гайки с контрящим винтом диаметром резьбы d = М36×1,5 мм:

Гайка 7003-0141/001 ГОСТ 12460-67

5.4. Шплинты

Шплинты применяют для предотвращения самоотвинчивания корончатых и шлицевых гаек и продольной фиксации деталей на гладких валах и осях со сквозными отверстиями. Шплинты изготавливают из мягкой стали полукруглого сечения. Шплинт имеет кольцевую петлю и два конца различной длины. Его вставляют в отверстие болта или оси и отгибают концы в разные стороны (рис. 5.7). Конструкция шплинтов и основные размеры приведены в табл. 5.16. Материалы шплинтов, покрытия и их условные обозначения даны в таб. 5.17.

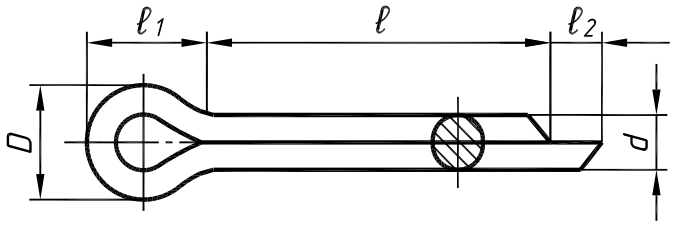


1 – болт, 2 – шайба, 3 – гайка, 4 – шплинт.

Рис. 5.7

Таблица 5.16

Шплинты (ГОСТ 397-79), мм



Условный диаметр шплинта d_0	d		ℓ_2		ℓ_1	D		ℓ
	Наиб.	Наим.	Наиб.	Наим.		Наиб.	Наим.	
1,0	**0,9**	**0,8**	**1,6**	**0,8**	**3,0**	**1,8**	**1,6**	**6 – 20**
1,2	**1,0**	**0,9**	**2,5**	**1,3**	**3,0**	**2,0**	**1,7**	**8 – 25**
1,6	**1,4**	**1,3**	**2,5**	**1,3**	**3,2**	**2,8**	**2,4**	**8 – 32**
2,0	**1,8**	**1,7**	**2,5**	**1,3**	**4,0**	**3,2**	**2,6**	**10 – 40**
2,5	**2,3**	**2,1**	**2,5**	**1,3**	**5,0**	**4,6**	**4,0**	**12 – 50**
3,2	**2,9**	**2,7**	**3,2**	**1,6**	**6,4**	**5,8**	**5,1**	**14 – 63**
4,0	**3,7**	**3,5**	**4,0**	**2,0**	**8,0**	**7,4**	**6,5**	**16 – 80**
5,0	**4,6**	**4,4**	**4,0**	**2,0**	**10,0**	**9,2**	**8,0**	**20 – 100**
6,3	**5,9**	**5,7**	**4,0**	**2,0**	**12,6**	**11,8**	**10,3**	**20 – 125**
8,0	**7,5**	**7,3**	**4,0**	**2,0**	**16,0**	**15,0**	**13,1**	**40 – 160**

Примечания. 1. Условный диаметр шплинта d_0 равен диаметру отверстия для него в стержне болта (болт исполнения **2**).

2. Длину шплинтов ℓ выбирают из ряда, мм: **6…22** (через **2**), **25**, **28**, **32**, **36**, **40**, **45**, **56**, **63**, **71**, **80**, **90**, **100**, **112**, **125**, **140** [1, с. 261].

3. Толщина металлических покрытий шплинтов от 6 до 12 мкм.

Таблица 5.17

Материал	Условное обозначение	Вид и условное обозначение покрытия
Стали низкоуглеродистые с содержанием углерода ≤ 0,2%	**0**	Цинковое с хроматированием (**01**) Кадмиевое с хроматированием (**02**) Оксидное фосфатное (**06**)
Сталь коррозионно-стойкая	**2**	Оксидное (**05**)
Бронза БрАМц, Латунь Л63	**3**	Никелевое (**03**); оксидное (**05**) Без покрытия (**00**)

Пример условного обозначения шплинта с условным диаметром *4* мм, длиной *32* мм, из низкоуглеродистой стали без покрытия:

Шплинт 4×32 ГОСТ 397-79;

то же, из латуни марки *Л63*, с никелевым покрытием толщиной 6 мкм:

Шплинт 4×32.3.036 ГОСТ 397-79.

5.5. Шайбы

Шайбы подразделяют на **обычные**, **пружинные** и **стопорные**.

Обычные круглые шайбы применяют для предохранения поверхности детали от повреждения гайкой при затяжке последней и увеличения опорной площади гайки, головки болта или винта. В зависимости от размеров различают следующие обычные шайбы:

нормальные по ГОСТ 11371-78,

увеличенные по ГОСТ 6958-78,

уменьшенные по ГОСТ 10450-78.

Обычные круглые шайбы по ГОСТ 11371-78 имеют два исполнения: *1* – без фаски (в обозначении не указывают) и *2* – с фаской [3, с. 39]. Условные обозначения материалов и покрытий для шайб даны в ГОСТ 18123-82 «Шайбы. Общие технические условия».

Марки материалов для шайб и их условные обозначения приведены в [3, табл. 22]. Виды покрытий и их условные обозначения выбирают из [3, табл. 23].

На сборочных чертежах (см. рис. 3.4, поз. 21) круглые шайбы вычерчивают по эмпирическим формулам:

$$D_ш = 2{,}2d,$$

$$S_ш = 0{,}15d,$$

где d – диаметр болта, или стержня с резьбой.

Для предохранения резьбового соединения от самопроизвольного отвинчивания при переменной нагрузке и вибрациях применяют шайбы:

пружинные по ГОСТ 6402-70,

стопорные с лапкой по ГОСТ 13463-77,

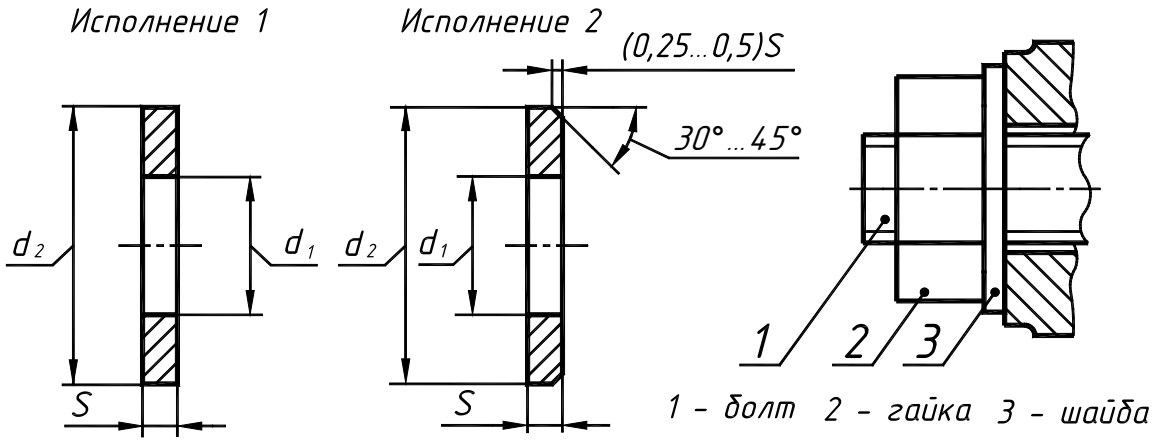
стопорные с носком ГОСТ 13465-77,

стопорные многолапчатые по ГОСТ 11872-89 и т.д.

Размеры некоторых стопорных многолапчатых шайб по ГОСТ 11872-89 см. в табл. 3.47 с.84. Размеры некоторых обычных шайб увеличенных, нормальных и уменьшенных даны в табл. 5.18.

Таблица 5.18

Шайбы увеличенные (ГОСТ 6958-78), шайбы (ГОСТ 11371-78) и уменьшенные шайбы (ГОСТ 10450-78), мм



Диаметр резьбы крепежной детали	d_1	Шайбы увеличенные ГОСТ 6958-78		Шайбы ГОСТ 11371-78		Шайбы уменьшенные ГОСТ 10450-78	
		d_2	S	d_2	s	d_2	S
6	**6,4**	**18**	**1,6**	**12,0**	**1,6**	**11,0**	**1,6**
8	**8,4**	**24**	**2,0**	**16,0**	**1,6**	**15,0**	**1,6**
10	**10,5**	**30**	**2,5**	**20,0**	**2,0**	**18,0**	**1,6**
12	**13,0**	**37**	**3,0**	**24,0**	**2,5**	**20,0**	**2,0**
14	**15,0**	**44**	**3,0**	**28,0**	**2,5**	**24,0**	**2,5**
16	**17,0**	**50**	**3,0**	**30,0**	**3,0**	**28,0**	**2,5**
18	**19,0**	**56**	**4,0**	**34,0**	**3,0**	**30,0**	**3,0**
20	**21**	**60**	**4,0**	**37,0**	**3,0**	**34,0**	**3,0**
22	**23**	**66**	**5,0**	**39,0**	**3,0**	**37,0**	**3,0**
24	**25**	**72**	**5,0**	**44,0**	**4,0**	**39,0**	**4,0**
27	**28**	**85**	**6,0**	**50,0**	**4,0**	**44,0**	**4,0**
30	**31**	**92**	**6,0**	**56,0**	**4,0**	**50,0**	**4,0**

Примечание. Увеличенные и уменьшенные шайбы изготавливают только исполнения *1*.

Пример условного обозначения шайбы нормальной исполнения *1* для крепежной детали с диаметром резьбы $d = 18$ мм с толщиной, установленной в стандарте из *стали 20* без покрытия: *Шайба 18.04 ГОСТ 11371-78*;

то же, исполнения *2*: *Шайба 2.18.04 ГОСТ 11371-78*.

Пример условного обозначения шайбы увеличенной, из стали марки *Ст.3*, с диаметром резьбы $d = 18$ мм с толщиной, установленной в стандарте, с химическим окисным покрытием, пропитанным маслом толщиной *6* мкм:

Шайба 18.02.Ст.3.056 ГОСТ 6958-78.

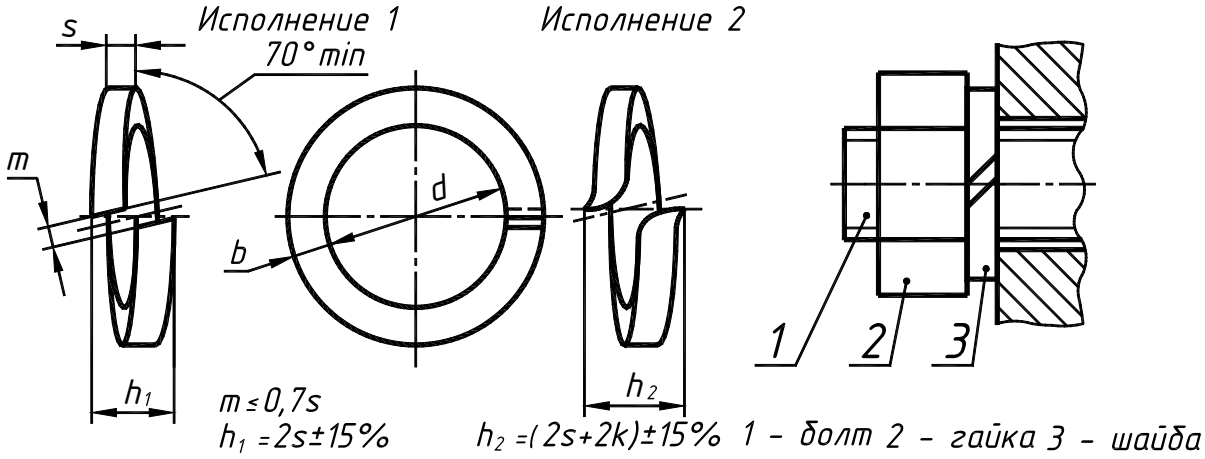
Пример условного обозначения шайбы уменьшенной для крепежной детали с диаметром резьбы $d = 12$ мм с толщиной, установленной в стандарте из *стали 10* без покрытия: *Шайба 12.01.Сталь 10 ГОСТ 10450-78*.

Пружинные шайбы разделяют на легкие (**Л**), нормальные (**Н**), тяжелые (**Т**) и особо тяжелые (**ОТ**). В обозначении указывают все виды, кроме нормальных.

Размеры некоторых пружинных шайб легких, нормальных, тяжелых и особо тяжелых приведены в табл. 5.19.

Таблица 5.19

Шайбы пружинные (ГОСТ 6402-70), мм



1 – болт 2 – гайка 3 – шайба

Диаметр резьбы крепежной детали	*d*	Шайбы				
		Легкие **(Л)**		Нормальные **(Н)**	Тяжелые **(Т)**	Особо тяжелые **(ОТ)**
		b	*s*	*s=b*	*s=b*	*s=b*
3	**3,1**	**1,0**	**0,8**	**0,8**	**1,0**	**–**
4	**4,1**	**1,2**	**0,8**	**1,0**	**1,4**	**–**
5	**5,1**	**1,2**	**1,0**	**1,2**	**1,6**	**–**
6	**6,1**	**1,6**	**1,2**	**1,4**	**2,0**	**–**
8	**8,2**	**2,0**	**1,6**	**2,0**	**2,5**	**–**
10	**10,2**	**2,5**	**2,0**	**2,5**	**3,0**	**3,5**
12	**12,2**	**3,5**	**2,5**	**3,0**	**3,5**	**4,0**
14	**14,2**	**4,0**	**3,0**	**3,2**	**4,0**	**4,5**
16	**16,3**	**4,5**	**3,2**	**3,5**	**4,5**	**5,0**
18	**18,3**	**5,0**	**3,5**	**4,0**	**5,0**	**5,5**
20	**20,5**	**5,5**	**4,0**	**4,5**	**5,5**	**6,0**
22	**22,5**	**6,0**	**4,5**	**5,0**	**6,0**	**7,0**
24	**24,5**	**6,5**	**4,8**	**5,5**	**7,0**	**8,0**

Пример условного обозначения шайбы нормальной исполнения *1*, для крепежной детали с диаметром резьбы *d* = 12 мм, из *стали 65Г* с кадмиевым покрытием (*02*) толщиной *9* мкм:

Шайба 12.65Г.029 ГОСТ 6402-70;

– легкой из бронзы *БрКЗМц1* без покрытия:

Шайба 12Л.БрКЗМц1 ГОСТ 6402-70;

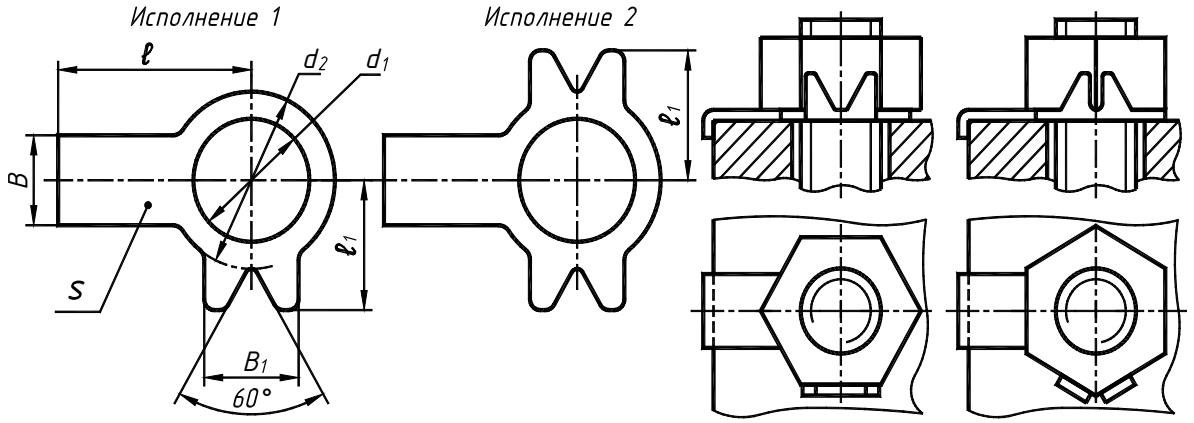
– тяжелой исполнения *2* из стали *30Х13* с окисным покрытием, пропитанным маслом (*05*) толщиной *6* мкм:

Шайба 2.12Т.30Х13.056 ГОСТ 6402-70.

В табл. 5.20 приведена конструкция, размеры и пример применения некоторых стопорных шайб с лапкой по ГОСТ 13463-77. После завинчивания гайки лапку шайбы отгибают за край детали, а лепестки – на грани гайки.

Таблица 5.20

Шайбы стопорные с лапкой (ГОСТ 13463-77), мм



Диаметр резьбы крепежной детали d	d_1	d_2	B	B_1	ℓ	ℓ_1	s
3	**3,2**	**5,5**	**3**	**4,0**	**12**	**5,0**	**0,5**
4	**4,3**	**7,0**	**4**	**5,0**	**14**	**6,0**	
5	**5,3**	**8,0**	**5**	**6,0**	**16**	**7,5**	
6	**6,4**	**10,0**	**6**	**7,5**	**18**	**9,0**	**0,8**
8	**8,4**	**14,0**	**8**	**9,0**	**20**	**11,0**	
10	**10,5**	**17,0**	**10**	**10,0**	**22**	**13,0**	**1,0**
12	**13,0**	**19,0**	**12**	**12,0**	**28**	**15,0**	
14	**15,0**	**22,0**	**12**	**12,0**	**28**	**17,0**	
16	**17,0**	**24,0**	**15**	**15,0**	**32**	**20,0**	
18	**19,0**	**27,0**	**18**	**18,0**	**36**	**22,0**	
20	**21,0**	**30,0**	**18**	**18,0**	**36**	**24,0**	
22	**23,0**	**32,0**	**20**	**20,0**	**42**	**25,0**	
24	**25,0**	**36,0**	**20**	**20,0**	**42**	**28,0**	
27	**28,0**	**41,0**	**24**	**24,0**	**48**	**30,0**	**1,6**
30	**31,0**	**46,0**	**26**	**26,0**	**52**	**32,0**	**1,6**

Пример условного обозначения шайбы для шестигранной гайки или болта с шестигранной головкой исполнения *1*, диаметром резьбы $d = 10$ мм, из материала группы *02* с кадмиевым покрытием (*02*) толщиной *9* мкм:

Шайба 10.02.Ст3.029 ГОСТ 13463-77,

Пример условного обозначения шайбы для шестигранной гайки или болта с шестигранной головкой исполнения *2*, диаметром резьбы $d = 12$ мм, из материала группы *01* без покрытия:

Шайба 2.12.01 Сталь 10 ГОСТ 13463-77.

5.6. Штифты

Штифты – стальные стержни для неподвижного соединения деталей в строго определенном положении, а также для передачи относительно небольших нагрузок. Штифты бывают цилиндрические (ГОСТ 1328-70) и конические (ГОСТ 1329-70). Конические штифты в отличие от цилиндрических можно использовать многократно без уменьшения точности расположения деталей. Штифты изготавливают из стали 45 ГОСТ 1050-2013.

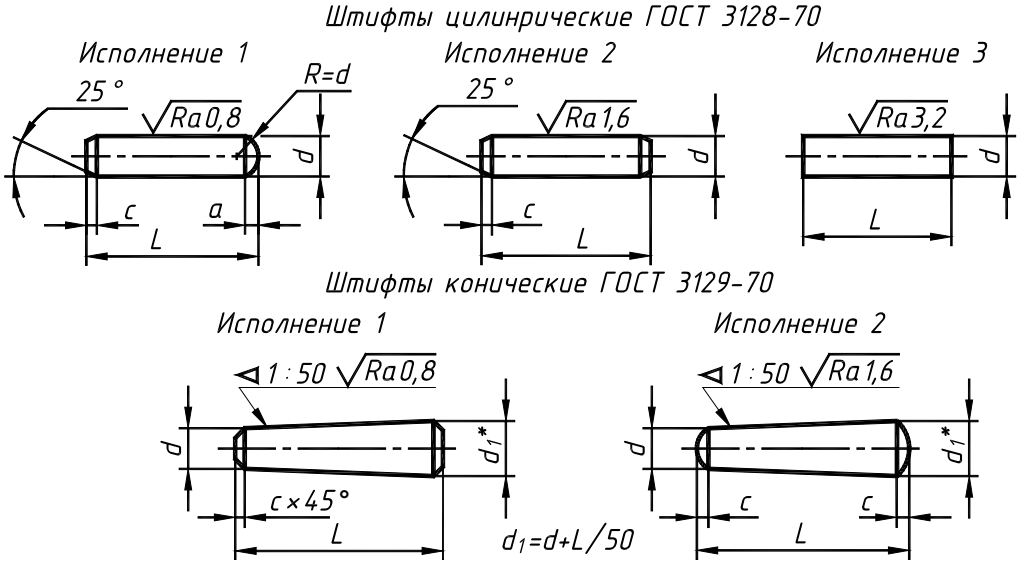
Цилиндрические штифты имеют три исполнения (исполнение *1* в обозначении не указывают). Конические штифты имеют два исполнения.

Предельные отклонения диаметров штифтов должны соответствовать:
цилиндрических класса точности *A* – *m6*, цилиндрических класса точности *B* – *h8*,
конических класса точности *A* – *h10*, конических класса точности *B* – *h11*.

Соединения штифтом на сборочных чертежах вычерчивают в разрезе. Сами штифты не штрихуют (см. рис. 1.21). Размеры некоторых штифтов даны в табл. 5.21.

Таблица 5.21

Штифты цилиндрические (ГОСТ 1328-70) и конические (ГОСТ 1329-70), мм



Номинальный диаметр штифта, *d*	*a*	*c* для штифта		Длина штифта *L*	
		цилиндрического	конического	цилиндрического	конического
3	**0,4**	**0,5**	**0,5**	**6…60**	**12…55**
4	**0,5**	**0,63**	**0,63**	**8…70**	**14…70**
5	**0,63**	**0,8**	**0,8**	**10…100**	**16…90**
6	**0,8**	**1,2**	**1,0**	**12…110**	**20…110**
8	**1,0**	**1,6**	**1,2**	**16…160**	**22…140**
10	**1,2**	**2,0**	**1,6**	**18…160**	**25…160**
12	**1,6**	**2,5**	**1,6**	**22…160**	**32…220**

Пример условного обозначения штифта цилиндрического исполнения *1* диаметром *d* = 3 мм, длиной *L* = 18 мм, без покрытия: *Штифт 3×18 ГОСТ 3128-70*

То же, исполнения *2*: *Штифт 2.3×18 ГОСТ 3128-70*

Пример условного обозначения конического штифта исполнения *1* диаметром *d* = 10 мм, длиной *L* = 36 мм, с химическим окисным покрытием, пропитанным маслом толщиной 6 мкм: *Штифт 10×36.056 ГОСТ 3129-70*

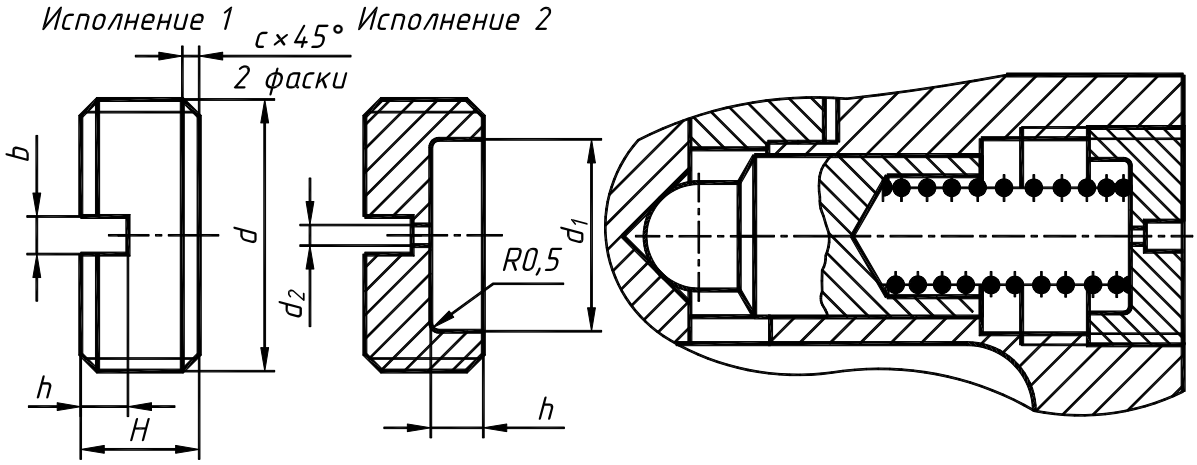
6. СТАНДАРТНЫЕ И НОРМАЛИЗОВАННЫЕ ДЕТАЛИ

6.1. Пробки

Конструкция, размеры и пример применения некоторых резьбовых пробок по ГОСТ 12202-66 приведены в табл. 6.1. На пробках нарезают метрическую резьбу по ГОСТ 24705-2004. Поле допуска резьбы – *6g*. Пробки изготавляют из стали марки 45 по ГОСТ 1050-2013.

Таблица 6.1

Пробки резьбовые (ГОСТ 12202-66), мм



Обозначение пробок		d	d_1	d_2	H	h	h_1	b	c
Исполнение 1	Исполнение 2								
7009–0223	**–**	**M8×1,00**	**–**	**–**	**6**	**1,5**	**–**	**1,2**	**1,0**
–0225	**7009–0226**	**M10×1,00**	**5**	**1,6**		**2,0**	**2**	**1,6**	
–0227	**–0228**	**M12×1,25**	**7**		**8**	**2,5**	**3**	**2,0**	**1,5**
–0229	**–0230**	**M14×1,50**	**8**	**2,5**	**10**	**3,0**	**4**	**2,5**	
–0231	**–0232**	**M16×1,50**	**10**						
–0233	**–0234**	**M18×1,50**	**12**						
–0235	**–0236**	**M20×1,50**	**14**						
–0237	**–0238**	**M22×1,50**	**16**			**3,5**		**3,0**	
–0239	**–0240**	**M24×1,50**	**18**						
–0241	**–0242**	**M27×1,50**	**21**						
7009–0243	**7009–0244**	**M30×1,50**	**24**						

Пример условного обозначения резьбовой пробки исполнения *1*, с резьбой M16×1,5 мм:

Пробка 7009-0231 ГОСТ 12202-66

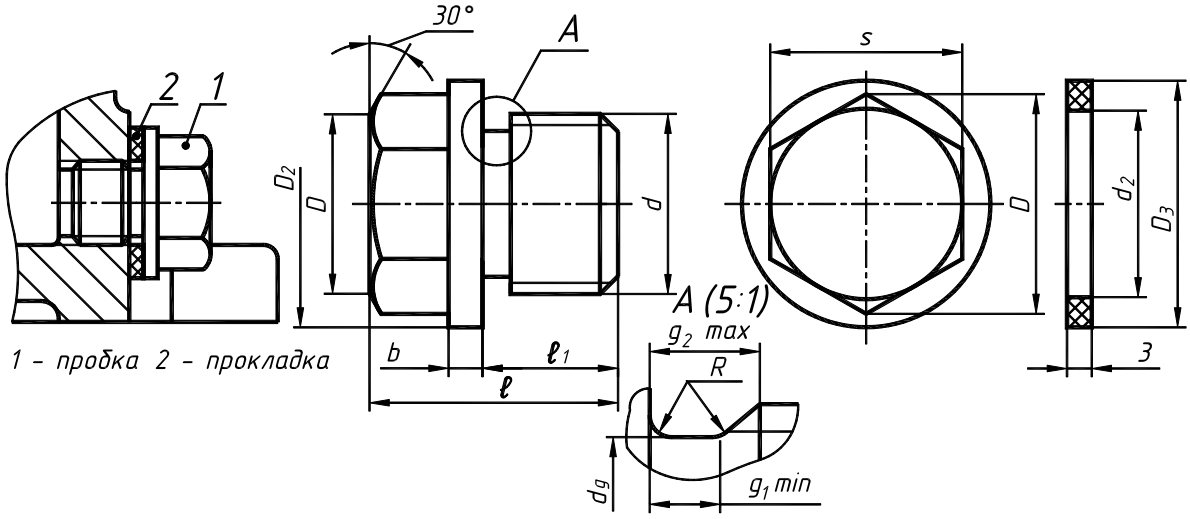
Пример условного обозначения резьбовой пробки исполнения *2*, с резьбой M16×1,5 мм:

Пробка 7009-0232 ГОСТ 12202-66

В табл. 6.2 приведены размеры шестигранных пробок с метрической резьбой. Эти пробки применяют совместно с паронитовыми прокладками (ПОН 3 ГОСТ 481–80), так как метрическая резьба не обеспечивает герметичности соединения. Пробки и прокладки не являются стандартными изделиями. В спецификации их следует заносить в раздел «Детали».

Таблица 6.2

Пробки шестигранные с прокладками [5, т.1, с.812]



Диаметр резьбы, d	Пробка							Прокладка	
	ℓ	ℓ_1	D	D_1	D_2	S	b	D_3	d_2
M8×1,0	**18**	**10**	**16,2**	**13**	**18**	**14**	**2**	**20**	**8**
M10×1,0									**10**
M12×1,0	**22**	**12**	**19,2**	**16**	**22**	**17**	**3**	**22**	**12**
M12×1,25									
M14	**25**	**13**	**21,9**	**18**	**25**	**19**		**28**	**14**
M16×1,5	**24**								**16**
M20×1,5	**28**	**15**	**25,4**	**21**	**30**	**22**	**4**	**32**	**20**
M24×1,5			**31,2**	**26**	**34**	**27**		**36**	**24**
M30×1,5	**32**		**36,9**	**30**	**40**	**32**		**42**	**30**
M36×1,5	**36**	**17**	**41,6**	**34**	**45**	**36**		**48**	**36**

Примечания. 1. Величина фаски резьбы принимается по табл. 3.2 с. 59.

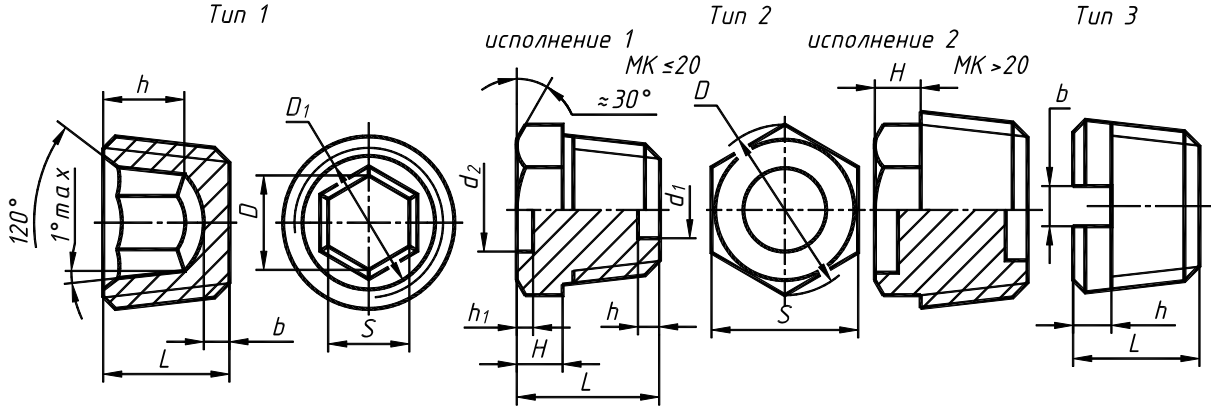
2. Размеры проточки для метрической резьбы в зависимости от ее шага см. в табл. 3.8 с. 61.

3. Поле допуска резьбы $8g$ – по ГОСТ 16093-2004.

В табл. 6.3 приведена конструкция и размеры шестигранных пробок с метрической конической резьбой по ОСТ 23.1.117-82 (вместо ГОСТ 12717-78). Эти пробки не требуют применения прокладок, так как метрическая коническая резьба обеспечивает герметичность соединения.

Таблица 6.3

Пробки резьбовые конические (ОСТ 23.1.117-82) [6, с. 146]



Резьба	Шаг резьбы	Тип 1						Тип 2								Тип 3		
		S	*D*	D_1	*L*	*h*	*b*	*S*	*D*	*H*	*L*	d_1	d_2	*h*	h_1	*L*	*b*	*h*
МК10	**1,0**	**5**	**5,8**	**6,5**	**9**	**4**	**3**	**12**	**13,1**	**5**	**16**	**–**	**9**	**–**	**1,5**	**11**	**2,5**	**2,0**
МК12	**1,5**	**6**	**6,9**	**7,6**	**12**	**5**	**3**	**14**	**15,3**	**5**	**21**	**–**	**11**	**–**	**1,5**	**14**	**3,0**	**2,5**
МК16	**1,5**	**8**	**9,2**	**10,1**	**12**	**6**	**4**	**19**	**20,9**	**6**	**21**	**8**	**15**	**4**	**2,0**	**15**	**4,0**	**4,0**
МК18	**1,5**	**10**	**11,5**	**12,4**	**13**	**7**	**4**	**19**	**20,9**	**7**	**21**	**10**	**15**	**4**	**2,0**	**–**	**–**	**–**
МК20	**1,5**	**10**	**11,5**	**12,4**	**13**	**7**	**4**	**22**	**24,3**	**7**	**21**	**10**	**15**	**4**	**2,0**	**15**	**4,0**	**4,0**
МК22	**1,5**	**12**	**13,8**	**14,3**	**15**	**9**	**4**	**22**	**24,3**	**8**	**23**	**10**	**15**	**4**	**2,0**	**–**	**–**	**–**
МК24	**1,5**	**14**	**16,2**	**17,0**	**15**	**9**	**4**	**24**	**24,3**	**10**	**23**	**12**	**15**	**4**	**4,0**	**16**	**4,0**	**5,0**
МК30	**2,0**	**17**	**19,6**	**21,0**	**18**	**11**	**4**	**24**	**26,5**	**11**	**27**	**14**	**20**	**6**	**4,0**	**22**	**4,0**	**6,0**
МК36	**2,0**	**19**	**21,9**	**23,0**	**20**	**13**	**5**	**27**	**29,9**	**11**	**27**	**18**	**20**	**6**	**4,0**	**–**	**–**	**–**
МК42	**2,0**	**19**	**21,9**	**23,0**	**24**	**16**	**5**	**30**	**33,3**	**13**	**29**	**20**	**24**	**8**	**4,0**	**–**	**–**	**–**

Примечание. 1. Размеры метрической конической резьбы см. табл. 3.28 с. 81.

2. Коническая метрическая резьба может применяться в соединениях с внутренней цилиндрической резьбой, имеющей номинальный профиль по ГОСТ 9150-2004.

Пример условного обозначения резьбовой пробки типа *1*, с метрической конической резьбой (*МК*), наружным диаметром *20* мм, из стали марки *10 кп*, с покрытием кадмиевым, хроматированным толщиной *9* мкм:

Пробка 1-МК20.10кп.019 ОСТ 23.1.117-82

Та же пробка типа *2*, исполнения *1*:

Пробка 2-1-МК20.10кп.019 ОСТ 23.1.117-82

Та же пробка типа *3*:

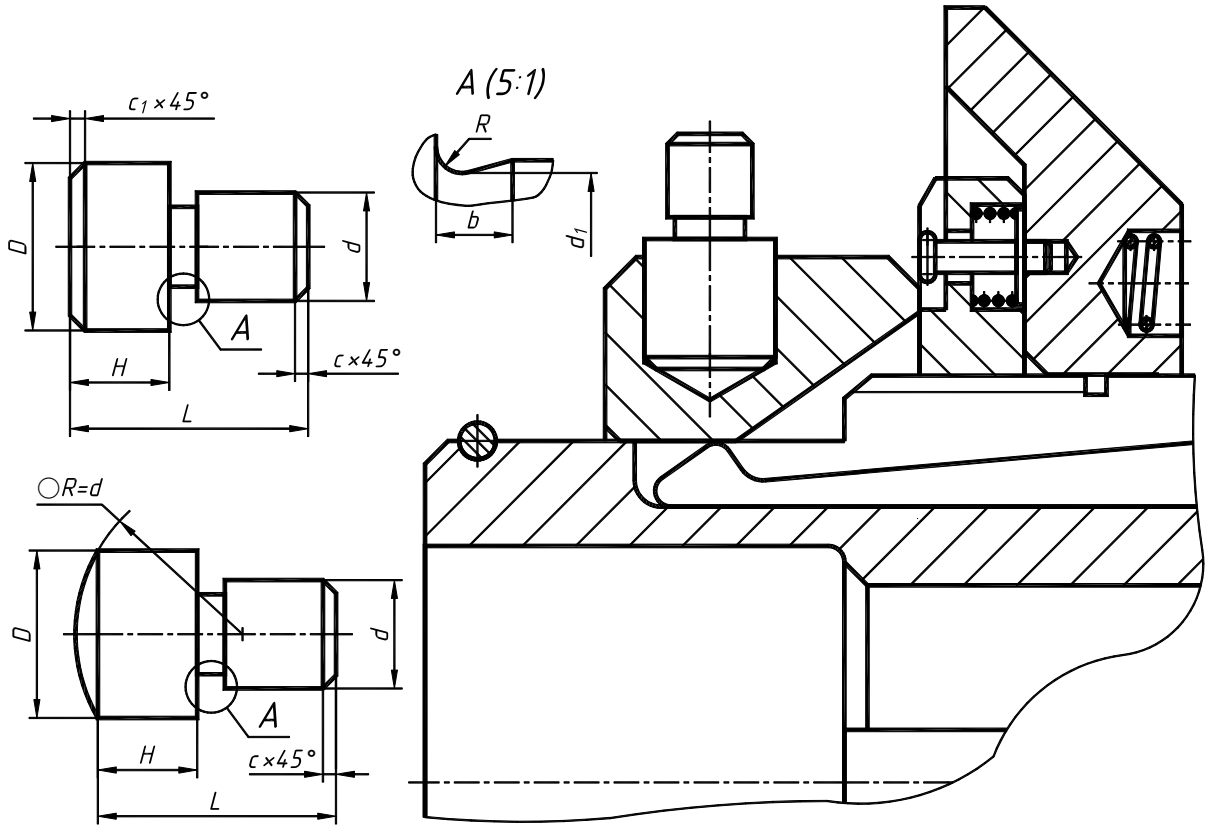
Пробка 3-МК20.10кп.019 ОСТ 23.1.117-82

6.2. Опоры

В табл. 6.4 приведены размеры некоторых постоянных опор с плоской головкой по ГОСТ 13440-68 и опор со сферической головкой – ГОСТ 13441-68.

Таблица 6.4

Опоры постоянные
с плоской головкой (ГОСТ 13440-68) и сферической головкой (ГОСТ 13441-68)



Обозначение опор		D	H	L	d	c	c_1
с плоской головкой	со сферической головкой						
7034–0264	**7034–0314**	**6**	**6**	**11**	**4**	**0,4**	**0,6**
–0267	**–0317**	**8**	**8**	**16**	**6**		
–0270	**–0320**	**10**	**10**	**18**	**6**	**0,6**	**1,0**
–0274	**–0324**	**12**	**12**	**22**	**8**		
–0275	**–0325**	**12**	**12**	**26**	**8**		
–0279	**–0329**	**16**	**16**	**28**	**10**		
–0280	**–0330**	**16**	**16**	**32**	**10**		
–0284	**–0334**	**20**	**20**	**36**	**12**	**1,6**	**1,6**
–0285	**–0335**	**20**	**20**	**40**	**12**		
7034–0290	**7034–0340**	**25**	**25**	**45**	**16**		

Примечание. Размеры проточки для выхода шлифовального круга по ГОСТ 8820-69, в зависимости от диаметра *d*, см. табл. 3.12 с. 65.

Пример условного обозначения опоры с плоской головкой диаметром *D* = 6 мм, *H* = 6 мм:

Опора 7034–0264 ГОСТ 13440–68

Пример условного обозначения опоры со сферической головкой диаметром *D* = 6 мм, *H* = 6 мм:

Опора 7034-0314 ГОСТ 13441-68

6.3. Оси

В табл. 6.5 приведена конструкция и размеры некоторых осей по ГОСТ 9650-80. Стандарт распространяется на оси с наружным диаметром от 3 до 100 мм с соотношением длины к диаметру не более 15. Оси изготовляют восьми типов. Типы *2* и *6* – с отверстиями d_1 под шплинт по ГОСТ 397-79. На рис. 6.1 приведен пример применения оси типа *6* (с буртиком и отверстием для шплинта) в конструкции насоса.

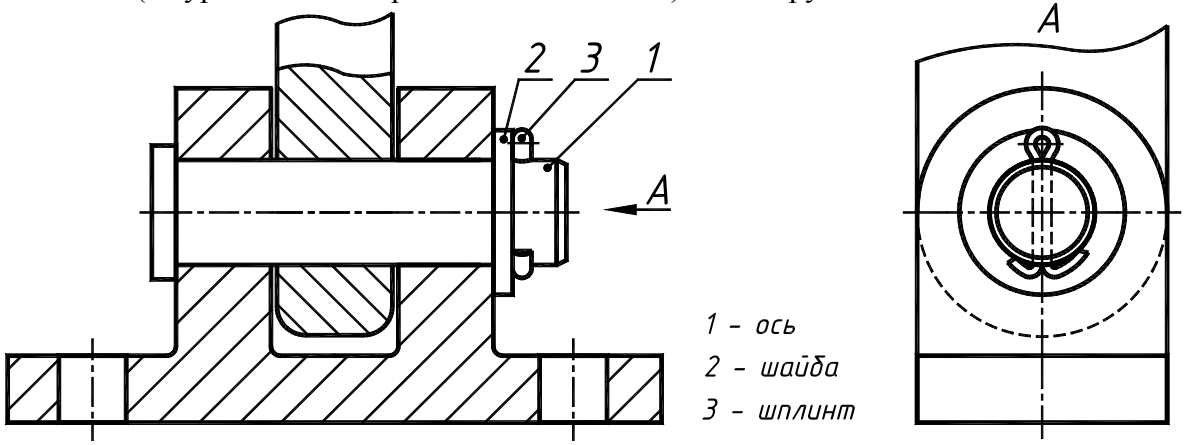
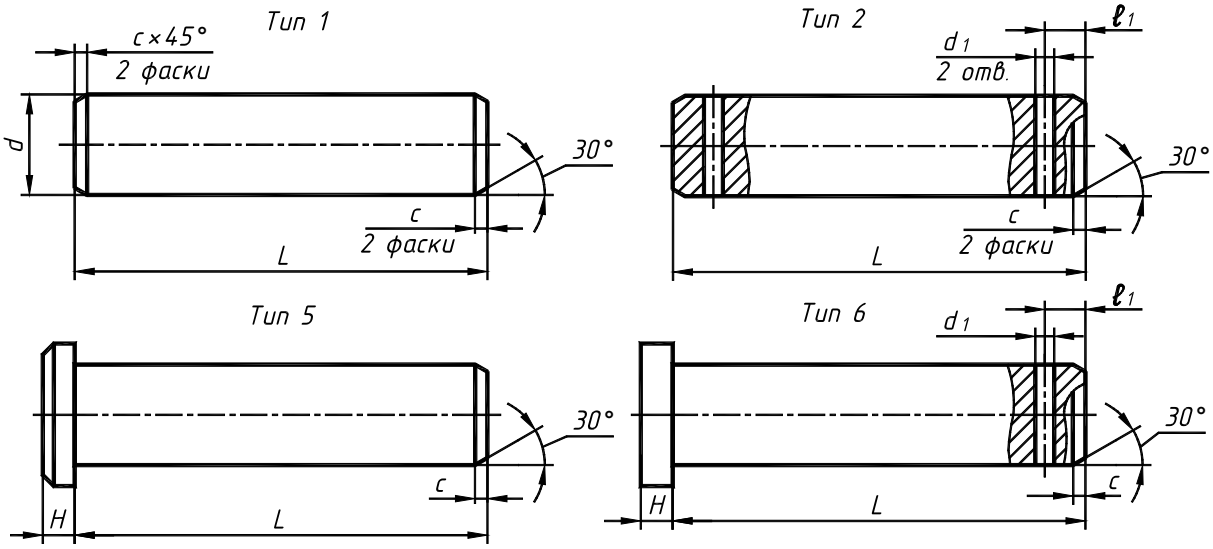


Рис. 6.1

Таблица 6.5

Оси (ГОСТ 9650-80)



d	*D*	*H*	*c*	d_1	ℓ_1
8	**12**	**2,0**	**0,6**	**2,0**	**4,0**
10	**14**	**2,5**	**1,0**	**3,2**	**5,0**
12	**16**				
14	**18**	**3,0**	**1,6**		
16	**20**			**4,0**	**6,0**

Примечание. Длину осей *L* выбирают из ряда, мм: **16…22** (через 2), **25**, **28**, **32**, **36**; **40**…**80** (через 5) [5, т.2, с.10].

Пример условного обозначения оси типа *6*, диаметром *d* = 10 мм с полем допуска *h11*, длиной *L* = 40 мм, из стали Ст.3 без термообработки и без покрытия:

Ось 6-10h11×40.Ст3 ГОСТ 9650-80

6.4. Рукоятки

В табл. 6.6 приведена конструкция и размеры некоторых цилиндрических рукояток по ГОСТ 8923-69. Стандартом предусмотрено два исполнения рукояток: с гладким посадочным концом – исполнение *1*, и с резьбовым посадочным концом – исполнение *2*. На рис. 6.2 приведен пример закрепления рукоятки исполнения *1* с помощью штифта.

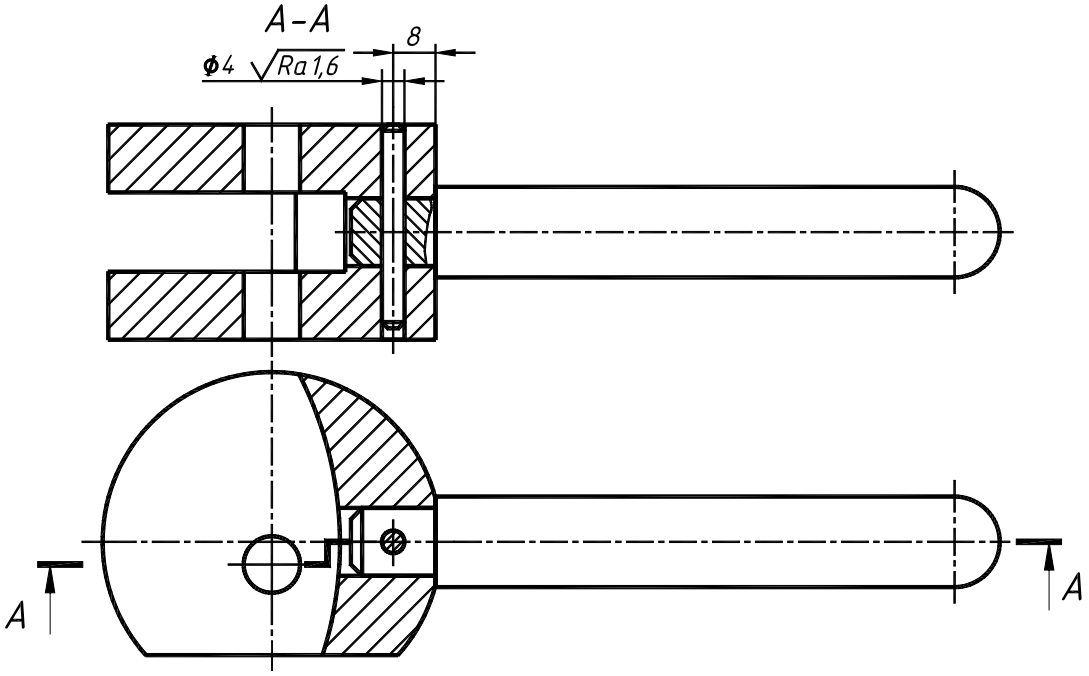
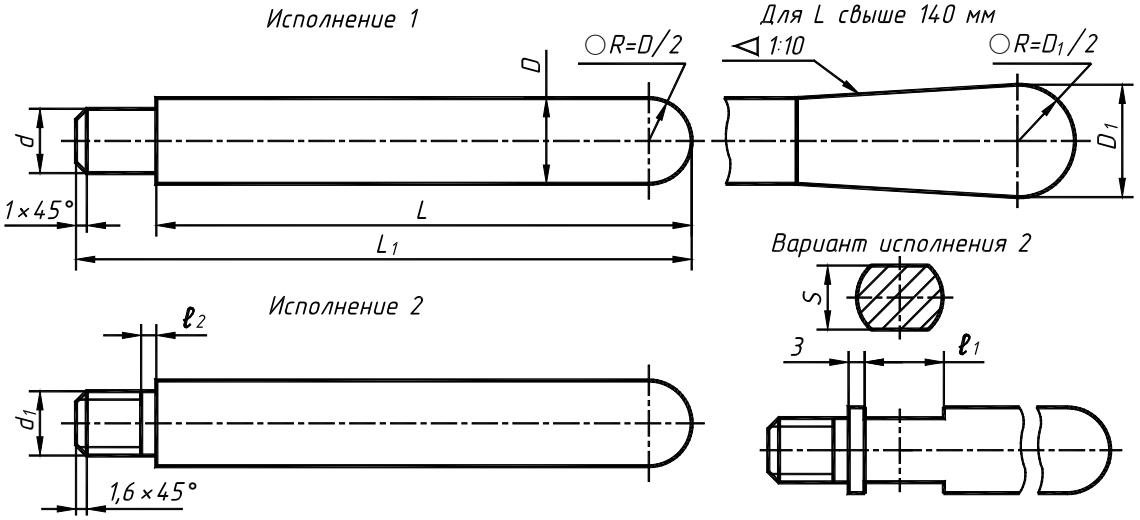


Рис. 6.2

Таблица 6.6

Рукоятки цилиндрические (ГОСТ 8923-69)



Обозначение	Исполнение	*d*	d_1	*L*	L_1	*D*	D_1	l_1	l_2	*S*
7061–0069	**1**	**10**	–	**125**	**137**	**12**	–	–	–	–
7061–0070	**2**	**12**	**M10**					**10**	**2,5**	**10,0**
7061–0071	**1**		–	**100**	**115**	**16**		–	–	–
7061–0072	**2**		**M12**					**10**	**2,5**	**12,0**

Пример условного обозначения цилиндрической рукоятки исполнения *1*, диаметром *d* = 12 мм, *L* = 100 мм: *Рукоятка 7061–0071 ГОСТ 8923-69*

6.5. Крышки подшипников торцовые

Крышки подшипников торцовые с канавкой для уплотнительного кольца предназначены для герметизации узлов подшипников качения, осевой фиксации подшипников и восприятия осевых нагрузок.

На рис. 6.3 приведен фрагмент чертежа подвески крюка. Блок *8* вращается вокруг неподвижной оси *11* на двух шарикоподшипниках *22*. Уплотнение подшипников и их фиксация относительно блока осуществляется торцовыми крышками *20* с войлочными кольцами *25*. Кольца контактируют с втулками *10*, которые фиксируют блок относительно щек *2*.

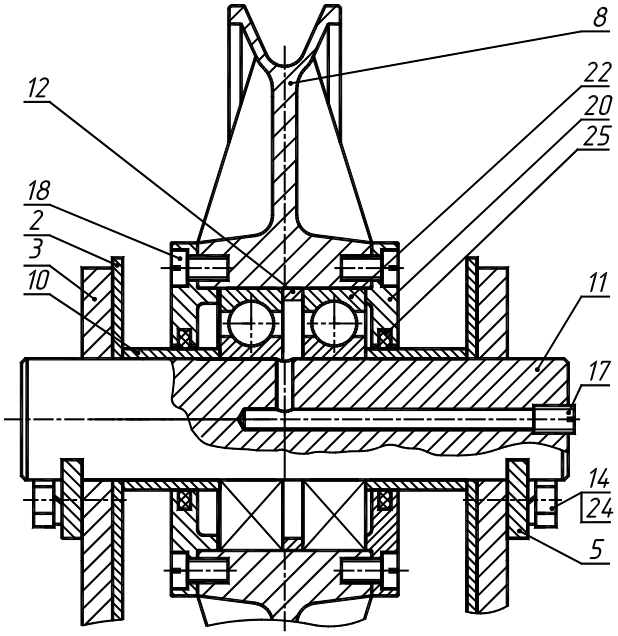


Рис. 6.3

Торцовые крышки с канавкой для уплотнительного кольца изготовляют двух исполнений: *1* – с креплением винтами; *2* – с креплением болтами. Их применяют совместно с уплотнительными кольцами (МН 180-61) из войлока грубошерстного (ГОСТ 6418-81) и полугрубошерстного (ГОСТ 6308-71).

На рис. 6.4 приведена конструкция торцовых крышек с канавкой для уплотнительного кольца.

В табл. 6.7 приведены размеры некоторых торцовых крышек.

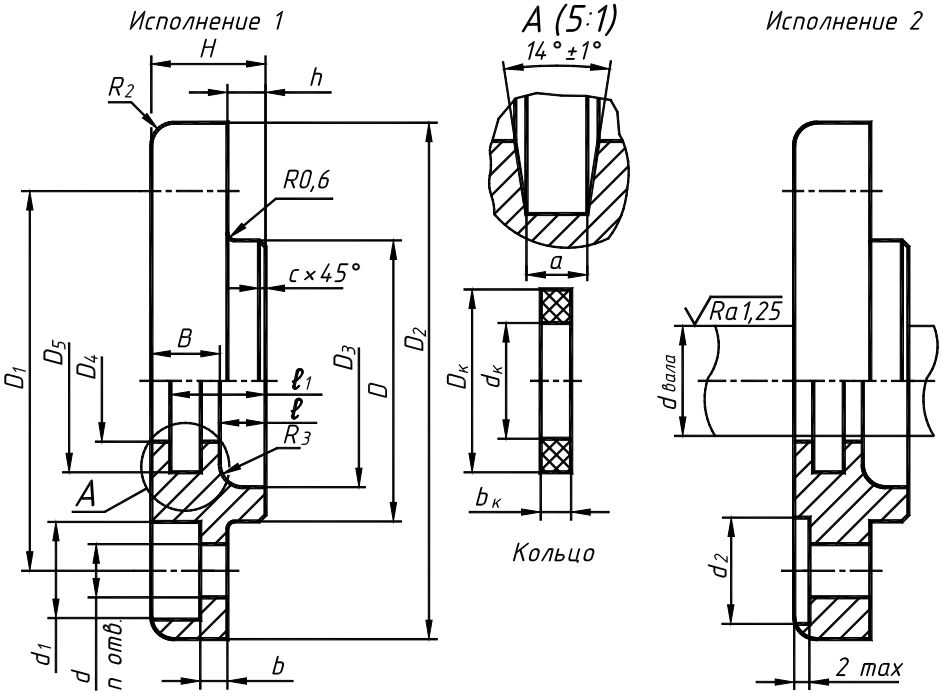


Рис. 6.4

Таблица 6.7

Крышки торцовые с канавкой для уплотнительного кольца ГОСТ 11641-73

D	D_1	D_2	D_3	d вала	D_4	D_5	d	d_1	d_2	n	H	h	ℓ	ℓ_1	B	a	b
47	**60**	**78**	**38**	**25**	**26**	**38**	**7**	**12**	**14**	**4**	**13**	**5**	**6**	**12,5**	**9**	**4**	**4**
47	**60**	**78**	**38**	**30**	**31**	**43**	**7**	**12**	**14**	**4**	**13**	**5**	**6**	**12,5**	**9**	**4**	**4**
52	**66**	**82**	**44**	**30**	**31**	**43**	**7**	**12**	**14**	**4**	**15**	**5**	**6**	**12,5**	**9**	**4**	**4**
130	**150**	**175**	**115**	**60**	**61,5**	**77**	**11**	**18**	**24**	**6**	**23**	**8**	**11**	**19,5**	**12**	**5**	**5**
130	**150**	**175**	**115**	**70**	**71,5**	**89**	**11**	**18**	**24**	**6**	**23**	**8**	**10**	**19,5**	**13**	**6**	**5**
240	**280**	**315**	**220**	**120**	**122**	**145**	**17**	**28**	**32**	**6**	**35**	**12**	**17**	**30,0**	**18**	**8**	**7**
240	**280**	**315**	**220**	**130**	**132**	**159**	**17**	**28**	**32**	**6**	**35**	**12**	**16**	**30,0**	**19**	**9**	**7**

Примечания. 1. Крышки выбирают по диаметру расточки в корпусе под подшипник и по диаметру вала или втулки (см. рис. 6.3).

2. Размеры войлочных колец см. в табл. 3.14 с. 66.

3. Дополнительные размеры элементов крышек приведены в табл. 6.9.

Пример условного обозначения торцовой крышки с канавкой для уплотнительного кольца исполнения 2, диаметром D = 240 мм, D_4 = 130 мм:

Крышка 2-240×130 ГОСТ 11641-73

Уплотнительные кольца из войлока грубошерстного (ГОСТ 6418-81) и полугрубошерстного (ГОСТ 6308-71) применяют не только в торцовых крышках. Канавки для них могут выполняться непосредственно в корпусных деталях или в стаканах.

Перед установкой, кольца рекомендуется пропитывать разогретой смесью из универсальной среднеплавкой смазки УС–2 (85 %) и графита ГС–1 ГОСТ 8295-73 (15 %) [5, т. 3 с. 302].

На рис. 6.5 приведена конструкция торцовых глухих крышек.

В табл. 6.8 приведены размеры некоторых торцовых глухих крышек.

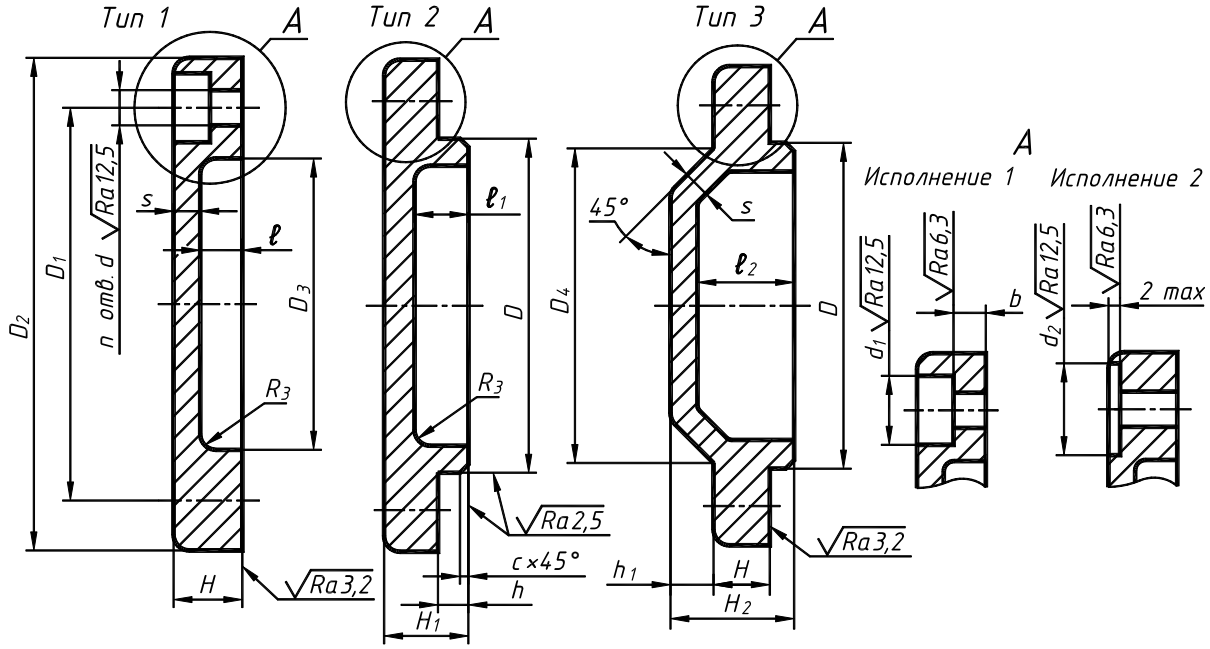


Рис. 6.5

Крышки торцовые глухие ГОСТ 18511-73 [5, т. 2, с. 255]

$D=D_4$	D_1	D_2	D_3	d	d_1	d_2	H	H_1	H_2	ℓ	ℓ_1	ℓ_2	h	h_1	b	s
47	**60**	**78**	**38**	**7**	**12**	**14**	**10**	**15**	**20**	**5**	**10**	**15**	**5**	**5**	**4**	**5**
52	**66**	**82**	**44**	**7**	**12**	**14**	**10**	**15**	**20**	**5**	**10**	**15**	**5**	**5**	**4**	**5**
110	**130**	**155**	**95**	**11**	**18**	**24**	**15**	**23**	**32**	**8**	**16**	**25**	**8**	**9**	**5**	**7**

Примечания. 1. Крышки выбирают по диаметру расточки в корпусе под подшипник.

2. D_4 назначают для D свыше 20 мм.

3. Количество отверстий $n = 3$ при D до 37 мм, $n = 4$ при D до 75 мм, $n = 6$ при D до 250 мм.

Пример условного обозначения торцовой глухой крышки типа *1*, исполнения *2*, диаметром $D = 110$ мм: *Крышка 12-110 ГОСТ 18511-73.*

Пример условного обозначения торцовой глухой крышки типа *3*, исполнения *1*, диаметром $D = 52$ мм: *Крышка 31-52 ГОСТ 18511-73.*

Таблица 6.9

Дополнительные размеры элементов торцовых крышек

Наружный диаметр подшипников D	R_2	R_3	c
40–62	**3**	**2**	**1,0**
65–95	**4**	**2**	**1,0**
100–145	**5**	**3**	**1,6**
225–310	**6**	**4**	**1,6**

6.6 Установочные кольца с винтовым креплением

На рис. 6.6 приведен фрагмент чертежа сборочной единицы. Для осевой фиксации деталей применено установочное кольцо *1* (ГОСТ 2832-77) с креплением винтом *2* (ГОСТ 1476-84). Для предотвращения самоотвинчивания винта *2* применено пружинное круглое кольцо *3* (ГОСТ 2833-77), уложенное в специальную канавку установочного кольца *1* и шлиц винта *2*.

На рис. 6.7, ***а*** приведена конструкция установочных колец с винтовым креплением. На рис. 6.7, ***б*** приведен винт установочный. На рис. 6.8 приведена конструкция пружинного круглого кольца для стопорения винтов.

Размеры некоторых установочных колец с винтовым креплением, пружинных колец для стопорения винтов и канавки для них приведены в табл. 1.40.

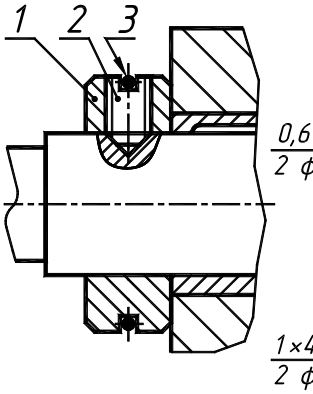


Рис. 6.6

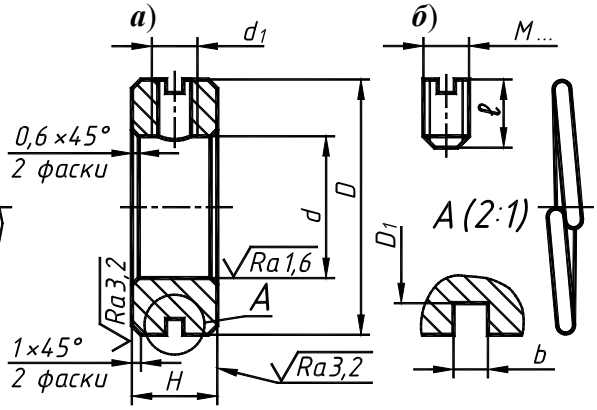


Рис. 6.7

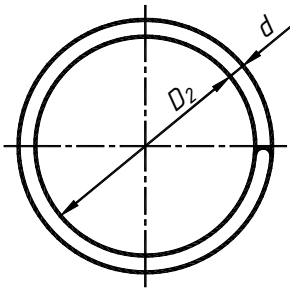


Рис. 6.8

Таблица 6.10

Установочные кольца с винтовым креплением (ГОСТ 2832-77), пружинные кольца для стопорения винтов и канавки для них (ГОСТ 2833-77), мм

Установочное кольцо				Винт по ГОСТ 1476-84	Канавка		Пружинное кольцо	
d	D	H	d_1		D_1	b	D_2	d
18	**34**	**12**	**M6**	**M6×10**	**30**	**1,0**	**28**	**0,7**
20	**36**	**12**	**M6**	**M6×10**	**32**	**1,0**	**30**	**0,7**
25	**42**	**14**	**M8**	**M8×12**	**37**	**1,2**	**34**	**1,0**
30	**48**	**16**	**M8**	**M8×12**	**43**	**1,2**	**40**	**1,0**
36	**55**	**16**	**M8**	**M8×12**	**49**	**1,2**	**45**	**1,0**

Пример обозначения установочного кольца диаметром d =36 мм из стали *20*, с покрытием *06* толщиной 6 мкм:

Кольцо 36.20.066 ГОСТ 2932-77

Кольца должны изготовлятся из стали марок 20, 35, 45 по ГОСТ 1050-88.

6.7. Пружины

На рис. 6.9 приведен чертеж цилиндрической пружины сжатия. В табл. 6.11 приведены размеры некоторых цилиндрических пружин сжатия для станочных приспособлений по ГОСТ 13165-67, а в табл. 6.12 – параметры пружины по ГОСТ 13766-86.

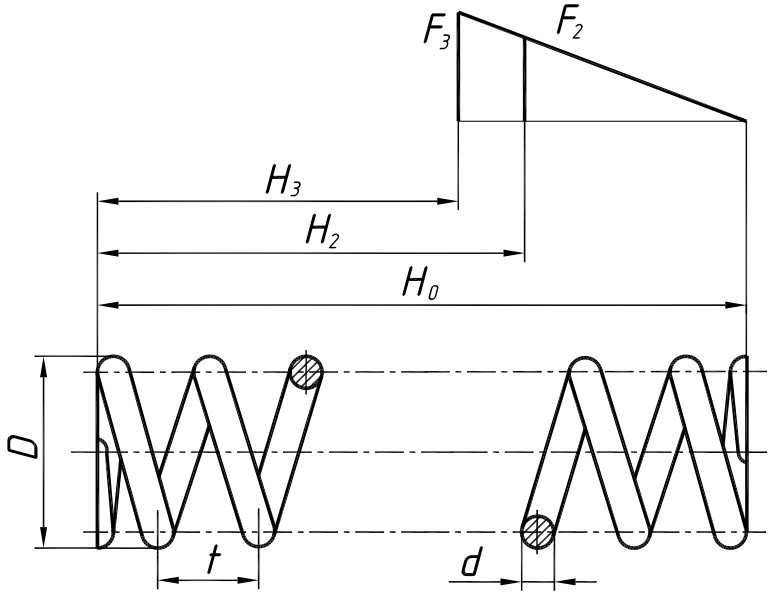


Рис. 6.9

Таблица 6.11

Пружины сжатия для станочных приспособлений (ГОСТ 13165-67)

Обозначение	D, мм	d, мм	H_0, мм	t, мм	Число витков		H_2, мм	H_3, мм	F_2, Н	F_3, Н
					рабочих n	полных n_1				
7039–2022	**16**	**1,6**	**95**	**6,0**	**15,5**	**17,0**	**40**	**27,2**	**78**	**97**
7039–2023	**16**	**2,0**	**80**	**5,0**	**15,5**	**17,0**	**43**	**34,0**	**142**	**175**
7039–2024	**18**	**2,5**	**90**	**5,0**	**17,5**	**19,0**	**54**	**47,5**	**210**	**262**
7039–2025	**22**	**2,0**	**80**	**8,5**	**9,0**	**10,5**	**32**	**21,0**	**106**	**130**

Примечание. H_0 – высота (длина) пружины в свободном состоянии, H_2 – высота (длина) пружины под осевой нагрузкой F_2, H_3 – высота (длина) пружины под осевой нагрузкой F_3.

Пример условного обозначения цилиндрической пружины сжатия размерами D = 22 мм, H_0 = 80 мм:

Пружина 7039-2025 ГОСТ 13165-67

Таблица 6.12

Пружины винтовые цилиндрические сжатия и растяжения I класса, разряда 1 из стали круглого сечения (ГОСТ 13766-86)

Обозначение позиции	Наружный диаметр пружины D, мм	Диаметр проволоки d, мм	Длина пружины H_3, мм	Осевое усилие F_3, Н, мм
410	28	3,0	30	180

Пример условного обозначения цилиндрической пружины сжатия размерами D = 28 мм, d = 3,0 мм:

Пружина 410 ГОСТ 13766-86

Изображение пружин

Пружина – упругая деталь, которая деформируется под действием внешних сил, а при восстановлении своей формы почти с такой же силой действует в обратном направлении.

По форме пружины бывают: цилиндрические, конические, тарельчатые, пластинчатые, спиральные и др. [6, с. 224].

В зависимости от характера воздействия рабочих нагрузок пружины конструктивно приспособлены для восприятия сжимающих, растягивающих, крутящих, изгибающих нагрузок.

Основные правила изображения пружин устанавливает ГОСТ 2.401-68. На чертежах винтовые пружины изображают в горизонтальном положении и с правой навивкой (см. рис. 6.9).

На чертежах витки винтовой линии изображают прямыми линиями, соединяющими соответствующие участки контуров, а в разрезе – сечений (рис. 6.10, ***а***).

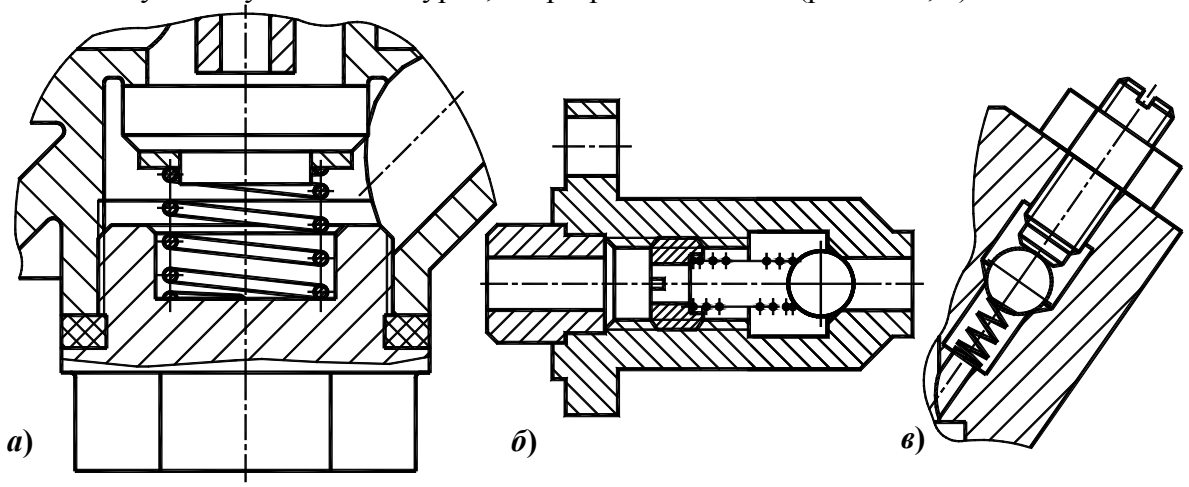


Рис. 6.10

Изображая пружины на сборочном чертеже, следует учитывать их предварительную деформацию – изображать пружины с измененными расстояниями между витками (в отличие от рабочих чертежей, на которых пружины изображают в свободном состоянии).

Допускается в разрезе изображать пружину только сечениями витков. Если сечения витков не превышают 2 мм, то их показывают зачерненными (рис. 6.10, б).

Пружина, изображенная лишь сечениями ее витков, условно считается закрывающей расположенные за ней детали до контура сечения витков или до осевых линий сечений витков.

При числе витков пружины более четырех показывают с каждого конца по 1–2 витка (не считая опорных) и проводят осевые линии через центры сечений витков по всей длине пружины.

Если диаметр проволоки или толщина сечения пружины на чертеже не более 2 мм, то пружину можно изображать прямыми линиями, толщина которых принимается несколько больше толщины сплошной основной линии, принятой на чертеже (рис. 6.10, в).

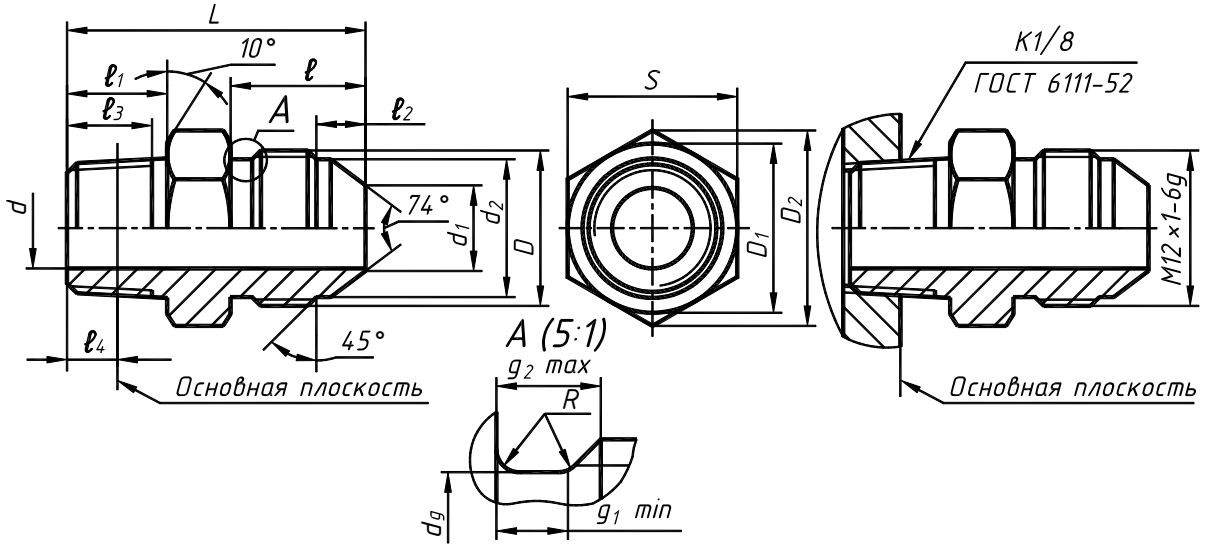
При числе пружин в пакете тарельчатых пружин более четырех изображают по 2–3 пружины с каждого конца (см. рис. 4.12 с. 119).

6.8. Детали соединений трубопроводов по наружному конусу (штуцера)

Соединения трубопроводов по наружному конусу применяют во всех видах техники для различных жидкостных и газовых сред для медных и стальных труб диаметром от 3 до 38 мм. В табл. 4.12 приведены размеры некоторых ввёртных проходников (штуцеров). Ввертной конец имеет коническую дюймовую резьбу, обеспечивающую герметичность соединения с цилиндром. Наружный конус обеспечивает герметичность соединения с трубопроводом.

Таблица 6.13

Проходник ввертной для соединения трубопроводов по наружному конусу (ГОСТ 13969-74)



Резьба, дюймы	Размеры в мм											
	d	D	$D_1=s$	D_2	d_1	d_2	L	ℓ	ℓ_1	ℓ_2	ℓ_3	ℓ_4
К 1/8	**3,7**	**М12×1,0**	**14**	**16,2**	**4,6**	**10,5**	**30,5**	**15**	**9,5**	**5,5**	**7,0**	**4,572**
К 1/8	**5,5**	**М14×1,0**	**17**	**19,6**	**6,6**	**12,5**	**30,5**	**15**	**9,5**	**5,5**	**7,0**	**4,572**
К 1/4	**7,5**	**М16×1,0**	**17**	**19,6**	**8,8**	**14,5**	**36,5**	**16**	**14,5**	**5,0**	**9,5**	**5,080**
К 3/8	**9,5**	**М20×1,5**	**22**	**25,4**	**10,8**	**17,8**	**40,5**	**20**	**14,5**	**6,5**	**10,5**	**6,096**
К 3/8	**11,5**	**М22×1,5**	**24**	**27,7**	**12,8**	**19,8**	**40,5**	**20**	**14,5**	**6,0**	**10,5**	**6,096**
К 1/2	**13,5**	**М24×1,5**	**27**	**31,2**	**14,8**	**21,8**	**47,0**	**21**	**19,0**	**6,5**	**13,5**	**8,128**

Окончание таблицы 6.13

Резьба, дюймы	Размеры в мм											
	d	D	$D_1=s$	D_2	d_1	d_2	L	l	l_1	l_2	l_3	l_4
К $^3/_4$	15,5	М27×1,5	30	34,6	16,8	24,8	47,0	21	19,0	7,0	14,0	8,611
К $^3/_4$	17,0	М30×1,5	32	36,9	18,5	27,8	49,0	22	19,0	8,0	14,0	8,611
К $^3/_4$	19,0	М33×2,0	36	41,6	20,5	30,0	53,0	26	19,0	8,5	14,0	8,611
К1	22,0	М33×2,0	36	41,6	23,5	30,0	58,0	26	24,0	7,5	17,5	10,160
К1 $^1/_4$	25,0	М39×2,0	46	53,1	26,5	36,0	59,5	27	24,5	9,5	18,0	10,668

Примечания. 1. Размеры проточек для выхода инструмента при нарезании метрической резьбы см. табл. 3.8 с.48. 2. Фаски конической резьбы см. табл. 2.5 с.47.

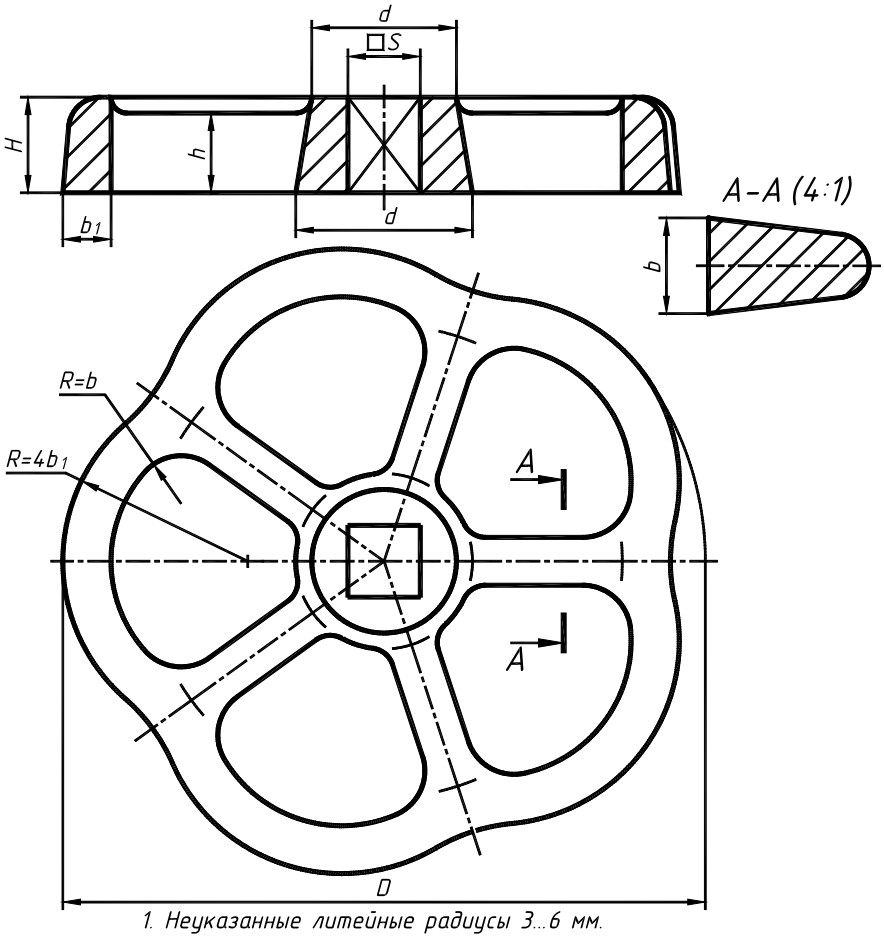
Пример условного обозначения ввертного проходника с резьбой ввертного конца *К1/8* ГОСТ 6111-52, с резьбой присоединительного конца *М12×1-6g* из стали *45* для труб с наружным диаметром d = 6,0 мм: *Проходник ввертной 6-22 ГОСТ 13969-74.*

То же, из алюминиевого сплава: *Проходник ввертной 6-31 ГОСТ 13969-74.*

6.9. Маховики чугунные для трубопроводной арматуры (ГОСТ 5260-75)

Маховики изготовляют следующих типов: *1* – плоский маховик с волнистым ободом; *2* – плоский маховик с круглым ободом; *3* – вогнутый маховик с волнистым ободом.

На рис. 6.11 приведена конструкция чугунных маховиков типа *1*. В табл. 6.14 приведены размеры некоторых чугунных маховиков типа *1*.



1. Неуказанные литейные радиусы 3...6 мм.
2. Формовочные уклоны по ГОСТ 3212-92
3. Точность отливки 8-0-0-7 ГОСТ Р 53464-2009

Рис. 6.11

Таблица 6.14

Маховики чугунные ГОСТ 5260-75

Диаметр маховика D	Ступица				Спица			Обод
	H	S	d_1	d_2	количество	h	b	b_1
65	**10**	**6; 7**	**16**	**20**	**5**	**7**	**6**	**5**
80	**12**	**7; 9**	**18**	**22**		**10**	**6**	**6**
100	**14**	**7; 9; 11**	**22**	**26**		**11**	**7**	**7**

Пример условного обозначения маховика типа *1* с наибольшим диаметром D = 80 мм и размером квадрата S = 7 мм:

Маховик 1-80×7 ГОСТ 5260-75

6.10. Изображение сальниковых уплотнений

При медленно и редко перемещающихся относительно друг друга цилиндрических поверхностях деталей может применяться сальниковое уплотнение войлочными кольцами или мягкой набивкой. Набивка осуществляется шнурами из пеньковой или асбестовой пряжи. Шнуры и кольца пропитываются машинным маслом и графитовым порошком.

На рис. 6.12, ***а*** приведен пример уплотнения плунжера насоса войлочным кольцом, поджимаемым к плунжеру и корпусу нажимной гайкой. Следует обратить внимание на наличие зазора между нажимной гайкой и корпусом. Такое изображение наглядно показывает, что по мере утери упругих свойств набивки, уплотнение можно регулировать подтяжкой накидной гайки.

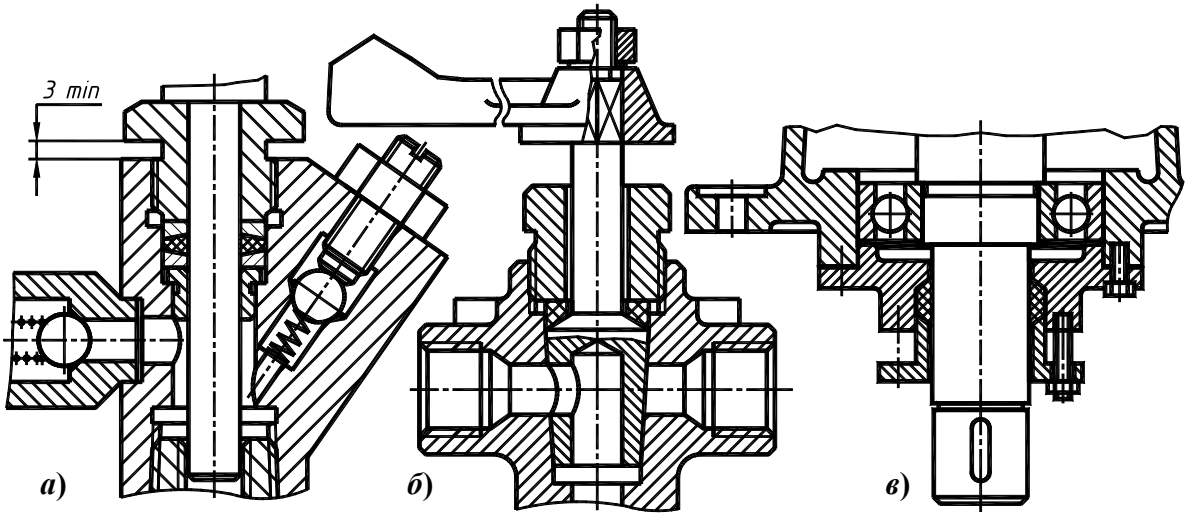


Рис. 6.12

На рис. 6.12, ***б*** приведен пример уплотнения пробки пробкового крана. Герметичность соединения пробки с корпусом обеспечивается притиркой этих деталей при сборке. Достаточная плотность контакта пробки с корпусом в процессе работы крана обеспечивается поджатием полиамидного кольца с помощью нажимной гайки. Следует предусмотреть возможность осевого перемещения гайки в резьбовом гнезде корпуса.

На рис. 6.12, ***в*** приведен пример уплотнения вала червячного редуктора. В качестве набивки сальникового устройства применена хлопчатобумажная пряжа (ХБП 10 ГОСТ 5152-84). Крышка сальника изображена в начале эксплуатации уплотнения. Предусмотрена возможность осевого перемещения крышки за счет гаек на шпильках, по мере износа набивки.

7. МАТЕРИАЛЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ

7.1. Обозначение материалов изделий

В современном машиностроении для изготовления изделий используют разнообразные материалы – сталь, чугун, цветные металлы, пластмассы и др. Химический состав, физико-механические свойства материалов, области их применения и условные обозначения устанавливают государственные стандарты. Студенты знакомятся с ними в курсе «Материаловедение». Здесь же приведены краткие сведения о материалах в объеме, необходимом для понимания их условных обозначений, приводимых в чертежах, а при необходимости – их выбора, (например, при выполнении эскизов или чертежей деталей, если в заданиях нет сведений о материалах).

В соответствии с ГОСТ 2.109-73 обозначение материала в конструкторской документации должно соответствовать его обозначению, приведенному в стандарте на этот материал, с той полнотой, которая необходима в каждом отдельном случае. Обозначение должно содержать наименование материала, марку и номер стандарта или технических условий.

Если в условное обозначение материала входит сокращенное наименование данного материала «*Ст*», «*СЧ*», «*КЧ*», «*Бр*» «*Л*», и др., то полные наименования «Сталь», «Серый чугун», «Ковкий чугун», «Бронза», «Латунь» и другие на чертеже не указывают, например: *Ст3 ГОСТ 380-2005*, *СЧ15 ГОСТ 1412-85, БрА9Ж3Л ГОСТ 493-79, Л63 ГОСТ 15527-2004.*

Условное обозначение материала на чертеже выполняют по одному из двух вариантов.

Первый вариант. Условное обозначение материала содержит только его качественную характеристику, например: *Сталь45 ГОСТ 1050-2013.* Предположим, что из этой стали, изготовлен вал. Обозначение материала складывается из наименования материала (*Сталь*), его марки (*45*) и номера стандарта (*ГОСТ 1050-2013*) на этот материал.

Второй вариант. В условном обозначении материала учитывают то, что изготовить деталь можно из материала определенного сортамента, например, лист, полоса, лента, пруток (круглый, квадратный, шестигранный), проволока, труба, профиль (уголок, швеллер и т.д.). В этом случае в обозначение материала включают наименование сортамента с его характерными размерами (диаметр прутка, толщина листа, толщина и ширина полосы или ленты, диаметр и толщина стенки трубы, диаметр проволоки и др.), а также номер стандарта на этот сортамент, на технические условия его поставки. (**Сортаментом** называется каталог прокатываемых, холодногнутых или прессованных полуфабрикатов и изделий с указанием их основных геометрических размеров, формы сечения, значений допусков и массы единицы длины). Планка (см. рис. 2.28 ***а***,) изготовлена из швеллера №5 (высотой 50 мм) ГОСТ 8240-97, из стали марки Ст3 по техническим условиям на сортовой прокат из стали углеродистой обыкновенного качества ГОСТ 535-2005:

$$\textit{Швеллер}\ \frac{\textit{5 ГОСТ 8240-97}}{\textit{Ст3 ГОСТ 535-2005}}$$

Ряд стандартов на материалы охватывает и классификацию, и технические требования, и сортамент, поэтому в обозначении материала по ним присутствует один номер стандарта.

Лента У10А-2,0×30 ГОСТ 2283-79 – лента из стали *У10А* толщиной *2* мм, шириной *30* мм

Пруток ДКрНТ16Л63-3 ГОСТ 2060-2006 – пруток тянутый *Д*, круглый *Кр*, нормальной точности *Н*, твердый *Т*, диаметром *16* мм из латуни марки *Л63-3*

Обозначение материала детали по стандарту на сортамент записывают на чертеже только в тех случаях, когда деталь в зависимости от предъявляемых к ней конструктивных и эксплуатационных требований должна быть изготовлена из сортового материала определенного профиля и размера, например: *Труба 20×2,8 ГОСТ 3262-75* – труба стальная водогазопроводная с наружным диаметром *20* мм, толщиной стенки *2,8* мм.

7.2. Черные металлы

7.2.1.Чугуны

Чугун – представляет железоуглеродистый сплав с содержанием углерода более 2 %, имеет несколько видов, выпускается по соответствующим стандартам:

серый чугун – ГОСТ 1412-85;

высокопрочный чугун – ГОСТ 7293-85;

ковкий чугун – ГОСТ 1215-79;

антифрикционный чугун – ГОСТ 1585-85.

В условное обозначение чугуна входят буквы, которые указывают вид чугуна, например: серый чугун – *СЧ*; ковкий чугун – *КЧ*; высокопрочный чугун – *ВЧ*; антифрикционный чугун – *АЧС*, *АЧВ*, *АЧК*.

Серый литейный чугун ГОСТ 1412-85	
Марка	Назначение
СЧ10	Малоответственные отливки с толщиной стенок до 15 мм: корпуса, крышки, и др.
СЧ15	Малоответственные отливки с толщиной стенок 10…30 мм: трубы, корпуса клапанов, вентили при давлении до 20МПа и др.
СЧ18	Ответственные отливки с толщиной стенок 10…20 мм: шкивы, зубчатые колеса, станины, суппорты и др.
СЧ20	Ответственные отливки с толщиной стенок до 30мм: блоки цилиндров, поршни, тормозные барабаны, каретки и др.
СЧ25	Ответственные отливки с толщиной стенок до 40 мм: кокильные формы, поршневые кольца и др.
СЧ30	Ответственные отливки с толщиной стенок до 60 мм: поршни, гильзы дизелей, рамы, штампы и др.
СЧ35	Ответственные высоконагруженные отливки с толщиной стенок до 100 мм: малые коленчатые валы, детали паровых двигателей и др.

Условное обозначение, например,

СЧ15 ГОСТ 1412-85 серый чугун (*СЧ*), двузначное число (*15*) – минимальное временное сопротивление при растяжении в МПа·10^{-1}.

Высокопрочный чугун ГОСТ 7293-85	
Марка	Назначение
ВЧ38-17, ВЧ42-12, ВЧ45-2, ВЧ50-2, ВЧ50-7, ВЧ60-2, ВЧ70-2, ВЧ80-2, ВЧ100-2, ВЧ120-2.	Детали любого сечения, обладающие прочностью стальных: суппорты, резцедержатели, планшайбы, станины прокатных станов и прессов, коленчатые валы, барабаны, корпуса насосов, поршневые кольца.

Условное обозначение, например, *ВЧ42-12 ГОСТ 7293-85* – высокопрочный чугун (*ВЧ*). Первое двузначное число обозначает временное сопротивление при растяжении в МПа·10^{-1}, второе число – ударная вязкость.

Ковкий чугун ГОСТ 1215-79	
Марка	Назначение
КЧ30-6, КЧ33-8, КЧ35-10, КЧ37-12, КЧ45-7, КЧ50-5, КЧ55-4, КЧ60-3,	Для небольших отливок, работающих в условиях динамических нагрузок (детали автомобильной, тракторной и сельскохозяйственной промышленности). Сечение не более 30…40мм.

Условное обозначение, например, *КЧ30-6 ГОСТ 1215-79* – ковкий чугун (*КЧ*). Первое число обозначает временное сопротивление при растяжении в МПа·10^{-1}, второе число – относительное удлинение в %.

7.2.2. Стали

Сталь по химическому составу подразделяется на углеродистую и легированную, а по назначению – на конструкционную и инструментальную. Сталь представляет собой сплав железа с углеродом (до 2 %) и другими химическими элементами, которые в марках стали условно обозначаются буквами: *Х* – хром; *Г* – марганец; *Н* – никель; *В* – вольфрам; *М* – молибден; *Ю* – алюминий; *С* – кремний; *Т* – титан *С* – кремний, *Д* – медь, *Р* – бор и т.д.

Сталь в зависимости от степени раскисления изготовляют кипящей (*кп*), полуспокойной (*пс*) и спокойной (*сп*).

Сталь углеродистая обыкновенного качества ГОСТ 380-2005	
Марка	Назначение
Ст0	Кожухи, неответственные строительные конструкции (ограждения, перила), неответственные болты, шпильки, прокладки, шайбы. Свариваемость хорошая.
Ст1	Малоответственные металлические конструкции, водяные, паровые и газовые трубы при небольших давлениях, кожухи, малонагруженные заклепки, шайбы, шплинты, прокладки. Свариваемость хорошая.
Ст2	Дымогарные и паровые трубы, цепи сварные и пластинчатые, валики, оси, шайбы, рамы металлоконструкций. Свариваемость хорошая.
Ст3	Откидные болты, гайки, шайбы, шплинты, заклепки, разного рода детали тормозов, валики, рычаги, муфты, скобы, серьги, стяжки, оси, крюки кранов, кольца, цилиндры, шатуны, крышки, рамы, тележки, баки и резервуары.
Ст4	Откидные болты, гайки-барашки, валы, оси передач, тяги, пальцы, крюки, стрелы крановые и др.
Ст5	Валы и оси приводов, крепежные детали, муфты, кованые катки, пальцы кривошипов, шатуны, зубчатые колеса больших диаметров, оси ходовых колес, блоков, барабанов, звездочки и др.
Ст6	Валы, оси, зубчатые колеса, червяки, шпонки, бойки молотов, шпиндели, муфты кулачковые и фрикционные, цепи, тормозные ленты, установочные винты и др.

Условное обозначение, например, *Ст3 ГОСТ 380-2005* – сталь (*Ст*) и цифра – условный номер марки в зависимости от механических свойств и химического состава.

Проволока 1,0-О-Ч ГОСТ 3282-74 – стальная низкоуглеродистая, для стопорения крепежных деталей, диаметр 1,0 мм, термически обработанная, нормальной точности, черная.

Сталь углеродистая качественная конструкционная ГОСТ 1050-2013	
Марка	Назначение
08кп, 10	Детали, изготовляемые холодной штамповкой и холодной высадкой, трубки, прокладки, крепеж, колпачки. Детали, не требующие высокой прочности сердцевины: втулки, валики, упоры, копиры, зубчатые колеса, фрикционные диски.
15, 20	Малонагруженные детали: валики, пальцы, упоры, оси, шестерни. Тонкие детали, работающие на истирание, рычаги, крюки, траверсы, болты, стяжки и др.
30, 35	Детали, испытывающие небольшие напряжения: оси, шпиндели, звездочки, тяги, траверсы, рычаги, диски, валы.
40, 45	Шатуны, валы, маховики, зубчатые колеса, шпильки, храповики, плунжеры, шпиндели, фрикционные диски, оси, муфты, , прокатные валики и др..
50, 55	Зубчатые колеса, прокатные валики, штоки, бандажи, валы, эксцентрики, малонагруженные пружины, рессоры и др.
60	Детали с высокими прочностными и упругими свойствами: прокатные валки, эксцентрики, шпиндели, пружинные кольца, диски сцепления и др.

Условное обозначение, например, *Сталь45 ГОСТ 1050-2013*– число после слова «сталь» показывает среднее содержание углерода в сотых долях процента.

Проволока 1,6-45 ГОСТ 17305-91 – проволока диаметром 1,6 мм из стали 45

Сталь легированная конструкционная ГОСТ 4543-2016	
Марка	Назначение
9ХС, 15Х	Пальцы поршневые, валы распределительные, толкатели, крестовины карданов, клапаны, мелкие детали, работающие в условиях износа.
20Х, 20ХГНР	Кулачковые муфты, втулки, шестерни, шпиндели, направляющие планки, плунжеры, оправки, копиры, шлицевые валики и др.
20ХН, 30Х, 35Х	Оси, катки, валики, зубчатые колеса, ответственные болты, шпильки.
40Х, 45Х, 38ХС	Шестерни, червячные и шлицевые валы, оси, шпиндели, валы, клапаны, храповые колеса, втулки, упорные кольца, роторы гидронасосов.
30ХМА, 35ХМ, 20ХН, 30ХГС, 33ХС, 18ХГТ, 40ХН, 20ХГСА,	Ответственные валы, оси, болты, коленчатые валы, штоки, зубчатые колеса, ролики, муфты, шпонки.

Условное обозначение, например, *Сталь40Х ГОСТ 4543-2016*

Первые две цифры указывают содержание углерода в сотых долях процента, буквы за цифрами означают присутствие легирующих элементов. Цифры после букв – процент примерного содержания соответствующего легирующего элемента в целых единицах. Отсутствие цифр означает содержание легирующего элемента до 1,5 %.(*Х* – хром, ≈1,5 %). Марки высококачественной стали имеют в конце обозначения букву *А*.

Сталь повышенной обрабатываемости резанием (автоматная) ГОСТ 1414-75	
Марка	Назначение
А12, А20	Болты, винты, шпильки, шайбы, оси, кольца и др.
А40Г	Ходовые винты металлорежущих станков.

Условное обозначение, например, *СтальА12 ГОСТ1414-75* – буква *А* в начале обозначения говорит о том, что сталь «автоматная» с повышенным содержанием серы (до 0,3 %). Цифры указывают содержание углерода в сотых долях процента.

Сталь рессорно-пружинная ГОСТ 14959-2016	
Марка	Назначение
70, 65Г	Пружинные шайбы и кольца, цанги, фрикционные диски, крупные витые пружины из проволоки диаметром 3…16 мм
50С2, 60С2, 55ХГР	Рессоры и пружины в автомобиле- и тракторостроении

Условное обозначение, например, *Сталь65Г ГОСТ 14959-2016*– сталь, цифры показывают содержание углерода в сотых долях процента (≈0,65 %). Буква *Г* означает повышенное содержание марганца в стали (≈1 %).

Сталь углеродистая инструментальная ГОСТ 1435-99	
Марка	Назначение
У7	Втулки кондукторов, опоры, молотки, плотничий инструмент.
У7А	Зубила, отвертки, центры токарных станков.
У8, У8А	Пуансоны, резцы по меди, кернеры, подпятники, тисочные губки.
У9, У9А	Кернеры, зубила.
У10, У12, У12А,	Резцы, сверла, метчики, фрезы, ходовые винты прецизионных станков, центры к станкам, втулки.

Условное обозначение, например, *СтальУ8А ГОСТ 1435-99* – сталь, углеродистая (*У*). Цифры показывают содержание углерода в десятых долях процента (≈0,8 %). Высококачественная (*А*).

Подшипниковая сталь ГОСТ 801-78	
Марка	Назначение
ШХ4, ШХ9, ШХ15, ШХ15СГ	Детали с высокой твердостью и износостойкостью: ролики, пальцы, собачки храпового механизма, элементы подшипников качения.

Условное обозначение, например, *СтальШХ15 ГОСТ 801-78* – сталь подшипниковая – *Ш*, (углерода ≈1,0 %), хромистая – *Х*. Цифры указывают содержание хрома в десятых долях процента (≈1,5 %). Подробнее см. [5, т. 1, с. 89].

Стали высоколегированные коррозионно-стойкие, жаростойкие, жаропрочные и теплоустойчивые ГОСТ 5632-2014	
Марка	Назначение
12Х13, 20Х13	Высоконагруженные детали (крепеж, штуцера, клапаны, трубы), работающие в условиях агрессивной среды.
12Х18Н9Т	Детали выхлопных систем, камеры сгорания, лопатки турбин и др.

Условное обозначение, например, *20Х13 ГОСТ 5632-2014* – сталь коррозионно-стойкая («нержавейка»), углерода ≈0,2 %, хромистая – *Х*. Цифры указывают содержание хрома в процентах (≈13 %).

Отливки из конструкционной нелегированной и легированной стали ГОСТ 977-88	
Марка	Назначение
Отливка 25Л-I	Детали сложной формы: рамы, опоры, кронштейны, корпуса; детали общего назначения.
Отливка 50Л-II	Детали, рассчитываемые на прочность и работающие при статической нагрузке: крупногабаритные зубчатые колеса, звездочки, шкивы и т.п.
Отливка 55Л-III	Детали, рассчитываемые на прочность и работающие при динамической нагрузке: зубчатые колеса, звездочки, шкивы больших размеров.
Отливка 35ГЛ-III *Отливка 35ХМЛ-III* *Отливка 35ХГСЛ-III*	Детали, подвергаемые термической обработке: зубчатые колеса, звездочки.

Отливки делятся на три группы в зависимости от предъявляемых к ним требований.

К *I*-ой группе относятся отливки общего назначения для деталей, конфигурация и размеры которых определяются только конструктивными и технологическими соображениями.

Ко *II*-й группе относятся отливки ответственного назначения для деталей, рассчитываемых на прочность и работающих при статических нагрузках.

К *III*-й группе относятся отливки особо ответственного назначения для деталей, рассчитываемых на прочность и работающих при циклических и динамических нагрузках.

Условное обозначение, например,

Отливка 25Л-I ГОСТ 977-88

– сталь марки *25*, литейная (*Л*). Отливка *I*-й группы.

7.3. Цветные металлы и сплавы

7.3.1. Алюминиевые сплавы

Сплавы алюминиевые литейные ГОСТ 1583-93	
Марка	Назначение
АК12 (АЛ2)*	Поршни, головки двигателей. Тонкостенные детали сложной конфигурации: корпусные детали, рычаги, кронштейны, крышки и др.
АК9ч (АЛ4)	Крупные детали сложной формы: картеры и блоки цилиндров двигателей внутреннего сгорания и т.п.
АК5М (АЛ5)	Корпуса, блоки, рубашки, головки двигателей внутреннего сгорания и др.
АК7ч (АЛ9)	Детали, работающие в агрессивных средах и требующие сварки: корпуса насосов, редукторов, картеры двигателей, корпуса приборов на морских судах.
АЦ4Мг (АЛ24)	Поршни двигателей внутреннего сгорания.
АК8 (АЛ34)	Корпусные детали, работающие под высоким давлением.
АМг10 (АЛ27)	Детали морских судов.
АМ5 (АЛ19)	Детали, работающие при высоких температурах.

*В скобках приведены старые обозначения марок алюминиевых сплавов по ГОСТ 2685-75.

Марки сплавов расшифровываются следующим образом: *А*, *Д* – алюминий, *Мг* – магний, *Мц* – марганец, *М* – медь, *К* – кремний. Буквы, указанные в названии, составляют основу сплава, цифры после них – долю элемента в процентах; *ч* – чистый; *пч* – повышенной чистоты.

Условное обозначение, например, *АМг10 ГОСТ 1583-93*.

Силумин – сплав алюминия с кремнием. Из силуминов изготовляют детали сложной конфигурации, используемые главным образом в авто- и авиастроении.

Пример обозначения силумина марки *АК12ч* (Сил-1): *АК12ч ГОСТ 1583-93*.

Алюминий и сплавы деформируемые ГОСТ 4784-2019	
Марка	Назначение
АД0, АД1	Детали с высокими пластическими свойствами.
АМц, АМг1, АМг2, АМг3	Сварные детали, трубопроводы, радиаторы, емкости для жидкости.
АД31, АД33, Д1	Детали для отделки автомобилей, судов, самолетов.
Д16	Детали средней прочности, штампованные узлы, заклепки.
АК4	Детали двигателей.
АК4-1	Листы, профили, поковки.
АК6, АК8	Детали средне- и сильно нагруженные, изготовляемые обработкой давлением.

Условные обозначения, например,

АМц ГОСТ 4784-2019 – сплав алюминия с марганцем;

АМг6 ГОСТ 4784-2019 – сплав алюминия с магнием и марганцем;

Д16 ГОСТ 4784-2019 – сплав алюминия с медью и магнием (**дюраль**);

АК6 ГОСТ 4784-2019 – сложнолегированный сплав системы алюминий–медь–магний–марганец–кремний.

Пруток АД31Кр16 ГОСТ 21488-97 пруток из сплава *АД31*, круглый *Кр*, диаметром 16 мм;

Лента Д16 2 ГОСТ 13726-97 лента из сплава *Д16*, толщиной 2 мм;

Лист АД1М2 ГОСТ 21631-76 лист из сплава *АД1*, мягкий, толщиной 2 мм.

7.3.2. Медь и её сплавы

Медь ГОСТ 859-2014	
Марка	Назначение
М00, М0, М1, М2, М3	Применяется в электротехнике, машино- и приборостроении, отличается высокой электро- и теплопроводностью, коррозионной стойкостью.

Условное обозначение, например, *М2 ГОСТ 859-2014* – медь (*М*), *2* – номер сплава.

Пруток ДКрНТ12М2 ГОСТ 1535-2016 – пруток тянутый *Д*, круглый *Кр*, нормальной точности *Н*, твердый *Т*, диаметром *12* мм из меди марки *М2*.

Лента ДПРНМ3М2 ГОСТ 1173-2006 – лента холоднотянутая *Д*, прямоугольного сечения *ПР*, нормальной точности *Н*, мягкая *М*, толщиной *3* мм из меди марки *М2*.

Латунь – медно-цинковый сплав с добавлением других металлов: олова, алюминия, никеля, марганца, свинца и др.

Латунь литейная ГОСТ 17711-93	
Марка	Назначение
ЛЦ16К4, ЛЦ23А6Ж3Мц2, ЛЦ40С, ЛЦ25С2	Детали арматуры, червячные винты, втулки, подшипники, гайки нажимных винтов, штуцера гидросистем автомобилей, сепараторы, коррозионно-стойкие детали.

Условное обозначение литейных латуней, например,

ЛЦ16К4 ГОСТ 17711-93 – латунь *(Л)*, *16* % цинка *(Ц)*, *4* % кобальта *(К)*, остальное медь.

Латуни деформируемые ГОСТ 15527-2004	
марка	назначение
Л60, Л63, Л68, Л80, Л85, Л90	Детали машин, приборов, автомобилей, гайки, болты, арматура, конденсаторные трубы, змеевики, толстостенные патрубки.
ЛС59-1, ЛС60-1, ЛМц58-2	Гайки, болты, зубчатые колеса, втулки.

В деформируемых латунях после буквы *Л* пишут прописную букву дополнительных легирующих элементов и через тире, после содержания меди, указывают содержание легирующих элементов в процентах. Условное обозначение, например,

ЛС60-1 ГОСТ 15527-2004 – латунь *(Л)*, 60% меди, 1% свинца, остальное цинк.

Пруток ДКрНТ12 ЛС59-1 ГОСТ 2060-2006 – пруток тянутый *Д*, круглый *Кр*, нормальной точности *Н*, твердый *Т*, диаметром *12* мм из латуни марки *ЛС59-1*.

Бронза – сплав меди с оловом с добавлением, свинца, никеля, цинка.

Бронза литейная оловянная ГОСТ 613-79	
Марка	Назначение
БрО3Ц12С5, БрО4Ц7С5, БрО10Ф1, БрО10Ц2	Арматура, вкладыши подшипников, венцы червячных колес, подшипники скольжения, антифрикционные детали.

Условное обозначение, например,

БрО4Ц7С5 ГОСТ 613-79 – бронза *Бр*, *4* % олова, *7* % цинка, *5* % свинца, остальное – медь.

Бронза литейная безоловянная ГОСТ 493-79	
Марка	Назначение
БрА9Мц2Л, БрА9Ж3Л, БрС30, БрА10Ж3Мц2	Арматура, венцы червячных колес, трубы, корпуса, втулки, детали пищевой и химической промышленности.

Условное обозначение, например, *БрА9Мц2Л ГОСТ 493-79* – бронза *(Бр)*, *9* % алюминия, *2* % марганца, остальное – медь.

Бронза безоловянная деформируемая ГОСТ 18175-78	
Марка	Назначение
БрАМц9-2; БрАЖ9-4; БрБ2; БрКМцЗ-1, БрАЖН10-4-4, БрКД1.	Зубчатые колеса, направляющие втулки, пружины, упругие элементы, вкладыши подшипников, винты, гайки, седла клапанов, коллекторы, троллейбусные провода.

Условное обозначение, например,

БрАЖ9-4 ГОСТ 18175-78 – бронза *(Бр)*, 9 % алюминия, *4* % железа, остальное – медь;

Пруток ДКР 12 БрАМц9-4 ГОСТ 6528-78 – пруток тянутый, круглый диаметром *12* мм из сплава марки *БрАМц9-2*.

Бронза деформируемая оловянная ГОСТ 5017-2006	
Марка	Назначение
БрОФ7-0,2; БрОФ6,5-0,4; БрОЦ4-3; БрОЦС4-4-4.	Зубчатые колеса, втулки, пружины, вкладыши подшипников, детали машин, токоведущие элементы приборов.

Условное обозначение, например,

БрОЦ4-3 ГОСТ 5017-2006 – бронза *(Бр)*, *4* % олова, *3* % цинка, остальное-медь.

Пруток БрОЦ4-3 Кр20 ГОСТ6511-62014 – пруток из бронзы марки *БрОЦ4-3*, круглый, диаметром *20* мм.

В приведенных примерах марок буквы обозначают: *О* – олово, *Ц* – цинк, *С* – свинец, *Н* – никель, *А* – алюминий, *Ж* – железо, *Мц* – марганец, *Б* – бериллий, *Т* – титан; цифры – среднее содержание элементов в процентах.

7.3.3. Сплавы магниевые

Сплавы магниевые литейные ГОСТ 2856-79	
Марка	Назначение
МЛ3; МЛ4; МЛ5; МЛ6	Нагруженные детали двигателей, летательных аппаратов, приборов

Условное обозначение, например, *МЛ5 ГОСТ 2856-79*

7.3.4. Сплавы антифрикционные

Сплавы антифрикционные оловянные и свинцовые (баббиты) ГОСТ 1320-74	
Марка	Назначение
Б16; Б88	Вкладыши подшипников скольжения

Числа указывают содержание олова в процентах.

7.3.5. Припои

Припои серебряные ГОСТ 19738-2015	
Марка	Назначение
ПСр62; ПСр40; ПСр72	Пайка разнородных материалов, цветных металлов и сталей

Условное обозначение, например, припой *ПСр72 ГОСТ 19738-2015* – содержит серебра 72%, остальное – медь

Припои оловянно-свинцовистые ГОСТ 21930-76	
Марка	Назначение
ПОС-18; ПОС-40; ПОС-61	Для пайки электро- и радиоаппаратуры, точных приборов

Условное обозначение, например, припой *ПОС-61 ГОСТ 21930-76* – содержит олова 61%, остальное – свинец

Припои медно-цинковые ГОСТ 23137-78	
Марка	Назначение
ПМЦ-48; ПМЦ-54; ПМЦ-36	Для пайки контактов с основой

Припой *ПМЦ-36 ГОСТ 23137-78* – содержит меди 36%, остальное – цинк.

7.4. Неметаллические материалы

Марка, назначение	Условное обозначение
Текстолит конструкционный ПТ, ПТК – зубчатые колеса, втулки, подшипники скольжения, ролики, прокладки.	*Текстолит ПТК-20, сорт I ГОСТ 5-78* марка текстолита *ПТК*, диаметр стержня 20 мм.
Фенольные прессованные массы СП, Э, ВХ, У, Ж – детали общего назначения, обладающие высокой прочностью, электроизоляционными свойствами, жаропрочностью, работающими на удар (втулки, шестерни, кулачки).	*Фенопласт Э2-330-02 серый ГОСТ 5689-79* фенопласт электроизоляционный группы *Э2*, тип смолы *330*, тип наполнителя *02*, цвет серый.
Стекловолокниты АГ, П, ПН, К – детали конструкций, обладающие механической прочностью, теплостойкостью, электроизоляционные детали.	*Прессматериал АГ-4С ГОСТ 20437-89* прессматериал, состоящий из крученых стеклянных нитей АГ и формальдегидной смолы 4С.
Фторопласт-4 **Т –** для изготовления толстостенных изделий и трубопроводов; **О –** для изделий общего назначения; **П –** для конденсаторной пленки. Детали, обладающие химической стойкостью, теплостойкостью (подшипники скольжения, прокладки, уплотнители), и диэлектрическими свойствами.	*Фторопласт-4Т ГОСТ 10007-80,* *Фторопласт-4О ГОСТ 10007-80,* *Фторопласт-4П ГОСТ 10007-80*
Стекло органическое конструкционное СОЛ – прозрачные детали светильников.	*СОЛ5 ГОСТ 15809-70* (5 – толщина листов в мм)
Паронит ПОН, ПМБ, ПА, ПЭ – прокладки различной конфигурации, используемые в различных средах.	*Паронит ПОН 0,6 ГОСТ 481-80* Паронит общего назначения для неподвижных соединений ПОН, толщина 0,6 мм.
Войлок технический – грубошерстный *Г*, полугрубошерстный *П*, тонкошерстной *Т* выпускают для сальников *С*, для прокладок *ПрП*, *ПрБ*, для фильтров *Ф*, для звуко- и теплоизоляции *И*.	*Войлок ГС10 ГОСТ 6418-81* войлок грубошерстный *Г*, для сальников *С*, толщина 10 мм. *Войлок ПрП10 ГОСТ 6308-71* войлок полугрубошерстный *П*, для прокладок *Пр*, толщина 10 мм.
Картон прокладочный – бензо- и маслостойкий (прокладки фланцев и крышек), электроизоляционный, технический, строительный и др.	*Картон А-1 ГОСТ 9347-74* картон пропитанный *А*, толщина 1мм. *Картон ЭВ-2 ГОСТ 2824-86* картон электроизоляционный *ЭВ*, толщина 2 мм.
Кожа техническая – манжеты, прокладки, кольца, клапаны, сальниковая набивка, пластины.	*Кожа 2,5 ГОСТ 20836-75* кожа толщиной 2,5 мм.

Пластины резиновые и резинотканевые ТМКЩ, АМС, МБС– прокладки, клапаны, уплотнения неподвижных соединений.	*Пластина 1Ф-I-АМС-М-3 ГОСТ 7338-90* – пластина, класс I, формовая Ф, атмосферомаслостойкая АМС, мягкая М, толщина 3 мм.
Ретинакс А, Б – фрикционные изделия применяют в узлах трения авиационных колес, буровых лебедок и других машин и механизмов.	*Ретинакс Б ГОСТ 10851-94* – фрикционные узлы трения в паре с серым чугуном и легированными сталями.
Эбонит – *А* – для высокой электрической изоляции, *Б* – для общей электрической изоляции, *В* – в качестве поделочного материала. Детали, стойкие к агрессивным средам; обладает диэлектрическими свойствами.	*Пластина эбонит А12 ГОСТ 2748-77* – пластины эбонита марки *А*, толщиной 12 мм *Стержень эбонит Б-25 ГОСТ 2748-77* – стержень эбонита марки *Б*, диаметром 25 мм.
Гетинакс типов 111, 112, 113, 211, марок: **1**, **2**, **3**, **5**, **6**, **7**, **0** и сортов высшего, первого и второго – электротехнический листовой гетинакс, применяется в качестве электроизоляционного материала.	*Гетинакс I 1с-12,0 ГОСТ 2718-74* – гетинакс марки *I* первого сорта толщиной 12,0 мм.
Асбестовые шнуры ШАОН, ШАП, ШАГ – набивка сальников, вентилей, теплоизоляция и уплотнение неподвижных соединений.	*ШАОН 3 ГОСТ 1779-83* шнур асбестовый общего назначения ШАОН, диаметр 3 мм.
Клей синтетический – для склеивания пластмасс и др. неметаллов, металлов с неметаллами и металлами, обладает водо- и кислотостойкостью	*Клей БФ2 ГОСТ 12172-2016*

7.5. СОРТАМЕНТ

Сортаментом называется каталог прокатываемых, холодногнутых или прессованных полуфабрикатов и изделий с указанием их основных геометрических размеров, формы сечения, значений допусков и массы единицы длины.

Полуфабрикаты в виде гладкого или профильного листа, полосы, ленты, проволоки могут непосредственно применяться в конструкциях или могут служить заготовками для сталей и изделий.

Стальной прокат поставляют круглый, квадратный, шестигранный, полосовой, в виде листа, ленты, проволоки, труб, повышенной точности со специальной отделкой поверхности (серебрянка), а также в виде профилей гнутых и фасонных горячекатаных.

Весь сортамент проката можно разделить на три основных группы: сортовой прокат (в том числе специальные профили), листовой прокат и трубы.

В стандартах на сортамент указывают обозначение проката различной точности изготовления: А – высокой точности; Б – повышенной точности; В – обычной точности. Форма, размеры и предельные отклонения проката указываются в следующих стандартах.

Рядовой прокат из углеродистой стали обыкновенного качества:

сортовой:

ГОСТ 2590-2006 – горячекатаный круглый (точности изготовления А, Б, В);

ГОСТ 2591-2006 – горячекатаный квадратный (точности изготовления Б, В);
ГОСТ 103-2006 – горячекатаный полосовой (точности изготовления Б, В);
ГОСТ 2879-2006 – горячекатаный шестигранный (точности изготовления Б, В);
фасонный:
ГОСТ 8509-93 – угловой равнополочный (точности изготовления А, В);
ГОСТ 8510-86 – угловой неравнополочный (точности изготовления А, В);
ГОСТ 8239-89 – балки двутавровые;
ГОСТ 8240-97 – швеллеры и др.
Марки стали, химический состав должны соответствовать требованиям ГОСТ 380-2005.
В зависимости от назначения сортовой прокат делится на три группы:
I – для применения без обработки поверхности;
II – для холодной механической обработки резанием;
III – для горячей обработки давлением.
Фасонный прокат изготовляют только группы I.

Прокат из углеродистой качественной конструкционной стали по ГОСТ 1050-2013

По видам обработки прокат делят на: горячекатаный и кованный; калиброванный; со специальной отделкой поверхности.

По состоянию материала прокат изготовляют: без термической обработки, термически обработанный – ТО; нагартованный – НГ (для калиброванного проката и круглого проката со специальной отделкой поверхности).

Прокат сортовой изготовляют двух групп качества поверхности. Качество поверхности и требования по обрезке концов калиброванного проката должны соответствовать ГОСТ 1051-73 групп Б и В, со специальной отделкой поверхности – ГОСТ 14955-77 групп В, Г и Д.

Сортамент проката: ГОСТ 2590-88 – горячекатаный круглый; ГОСТ 2591-88 – горячекатаный квадратный; ГОСТ 103-76 – горячекатаный полосовой; ГОСТ 2879-88 – горячекатаный шестигранный; ГОСТ 1133-71 – кованый круглый и квадратный; ГОСТ 14955-77 – круглый со специальной отделкой поверхности.

Пример обозначения проката горячекатаного шестигранного с размером «под ключ» 30 мм, по ГОСТ 2879-88, из стали марки 45:

$$\text{Шестигранник}\ \frac{30\ \text{ГОСТ}\ 2879\text{-}88}{45\ \text{ГОСТ}\ 1051\text{-}73}$$

Прокат тонколистовой из углеродистой стали качественной и обыкновенного качества общего назначения по ГОСТ 16523-97 (взамен ГОСТ 16523-89)

Толщина проката от 0,35 до 3,9 мм включительно. Прокат подразделяют: по способу производства – горячекатаный, холоднокатаный; по минимальному значению временного сопротивления (В) на группы прочности: К260В, К270В, ОК300В, К310В, К330В, К350В, ОК360В, ОК370В, К390В, ОК400В, К490В;

по нормируемым характеристикам на категории: 1, 2, 3, 4, 5, 6;

по качеству отделки поверхности на группы: холоднокатанный: особо высокой отделки – I, высокой отделки – II, повышенной отделки – III (IIIа, IIIб);

горячекатанный: повышенной отделки – III, обычной отделки – IV;

по способности к вытяжке: глубокой – Г, нормальной – Н.

В части сортамента прокат должен соответствовать требованиям ГОСТ 19903-2015 – горячекатаный, ГОСТ 19904-90 – холоднокатаный.

Прокат изготовляют:

из углеродистой стали обыкновенного качества групп прочности ОК300В (Ст1), ОК360В (Ст3), ОК370В (Ст3сп), ОК400В (Ст4, Ст5сп);

В обозначении группы прочности цифры соответствуют нижнему пределу временного сопротивления, ОК – прокат из стали обыкновенного качества, К – из качественной стали.

Пример условного обозначения: прокат горячекатаный листовой повышенной точности (А), нормальной плоскостности (ПН), с обрезной кромкой (О), размером 2×1000×2000 мм по ГОСТ 19903-2015, группы прочности К270В, категории 4, повышенной отделки поверхности (III) из стали 08кп:

Лист А-ПН-О-2×1000×2000 ГОСТ 19903-2015
К270В-4-III-08кп ГОСТ 16523-97

Прокат толстолистовой из углеродистой стали обыкновенного качества по ГОСТ 14637-89

Толщина проката: 4…160 мм (листы), 4…12 мм (рулоны).

Марки стали: Ст0; Ст2кп; Ст2пс; Ст2сп; Ст3кп; Ст3пс; Ст3Гпс; Ст3сп;Ст3Гсп; Ст5пс и др.

Категории: 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Пример обозначения: лист нормальной точности (Б), улучшенной плоскостности (ПУ), с обжатой кромкой (К), пониженной серповидности (СРН), размером 4×1000×8000 мм по ГОСТ 19903-2015, из стали марки Ст3сп, категории 4 по ГОСТ 14637-89:

Лист Б-ПУ-К-СРН-4×1000×8000 ГОСТ 1993-2015
Ст3сп 4 ГОСТ 14637-89

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чекмарев, А.А. Справочник по машиностроительному черчению / А.А. Чекмарев, В.К. Осипов. – М.: Высшая школа, 2009. – 493 с.

2. Левицкий, В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учеб. для втузов / В.С. Левицкий – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2011.

3. Решетов, А.Л. Справочное руководство к заданиям по машиностроительному черчению: учебное пособие / А.Л. Решетов, Л.И. Хмарова; Л.Л. Карманова.– Челябинск: издательский центр ЮУрГУ, 2015. – 139 с.

4. ГОСТ 10549-80: Выход резьбы. Сбеги, недорезы проточки и фаски. – М.:Изд-во стандартов, 1986.

5. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. / В.И. Анурьев. – 6-е изд. – М.: Машиностроение, 2003.

6. Новичихина, Л.Н. Справочник по техническому черчению / Л.Н. Новичихина. – Минск: Книжный дом, 2005. – 320 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ …… 3
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗДЕЛИЯХ И ИХ СОСТАВНЫХ ЧАСТЯХ
1.1. Виды изделий …… 4
1.2. Виды, комплектность и стадии разработки конструкторских документов …… 5
1.2.1. Виды конструкторских документов …… 5
1.2.2. Стадии разработки конструкторской документации …….... 6
1.2.3. Комплектность конструкторских документов …… 7
2. ДЕТАЛИРОВАНИЕ ЧЕРТЕЖА ОБЩЕГО ВИДА. ЗАДАНИЯ №5 и 7 ……..... 7
2.1. Чтение чертежа сборочной единицы ……..…… 7
2.2. Выполнение чертежей деталей ……..... 8
2.2.1. Ознакомление с формой и размерами детали ……..…… 8
2.2.2. Выбор главного изображения детали и количества изображений …… 17
2.2.3. Выбор масштаба изображения и компоновка чертежа ……..... 20
2.2.4. Планировка чертежа ……..... 22
2.2.5. Простановка знаков шероховатости …… 23
2.2.6. Основные принципы простановки размеров на чертежах деталей ……... 27
Базовые поверхности деталей …… 27
Чертежи деталей, обрабатываемых совместно ……..... 31
Нанесение размеров …… 32
2.2.7. Правила нанесения на чертежах надписей и таблиц …… 37
2.2.8. Оформление технических требований и заполнение основной надписи …….. 38
2.3. Чертежи деталей зубчатых передач
2.3.1. Чертеж прямозубого цилиндрического зубчатого колеса …….. 40
2.3.2. Чертеж косозубого цилиндрического колеса ……... 42
2.3.3. Конические зубчатые колеса …… 43
2.3.4. Чертежи червяка и червячного колеса, образующих червячную передачу……... 46
2.3.5. Чертежи звёздочек, образующих цепную передачу……..... 50
2.4. Пример деталирования чертежа общего вида (задание №5) ……..... 52
3. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДЕТАЛЕЙ. СТАНДАРТНЫЕ ИЗДЕЛИЯ
3.1. Фаски ……...…… 59
3.2. Скругления внутренних и внешних углов на деталях машин …….. 61
3.3. Размеры «под ключ» ……..……..…… 61
3.4. Проточки и канавки
Размеры проточек для метрической резьбы …… 61
Проточки для трубной цилиндрической резьбы …… 62
Проточки для трапецеидальной резьбы ……... 64
Канавки для выхода шлифовального круга …… 65
3.5. Уплотнительные устройства и канавки под них
Кольца войлочные для уплотнений и канавки для них …….. 66

Кольца резиновые для уплотнений. Посадочные места под резиновые кольца …….. 67
Посадочные места под резиновые кольца для торцевых уплотнений ……... 68
Манжеты резиновые уплотнительные для пневматических устройств и канавки для них (ГОСТ 6678-72) …… 69
Манжеты резиновые для уплотнения гидравлических устройств цилиндров и штоков и проточки для них (ГОСТ 14896-84) ……..… 72
Заходные фаски при уплотнении цилиндров и штоков резиновыми манжетами (ГОСТ 14896-84) …..... 73
Манжеты резиновые армированные для валов …… 75
Полиамидное шевронное многорядное уплотнение для гидравлических устройств ….. 75
3.6. Отверстия резьбовые и гладкие под крепежные детали
Выход и запасы резьбы, недорезы, диаметры отверстий под резьбу и сквозных, для метрических резьб …….. 77
Зенкование под головки винтов …… 78
Размеры конической дюймовой резьбы (ГОСТ 6111-52) ……..... 79
Размеры конической трубной резьбы (ГОСТ 6211-81) ……..... 80
Размеры метрической конической резьбы (ГОСТ 25229-82) ……. 81
Размеры смазочных канавок и отверстий валов …….. 82
Размеры пресс-масленок по ГОСТ 19853-74 типа 1 …… 83
Размеры пресс-масленок по ГОСТ 19853-74 типа 2 …… 83
Размеры пресс-масленок по ГОСТ 19853-74 типа 3 …… 84
3.7. Подшипники качения. Конструктивные элементы деталей, сопряженных с подшипниками …….. 84
Подшипники шариковые радиальные однорядные (ГОСТ 8338-75)……. 85
Размеры галтельных переходов у посадочных мест подшипников качения …… 86
Размеры заплечиков для установки шариковых радиальных подшипников (ГОСТ 20226-82) ……. 86
Подшипники роликовые радиальные сферические двухрядные (ГОСТ 5721-75) ….. 88
Размеры заплечиков для установки роликовых двухрядных сферических подшипников (ГОСТ 20226-82) ……..... 89
Подшипники роликовые конические радиально-упорные однорядные (ГОСТ 27365-87) ……. 89
Размеры заплечиков для установки роликовых конических радиально-упорных однорядных подшипников (ГОСТ 27365-87) …….. 90
Подшипники упорные шариковые одинарные (ГОСТ 7872-89) и размеры заплечиков для их установки …….. 91
Подшипники шариковые упорные двойные (ГОСТ 7872-89) и размеры заплечиков для их установки ……. 92
Подшипники шариковые радиально-упорные однорядные (ГОСТ 831-75) ……. 93
Размеры заплечиков для установки шариковых радиально-упорных подшипников .. 94
Подшипники шарнирные (ГОСТ 3635-78) ……..... 94
Кольца пружинные упорные плоские, наружные и канавки для них (ГОСТ 13940-86) ……. 95
Кольца пружинные упорные плоские, внутренние и канавки для них (ГОСТ 13941-86) ……. 96
Стопорные многолапчатые шайбы по ГОСТ 11872-89, Гайки круглые шлицевые по ГОСТ 11871-88 и размеры канавок под язычок стопорной шайбы …….. 97
Концевые шайбы (ГОСТ 14734-69) и размеры отверстий для их крепления на валу 99

3.8. Шпоночные и шлицевые соединения …… 100
Размеры призматических шпонок и шпоночных пазов (ГОСТ 23360-78) ……...…… 100
Размеры сегментных шпонок и шпоночных пазов (ГОСТ 24071-97) ……... 101
Призматические направляющие шпонки с креплением на валу (ГОСТ 8790-79) …... 102
Соединение зубчатое (шлицевое) прямобочное (ГОСТ 1139-80) …….. 103
3.9. Рифления прямые и сетчатые …….. 104
3.10. Нормальные размеры …….. 104
4. ВЫПОЛНЕНИЕ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА. ЗАДАНИЕ №6 ……..…… 107
4.1. Последовательность выполнения сборочного чертежа по чертежам деталей 108
4.2. Условности и упрощения, допускаемые при выполнении сборочного чертежа ……..... 110
4.3. Основные надписи …… 110
4.4. Спецификация ……..... 111
4.5. Номера позиций ……..….. 115
4.6. Указания о выполнении неразъемных соединений ..……..... 116
5. КРЕПЕЖНЫЕ ИЗДЕЛИЯ ……..…… 121
5.1. Болты ……..... 121
5.2. Винты ……... 125
5.3. Гайки ……..…… 128
5.4. Шплинты ……...……..... 134
5.5. Шайбы……...……..... 135
5.6. Штифты……...……..... 139
6. СТАНДАРТНЫЕ И НОРМАЛИЗОВАННЫЕ ДЕТАЛИ
6.1. Пробки ……...…….... 140
6.2. Опоры ……...……. 142
6.3. Оси ……...…….. 144
6.4. Рукоятки ……...……..... 145
6.5. Крышки подшипников торцовые ……..... 146
6.6 Установочные кольца с винтовым креплением ……. 148
6.7. Пружины ……..... 149
6.8. Детали соединений трубопроводов по наружному конусу (штуцера) …..…… 151
6.9. Маховики чугунные для трубопроводной арматуры ……... 152
6.10. Изображение сальниковых уплотнений …….. 153
7. МАТЕРИАЛЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ
7.1. Обозначение материалов изделий …….. 154
7.2. Черные металлы
7.2.1.Чугуны …… 155
7.2.2.Стали …….. 156
7.3. Цветные металлы и сплавы
7.3.1. Алюминиевые сплавы …….. 159
7.3.2. Медь и её сплавы …….. 160
7.3.3. Сплавы магниевые ……... 161
7.3.4. Сплавы антифрикционные …...……... 161
7.3.5. Припои ……...….. 161
7.4. Неметаллические материалы …….. 162
7.5. Сортамент …… 163
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК ……..…… 165