

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Брянский государственный аграрный университет»  
Брасовский промышленно - экономический техникум

Е.Г. Чапурина

## **ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА**

Учебное пособие по изучению дисциплины

Брянская область 2015

УДК 372.862  
ББК 74.57  
Ч 19

Чапурина, Е.Г. **Инженерная графика**: учебное пособие по изучению дисциплины / Е.Г. Чапурина. – Локоть: Брасовский филиал ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, 2015.- 103 с.

Учебное пособие по изучению дисциплины соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений» и предназначено для освоения студентами учебной дисциплины «Инженерная графика». Лаконичное и четкое изложение материала, продуманный отбор необходимых тем позволяют быстро и качественно подготовиться к урокам и экзаменам по данной учебной дисциплине.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальности 08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений»

Рецензенты:

Астахова О.М., преподаватель технических дисциплин (Брасовский филиал ФГБОУ ВО Брянский ГАУ)

Другова Г.Е., методист (Брасовский филиал ФГБОУ ВО Брянский ГАУ)

*Рекомендовано к изданию решением учебно-методическим советом филиала ФГБОУ ВО «Брянский аграрный университет» - Брасовский промышленно-экономический техникум от 25.05.2015 года, протокол № 5.*

© ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, 2015

© Чапурина Е.Г., 2015

<b>Содержание:</b>	<b>стр.</b>
ВВЕДЕНИЕ.....	5
РАЗДЕЛ 1. ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ.....	6
1.1. Виды изделий и их структура .....	6
1.2. Виды и комплектность конструкторских документов .....	7
1.3. Стадии разработки конструкторской документации.....	8
1.4. Основные надписи .....	9
1.5. Форматы .....	10
1.6. Масштабы.....	10
1.7. Линии чертежа.....	11
1.8. Шрифты чертежные .....	12
1.9. Штриховка .....	13
РАЗДЕЛ 2. ИЗОБРАЖЕНИЯ .....	14
2.1. Виды .....	14
2.2. Сечения.....	16
2.3. Обозначение сечений.....	16
2.4. Выполнение сечений.....	17
2.5. Разрезы .....	17
2.6. Обозначение простых разрезов.....	18
2.7. Выполнение простых разрезов .....	19
2.8. Выполнение сложных разрезов .....	19
РАЗДЕЛ 3. УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ЧЕРТЕЖАХ.....	21
3.1. Условности и упрощения при выполнении изображений .....	21
3.2. Выбор необходимого количества изображений .....	22
3.3. Компоновка изображений на поле чертежа .....	23
3.4. Изображение на чертеже линий пересечения и перехода.....	24
3.5. Построение линий пересечения и перехода .....	25
РАЗДЕЛ 4. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ .....	25
4.1. Основные виды механической обработки деталей.....	25
4.2. Краткие сведения о базах в машиностроении.....	26
4.3. Система простановки размеров .....	27
4.4. Методы простановки размеров.....	28
4.5. Чертеж вала.....	29
4.6. Конструктивные элементы деталей .....	30
4.7. Резьбовые проточки .....	32
4.8. Литейные базы, базы механической обработки.....	33
4.9. Нанесение размеров на чертежах литых деталей .....	33
РАЗДЕЛ 5. АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ.....	34
5.1. Виды аксонометрических проекций .....	34
5.2. Аксонометрические проекции плоских фигур.....	38
5.3. Аксонометрические проекции 3-х мерных тел .....	41
РАЗДЕЛ 6. РЕЗЬБЫ, РЕЗЬБОВЫЕ ИЗДЕЛИЯ И СОЕДИНЕНИЯ .....	43
6.1. Геометрическая форма и основные параметры резьбы .....	43

6.2. Назначение резьб и стандарты.....	46
6.3. Изображение резьбы .....	47
6.4. Обозначение резьб .....	48
6.5. Изображение резьбовых изделий и соединений.....	49
6.6. Обозначение стандартных резьбовых изделий.....	53
РАЗДЕЛ 7. РАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.....	54
7.1. Неподвижные разъемные соединения.....	55
7.2. Соединение болтом.....	55
7.3. Соединение шпилькой .....	55
7.4. Соединение винтом.....	56
7.5. Соединение труб.....	57
7.6. Подвижные разъемные соединения .....	57
7.7. Шпоночные соединения .....	58
7.8. Соединения шлицевые.....	59
РАЗДЕЛ 8. НЕРАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ, ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ. 59	
8.1. Изображения и обозначения сварных швов.....	59
8.2. Зубчатые и червячные передачи.....	62
8.3. Условные изображения зубчатых колес .....	64
8.4. Чертеж цилиндрической зубчатой передачи.....	65
РАЗДЕЛ 9. ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ .....	66
9.1. Нормирование шероховатости поверхности.....	66
9.2. Параметры шероховатости поверхностей .....	66
9.3. Выбор параметров шероховатости поверхности .....	68
9.4. Пример нормирования шероховатости.....	68
9.5. Знаки для обозначения шероховатости .....	69
9.6. Правила обозначения шероховатости.....	70
РАЗДЕЛ 10. ЭСКИЗЫ.....	74
10.1. Эскиз детали. Требования к эскизу .....	74
10.2. Последовательность выполнения эскизов.....	75
10.3. Общие требования к простановке размеров.....	77
10.4. Приемы обмера деталей .....	77
10.5. Шероховатость поверхностей и ее обозначение.....	78
10.6. Материалы в машиностроении .....	81
РАЗДЕЛ 11. СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ .....	87
11.1. Определение сборочного чертежа.....	87
11.2. Требования к сборочному чертежу .....	88
11.3. Последовательность выполнения сборочного чертежа .....	88
11.4. Нанесение номеров позиций .....	89
11.5. Спецификация сборочного чертежа.....	90
11.6. Условности и упрощения на сборочных чертежах.....	92
РАЗДЕЛ 12. ДЕТАЛИРОВАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ.....	93
12.1. Чтение чертежа общего вида .....	93
12.2. Выполнение чертежей деталей .....	93
12.3. Чтение чертежа “Клапан напорный” .....	95
12.4. Последовательность выполнения чертежа корпуса .....	96

## **ВВЕДЕНИЕ**

Учебные практические занятия выполняются в соответствии с учебными планами (рабочими программами) для дисциплин “Инженерная графика”, “Инженерная и компьютерная графика” по соответствующей специальности. Основной задачей практических занятий является анализ усвояемости и закрепление теоретического материала дисциплины на основе рассмотрения типовых примеров. При необходимости на практических занятиях и при заинтересованном интересе студентов могут быть дополнительно рассмотрены отдельные разделы теоретического материала, обеспечивающие расширение знаний и практических навыков по дисциплине.

Рекомендуется на практических учебных занятиях обращать особое внимание на рассмотрение разделов теоретического материала, вызвавших затруднение в понимании и усвоении студенческой аудиторией.

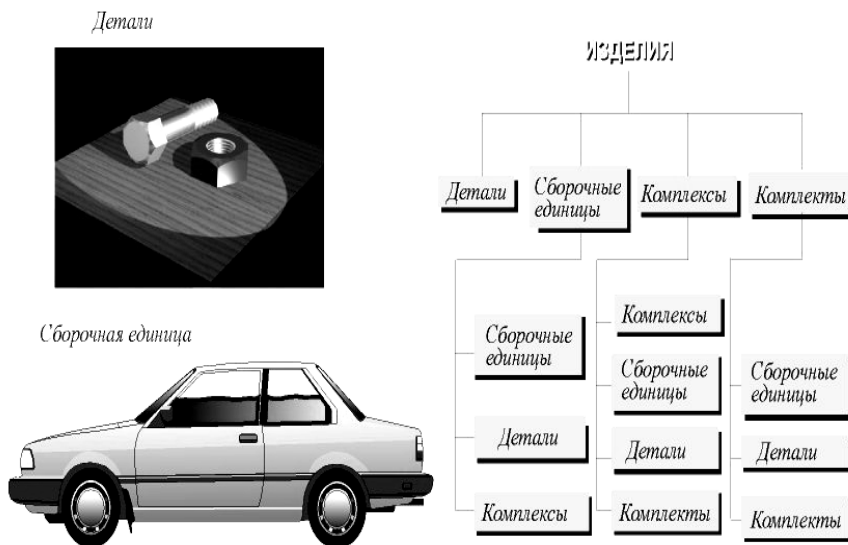
Формами контроля усвояемости материала дисциплины является устный опрос, работа студентов над выполнением типовых графических заданий, выполнение контрольных работ, а также задание типовых графических заданий на самостоятельное выполнение с последующей проверкой и комментарием допущенных ошибок.

Для эффективной работы на практических занятиях студенту необходимо прорабатывать теоретический материал учебника (учебного пособия), рекомендованного по дисциплине. Количество учебных практических занятий, состав их тем и расчетно-графических заданий для самостоятельной работы определяется для соответствующей дисциплины по соответствующей рабочей программе.

# РАЗДЕЛ 1. ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

## 1.1. Виды изделий и их структура

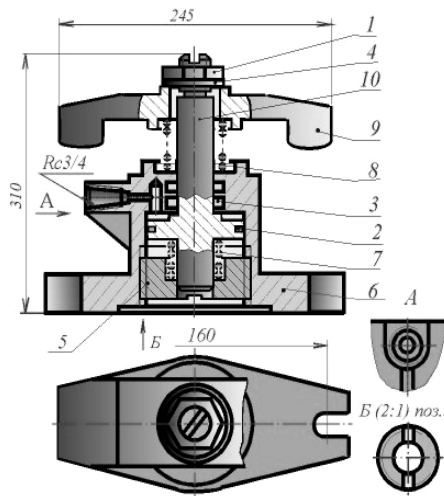
В соответствии с ГОСТ 2.101 - 68 **ИЗДЕЛИЕМ** называется любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии. Изделия, в зависимости от их назначения, делят на изделия основного производства (изделия, предназначенные для реализации) и вспомогательного производства (изделия, предназначенные для собственных нужд предприятия). Устанавливаются следующие виды изделий:



а) детали; б) сборочные единицы; в) комплексы; г) комплекты; В зависимости от наличия или отсутствия составных частей изделия делят на: а) **неспецифицированные** (детали) - не имеющие составных частей; б) **специфицированные** (сборочные единицы, комплексы, комплекты) - состоящие из двух и более составных частей. **ДЕТАЛЬЮ** называется изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций. **СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЕЙ** называется изделие, составные части которых соединяют между собой на предприятии посредством сборочных операций (свинчивание, клепка, сварка и т.п.), например: автомобиль, станок, маховичок из пластмассы с металлической арматурой. **КОМПЛЕКСОМ** называются два и более специфицированных изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций, например: цех-автомат, корабль, бурильная установка. **КОМПЛЕКТОМ** называются два и более изделий, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями и представляющих собой набор изделий, которые имеют общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера, например: комплект запасных частей, комплект инструмента и принадлежностей и т.д.

## 1.2. Виды и комплектность конструкторских документов

Любые изделия могут быть изготовлены только на основании определенных конструкторских документов. К конструкторским документам относятся графические и текстовые документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки, изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта. К графическим документам относятся различные виды чертежей, схем. В них содержится графическая информация об изделии.

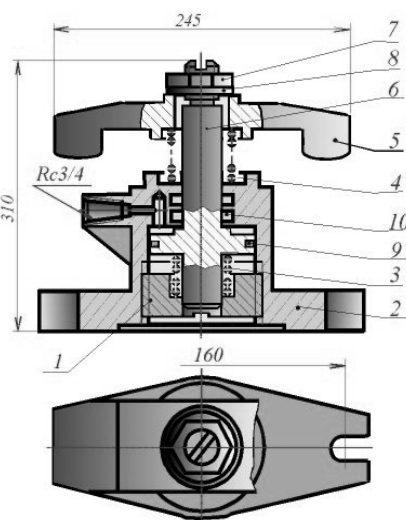


Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Дополнительные указания
Покупные изделия				
1		Гайка М40-7Н 5		
2		ГОСТ 5915-70	1	
		Кольцо НН-80 70-1		
		ГОСТ 9832-77	1	
3		Кольцо НН-35 28		
		ГОСТ 9832-77	2	
4		Шайба 30.04.019		
		ГОСТ 1171-78	1	
Вновь разрабатываемые изделия				
5	АТ-230.01.01.12.01	Стакан	1	
6	АТ-230.01.01.12.02	Корпус	1	
7	АТ-230.01.01.12.03	Пружина	1	
8	АТ-230.01.01.12.04	Пружина	1	
9	АТ-230.01.01.12.05	Сюба	1	
10	АТ-230.01.01.12.06	Поршень	1	
АТ-230.01.01.12.00				Лист
Копировать				Формат

Графические документы подразделяются на следующие виды: **ЧЕРТЕЖ ДЕТАЛИ** - документ, содержащий изображение детали и другие данные необходимые для ее изготовления и контроля. **СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ** - документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля. **ЧЕРТЕЖ ОБЩЕГО ВИДА** - документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и поясняющий принцип работы изделия

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЧЕРТЕЖ** - документ, определяющий геометрическую форму (обводы) изделия и координаты расположения составных частей. **ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЕЖ** - документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами. **ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫЙ, МОНТАЖНЫЙ, УПАКОВОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖИ** - докумен-

ты, содержащие контурное (упрощенное) изображение изделия, а также данные, позволяющие производить указанную в названии операцию. **СХЕМА** - документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними. Текстовыми конструкторскими документами являются до-



Пример заполнения спецификации

Форм	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечан
Документация					
А1		АТ-230.07.07.12.00.СБ	Сборочный чертеж		
Детали					
А4	1	АТ-230.07.07.12.01	Стакан	1	
А4	2	АТ-230.07.07.12.02	Корпус	1	
А4	3	АТ-230.07.07.12.03	Пружина	1	
А4	4	АТ-230.07.07.12.04	Пружина	1	
А4	5	АТ-230.07.07.12.05	Сюба	1	
А4	6	АТ-230.07.07.12.06	Поршень	1	
Стандартные изделия					
7		Гайка М40 5			
		ГОСТ 5915-70		1	
8		Шайба 30.04.019			
		ГОСТ 1171-78		1	
9		Кольцо НН-80х70-1			
		ГОСТ 9832-77		1	
10		Кольцо НН-35х28			
		ГОСТ 9832-77		2	
АТ-230.07.07.12.00					
Принхв					
гидравлический					
				Проборы	

кументы, содержащие информацию об изделии в виде текстов, которые могут быть представлены в форме таблиц, перечней и т.п. К текстовым конструкторским документам относятся, в частности: **СПЕЦИФИКАЦИЯ** (документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта); **ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ** (документ, содержащий требования к изделию, его изготовлению, контролю, приемке и поставке, которые нецелесообразно указывать в других документах), а также различные **ВЕДОМОСТИ, ТАБЛИЦЫ, ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА** и т.д. В зависимости от способа выполнения и характера использования конструкторские документы подразделяются на: **ОРИГИНАЛЫ** - документы, выполненные на любом материале и предназначенные для изготовления по ним подлинников. **ПОДЛИННИКИ** - документы, оформленные подлинными установленными подписями и выполненные на любом материале, позволяющем многократное воспроизведение с них копий. **ДУБЛИКАТЫ** - копии подлинников, обеспечивающие идентичность воспроизведения подлинника, выполненные на любом материале, позволяющие снятие с них копий. **КОПИИ** - документы, выполненные способом, обеспечивающим их идентичность с подлинником (дубликатом) и предназначенные для непосредственного использования при разработке, в производстве, эксплуатации и ремонте изделий.

### 1.3. Стадии разработки конструкторской документации

В зависимости от стадий разработки, устанавливаемых ГОСТ 2.103 - 68, конструкторские документы подразделяются на **ПРОЕКТНЫЕ** и **РАБОЧИЕ**. К **ПРОЕКТНЫМ** относятся **ТЕХНИЧЕСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ, ЭСКИЗНЫЙ ПРОЕКТ, ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ**. Входящие в технический проект чертежи общих видов содержат исходные данные для выполнения **РАБОЧЕЙ** документации - **СПЕЦИФИКАЦИЙ, СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ, ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ** и пр. Согласно ГОСТ 2.103 - 68 установлены следующие стадии разработки конструкторской документации: **1. ТЕХНИЧЕСКОЕ**

**ПРЕДЛОЖЕНИЕ** - совокупность конструкторских документов, содержащих анализ различных вариантов возможных решений технического задания заказчика, технико-экономические обоснования предлагаемых вариантов, патентный поиск и т.п. **2. ЭСКИЗНЫЙ**

**ПРОЕКТ** - совокупность конструкторских документов, которые должны вклю-

Признаки отличия	Чертеж общего вида	Сборочный чертеж
ГОСТ	2.118 - 73, 2.119 - 73, 2.120 - 73	2.109 - 73
По цели документа	Предназначен для разработки рабочих чертежей изделия и хранится у главного конструктора	Является технологическим документом и предназначен для сборки имеющихся деталей.
По количеству изображений	Можно представить форму всех деталей	Предусматривается такое количество изображений, чтобы был ясен процесс сборки изделия и ее контроль
Размеры	Кроме габаритных, проставляются конструкторские размеры, характеризующие отдельные части изделия, могут проставляться допуски и посадки.	Габаритные и присоединительные размеры.
Составные части изделия	Отдельно на формате А4 или на том же листе, что и изображено, составляется таблица составных частей изделия	Спецификация на отдельных листах
Шероховатость поверхностей	Разрешается проставлять по усмотрению конструктора	Проставляются только для поверхностей, обрабатываемых по сборочному чертежу



чать в себя принципиальные конструктивные решения, дающие общее представление об устройстве и принципе работы изделия, а также данные, определяющие назначение, основные параметры и габаритные размеры разрабатываемого изделия. **3. ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ** - совокупность конструкторских документов, которые должны содержать окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве разрабатываемого изделия и исходные данные для разработки рабочей документации. Технический проект служит основанием для разработки рабочей конструкторской документации. **4. РАБОЧАЯ КОНСТРУКТОРСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ** - совокупность конструкторских документов, предназначенных для изготовления и испытаний опытного образца, установочной партии, серийного (массового) производства изделий.

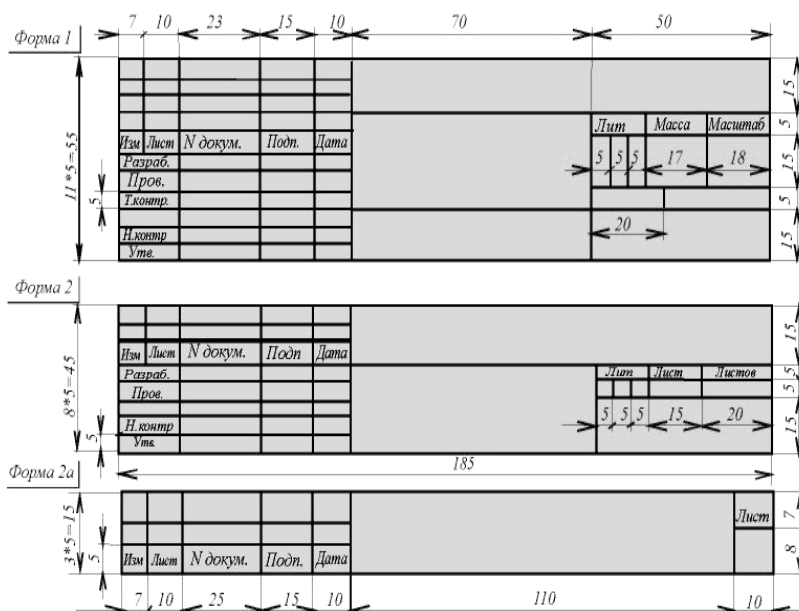
#### 1.4. Основные надписи

Согласно **ГОСТ 2.104 - 68** в конструкторских документах применяется одна из трех форм основных надписей. Основные надписи располагаются в правом нижнем углу конструкторских документов. На листах формата А4 по **ГОСТ 2.301 - 68** основные надписи располагают вдоль короткой стороны листа.

В графах основной надписи (номера граф на форматах показаны в скобках) указывают: в графе 1 - наименование изделия в именительном падеже в единственном числе. Наименование изделия должно соответствовать принятой терминологии и быть по возможности кратким. В наименованиях, состоящих из нескольких слов, должен быть прямой порядок слов, например: "Колесо зубчатое". В наименованиях изделий, как правило, не включают сведения о назначении и местоположении изделия. в графе 2 - обозначение документа по **ГОСТ 2.201 - 68**. Для учебных чертежей рекомендуется следующая структура:

АТ-201.02.03.00.245АТ - индекс факультета 201 - номер группы 02 - номер задания 03 - номер варианта 00 - номер сборочной единицы 245 - номер детали

в графе 3 - обозначение материала детали (графу заполняют только на чертежах деталей), в графе 4 - масштаб (проставляется в соответствии с **ГОСТ 2.302 - 68** и **ГОСТ 2.109 - 68**), в графе 5 - порядковый номер листа. На документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют, в графе 6 - общее количество листов документа, графу заполняют только на первом листе, в графе 7 -



наименование или индекс предприятия, выпустившего документ (наименование ВУЗа и название кафедры), в графе 8 - фамилия студента, в графе 9 - фамилия преподавателя. На рис. 4.1 (форма 2) представлена основная надпись для текстовых конструкторских документов (первый лист). На рис. 4.1 (форма 2а) - основная надпись для текстовых конструкторских документов - последующие листы.

### 1.5. Форматы

При выполнении чертежей пользуются **форматами**, установленными ГОСТ 2.301 - 68\*. Форматы листов определяются размерами внешней рамки (выполненной тонкой линией) оригиналов, подлинников, дубликатов, копий.

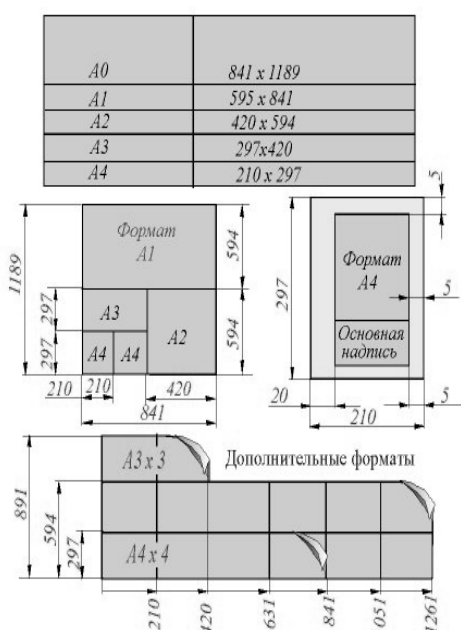
**Основные форматы** получают путем последовательного деления на две равные части параллельно меньшей стороне формата площадью 1 кв. м с размерами сторон 1189 x 841 мм. Обозначения и размеры сторон основных форматов должны соответствовать указанным в таблице. Допускается применение **дополнительных форматов**, образуемых увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную их размерам. При необходимости допускается применять формат А5 с размерами сторон 148 x 210 мм.

### 1.6. Масштабы

Чертежи, на которых изображения выполнены в истинную величину, дают правильное представление о действительных размерах предмета.

Однако при очень малых размерах предмета или, наоборот, при слишком больших, его изображение приходится увеличивать или уменьшать, т.е. вычерчивать в масштабе. **МАСШТАБОМ** называется отношение линейных размеров

изображения предмета к его действительным размерам. Масштабы установлены ГОСТ 2.302 - 68\* и должны выбираться из ряда, приведенного в таблице. Если масштаб указывается в предназначенной для этого графе основной надписи, то должен обозначаться по типу 1 : 1; 1 : 2; 2 : 1 и т.д., а в остальных случаях по типу М 1 : 1; М 1 : 2; М 2 : 1 и т.д. На изображении предмета при любом масштабе указывают его действительные размеры.



Форматы листов определяются размерами внешней рамки, выполненной тонкой линией, оригиналов, подлинников, дубликатов, копий.

Формат с размерами сторон 1189x841 мм, площадь которого равна 1м<sup>2</sup>, и другие форматы, полученные путем последовательного деления его на две равные части параллельно меньшей стороне этого формата, принимаются за основные.

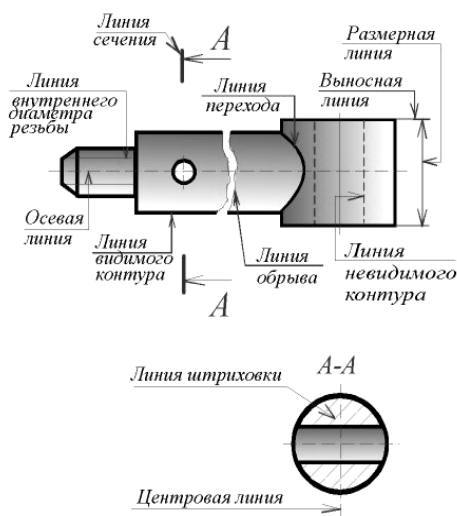
Масштабом называется отношение линейных размеров изображения предмета к его действительной размерам.

Масштабы чертежа

Масштабы уменьшения	1:2; 1:2.5; 1:4; 1:5 1:10; 1:15; 1:20; 1:30; 1:40; 1:50; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000;
Натуральная величина	1:1
Масштабы увеличения	2:1; 2.5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1;

## 1.7. Линии чертежа

Для изображения предметов на чертежах ГОСТ 2.303 - 68\* устанавливает начертания и основные назначения линий. **1. Сплошная толстая основная линия** выполняется толщиной, обозначаемой буквой "s", в пределах от 0,5 до 1,4 мм в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа. Сплошная толстая линия применяется для изображения видимого контура предмета, контура вынесенного сечения и входящего в состав разреза.



Линии (ГОСТ 2.303-68)		
Наименование	Начертание	Толщина линии
Сплошная толстая основная		$S=0,5...1,4$
Сплошная тонкая		от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$
Сплошная волнистая		от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$
Штриховая		от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$
Штрихпунктирная тонкая		от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$
Штрихпунктирная утолщенная		от $\frac{S}{2}$ до $\frac{2}{3}S$
Разомкнутая		от $S$ до $1,5S$
Сплошная тонкая с изломами		от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$
Штрихпунктирная с двумя точками тонкая		от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$

**2. Сплошная тонкая линия** применяется для изображения размерных и выносных линий, штриховки сечений, линий контура наложенного сечения, линий-выносок, линий для изображения пограничных деталей ("обстановка"). **3. Сплошная волнистая линия** применяется для изображения линий обрыва, линий разграничения вида и разреза. **4. Штриховая линия** применяется для изображения невидимого контура. Длина штрихов должна быть одинаковой. **5. Штрихпунктирная тонкая линия** применяется для изображения осевых и центровых линий, линий сечения, являющихся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений. **6. Штрихпунктирная утолщенная линия** применяется для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью ("наложенная проекция"), линий, обозначающих поверхности, подлежащие термообработке или покрытию. **7. Разомкнутая линия** применяется для обозначения линии сечения. **8. Сплошная тонкая с изломами линия** применяется при длинных линиях обрыва. **9. Штрихпунктирная с двумя точками линия** применяется для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях, линии сгиба на развертках, для изображения развертки, совмещенной с видом. На чертеже рукоятки (рис. 7.1) показаны примеры применения некоторых линий. Штриховые и штрихпунктирные линии должны пересекаться только штрихами. Если в изображении перекрываются несколько различных линий разного типа, то следует соблюдать следующий порядок предпочтительности: 1) линии видимых контуров; 2) линии невидимых контуров; 3) линии мнимых плоскостей разрезов; 4) линии осевые и центровые; 5) линии отвеса; 6) выносные линии.

## 1.8. Шрифты чертежные

Надписи на чертежах выполняют стандартным шрифтом согласно ГОСТ 2.304 - 81. Стандартом установлены 2 типа шрифтов: тип А и тип Б, каждый из которых можно выполнить или без наклона, или с наклоном 75 градусов к основанию строки. Основным параметром шрифта является его размер  $h$  - высота прописных букв в миллиметрах, измеренная по перпендикуляру к основанию строки. Стандартом установлены следующие размеры шрифта: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 20; 28; 40. Все параметры шрифта типа А измеряются количеством долей, равных 1/14 части размера шрифта. Все параметры шрифта типа Б измеряются количеством долей, равных 1/10 части размера шрифта. Высота  $c$  строчных букв определяется из отношения их высоты (без отростков  $k$ ) к размеру шрифта  $h$ .



Шрифты выполняют при помощи вспомогательной сетки, образованной тонкими линиями, в которую вписывают буквы. Шаг линий сетки определяется в зависимости от толщины линий шрифта  $d$ . Начертание шрифта типа Б приведено в таблицах.

**ПРОПИСНЫЕ БУКВЫ** по их написанию можно разделить на 4 группы. Буквы первой группы - Г, Н, П, Т, Ц, Е, Ш, Щ (рис. 8.1) образованы прямолинейными элементами,

расположенными горизонтально или под углом 75 градусов к основанию строки. Буквы второй группы - А, И, Й, Х, К, Ж, М, Л, Д (рис. 8.1) также образованы прямолинейными элементами, расположенными горизонтально, под углом 75 градусов к основанию строки и наклонно или диагонально. Буквы третьей группы Б, В, Р, У, Ч, Ъ, Ь, Ы, Я, С, Э (рис. 8.1) образованы прямолинейными и криволинейными элементами.

Буквы четвертой группы - О, З, Ю, Ф в основном состоят из криволинейных элементов.

**ЦИФРЫ** По характеру начертания арабские цифры подразделяются на 2 группы: 1) цифры 1, 4, 7 (рис. 8.1), состоящие только из прямолинейных эле-

Параметры шрифта типа Б ( $d = h/10$ )				
Параметры шрифта	Обозначение	Относит. размер	Размеры, мм	
Высота прописных букв	$h$	$(10/10)h$	10d	1.8 2.5 3.5 5.0 7.0 10.0 14.
Высота строчных букв	$c$	$(7/10)h$	7d	1.3 1.8 2.5 3.5 5.0 7.0 10.
Расстояние между буквами	$a$	$(2/10)h$	2d	0.35 0.5 0.7 1.0 1.4 2.0 2.8
Минимальный шаг строк	$b$	$(17/10)h$	17d	3.1 4.3 6.0 8.5 12.0 17.0 2.4
Минимальное расстояние между словами	$E$	$(6/10)h$	6d	1.1 1.5 2.1 3.0 4.2 6.0 8.4
Толщина линии шрифта	$d$	$(1/10)h$	$d$	0.18 0.25 0.35 0.5 0.7 1.0 1.4
Ширина букв и цифр шрифта типа Б				
Прописные буквы	Широкие	Ж, Ф, Ш, Щ, Ъ		8d
	Промежуточные	А, Д, М, Х, Ы, Ю		7d
	Узкие	Б, В, И, Й, К, Л, Н, О, Ц, П, Т, Р, У, Ч, Ь, Э, Я, Г, Е, С, З		6d
Строчные буквы	Широкие	ж, т, ф, ш, щ		7d
	Промежуточные	м, ю, ы		6d
	Узкие	а, б, в, г, д, и, к, л, о, н, ц, п, р, у, х, ч, э, я, ь, с, з		5d 4d
Цифры	1 -3d,	4-6d,	остальных - 5d	

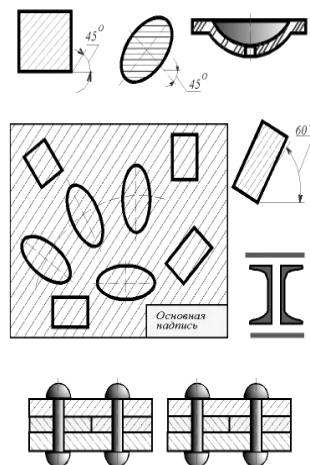
ментов, 2) цифры 2, 3, 5, 6, 8, 9, 0, состоящие из сочетания прямолинейных и криволинейных элементов.

**СТРОЧНЫЕ БУКВЫ.** Из всего алфавита только 15 строчных букв по конструкции отличаются от соответствующих прописных. В основе начертания этих букв лежит конструкция элементов буквы О (рис. 8.1). На чертежах при нанесении размеров диаметров, квадрата, при указании уклона и конусности перед размерным числом наносят соответствующие знаки.

### 1.9. Штриховка

На чертеже сечения выделяют штриховкой. Вид ее зависит от графического обозначения материала детали и должен соответствовать ГОСТ 2.306 - 68\* (рис. 9.1). Металлы и твердые сплавы в сечениях обозначают наклонными параллельными линиями штриховки, проведенными под углом 45 градусов к линии контура изображения или к его оси, или к линиям рамки чертежа.

МАТЕРИАЛЫ	ОБОЗНАЧЕНИЕ
1) Металлы и твердые сплавы	
2) Неметаллические материалы, в том числе волокнистые минеральные и пластмассы (прессованные), за исключением указанных ниже.	
3) Дерево	
4) Камень естественный	
5) Керамика и силикатные материалы для кладки	
6) Бетон	
7) Стекло и другие светопрозрачные материалы	
8) Жидкости	
9) Грунт естественный	



Если линии штриховки, проведенные к линиям рамки чертежа под углом 45 градусов, совпадают по направлению с линиями контура или осевыми линиями, то вместо угла 45 градусов следует брать угол 30 или 60 градусов (рис. 9.1). Линии штриховки должны наноситься с наклоном влево или вправо, но как правило, в одну и ту же сторону на всех сечениях, относящихся к одной и той же детали, независимо от количества листов, на которых эти сечения расположены. Расстояние между параллельными прямыми линиями штриховки (частота) должно быть, как правило, одинаковым для всех выполняемых в одном и том же масштабе сечений данной детали. Указанное расстояние должно быть от 1 до 10 мм в зависимости от площади штриховки и необходимости разнообразить штриховку смежных сечений. Узкие и длинные площади сечений (например, штампованных деталей), ширина которых на чертеже от 2 до 4 мм, рекомендуется штриховать полностью только на концах и у контуров отверстий, а остальную площадь сечения - небольшими участками в нескольких местах. Узкие площади сечений, ширина которых на чертеже менее 2 мм, допускается показывать зачерненными с оставлением просветов между смежными сечениями не менее 0,8 мм. Для смежных сечений двух деталей следует брать наклон линий штриховки для одного сечения вправо, для другого - влево (встречная штриховка). При штриховке "в клетку" для смежных сечений двух деталей расстояние между линиями штриховки в каждом сечении должно быть разным. В смежных сечениях со штриховкой одинакового наклона и направления следует изменять расстояние между линиями штриховки (рис. 9.1) или сдвигать эти линии в одном сечении по отношению к другому, не изменяя угла их наклона.

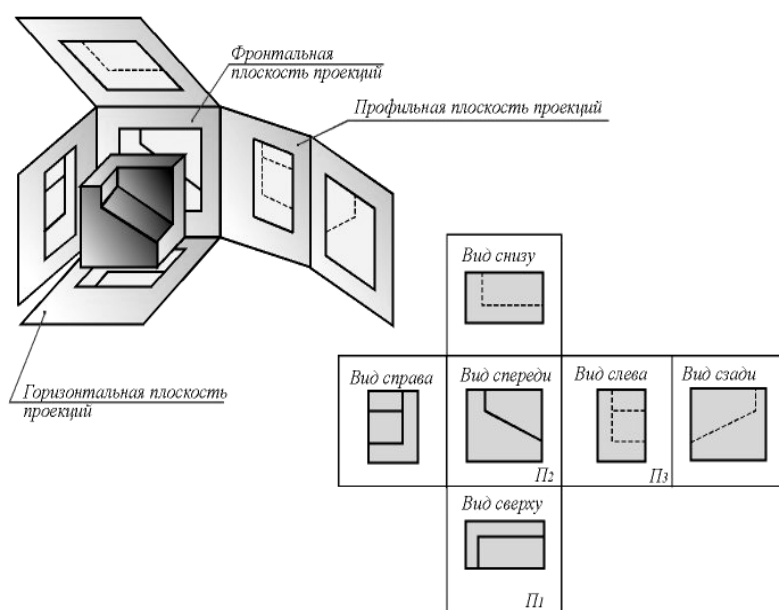
## РАЗДЕЛ 2. ИЗОБРАЖЕНИЯ

### 2.1. Виды

Правила изображения предметов (изделий, сооружений и их составных элементов) на чертежах всех отраслей промышленности и строительства устанавливает **ГОСТ 2.305 - 68**. Изображения предметов должны выполняться по методу прямоугольного (ортогонального) проецирования на плоскость. При этом предмет располагают между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций. Следует обратить внимание на различие, существующее между изображением и проекцией предмета. Не всякое изображение является проекцией предмета. Между предметом и его проекцией существует взаимно однозначное точечное соответствие, которое состоит в том, что каждой точке предмета соответствует определенная точка на проекции и наоборот. При построении изображений предметов стандарт допускает применение условностей и упрощений, вследствие чего указанное соответствие нарушается. Поэтому получающиеся при проецировании предмета фигуры называют не проекциями, а изображениями. В качестве основных плоскостей проекций принимают грани пустотелого куба, в который мысленно помещают предмет и проецируют его на внутренние поверхности граней. Грани совмещают с плоскостью, как показано на рисунке.

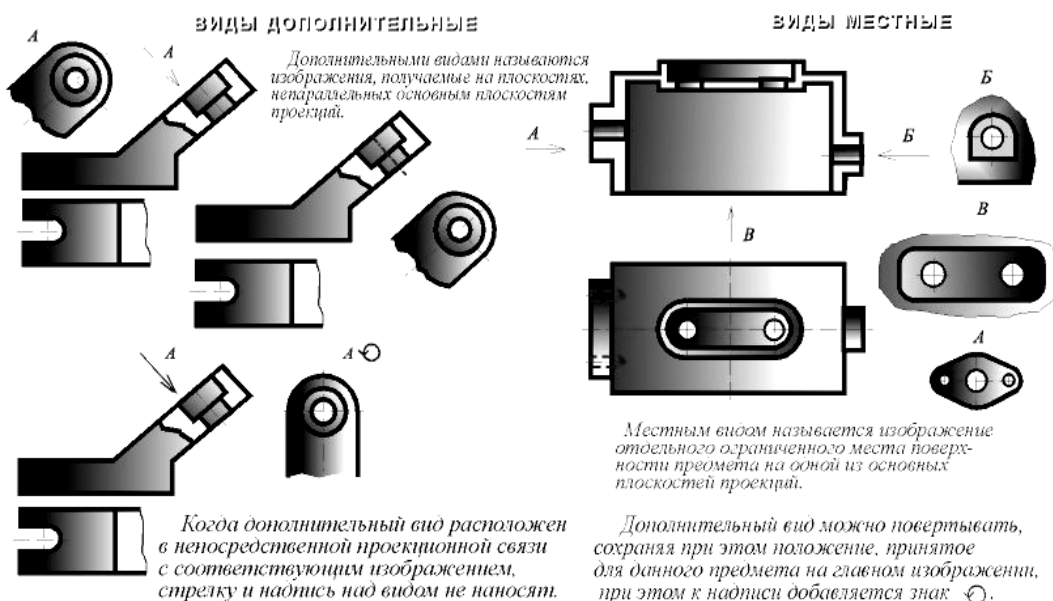
Изображение на фронтальной плоскости принимается на чертеже в качестве главного. Предмет

располагают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета. Изображения на чертеже в зависимости от их содержания разделяются на виды, сечения, разрезы. **ВИД** - изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Для уменьшения количества



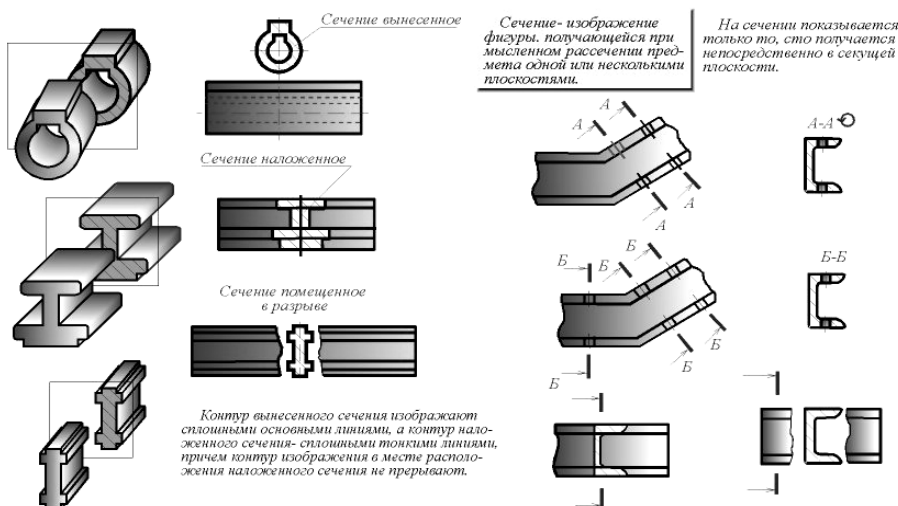
изображений допускается на видах показывать необходимые невидимые части поверхности при помощи штриховых линий. Однако, следует иметь в виду, что наличие большого количества штриховых линий затрудняет чтение чертежа, поэтому их использование должно быть ограничено. Виды разделяются на основные, местные и дополнительные. **ОСНОВНЫЕ ВИДЫ** - изображения, получаемые на основных плоскостях проекций - гранях куба: **1 - вид спереди (главный вид); 2 - вид сверху; 3 - вид слева; 4 - вид справа; 5 - вид снизу; 6 - вид сзади.** Название видов на чертежах не надписываются, если они располо-

жены, как показано на рисунке, т.е. в проекционной связи. Если же виды сверху, слева и справа не находятся в проекционной связи с главным изображением, то они отмечаются на чертеже надписью по типу "А". Направление взгляда указывается стрелкой, обозначаемой прописной буквой русского алфавита. Когда отсутствует изображение, на котором может быть показано направление взгляда, название вида надписывают. **МЕСТНЫЙ ВИД** - изображение отдельного ограниченного места поверхности предмета на одной из основных плоскостей проекций. Местный вид можно располагать на любом свободном месте чертежа, отмечая надписью типа "А", а у связанного с ним изображения предмета должна быть поставлена стрелка, указывающая направление взгляда, с соответствующим буквенным обозначением.



Местный вид может быть ограничен линией обрыва, по возможности в наименьшем размере, или не ограничен. **ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВИДЫ** - изображения, получаемые на плоскостях, непараллельных основным плоскостям проекций. Применяются в тех случаях, если какую-либо часть предмета невозможно показать на основных видах без искажения формы и размеров. Дополнительный вид

отмечается на чертеже надписью типа "А" (рис. 10.2), а у связанного с дополнительным видом изображения предмета ставится стрелка с соответствующим буквенным обозначением (стрелка А, рис. 10.2), указывающая



направление взгляда. Когда дополнительный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением, стрелку и надпись над видом не наносят. Дополнительный вид можно повернуть, сохраняя при этом положение, принятое для данного предмета на главном изображении. При этом к надписи "А" добавляется знак "повернуто". Основные, местные и дополнительные виды служат для изображения формы внешних поверхностей предмета. Удачное их сочетание позволяет избежать штриховых линий или свести их количество до минимума.

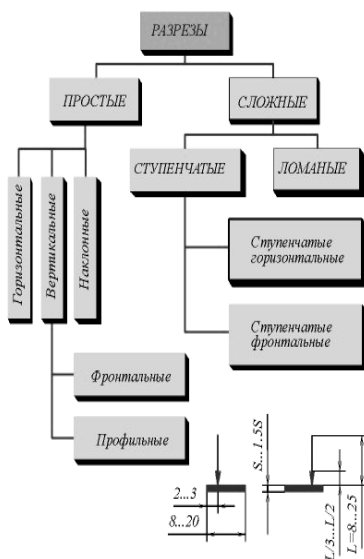
## 2.2. Сечения

Выявление формы внутренних поверхностей предмета при помощи штриховых линий значительно затрудняет чтение чертежа, создает предпосылки для неправильного его толкования, усложняет нанесение размеров и условных обозначений. Поэтому для выявления внутренней (невидимой) конфигурации предмета применяют условные изображения - сечения и разрезы. **СЕЧЕНИЕМ** называется изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывают только то, что получается непосредственно в секущей плоскости.

Секущие плоскости выбирают так, чтобы получить нормальные поперечные сечения. Сечения делятся на: **1) входящие в состав разреза, 2) не входящие в состав разреза.** Не входящие в состав разреза делятся на: **1) вынесенные, 2) наложенные.** Вынесенные сечения являются предпочтительными и их допускается располагать в разрыве между частями одного и того же вида на продолжении следа секущей плоскости при симметричной фигуре сечения, на любом месте поля чертежа, а также с поворотом.

## 2.3. Обозначение сечений

Положение секущей плоскости указывают на чертеже линией сечения. Для линии сечения применяют разомкнутую линию со стрелками указывающими направление взгляда и обозначают секущую плоскость одинаковыми прописными буквами русского алфавита. Сечение сопровождается надписью по типу А-А. Соотношение размеров стрелок и штрихов разомкнутой линии должны соответствовать рисунку.



ОБОЗНАЧЕНИЕ СЕЧЕНИЙ (РАЗРЕЗОВ)

ОБЪКТ ОБОЗНАЧЕНИЯ	СПОСОБ ОБОЗНАЧЕНИЯ	
Положение секущей плоскости и направление взгляда		
Сечение (разрез)	A-A	A-A (2:1)
Сечение (разрез) с поворотом	A-A	A-A (5:1)

ОБОЗНАЧЕНИЕ СЛОЖНЫХ РАЗРЕЗОВ

Тип разреза	Указание положения секущих плоскостей и направление взгляда	Обозначение разреза
Ступенчатый		A-A
Ломанный		B-B

Начальный и конечный штрихи не должны пересекать контур изображения. Буквенные обозначения присваивают в алфавитном порядке без повторения и, как правило, без пропусков. Размер шрифта буквенных обозначений



должен быть больше размера цифр размерных чисел приблизительно в два раза. Буквенное обозначение располагают параллельно основной надписи, независимо от положения секущей плоскости. В случаях, подобных указанным на рисунке, при симметричной фигуре линию сечения не проводят и сечение надписью не сопровождают.

Для несимметричных сечений, расположенных в разрыве, или наложенных, линию сечения проводят со стрелками, но буквами не обозначают. Для нескольких одинаковых сечений одного и того же предмета линии сечения обозначают одной буквой и вычерчивают одно сечение. Если при этом секущие плоскости направлены под разными углами, то знак "повернуто" не наносят.

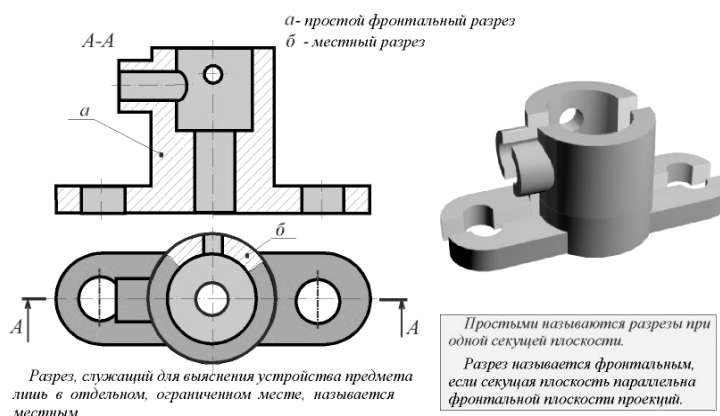
## 2.4. Выполнение сечений

Сечение по построению и расположению должно соответствовать направлению, указанному стрелками. Контур вынесенного сечения, а также сечения, входящего в состав разреза, изображают сплошными основными линиями, а контур наложенного сечения - сплошными тонкими линиями, причем контур изображения в месте расположения наложенного сечения не прерывают.

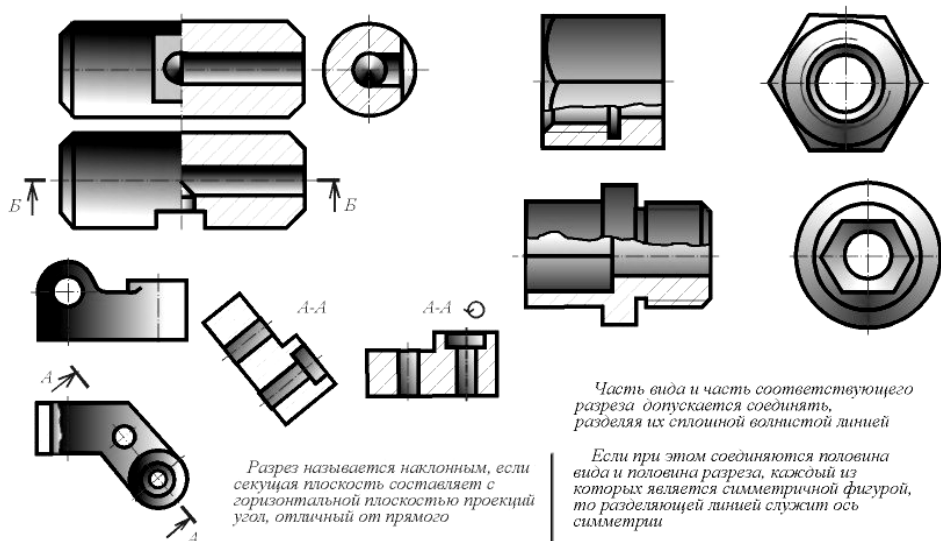
Ось симметрии вынесенного или наложенного сечения указывают штрихпунктирной тонкой линией. На чертеже сечения выделяют штриховкой. Вид ее зависит от графического обозначения материала детали и должен соответствовать ГОСТ 2.306 - 68. Металлы и твердые сплавы в сечениях обозначают наклонными параллельными линиями штриховки, проведенными под углом  $45^\circ$  к линии контура изображения или к его оси, или к линиям рамки чертежа. Если линии штриховки, проведенные к линиям рамки чертежа под углом  $45^\circ$ , совпадают по направлению с линиями контура или осевыми линиями, то вместо угла  $45^\circ$ , следует брать угол  $30^\circ$  или  $60^\circ$ . Линии штриховки должны наноситься с наклоном влево или вправо, как правило, в одну и ту же сторону на всех сечениях, относящихся к одной и той же детали. Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, ограничивающей отверстие или углубление, то контур отверстия или углубления в сечении показывают полностью. Если секущая плоскость проходит через некруглое отверстие и сечение получается состоящим из отдельных самостоятельных частей, то следует применять разрезы.

## 2.5. Разрезы

**РАЗРЕЗОМ** называется изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. На разрезе показывают то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней. Таким образом, разрез состоит из **сечения** и **вида** части предмета, расположенной за секущей плоскостью.

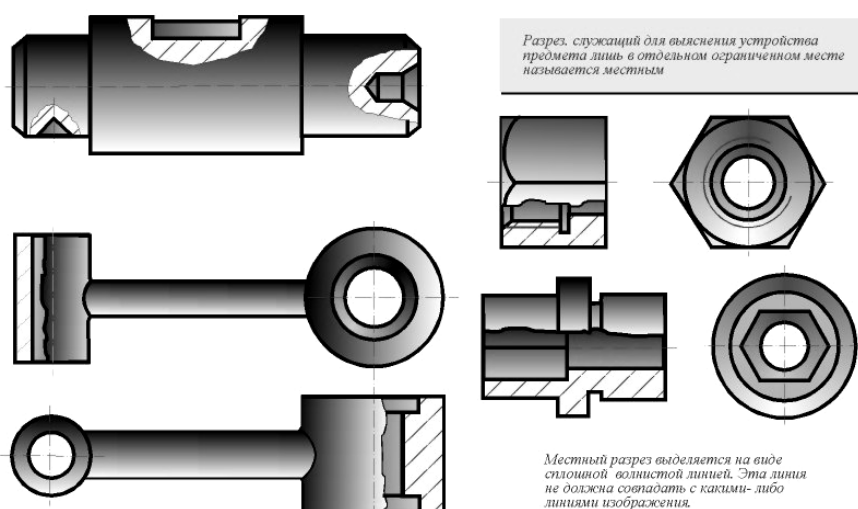


**КЛАССИФИКАЦИЯ РАЗРЕЗОВ** в зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяются на: а) **простые** - при одной секущей плоскости; б) **сложные** - при нескольких секущих плоскостях. В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций разрезы разделяются на: а) **горизонтальные** - секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций;



б) **вертикальные** - секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций; в) **наклонные** - секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого. Вертикальные разрезы называются: а) **фронтальными**, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций; б) **профильными**, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций. Сложные разрезы разделяются на: а) **ступенчатые**, если секущие плоскости параллельны (ступенчатые горизонтальные, ступенчатые фронтальные); б) **ломанные**, если секущие плоскости пересекаются. Разрезы называются: а) **продольными**, если секущие плоскости направлены вдоль длины или высоты предмета;

б) **поперечными**, если секущие плоскости направлены перпендикулярно длине или высоте предмета. Разрезы, служащие для выяснения устройства предмета лишь в отдельных, ограниченных местах, называются **местными**.



## 2.6. Обозначение простых разрезов

Положение секущей плоскости не отмечают и разрез надписью не сопровождают, если одновременно выполняются три условия: а) секущая плоскость

совпадает с плоскостью симметрии предмета в целом;б) разрез расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением;в) разрез является горизонтальным, фронтальным или профильным.

Вертикальный разрез, когда секущая плоскость непараллельна фронтальной или профильной плоскостям проекций, а также наклонный разрез, допускается выполнять с поворотом до положения, соответствующего принятому для данного предмета на главном изображении. В этом случае к обозначению должен быть добавлен знак "повернуто".

### **2.7. Выполнение простых разрезов**

Горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы могут быть расположены на месте соответствующих основных видов (рис. 14.3). Местные разрезы выделяются на виде сплошными волнистыми линиями. Эти линии не должны совпадать с какими-либо другими линиями изображения.

Часть вида и часть соответствующего разреза допускается соединять, разделяя их сплошной волнистой линией. Она не должна совпадать с какими-либо другими линиями изображения. Если при этом соединяются половина вида и половина разреза, каждый из которых является симметричной фигурой, то разделяющей линией служит ось симметрии (рис. 14.3). Нельзя соединять половину вида с половиной разреза, если какая-либо линия изображения совпадает с осевой (например, ребро). В этом случае соединяют большую часть вида с меньшей частью разреза или большую часть разреза с меньшей частью вида.

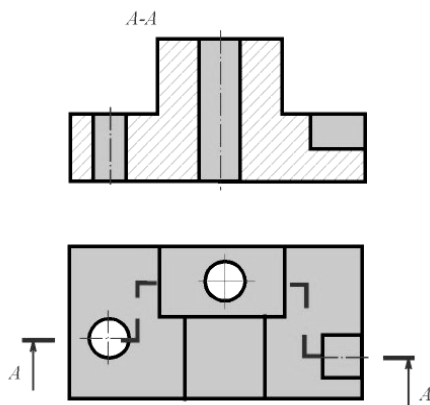
Допускается разделение разреза и вида штрихпунктирной тонкой линией, совпадающей со следом плоскости симметрии не всего предмета, а лишь его части, если она представляет тело вращения. При соединении половины вида с половиной соответствующего разреза, разрез располагают справа от вертикальной оси и снизу от горизонтальной.

### **2.8. Выполнение сложных разрезов**

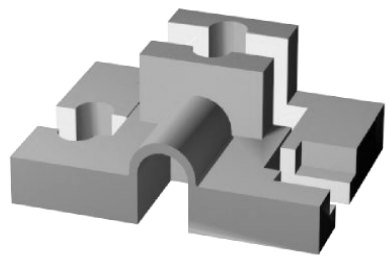
Фигуры сечения, полученные различными секущими плоскостями сложного разреза, не разделяют одну от другой никакими линиями (рис. 18.1 и рис. 18.2). Сложный ступенчатый разрез помещают на месте соответствующего основного вида или в любом месте чертежа.

При ломаных разрезах секущие плоскости условно поворачивают до совмещения в одну плоскость, при этом направление поворота может не совпадать с направлением взгляда. Если совмещенные плоскости окажутся параллельными одной из основных плоскостей проекций, то ломаный разрез допускается помещать на месте соответствующего вида (рис. 18.2). При повороте секущей плоскости элементы предмета, расположенные за ней, вычерчивают так, как они проецируются на соответствующую плоскость, с которой производится совмещение.

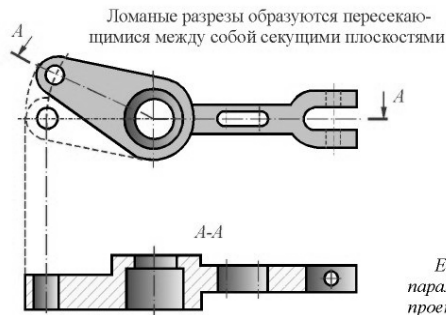
Допускается соединение ступенчатого разреза с ломаным в виде одного сложного разреза.



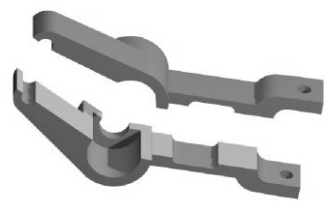
Сложными ступенчатыми называются разрезы при нескольких секущих параллельных плоскостях



Положение секущей плоскости указывают на чертеже линией сечения. Для линии сечения применяется разомкнутая линия. При сложном разрезе штрихи проводят также у мест пересечения секущих плоскостей. На начальном и конечном штрихах ставят стрелки, указывающие направление взгляда. Разрез должен быть отмечен надписью из двух одинаковых букв, написанных через тире, например, А-А

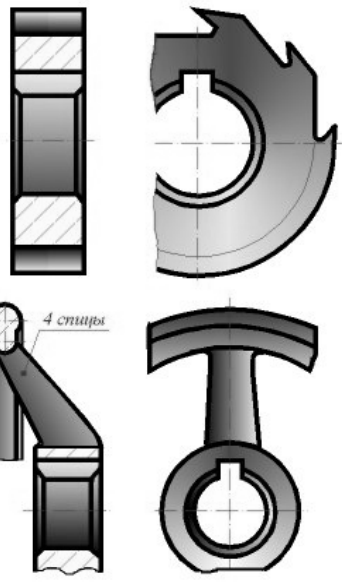


При ломаных разрезах секущие плоскости условно поворачивают до совмещения в одну плоскость, при этом направление поворота может не совпадать с направлением взгляда.



Если совмещенные плоскости окажутся параллельными одной из основных плоскостей проекций, то ломаный разрез допускается помещать на месте соответствующего вида.

При повороте секущей плоскости элементы предмета, расположенные за ней, вычерчивают так, как они проецируются на соответствующую плоскость, с которой производится совмещение.

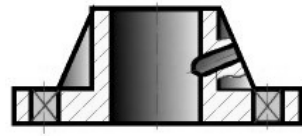


Если изображение предмета является симметричной фигурой, то допускается вычерчивать половину изображения или немного более половины. В последнем случае проводят линию обрыва.

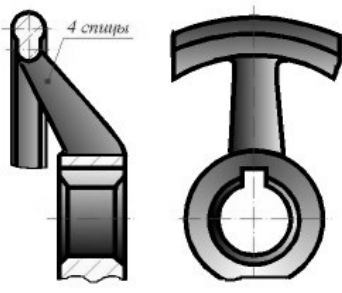


Плавный переход от одной поверхности к другой показывается условно или совсем не показывается

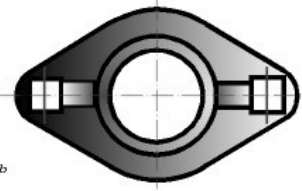
Если предмет имеет несколько одинаковых, равномерно расположенных элементов, то на изображении этого предмета полностью показывают один - два таких элемента, а остальные элементы показывают упрощенно или условно.



Допускается в подобных случаях изображать лишь часть предмета с указанием о количестве элементов, их расположении и т.п.



Такие элементы, как спицы маховиков, шкивов, зубчатых колес, тонкие стенки типа ребер жесткости и т.п. показывают незаштрихованными, если секущая плоскость направлена вдоль оси или длинной стороны такого элемента.



Если в подобных элементах детали имеется местное сверление или углубление, то делают местный разрез.

Допускается соединять четверть вида и четверти трех разрезов; четверть вида, четверть одного разреза и половину другого и т.п. при условии, что каждое из этих изображений в отдельности симметрично.

## РАЗДЕЛ 3. УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ЧЕРТЕЖАХ

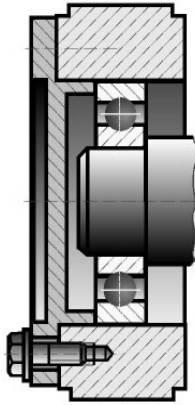
### 3.1. Условности и упрощения при выполнении изображений

Если предмет имеет несколько одинаковых, равномерно расположенных элементов, то на изображении этого предмета полностью показывают один - два таких элемента, а остальные элементы показывают упрощенно или условно.

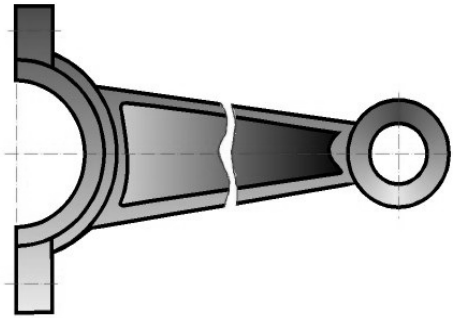
Допускается в подобных случаях изображать лишь часть такого предмета с указаниями количества элементов, их расположения и т.п. На видах и разрезах допускается упрощенно изображать проекции линий пересечения поверхностей, если не требуется точного их построения. Например, вместо лекальных кривых проводят дуги окружности и прямые линии. Плавный переход от одной поверхности к другой показывают условно сплошной тонкой линией или совсем не показывают.

Болты, винты, шпильки, заклепки, шпонки, непустотелые валы и шпиндели, шатуны, рукоятки и другие подобные детали при продольном разрезе показывают нерассеченными. Шарик всегда показывает нерассеченным. Как правило, гайки и шайбы на сборочных чертежах также показывают нерассеченными. Такие элементы, как спицы маховиков, зубчатых колес, тонкие стенки типа ребер жесткости показывают незаштрихованными для большей наглядности чертежа, если секущая плоскость направлена вдоль оси или длинной стороны такого элемента (рис. 19.1). Если в подобных элементах детали имеется местное сверление или углубление, то делают дополнительный местный разрез элемента. Допускается незначительную конусность или уклон изображать с увеличением. На тех изображениях, на которых уклон или конусность отчетливо не выявляются, проводят только одну линию, соответствующую меньшему размеру элемента с уклоном или меньшему основанию конуса.

Если изображение предмета является симметричной фигурой, то допускается вычерчивать половину изображения или немного более половины. В последнем случае проводят линию обрыва. При необходимости выделения на чертеже плоских поверхностей предмета, на них проводят диагонали сплошными тонкими линиями. Длинные предметы (или их элементы), имеющие постоянное или закономерно изменяющееся поперечное сечение (стержни, валы, трубопроводы, шатуны, прокат и т.п.), допускается изображать с разрывами. Допускается изображать в разрезе отверстия, расположенные на круглом

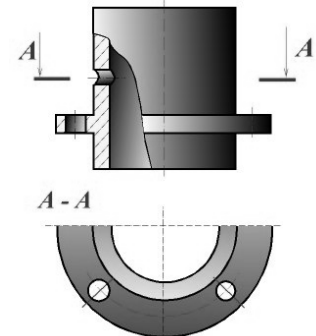


*Винты, болты, шпильки, заклепки, непустотелые валы, шпиндели и т. п. при продольном разрезе показывают нерассеченными.*



*Длинные предметы, имеющие постоянное или закономерно изменяющееся поперечное сечение, допускается изображать с разрывами.*

*Шарики всегда показывают нерассеченными. Как правило показывают нерассеченными на сборочных чертежах гайки и шайбы.*



фланце, когда они не попадают в секущую плоскость.

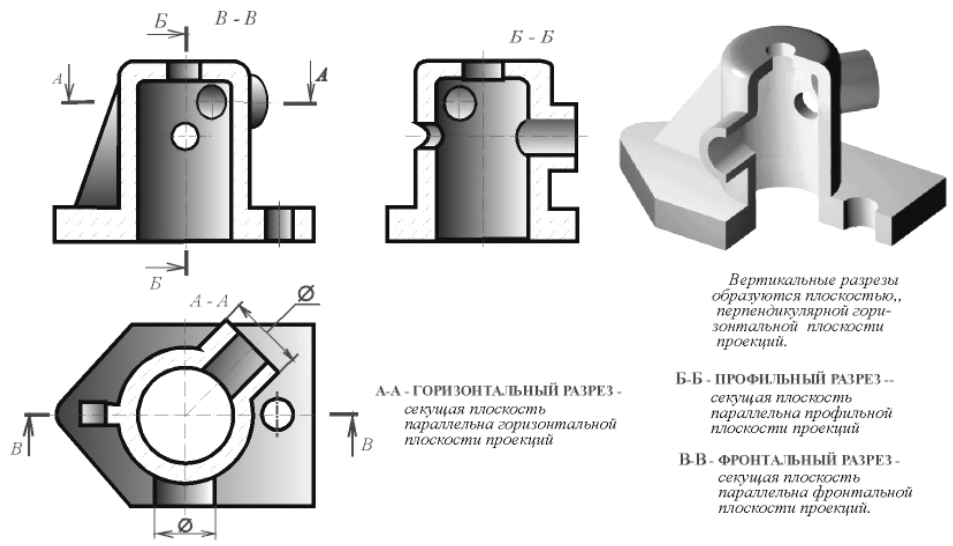
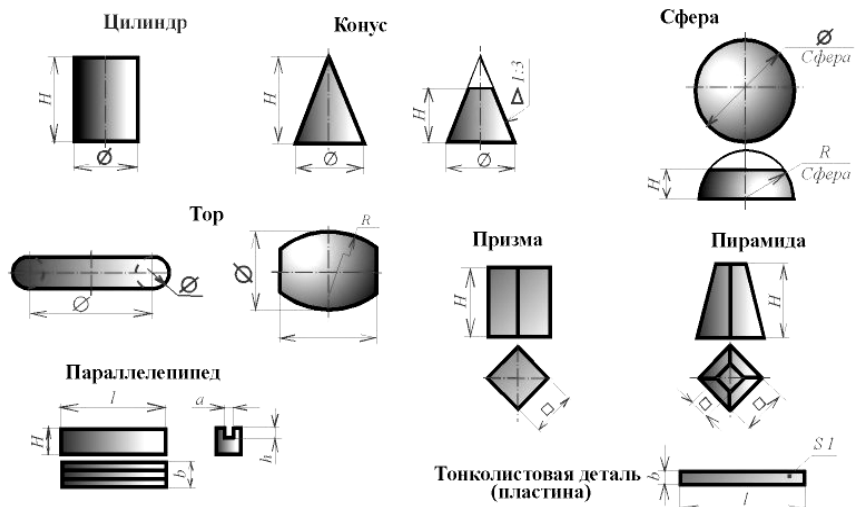
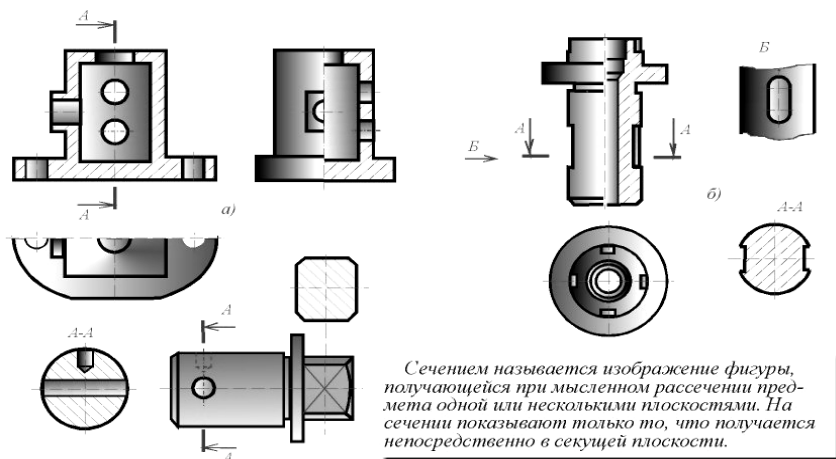
### 3.2 . Выбор необходимого количества изображений

1. Количество изображений (видов, разрезов, сечений) предмета на чертеже должно быть наименьшим, но достаточным для исчерпывающего выявления его внешней и внутренней формы и должно давать возможность рационально нанести размеры.

2. Каждая деталь машины или механизма состоит из конструктивных сочетаний различных простейших пространственных форм. Приступая к выбору количества изображений, необходимо мысленно расчленить деталь на составляющие ее простейшие геометрические формы: призмы, пирамиды, конусы, цилиндры, торы и т.п.3. Каждая простейшая пространственная форма должна

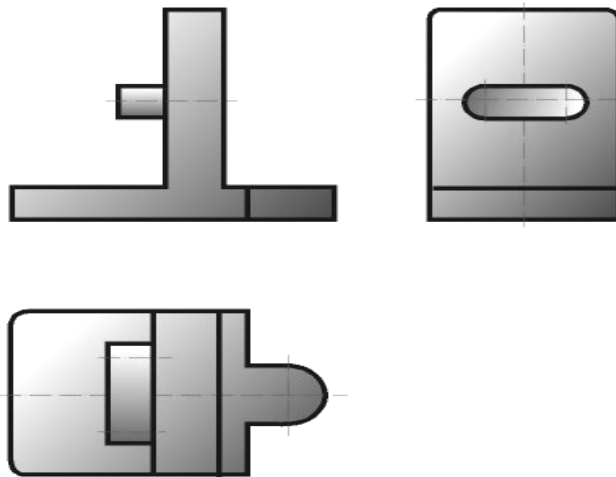
иметь такое количество изображений, чтобы каждая ее точка имела не менее двух проекций. В соответствии с этим, для однозначного выявления формы простейших геометрических тел необходимо от 2-х до 3-х проекций.

4. В некоторых случаях одна проекция с соответствующим условным знаком, поставленным у размерного числа, дает полное представление о форме изображенного предмета: знак диаметра  $\Phi$  говорит о том, что изображенный предмет является телом вращения; знак квадрата обозначает, что изображенный



предмет имеет форму призмы с нормальным сечением в виде квадрата; тонкие пересекающиеся линии, вычерченные на изображении, обозначают плоскость; слово "сфера", написанное перед знаками R или Ф говорит о том, что поверхность сферическая; символ "S" (толщина) перед размерным числом заменяет вторую проекцию детали, имеющую форму параллелепипеда.

5. После анализа формы детали, с учетом вышеуказанного, можно определить, какие изображения необходимы для исчерпывающей передачи внешних и внутренних форм этой детали. Для большинства деталей машин и механизмов достаточно выполнить 3 изображения, учитывая, что для изображения невидимых контуров изделия можно пользоваться штриховыми линиями, можно совмещать части видов с частями соответствующих разрезов, применять сложные разрезы и т.п.

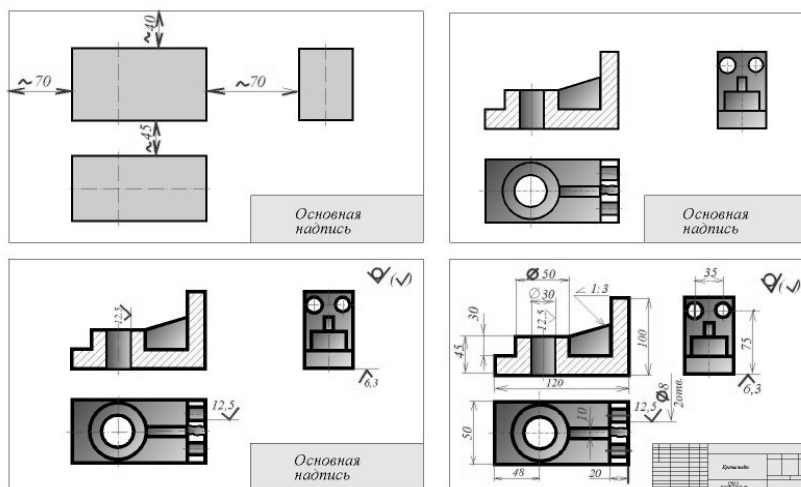


6. В зависимости от конфигурации детали ее чертеж может состоять из совокупности: а) одних видов, если деталь не имеет внутренних пустот; б) одних разрезов, если при этом не теряется представление о внешних формах детали; в) видов и сечений; г) видов, разрезов и сечений; д) полных видов и разрезов или соединения частей вида и разреза.

### 3.3. Компонировка изображений на поле чертежа

Комплекс изображений детали может быть размещен на поле чертежа различным образом. Однако не всякое расположение изображений на формате будет удачным с точки зрения их восприятия.

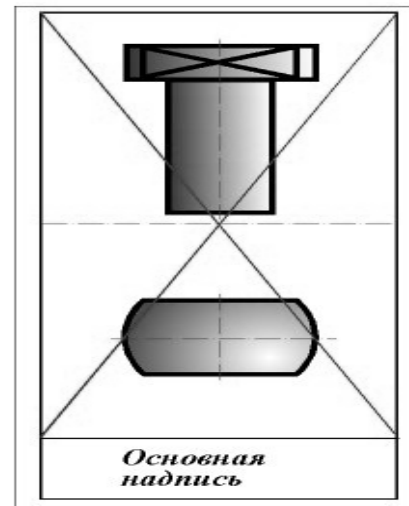
Одной из основ компоновки является принцип равновесия изображений с листом, на котором они расположены. Принцип равновесия состоит в том, что изображения, по возможности, должны уравнивать формат листа, т.е. располагаться на нем равномерно, а не концентрироваться в каком-либо одном месте, вследствие чего могут остаться большие незаполненные участки.



Расстояния между отдельными изображениями и расстояния между изоб-

ражениями и линиями рамки должны выбираться такими, чтобы обеспечить благоприятные условия для нанесения размеров, условных обозначений и надписей (поэтому, приступая к компоновке листа, целесообразно предварительно нанести тонкими линиями габаритные прямоугольники, соответствующие по размерам будущим изображениям, и после уточнения их расположения, вписать в них изображения детали, нанести размеры.

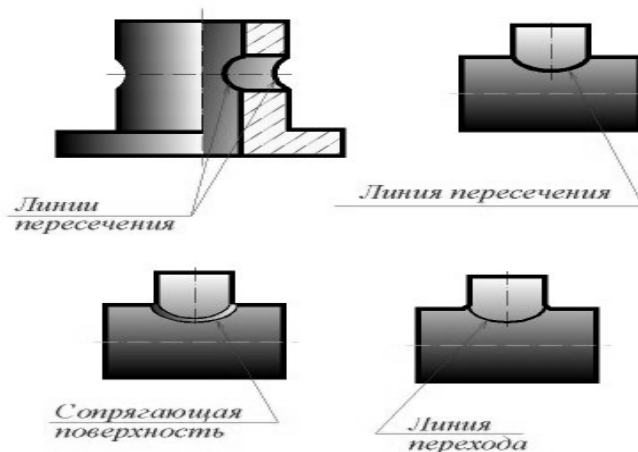
При компоновке чертежа следует учитывать также некоторые особенности восприятия изображений нашим глазом. Например, если разделить лист бумаги пополам горизонтальной линией, то верхняя половина будет казаться больше нижней. Поэтому, вычерчивая изображения предмета, нужно для сохранения равновесия расположить изображение его не в середине листа, а несколько ближе к верхней кромке.



### 3.4. Изображение на чертеже линий пересечения и перехода

Поверхности, ограничивающие отдельные части детали, пересекаются между собой по различным линиям. В общем случае линия пересечения поверхностей может быть плоской или пространственной ломаной, плоской или пространственной кривой линией. Поверхности детали, подвергшиеся механической обработке, при пересечении образуют четкую линию, называемую линией пересечения, которую на чертеже обводят сплошной основной линией толщиной  $S = 0,5 \dots 1,4$  мм.

Поверхности детали, полученные путем отливки, штамповки иликовки и не подвергшиеся механической обработке, не пересекаются, а сопрягаются друг с другом при помощи третьей поверхности. Вместо этой переходной поверхности на изображении детали проводится геометрическая линия пересечения поверхностей тонкой сплошной линией так, как показано на рисунке. В этом случае эту условную линию называют не линией пересечения, а линией перехода. Линии пересечения и перехода придают изображениям некоторую объемность. Способы определения точек, принадлежащих линиям пересечения и перехода поверхностей, рассматриваются в курсе начертательной геометрии.





### 3.5. Построение линий пересечения и перехода

Поверхность цилиндра, изображенная на рисунке, является горизонтально проецирующей. Поэтому горизонтальная проекция линии пересечения совпадает с горизонтальной проекцией цилиндра, а фронтальная проекция линии строится при помощи определения ряда ее точек.

Наивысшая очерковая и низшие точки определяются с помощью плоскостей Q, T и U. Промежуточные точки с помощью вспомогательных плоскостей Г и Н. Для определения точек, принадлежащих линии перехода поверхностей Q и Ф, применены вспомогательные концентрические сферы, за центр которых принята точка O - пересечения их осей. Пересекающиеся поверхности конуса K и тора T имеют круговые сечения и общую фронтальную плоскость симметрии, поэтому для определения точек линии перехода применены вспомогательные эксцентрические сферы.

На рисунке приведен пример пересечения трех цилиндрических поверхностей по плоским кривым в соответствии с теоремой Монжа.

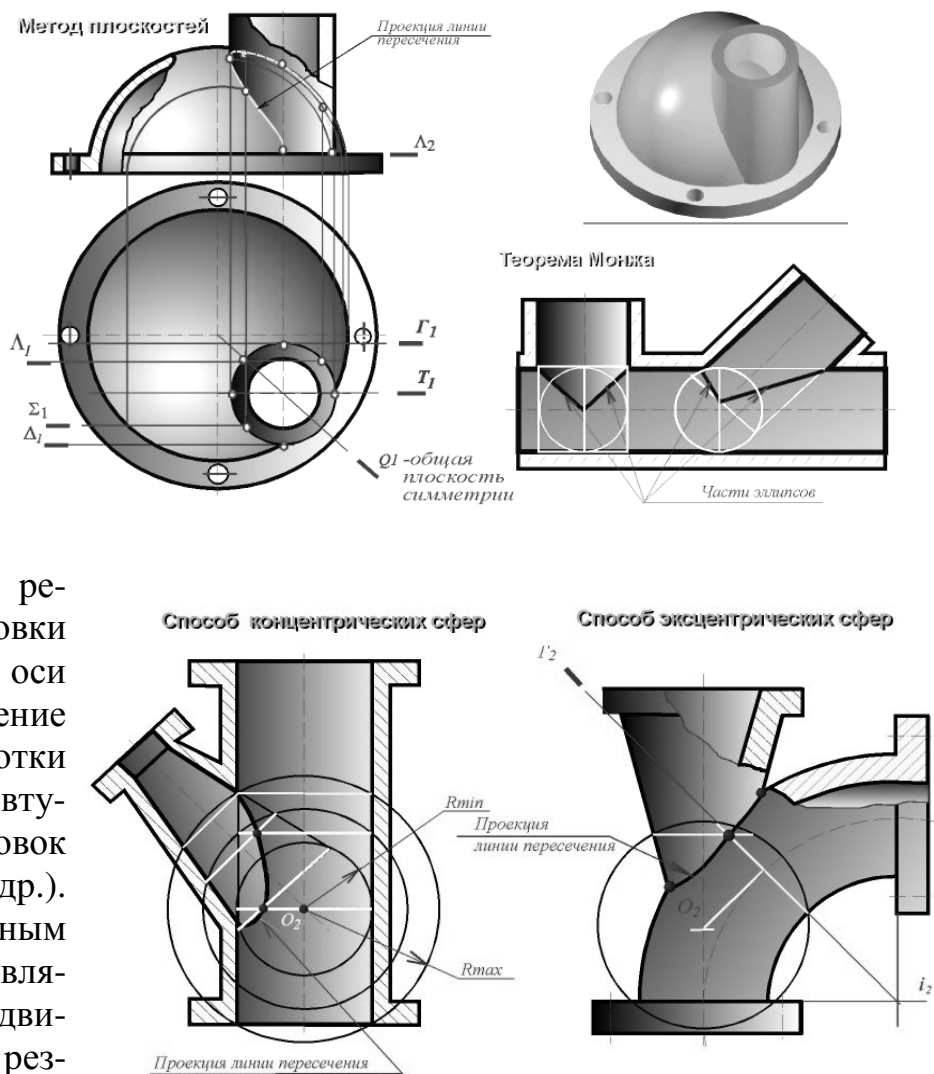
## РАЗДЕЛ 4. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ

### 4.1. Основные виды механической обработки деталей

Существуют

следующие основные виды механической обработки деталей: точение, строгание, сверление, фрезерование, протягивание и шлифование. При точении главное движение вращательное - совершает заготовка, а движение подачи - поступательное совершает резец вдоль оси заготовки или перпендикулярно оси заготовки.

Точение применяют для обработки тел вращения (валов, втулок, дисков, заготовок зубчатых колес и др.). При строгании главным движением резания является прямолинейное движение строгального рез-



ца, а подачей - перемещение заготовки в направлении, перпендикулярном движению резания. С помощью строгания можно получать плоские и несложные фасонные поверхности. При сверлении заготовка, как правило, неподвижна, а сверло или другой инструмент для обработки отверстия (зенкер, развертка) получают вращательное движение и подачу. Фрезерование производится при одновременном быстром вращении многозубого инструмента (фрезы) и медленном перемещении заготовки. Фрезерование применяют чаще строгания из-за высокой производительности и универсальности. Фрезерованием можно изготавливать также резьбовые поверхности и тела вращения. Протягивание осуществляется при прямолинейном или вращательном движении многозубого режущего инструмента (протяжки) относительно заготовки. Движение подачи отсутствует, а подача обеспечивается конструкцией протяжки. Протягиванием можно изготавливать отверстия и наружные поверхности различной формы. Шлифование производят при быстром вращении режущего инструмента (шлифовального круга) и относительно медленном вращении заготовки. Продольной подачей является возвратно-поступательное движение заготовки вдоль своей оси. Шлифование обеспечивает получение поверхностей тел вращения, фасонных и плоских поверхностей с высокой точностью и малой шероховатостью. Шлифование применяют для обработки деталей в закаленном состоянии. При изготовлении деталей с высокой точностью и классом чистоты обработанных поверхностей после предварительной или чистовой обработки применяют отделочную обработку (доводку). После чернового точения, фрезерования, строгания получается шероховатость поверхностей от 100 до 6,3 мкм; после чистового точения, фрезерования, строгания, сверления - от 12,5 до 1,6 мкм; после шлифования, развертывания, протягивания - от 1,6 до 0,2; после доводочных операций - от 0,4 до 0,01 мкм.

#### **4.2. Краткие сведения о базах в машиностроении**

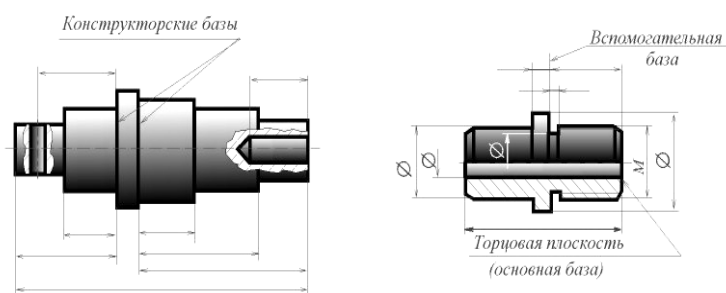
Конструктивный элемент детали, от которого ведется отсчет размеров детали, называется **базой**. Это может быть поверхность или линия (осевая, центровая). Все многообразие поверхностей сводится к следующим четырем: - **основные поверхности**, которыми определяется положение детали в изделии; - **вспомогательные поверхности**, которые определяют положение присоединяемой детали относительно данной; - **исполнительные поверхности**, с помощью которых деталь выполняет свое функциональное назначение; - **свободные поверхности**, не имеющие соприкосновения с поверхностями других деталей. В зависимости от назначения различают следующие базы: - **конструкторские** - базы, используемые для определения положения элементов:

а) детали в детали; б) детали в сборочной единице; в) сборочной единицы в изделии;

- технологические - базы, используемые для определения положения заготовки или изделия при изготовлении или ремонте; - измерительные - базы, используемые для определения относительного положения заготовки или изделия и средств измерения.

### 4.3. Система простановки размеров

Выбор системы простановки размеров относится к одному из самых сложных этапов работы исполнителя. Объясняется это наличием большого числа совместно решаемых конструкторских и технологических задач. Основное условие, которое должно быть выполнено при этом - наибольшая простота процесса изготовления детали при наименьшей стоимости ее изготовления. Системы простановки размеров от различных баз имеют свои особенности. **Система простановки размеров от конструкторских баз** отличается тем, что все размеры на чертеже проставляются от поверхностей, которые определяют положение детали в собранном и работающем механизме. В этом случае не связывают простановку размеров с вопросами изготовления детали. Преимущества простановки размеров от конструкторских баз: а) наличие на чертежах коротких размерных цепей, что повышает точность и качество изделия; б) облегчение проверки, расчета и увязки размеров, как детали, так и всего изделия; в) повышение срока годности чертежа, т.к. в нем не отражены требования часто меняющейся технологии. Недостатки простановки размеров от конструкторских баз: а) необходимость дополнительно готовить технологическую документацию для обработки детали, т.к. чертеж не отражает требований технологии; б) рост числа контрольно-измерительных операций, т.к. заказчик принимает изготовленную деталь не по технологическому, а по конструкторскому чертежу. **Система простановки размеров от технологических баз** характеризуется тем, что все размеры на чертеже проставляются от поверхностей, определяющих положение детали при обработке. В этом случае связывают простановку размеров с вопросами изготовления детали. Преимущества простановки размеров от технологических баз: а) в простановке размеров отражены производственные требования, что облегчает изготовление детали; б) не требуется перечня размеров и допусков, т.е. отпадает необходимость в специальной технологической документации; в) упрощается конструкция режущего и измерительного инструмента; г) изготовление детали и контрольно-измерительные операции производятся по одному и тому же чертежу. Недостатки простановки размеров от технологических баз: а) некоторая усложненность в проверке и увязке размеров в детали и в изделии; б) сокращение срока годности чертежа, т.к. необходима его корректировка при изменении технологии; в) слабое отражение на чертеже конструктивных особенностей изделия. Деталь может иметь несколько конструкторских баз, причем одну из них считают основной, а остальные - вспомогательными.



Конструктивный элемент детали, от которого ведется отсчет размеров детали, называется базой. Это может быть поверхность или линия (осевая, центровая). В зависимости от назначения различают следующие базы: конструкторские, технологические и измерительные.

Конструкторские базы используются для определения положения элементов в детали: а) детали в детали; б) детали в сборочной единице; в) сборочной единицы в изделии. Деталь может иметь несколько конструкторских баз, причем одну из них считают основной, а остальные - вспомогательными.

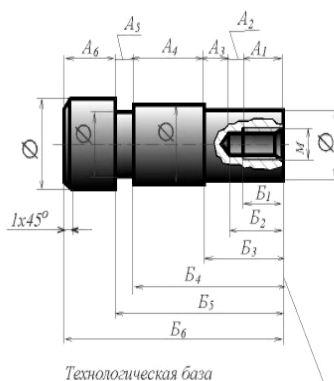
На рисунке (справа) дан пример правильного нанесения размеров, с введе-

нием для удобства простановки и измерения размеров, вспомогательной базы. Обычно стремятся к тому, чтобы конструкторские базы были использованы в качестве технологических. Может быть применена комбинированная система простановки размеров: одна часть размеров проставляется от конструкторских баз, другая - от технологических. Простановку размеров от конструкторских баз ограничивают. Наиболее полно удовлетворяет требованиям производства простановка размеров от технологических баз. В учебной практике при выполнении эскизов с натуры чаще всего используют технологические базы, т.к. положение детали в изделии, как правило, неизвестно. На рисунке при нанесении размеров втулки в качестве основной технологической базы принят правый торец детали. Размеры нанесены так, что, пользуясь ими, легко изготовить деталь. Кроме основной базы, использованы также вспомогательные базы, позволяющие наиболее просто и точно проконтролировать размеры, заданные на чертеже.

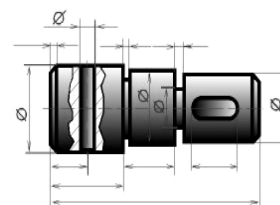
#### 4.4. Методы простановки размеров

##### ЦЕПНОЙ МЕТОД -

размеры наносят по одной линии, цепочкой, один за другим (размеры  $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6$  на рисунке); за технологическую базу принята торцовая поверхность вала. Метод характеризуется постепенным накоплением суммарной погрешности при изготовлении отдельных элементов детали. Значительная суммарная погрешность может привести к непригодности изготовленной детали.



Цепной метод- размеры наносят по одной линии, цепочкой, один за другим (размеры  $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6$ ). За технологическую базу принята торцовая поверхность вала. Координатный метод- размеры наносят от одной и той же базовой поверхности (размеры  $B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, B_6$ ).



Комбинированный метод - простановка размеров осуществляется цепным и координатным методом одновременно. Этот метод наиболее оптимален. Он позволяет изготавливать более точно те элементы детали, которые этого требуют.

**КООРДИНАТНЫЙ МЕТОД** - все размеры наносят от одной и той же базовой поверхности (размеры  $B_1, B_2, B_3, B_4, B_5$  и  $B_6$  на рисунке). Этот метод отличается значительной точностью изготовления детали. При нанесении размеров этим методом необходимо учитывать повышение стоимости изготовления детали.

**КОМБИНИРОВАННЫЙ МЕТОД** - простановка размеров осуществляется цепным и координатным методами одновременно (на рисунке справа). Этот метод более оптимален. Он позволяет изготавливать более точно те элементы детали, которые этого требуют.

#### 4.5. Чертеж вала

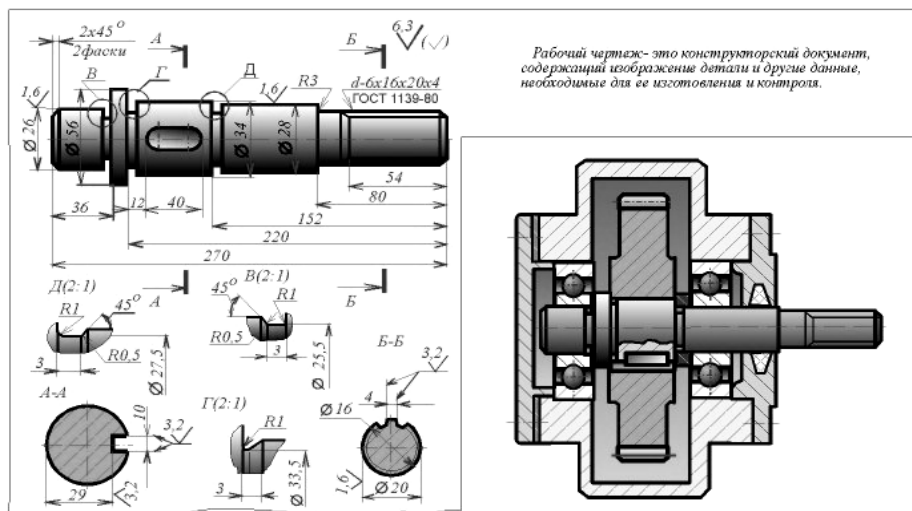
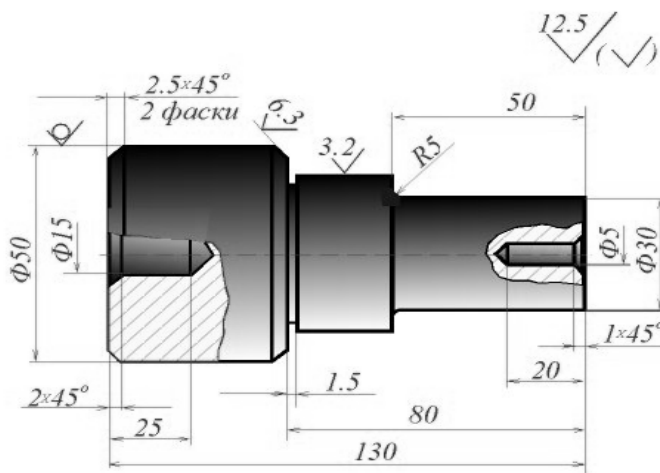
Рассмотрим подробнее чертеж вала. Для цилиндрической поверхности (диаметр "40") заданы повышенные требования к шероховатости поверхности. Такое условие дает право заключить, что это сопрягаемая поверхность и наиболее ответственный элемент.

Основной базой вала служит правая торцовая плоскость, от которой проставлены все линейные размеры. Размер "40" для удобства измерений проставлен от вспомогательной базы - левой торцовой плоскости.

Проставленные конструктором на чертеже размеры являются одновременно и конструктивными, т.е. отвечающими требованиям кон-

струкции, и технологическими, отвечающими требованиям технологического процесса изготовления детали. Дополнительные изображения контуров заготовки и инструмента, приведенные на рисунке, облегчают уяснение проставленных размеров. Обосновать простановку размеров в связи с технологическим процессом изготовления вала можно в данном случае очень просто: 1. Для изготовления вала, как это видно из чертежа, надо взять пруток диаметром 50 мм. 2. После подрезания торца вал обточить с диаметра "50" до диаметра "40,5" на длине 80 мм (припуск 0,5 на диаметр задан для исполнения размера диаметра "40" с соответствующими предельными отклонениями, но после выполнения других операций).

3. Затем обточить вал на длине 50 мм с диаметра 40,5 мм до диаметра 30 мм. 4. Выполнить проточку шириной 1,5 мм до диаметра 36 мм. 5. Сверлить отверстие диаметром 5 мм на глубину 20 мм и т.д. Сверление отверстия с левого конца вала выполняется со второй установки. В процессе изготовления и приемки детали все упомянутые линейные размеры легко контролировать от основной базы - торцовой плоскости. Эти же размеры служат для установки резцов при настройке револьверного станка. Очевидно, что при обработке вала одновременно несколькими резцами перерабатывать чертеж не требуется. На ри-

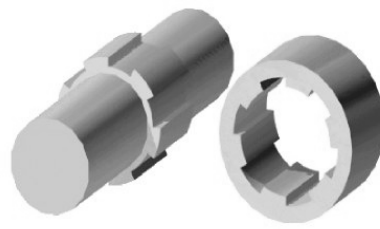


сунке выполнен чертеж валика, входящего в сборочную единицу.

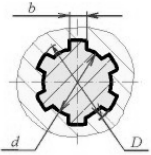
#### 4.6. Конструктивные элементы деталей

Зубчатое (шлицевое) соединение - соединение вала и втулки, осуществляемое с помощью зубьев (шлицев) и впадин (пазов), выполненных на валу и в отверстии втулки. Наибольшее распространение в машиностроении получили зубчатые соединения с прямобочным, эвольвентным и треугольным профилями зубьев. 1. На сборочном чертеже размер прямобочного зубчатого соединения указывается условным обозначением по ГОСТ 1139 - 80\* на полке линии-выноски от наружного диаметра соединения.

Условное обозначение содержит букву, обозначающую поверхность центрирования, число зубьев и номинальные размеры  $d$ ,  $D$  и  $b$ . После соответствующего размера должно следовать обозначение посадки. На учебных чертежах посадки допускается не проставлять. Указанное на рисунке условное обозначение зубчатого соединения **d - 6 x 28 x 34 x 7 ГОСТ 1139 - 80\*** расшифровывается следующим образом: прямобочное шлицевое соединение средней серии с центрированием по внутреннему диаметру  $d$ , с числом зубьев  $z = 6$ , внутренним диаметром  $d = 28$  мм, наружным диаметром  $D = 34$  мм, шириной зуба  $b = 7$  мм. На рисунке приведен пример выполнения рабочего чертежа вала со шлицами прямобочного профиля и соответствующей втулки. В продольном изображении вала указывают длину  $l$  зубьев полного профиля до сбега и полную длину зубьев  $L$ . Обязательно указание размера фасок по торцовым поверхностям как втулки, так и вала. Диаметр  $D_1$  фасок на торцах втулки рекомендуется выбирать на 1...2 мм больше наружного диаметра  $D$ . Размер фаски "с" на торце шлицевого вала не нормируется и выбирается по конструктивным или технологическим соображениям. Фаска может быть как больше, так и меньше высоты шлица. Кроме этого, на продольном изображении шлицевого вала или втулки указывается (на полке линии-выноски) условное обозначение по ГОСТ 1139 - 80\*. Как и на сборочном чертеже, условное обозначение включает в себя буквенное обозначение поверхно-



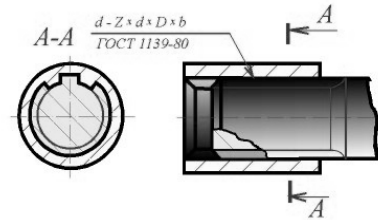
Пространственная модель



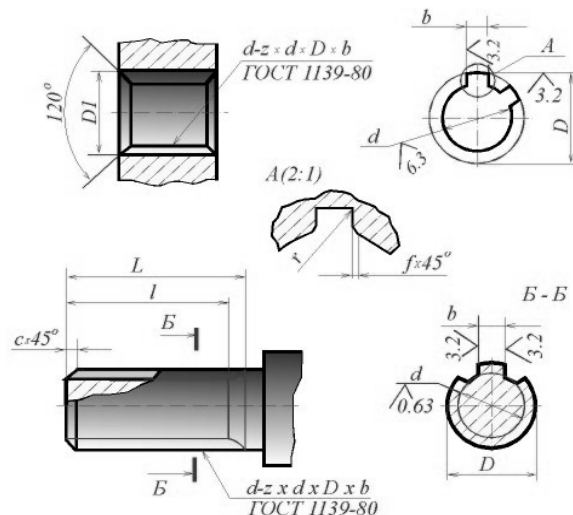
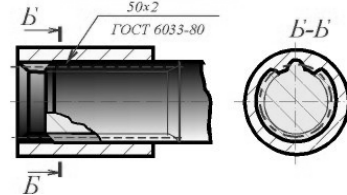
Сечение прямобочного шлицевого соединения

По форме профиля выступов различают прямобочные, трапециевидные, треугольные и эвольвентные зубчатые соединения

Изображение и обозначение прямобочного зубчатого соединения



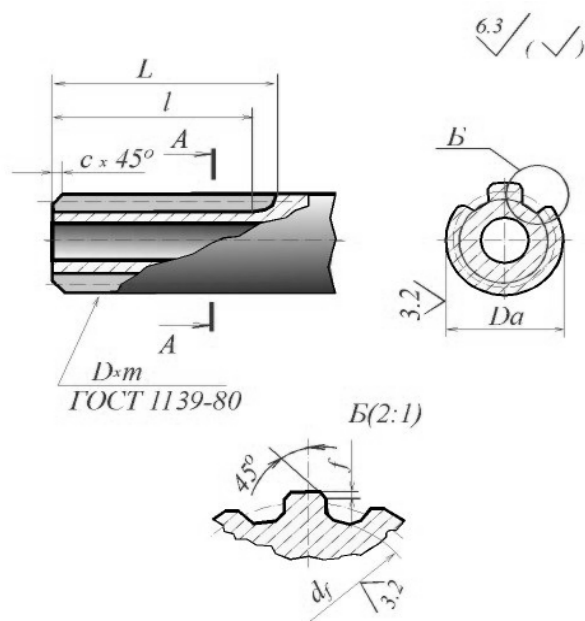
Изображение и обозначение эвольвентного зубчатого соединения



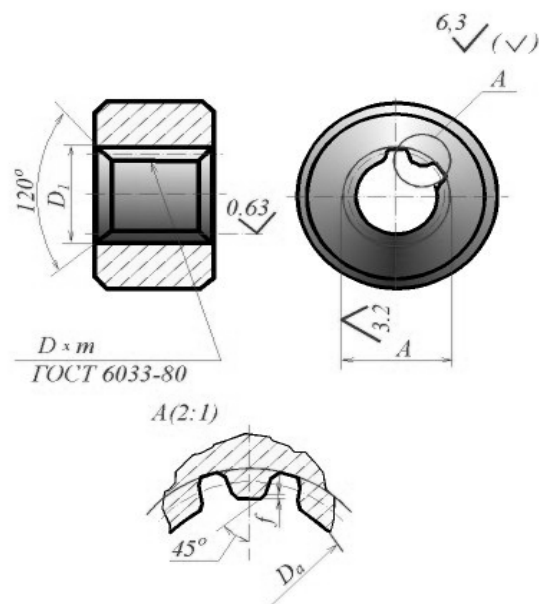
сти центрирования, число зубьев и номинальные размеры  $d \times D \times b$ . Полное обозначение должно включать в себя также поля допусков номинальных размеров, например:

$d - 8 \times 36e8 \times 40a11 \times 7f8$ .

На учебных чертежах поля допусков не указываются. В поперечном сечении вала или втулки указывают номинальные размеры  $d$ ,  $D$ ,  $b$ , а также в увеличенном масштабе с помощью выносного элемента уточняют конфигурацию шлица (на валу) или шлицевого паза (на втулке). Углы пазов втулки и вала выполняют по радиусам, а на углах зубьев делают фаски с катетом, большим, чем соответствующий радиус. Величину фаски  $f$  и радиуса скругления  $r$  выбирают по таблицам стандарта. Обязательно указывается шероховатость рабочих поверхностей.



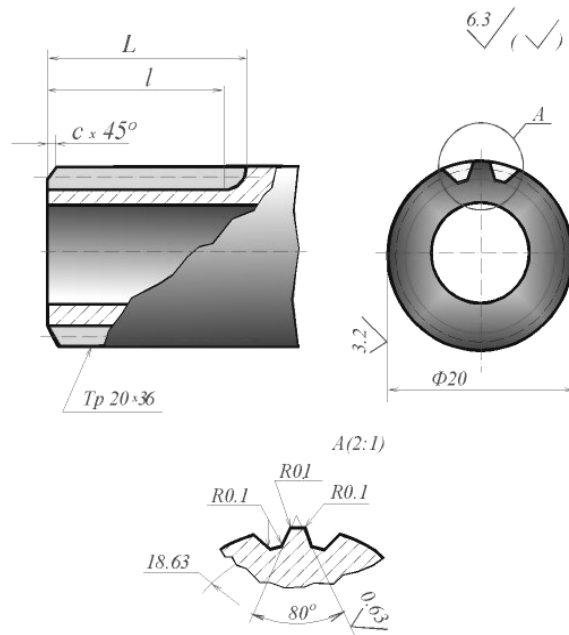
2. На чертежах эвольвентного шлицевого вала, втулки и их соединения указывают условное обозначение на полке линии-выноски. Условное обозначение включает в себя величину номинального диаметра соединения  $D$ , величину модуля  $m$ , посадку (на сборочном чертеже) или допуск на размер (на рабочем чертеже), а также номер стандарта (ГОСТ 6033 - 80\*). Число зубьев в условном обозначении не указывают, так как оно определено значениями  $D$  и  $m$ . Например, для соединения с номинальным (наружным) диаметром  $D = 50$  мм и модулем  $m = 2$  мм условное обозначение будет иметь вид: - при центрировании по наружному диаметру: **50 x H7/h6 x 2 ГОСТ 6033 - 80**; - при центрировании по внутреннему диаметру: **50 x 2 x H7/h6 ГОСТ 6033 - 80**; - при центрировании по боковым сторонам: **50 x 2 x 9H/9g ГОСТ 6033 - 80**.



В первых двух случаях (при центрировании по одному из диаметров) указаны отклонения размеров (поля допусков) соответствующих цилиндрических поверхностей втулки и вала, а при центрировании по боковым сторонам указаны степень точности ширины паза втулки и толщины зуба вала. На учебных чертежах допуски и посадки в условном обозначении не указываются. На рисунках показаны рабочие чертежи эвольвентных шлицевых вала и втулки с

центрированием по боковым поверхностям при плоской форме дна впадины. На продольном изображении, кроме условного обозначения, обязательно указывают длину  $l$  зубьев полного профиля и полную длину  $L$ . В поперечном разрезе следует проставить номинальные диаметры выступов и впадин  $D_a$ ,  $d_f$ ,  $d_a$  и величину фаски  $f = 0,15 m$  продольной кромки зуба. Номинальные размеры шлицевых соединений содержатся в ГОСТ 6033 - 80\*.

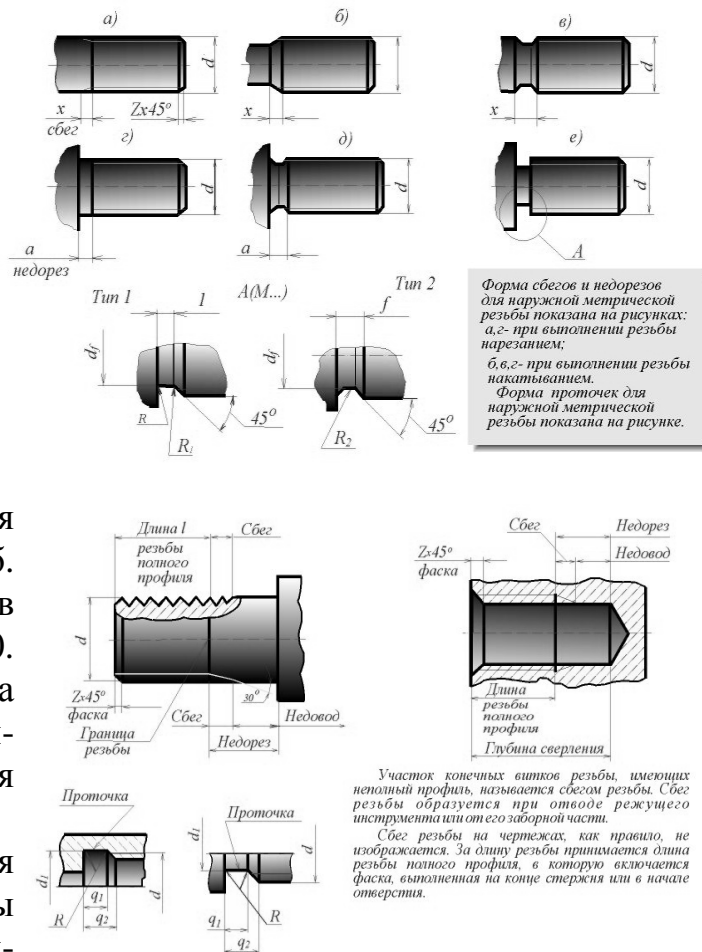
Кроме размеров, указанных на рисунках, на рабочих чертежах помещают данные о способе контроля зубчатых деталей эвольвентного профиля (схему контроля). На учебных чертежах схема контроля не указывается. 3. Зубчатые соединения с треугольным профилем не стандартизованы. На чертеже помещают изображение профиля зуба со всеми необходимыми размерами. Пример оформления рабочего чертежа шлицевого вала с треугольным профилем зубьев показан на рисунке. В условном обозначении шлицевого соединения с треугольным профилем зубьев приводят буквы "Тр".



#### 4.7. Резьбовые проточки

При изготовлении чертежей деталей следует учитывать технологию изготовления резьб. Так, например, выход резьбообразующего инструмента, наличие на нем заборной части, требуют выполнения проточек, недорезов, сбегов, фасок для наружных и внутренних резьб. Размеры указанных элементов устанавливаются ГОСТ 10549 - 80. Как правило, данные элементы на сборочных и чертежах общего вида опускаются или выполняются упрощенно.

Форма сбегов и недорезов для наружной метрической резьбы должна соответствовать указанным на рисунке пунктам а, г при выполнении резьбы нарезанием и пунктам б,





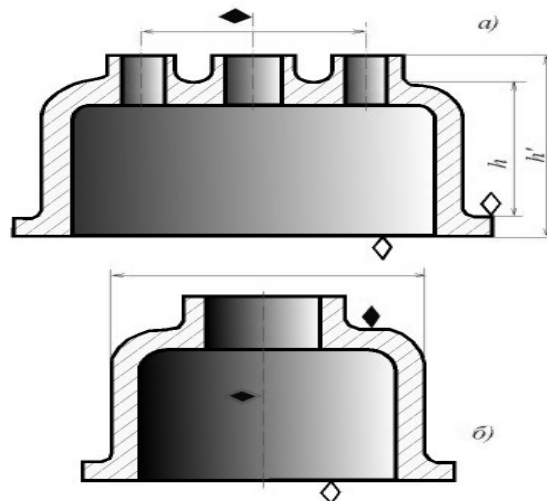
в, д при выполнении резьбы накатыванием. Форма проточек для наружной метрической резьбы должна соответствовать указанному в пункте е.

Форма сбегов, недорезов, фасок и проточек для внутренней метрической резьбы должна соответствовать указанному на рисунке.

#### 4.8. Литейные базы, базы механической обработки

**Литейной** (черновой) базой называют поверхность или ось, по которой производят первую операцию механической обработки. **Поверхностная черновая база** представляет собой необрабатываемую поверхность достаточной протяженности, параллельную или перпендикулярную базе механической обработки, поверхности, обрабатываемой при первой механической операции. Конфигурация черновой базы должна обеспечивать удобное и устойчивое крепление детали при механической обработке; затяжка по базе не должна вызывать коробление литой заготовки. Для черновой базы нельзя использовать поверхность, подвергаемую механической обработке. В детали, изображенной на рисунке (а), черновой базой могут служить или отмеченная зачерненным ромбиком поверхность фланца, или верхняя плоскость детали. Базы механической обработки показаны светлыми ромбиками.

От черновой базы координируют все остальные литейные поверхности (размеры  $h$ ), от базы механической обработки - все остальные механически обрабатываемые поверхности (размеры  $h'$ ). В общем случае литейных баз должно быть три - по одной для каждой из осей пространственной системы координат. **Осевыми базами** являются оси отверстий бобышек. Осевая база определяет литейные размеры в плоскости, перпендикулярной к оси, а поверхностная база - вдоль оси. При механической обработке заготовки фиксируют чаще всего по двум отверстиям и по поверхностной базе. Тела вращения имеют только две базы - осевую, совпадающую с осью тела вращения, и высотную, определяющую размеры вдоль оси (б). При наличии осевых баз литейные базы и базы механической обработки совмещаются; общей базой служит ось отверстия, избранного в качестве базового (на рисунке отмечена двойным ромбиком).

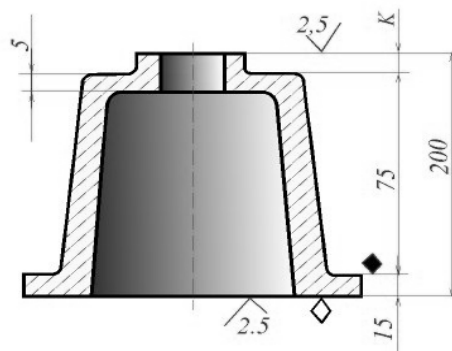


#### 4.9. Нанесение размеров на чертежах литых деталей

При нанесении размеров на чертежах литых деталей следует руководствоваться пунктом 1.16 ГОСТ 2.307 - 68, в котором говорится следующее. При выполнении чертежей деталей, изготовляемых отливкой, штамповкой, ковкой или прокаткой с последующей механической обработкой части поверхности детали, указывают не более одного размера по каждому координатному направлению, связывающего механически обрабатываемые поверхности с поверхностями, не подвергаемыми механической обработке. С учетом расположения литейных баз

и баз механической обработки данное правило реализуется для отливок следующим образом: 1) необрабатываемые поверхности следует привязывать к литейной черновой базе непосредственно или с помощью других размеров; 2) исходную базу механической обработки следует привязать к черновой литейной базе; все остальные размеры механически обрабатываемых поверхностей - к базе механической обработки непосредственно или с помощью других размеров. Привязывать литейные размеры к размерам механически обрабатываемых поверхностей и наоборот недопустимо, за исключением случая, когда литейная база и база механической обработки совпадают (осевые базы). Приведенные правила необходимо соблюдать для всех трех координатных осей отливки.

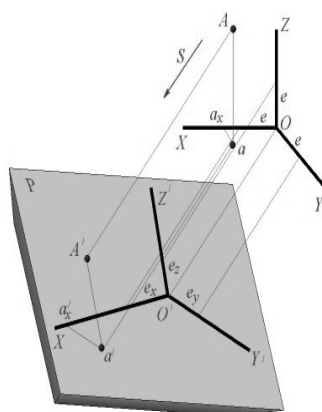
На рисунке показана система нанесения размеров на литой детали, имеющей обработанные поверхности. В качестве черновой базы выбрана верхняя, необрабатываемая поверхность фланца. Размером 15 мм к ней привязана база механической обработки (нижняя плоскость фланца). К базе механической обработки привязана обрабатываемая верхняя плоскость (размер 200 мм). Верхняя черная поверхность координируется от литейной базы (размер 175 мм) и от нее - толщина верхней стенки (размер 5 мм). Расстояние "К" между верхней обрабатываемой плоскостью и верхней черной стенкой становится замыкающим звеном размерной цепи и служит компенсатором отклонений расположения поверхностей, получаемых литьем. Поскольку величина "К" на чертеже не проставляется, ее не принимают в расчет при контроле детали.



## РАЗДЕЛ 5. АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

### 5.1. Виды аксонометрических проекций

Метод прямоугольного проецирования на несколько плоскостей проекций, обладая многими достоинствами, вместе с тем имеет и существенный недостаток: изображения не обладают наглядностью. Одновременное рассмотрение двух (а иногда и более) изображений затрудняет мысленное воссоздание пространственного объекта. При выполнении технических чертежей часто оказывается необходимым наряду с изображением предметов в системе ортогональных проекций иметь изображения более наглядные. Для построения таких изображений применяют способ аксонометрического

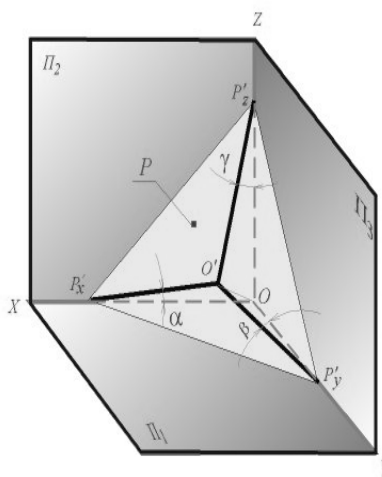


На рисунке показана схема проецирования осей координат и отнесенной к ним точки  $A$  на плоскость  $P$ , принятую за плоскость аксонометрических проекций. Направление проецирования указано стрелкой  $S$ . Проекция осей  $X, Y, Z$  - прямые  $X', Y', Z'$  - аксонометрические оси. Пространственная координатная ломаная линия  $Oa_1a_2a_3$  проецируется в плоскую ломаную линию  $O'a_1'a_2'a_3'$ , называемую аксонометрической координатной ломаной. Точка  $A'$  - аксонометрическая проекция точки  $A$ ; точка  $a'$  представляет собой аксонометрическую проекцию точки  $A$ . На осях  $X', Y', Z'$  отложен отрезок  $e$ , принимаемый за единицу измерения по этим осям. Отрезки  $e_x, e_y, e_z$  на аксонометрических осях представляют собой проекции отрезка  $e$ . Они являются единицами измерения по аксонометрическим осям. В общем случае  $e_x, e_y, e_z$  не равны  $e$  и не равны между собой. Отношения  $k=e_x/e, m=e_y/e, n=e_z/e$  называются коэффициентами искажения по аксонометрическим осям. Отношения между аксонометрическими проекциями отрезков, параллельных осям координат  $X, Y, Z$  и самими отрезками равны коэффициентам  $k, m, n$ .

проецирования, состоящий в том, что данный предмет вместе с системой трех взаимно перпендикулярных осей координат, к которым он отнесен в пространстве, параллельно проецируется на некоторую плоскость, называемую плоскостью аксонометрических проекций (или **картинной плоскостью**). Проекция на этой плоскости называется аксонометрической или сокращенно **аксонометрией**. На рисунке показана схема проецирования осей координат и отнесенной к ним точки  $A$  на плоскость  $P$ , принятую за плоскость аксонометрических проекций (картинную). Направление проецирования указано стрелкой  $S$ . Проекция осей  $X, Y, Z$  - прямые  $X', Y', Z'$  называются аксонометрическими осями. Пространственная координатная ломаная линия  $O a_x a A$  проецируется в плоскую ломаную линию  $O' a'_x a' A'$ , называемую аксонометрической координатной ломаной. Точка  $A'$  - аксонометрическая проекция точки  $A$ ; точка  $a'$  представляет собой аксонометрическую проекцию точки  $a$ . Аксонометрическую проекцию любой ортогональной проекции точки  $A$  называют вторичной проекцией точки  $A$ . На осях  $X, Y, Z$  отложен отрезок  $e$ , принимаемый за единицу измерения по этим осям. Отрезки  $e_x, e_y, e_z$  на аксонометрических осях представляют собой проекции отрезка  $e$ . Они являются единицами измерения по аксонометрическим осям. В общем случае  $e_x, e_y, e_z$  не равны  $e$  и не равны между собой. Отношения  $k = e_x / e, m = e_y / e, n = e_z / e$  называются **коэффициентами** (или показателями) **искажения** по аксонометрическим осям. Отношения между аксонометрическими проекциями отрезков, параллельных осям координат  $X, Y, Z$  и самими отрезками равны коэффициентам  $k, m, n$ . Коэффициенты искажения и угол  $\nu$ , образованный направлением проецирования с картинной плоскостью, связаны зависимостью

$$k^2 + m^2 + n^2 = 2 + \operatorname{ctg}^2(\nu)$$

Так как взаимное расположение картинной плоскости  $P$  и координатных осей  $X, Y, Z$ , а также направление проецирования могут быть различными, то можно получать множество различных аксонометрических проекций. Если направление проецирования не перпендикулярно к картинной плоскости  $P$ , то аксонометрическая проекция называется косоугольной; если же перпендикулярно, - то прямоугольной. Если все три показателя искажений между собой не равны, то проекция называется триметрической; если два показателя искажения равны (например,  $k = n$ ), а третий отличен от них, то проекция называется дидиметрической; наконец, если все три показателя равны ( $k = m = n$ ), то проекция называется изометрической. В практике большое распространение получили прямоугольные изометрическая и диметрическая проекции.



Аксонометрическая (картинная) плоскость, пересекая плоскости координат, образует треугольник следов  $P_x, P_y, P_z$ . Опустим из начала координат  $O$  перпендикуляр на плоскость  $P$ . Точка  $O'$  - пересечения перпендикуляра с плоскостью  $P$  представляет собой прямоугольную аксонометрическую проекцию точки  $O$ , а отрезки  $O'P'_x, O'P'_y$  и  $O'P'_z$  - прямоугольные аксонометрические проекции отрезков координатных осей  $OP'_x, OP'_y, OP'_z$ . Треугольники  $OO'P'_x, OO'P'_y, OO'P'_z$  - прямоугольные отрезки  $O'P'_x, O'P'_y, O'P'_z$  являются их катетами, а отрезки  $OP'_x, OP'_y, OP'_z$  - гипотенузами. Основа следует:

где  $\alpha, \beta, \gamma$  - углы наклона координатных осей  $X, Y, Z$  к

$$\frac{O'P'_x}{OP'_x} = \cos \alpha, \quad \frac{O'P'_y}{OP'_y} = \cos \beta, \quad \frac{O'P'_z}{OP'_z} = \cos \gamma,$$

плоскости аксонометрической проекции. Так как

$$\frac{O'P'_x}{OP'_x} = k, \quad \frac{O'P'_y}{OP'_y} = m, \quad \frac{O'P'_z}{OP'_z} = n, \quad \text{то}$$

$$k = \cos \alpha, \quad m = \cos \beta, \quad n = \cos \gamma,$$

**ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ Коэффициенты искажения.** Картинная плоскость, пересекая плоскости координат, образует треугольник, называемый **треугольником следов**. На рис. 33.2 таким треугольником является треугольник  $P'x P'y P'z$ . Опустим из начала координат  $O$  перпендикуляр на плоскость  $P$ .

Точка  $O'$  пересечения перпендикуляра с плоскостью  $P$  представляет собой прямоугольную аксонометрическую проекцию точки  $O$ , а отрезки  $O'P'_x$ ,  $O'P'_y$  и  $O'P'_z$  - прямоугольные аксонометрические проекции отрезков координатных осей  $OP'_x$ ,  $OP'_y$ ,  $OP'_z$ . Треугольники  $OO'P'_x$ ,  $OO'P'_y$ ,  $OO'P'_z$  - прямоугольные, отрезки  $O'P'_x$ ,  $O'P'_y$ ,  $O'P'_z$  являются их катетами, а отрезки  $OP'_x$ ,  $OP'_y$ ,  $OP'_z$  - гипотенузами. Отсюда

$$\frac{O'P'_x}{OP'_x} = \cos \alpha, \quad \frac{O'P'_y}{OP'_y} = \cos \beta, \quad \frac{O'P'_z}{OP'_z} = \cos \gamma,$$

где  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  - углы наклона координатных осей  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  к плоскости

аксонометрических проекций. Так как

$$\frac{O'P'_x}{OP'_x} = k, \quad \frac{O'P'_y}{OP'_y} = m, \quad \frac{O'P'_z}{OP'_z} = n, \quad \text{то } k = \cos \alpha, \quad m = \cos \beta, \quad n = \cos \gamma.$$

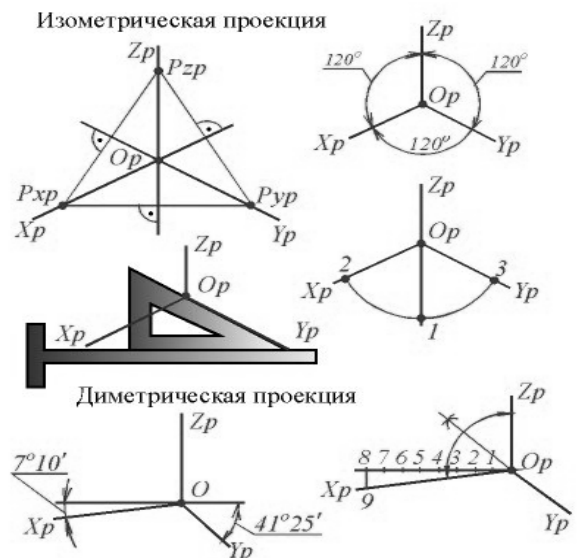
В прямоугольной аксонометрии коэффициенты искажения связаны зависимостью:

$$k^2 + m^2 + n^2 = 2$$

**ИЗОМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ** Так как  $k = m = n$ , то  $3k^2 = 2$ ,  $k = 0,82$ , следовательно, коэффициенты искажения по осям  $X'$ ,  $Y'$ ,  $Z'$  = 0,82. Изометрическую проекцию для упрощения, как правило, выполняют без искажения по осям  $X'$ ,  $Y'$ ,  $Z'$ , т.е. приняв коэффициент искажения равным 1, что соответствует увеличению линейных размеров изображения по сравнению с действительными в  $1/0,82 = 1,22$  раза.

**ДИМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ** Если взять  $n = k$  и  $m = 1/2 k$ , то получим  $2k^2 + k^2/4 = 2$ ,  $k^2 = 8/9$ ,  $k = 0,94$ , следовательно, по осям  $X'$  и  $Z'$  коэффициенты искажения  $k = n = 0,94$ , а по оси  $Y'$  коэффициент искажения  $m = 0,47$ . Диметрическую проекцию, как правило, выполняют без искажения по осям  $X'$  и  $Z'$  и с коэффициентом искажения 0,5 по оси  $Y'$ . В этом случае линейные размеры увеличиваются в  $1/0,94 = 1,06$  раза.

**УГЛЫ МЕЖДУ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИМИ ОСЯМИ** В прямоугольных аксонометрических проекциях аксонометрические оси являются высотами треугольника следов (рис. 33.3), а точка  $O_p$  - точкой их пересечения (ортоцентром).

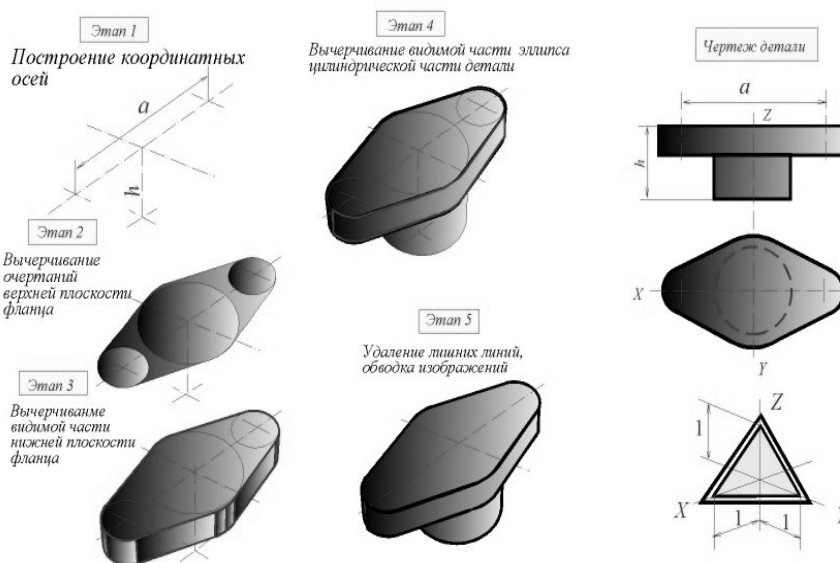


**ИЗОМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ.** Так как  $k = m = n$ , то  $q = w = f$ . Это означает, что треугольник следов равносторонний и, следовательно, углы между аксонометрическими осями равны 120 градусам. При практическом выполнении аксонометрических проекций ось  $Z_p$  принято располагать вертикально. В изометрической проекции оси  $X_p$  и  $Y_p$  проводят при помощи рейсшины и треугольника имеющего углы 60 и 30 градусов. (рис. 33.3). Те же углы можно построить с помощью циркуля. Из точки  $O_p$  как из центра, проводят окружность любого, по возможности большего радиуса; затем, из точки 1 (рис. 33.3) не изменяя раствора циркуля, делают на ней засечки. Точки 2 и 3 соединяют с точкой  $O_p$ .

**ДИМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ.** Когда  $k = n$ ,  $m = n/2$  оси  $X_p$  и  $Y_p$  составляют с перпендикуляром к оси  $Z_p$  соответственно углы 7 град., 10 минут и 41 град., 25 минут (рис. 33.3). Построение осей показано на рис. 33.3. Приняв за единицу отрезок любой длины, откладывают на горизонтальной прямой влево от точки  $O_p$  восемь таких единиц; затем вниз по вертикали откладывают одну единицу. Ось  $X_p$  проводят через точку  $O_p$  и полученную точку 9. Ось  $Y_p$  служит биссектриса угла между осями  $X_p$  и  $Z_p$ .

### НАНЕСЕНИЕ ЛИНИЙ ШТРИХОВКИ

Согласно ГОСТ 2.317 - 68 ЕСКД линии штриховки сечений в аксонометрических проекциях наносят параллельно одной из проекций диагоналей квадратов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях, стороны которых параллельны координатным осям. На рисунке показано



построение направлений линий штриховки в изометрии. Для этого на осях  $X_p$ ,  $Y_p$ ,  $Z_p$  (или линиях, им параллельных) откладывают равные отрезки произвольной длины и соединяют их концы.

На этом же рисунке показано построение направлений линий штриховки в диметрии. Для этого на осях  $X_p$  и  $Z_p$  (или линиях, им параллельных) откладывают равные отрезки произвольной длины, а на оси  $Y_p$  (или линии, ей параллельной) - отрезок, вдвое меньший, и соединяют их концы.

## 5.2. Аксонометрические проекции плоских фигур

Построение изображений плоских многоугольников сводится к построению аксонометрических проекций их вершин, которые соединяют между собой прямыми линиями. В виде примера рассмотрим построение пятиугольника, изображенного на рисунке.

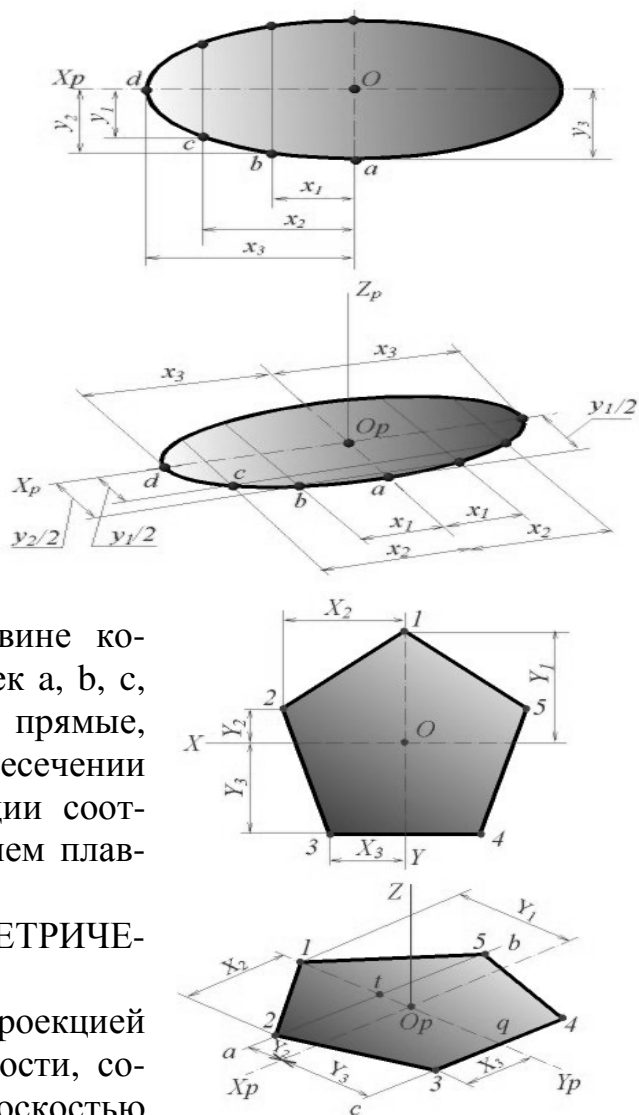
Линии  $X, Y$  примем за координатные оси. Проводим изометрические оси  $X_p$  и  $Y_p$ . Для построения изображения точки 1 достаточно на оси  $Y_p$  отложить отрезок  $O_p-1$ , равный по величине координате  $Y_1$ . Затем откладываем в ту же сторону от точки  $O_p$  отрезок  $O_p-t$ , равный координате  $Y_2$ , и через точку  $t$  проводим прямую  $ab$ , параллельную оси  $X_p$ . Координаты  $X_2$  вершин 2 и 5 пятиугольника одинаковы по величине, но различны по знакам; поэтому на изометрическом изображении откладываем в обе стороны от точки  $t$  отрезки  $t-2 = t-5 = X_2$ . Сторона 3-4 пятиугольника параллельна оси  $X$ . Отложив от точки  $q$  по оси  $Y_p$  отрезок  $q-O_p$ , равный координате  $Y_3$ , проводим прямую  $cd$ , параллельную оси  $X_p$ , и откладываем на ней отрезки  $q-3 = q-4 = X_3$ . Соединив точки 1, 2, 3, 4, 5 прямыми линиями, получаем аксонометрическую проекцию пятиугольника.

Построение аксонометрических проекций плоской кривой сводится к построению проекций ряда ее точек и соединению их в определенной последовательности. На рисунке показано построение эллипса, расположенного в плоскости координатных осей  $X, Y$ .

На эллипсе намечаем ряд точек и определяем их прямоугольные координаты  $X$  и  $Y$ . Проведя аксонометрические оси, откладываем от точки  $O_p$  вдоль оси  $X_p$  отрезки, равные по величине координатам  $X$  намеченных точек, а вдоль оси  $Y_p$  - отрезки, равные по величине половине координат  $Y$  (показано построение точек  $a, b, c, d$ ). Через концы отрезков проводим прямые, параллельные осям  $X_p, Y_p$ ; на их пересечении получаем аксонометрические проекции соответствующих точек, которые соединяем плавной линией.

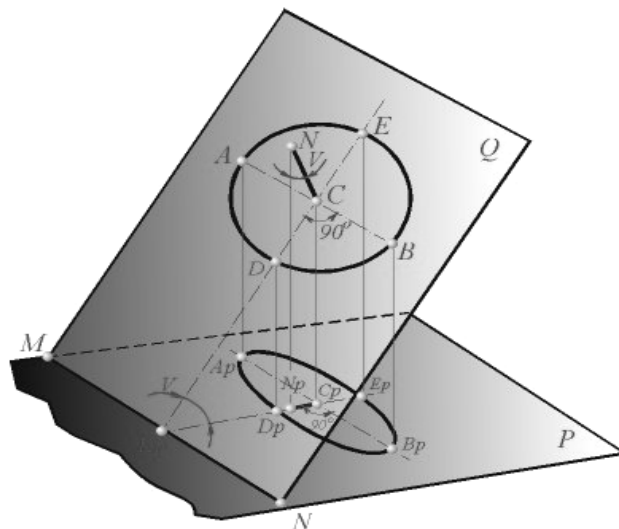
### ПОСТРОЕНИЕ АКСОНОМЕТРИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ ОКРУЖНОСТИ

Как известно, прямоугольной проекцией окружности, расположенной в плоскости, составляющей угол  $V$  (рис. 34.3) с плоскостью проекций  $P$ , является эллипс. Большая ось  $АрВр$  эллипса - проекция диаметра  $АВ$ , параллельного плоскости  $P$ . Из рисунка очевидно, что отрезок  $АрВр$



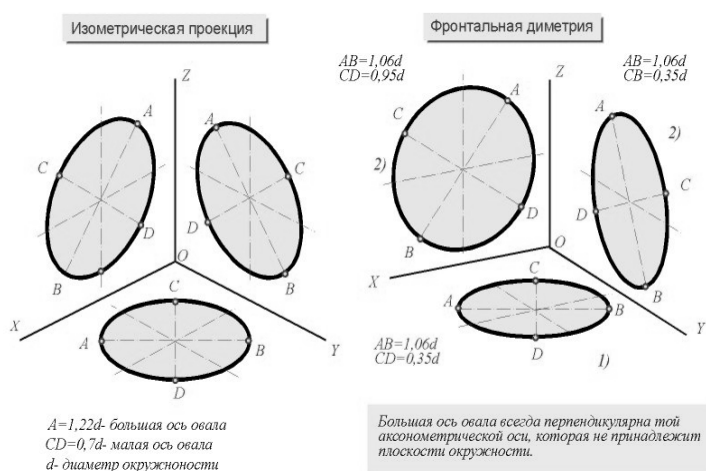
перпендикулярен к проекции  $C_p N_p$ , и малая ось  $D_p E_p$  эллипса (проекция диаметра  $DE$ ) совпадает с прямой  $C_p N_p$ .

При построении аксонометрических проекций часто приходится строить изображения окружностей, расположенных в координатных плоскостях  $XY$ ,  $XZ$ ,  $YZ$  или в плоскостях, им параллельных. В этом случае нормальными к плоскости окружностей являются соответственно оси  $Z$ ,  $Y$ ,  $X$ . Следовательно, направления больших осей эллипсов, изображающих проекции окружностей, всегда перпендикулярны соответствующим осям  $Z_p$ ,  $Y_p$ ,  $X_p$ , а малые оси совпадают по направлению с этими осями. Большие оси со-

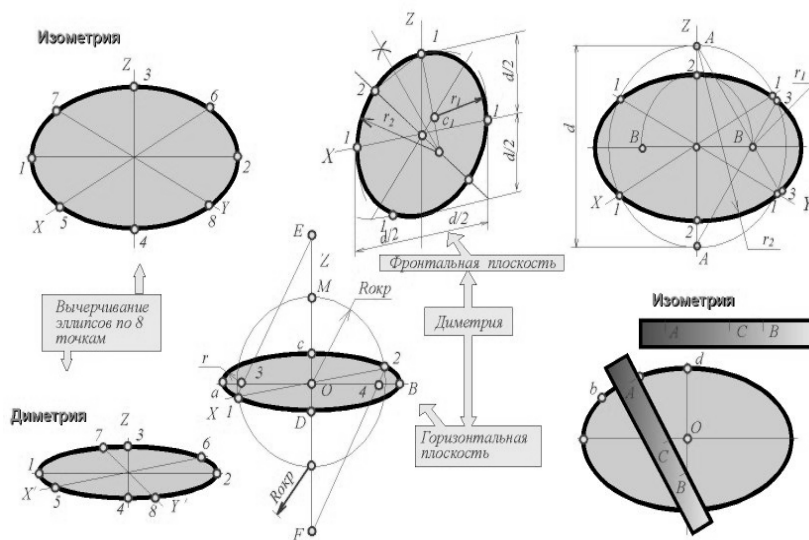


ответствуют тем диаметрам изображаемых окружностей, которые параллельны картинной плоскости. Если аксонометрическое изображение выполняется с сокращением по направлениям осей  $X_p$ ,  $Y_p$ ,  $Z_p$ , то большие оси эллипсов 1, 2, 3 равны диаметру  $d$  изображаемых окружностей. В изометрической проекции малые оси эллипсов равны  $0,58d$ . В диметрической проекции малые оси эллипсов 1, 3 (рис.34.4) равны  $d/3$ , а малая ось эллипса 2 равна  $0,88d$ .

Если изометрическая проекция строится без сокращения по координатным осям, то большие оси эллипсов равны  $1,22d$ , а малые оси эллипсов 1,3 равны  $0,35d$ , ось эллипса 2 равна  $0,95d$ .



**ВЫЧЕРЧИВАНИЕ ЭЛЛИПСОВ.** При наличии некоторого навыка для вычерчивания эллипса вполне достаточно восьми точек - рис. 34.5 Точки 1 и 2 - концы большой оси, 3 и 4 - концы малой оси. Точки 5, 6, 7, 8 - аксонометрические проекции концов диаметров окружности, параллельных координатным осям X, Y. Для определения большего количества точек можно применить следующий способ. На кромке полоски бумаги (рис. 34.5) отложить отрезки АВ и АС, равны по величине соответственно большой и малой полуоси эллипса. Если точку С заставить скользить вдоль большой оси эллипса, а точку В - вдоль малой оси, то точка А опишет эллипс. В некоторых случаях практически допустимо приближенное вычерчивание эллипсов с помощью циркуля. Построение изометрических проекций окружности диаметра  $d$ , плоскость которой параллельна какой-нибудь координатной плоскости, рекомендуется производить как показано на рисунке.

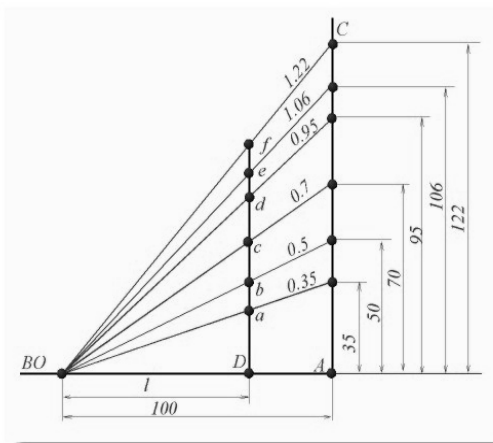


В диметрии приближенное вычерчивание эллипса можно производить для окружности, расположенной в плоскости, параллельной XZ и для окружностей, расположенных в плоскостях, параллельных XY и ZY.

### ДИАГРАММА УМНОЖЕНИЯ РАЗМЕРОВ НА КОЭФФИЦИЕНТЫ ИСКАЖЕНИЯ

Задача умножения величины линейных размеров ( $l$ ) на коэффициенты 1,22, 1,06 и т.д. значительно упрощается, если применить вместо арифметических подсчетов графические построения с помощью диаграммы.

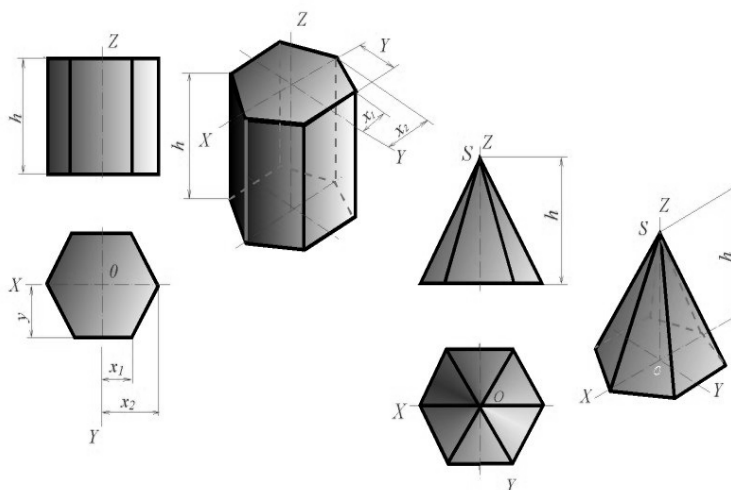
Проведя две взаимно перпендикулярные прямые АВ и АС, на одной из них, например на АВ, от точки А откладывают 100 мм. Затем на АС от той же точки А откладывают 35, 50, 70, 95, 106, 122 мм. Полученные точки соединяют с точкой О. Если от точки О по горизонтали отложить размер  $l$ , то взятые по вертикали отрезки Da, Db, ..., Df равны соответственно 0,35  $l$ ; 0,5  $l$ ; ...; 1,22  $l$ . На наклонных линиях диаграммы наносят значения коэффициентов, которым эти линии соответствуют. Использование диаграммы значительно упрощается, если ее выполнить на миллиметровой бумаге.





### 5.3. Аксонометрические проекции 3-х мерных тел

Построение проекций многогранников сводится к построению их вершин и ребер. Для призмы удобнее начинать с построения вершин полностью видимого основания. На рисунке показана шестиугольная призма, высота которой совпадает с осью  $Z$ , а верхнее основание расположено в плоскости осей  $X$  и  $Y$ . Изометрическая проекция этого основания строится точно так же, как проекция пятиугольника на рисунке.



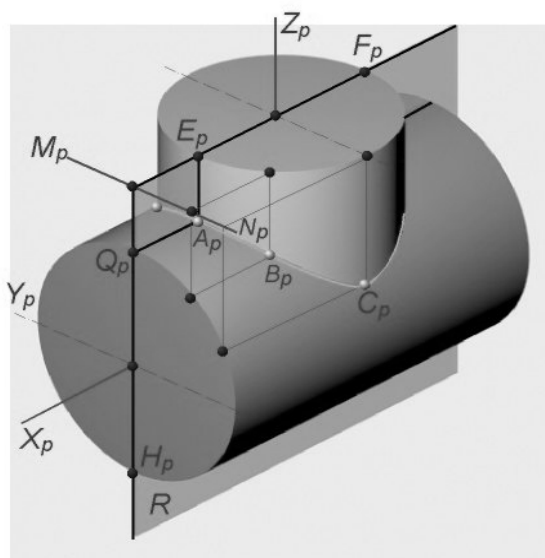
Так как длина всех боковых ребер призмы равна высоте призмы  $h$ , то для построения нижнего основания из вершин верхнего основания проведены прямые, параллельные оси  $Z_p$ , и на них отложены отрезки, равные  $h$ . Концы отрезков соединены прямыми линиями. Построение аксонометрической проекции пирамиды следует начать с построения основания, а затем из точки  $O_p$  отложить на оси  $Z_p$  высоту пирамиды и полученную вершину пирамиды  $S_p$  соединить с вершинами основания.

### ПОСТРОЕНИЕ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ ЛИНИЙ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ КРИВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Проекцию линии пересечения поверхностей можно строить или по координатам ряда ее точек, взятых с чертежа проектируемого предмета, или непосредственно на аксонометрическом изображении, используя для построения вспомогательные поверхности.

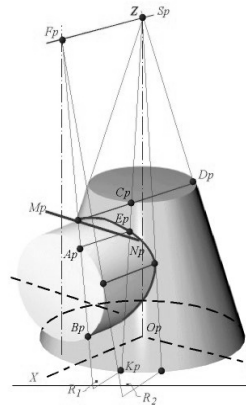
Следует по возможности подбирать такие вспомогательные поверхности, которые с заданными поверхностями дают на чертеже простые для построения линии пересечения.

Так при построении линии пересечения цилиндров вспомогательные плоскости следует проводить параллельно прямолинейным образующим цилиндрических поверхностей. На рисунке плоскость  $R$  пересекает основания цилиндров по прямым  $E_p F_p$  и  $Q_p H_p$ , а цилиндрические поверхности - по образующим, проходящим через точки  $E_p, F_p, Q_p, H_p$ .



Образующие, пересекаясь между собой, дают точки (например, точка  $A_p$ ), принадлежащие линии пересечения. Для построения точек искомой линии удобно использовать линию пересечения плоскостей оснований цилиндров ( $M_p N_p$ ).

Если на чертеже отсутствуют проекции оснований пересекающихся цилиндров, то их можно построить вне изображения самой детали. При построении линии пересечения конуса с цилиндром следует использовать вспомогательные плоскости, проходящие через вершину конуса параллельно образующей цилиндра. На рисунке плоскость  $R_1$  пересекает основания цилиндра и конуса по прямым  $A_p B_p$  и  $C_p D_p$ , а боковые поверхности - по образующим  $A_p E_p$  и  $C_p E_p$ . Точка их пересечения  $E_p$  принадлежит искомой линии. При построении удобно использовать прямую  $M_p N_p$  - линию пересечения плоскостей оснований цилиндра и конуса.



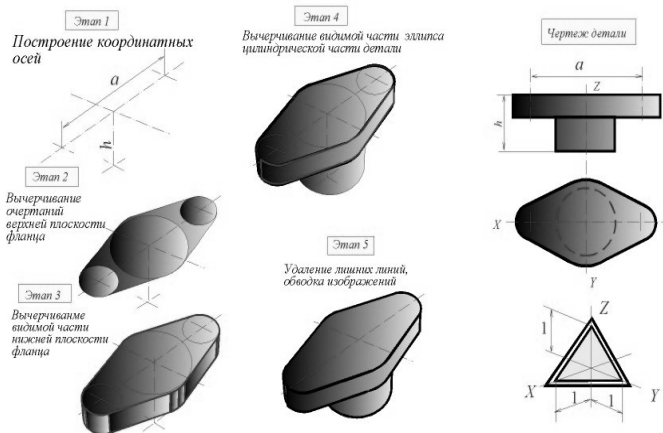
Плоскость  $R_1$  пересекает основание цилиндра и конуса по прямым  $A_p B_p$  и  $C_p D_p$ , а боковые поверхности - по образующим  $A_p E_p$  и  $C_p E_p$ . Точка их пересечения  $E_p$  принадлежит искомой линии пересечения. При построениях удобно использовать прямую  $M_p N_p$  - линию пересечения плоскостей оснований цилиндра и конуса.

Точка их пересечения  $E_p$  принадлежит искомой линии. При построении удобно использовать прямую  $M_p N_p$  - линию пересечения плоскостей оснований цилиндра и конуса.

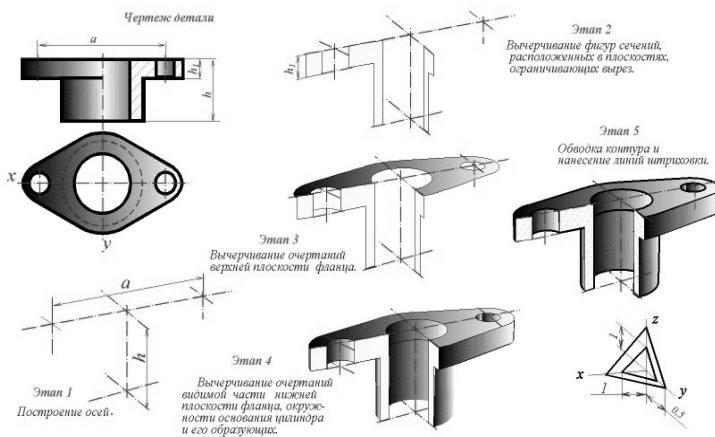
**ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫЧЕРЧИВАНИЯ АКСОНОМЕТРИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ** Построение аксонометрической проекции предмета нужно производить в последовательности, позволяющей избежать нанесение на чертеже лишних линий. Поясним это на двух примерах. **Пример 1.** Построение аксонометрической проекции детали.

Этап 1. Нанесение осей.

Этап 2. Вычерчивание очертаний верхней плоскости фланца. Этап 3. Вычерчивание очертаний видимой части нижней плоскости фланца. Этап 4. Вычерчивание видимой части эллипса проекции окружности основания цилиндра и образующих цилиндра. Этап 5. Удаление лишних линий и обводка изображений.



**Пример 2.** Построение диметрической проекции детали с вырезом 1/4 части детали.



Этап 5. Обводка и нанесение линий штриховки.

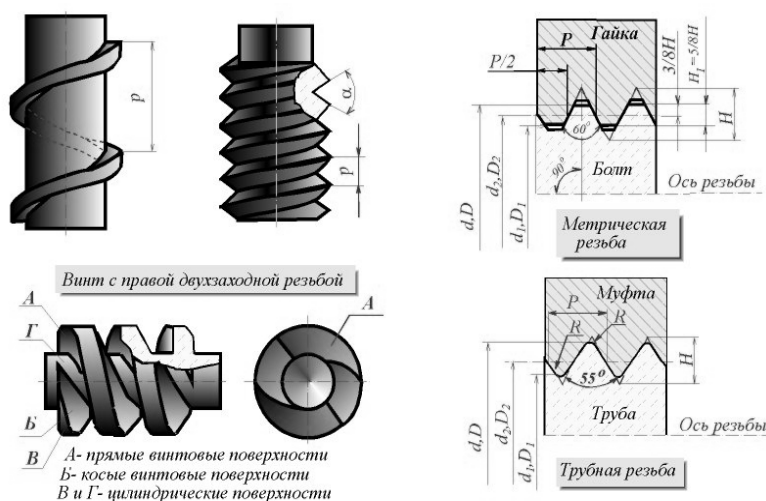
Этап 1. Нанесение осей.

Этап 2. Вычерчивание фигур сечений, расположенных в плоскостях, ограничивающих вырез. Этап 3. Вычерчивание очертаний верхней плоскости фланца. Этап 4. Вычерчивание очертаний видимой части нижней плоскости фланца, окружности основания цилиндра и образующих цилиндра.

## РАЗДЕЛ 6. РЕЗЬБЫ, РЕЗЬБОВЫЕ ИЗДЕЛИЯ И СОЕДИНЕНИЯ

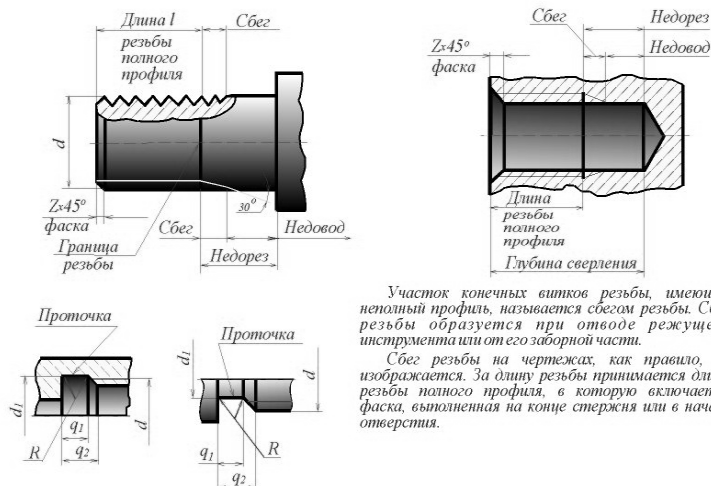
### 6.1. Геометрическая форма и основные параметры резьбы

Резьбой называется поверхность, образованная при винтовом движении некоторой плоской фигуры по цилиндрической или конической поверхности так, что плоскость фигуры всегда проходит через ось. Резьба, изображенная на рисунке, образована движением плоской фигуры ABC, когда величина перемещения фигуры в направлении оси за один оборот равна расстоянию AC. Точки A, B и C описали цилиндрические винтовые линии, а отрезки AB и BC - винтовые поверхности.



Контур сечения резьбы плоскостью, проходящей через ось, называется профилем резьбы. Угол между боковыми сторонами профиля называется углом профиля. С геометрической точки зрения при винтовом движении плоской фигуры (треугольника, трапеции, квадрата, полукруга) по цилиндрической или конической поверхности вращения и образуется на каждой из них бесконечный винтовой выступ. Часть винтового выступа, которая образуется производящим контуром за один оборот, называется витком. Практически при нарезании резьбы режущий инструмент (резец, фреза, гребенка, плашка, метчик и др.) выбирает на цилиндре или конусе вращения винтовую канавку, профиль которой идентичен профилю образующегося при этом винтового выступа. По форме профиля резьбы подразделяются на треугольные, трапецеидальные, прямоугольные и круглые. В зависимости от формы профиля и вида поверхности, на которой нарезана резьба, винтовой выступ ограничен совокупностью цилиндрической или конической поверхности с поверхностями прямого или наклонного геликоидов, а для круглой резьбы - поверхностью геликоидального цилиндра. В зависимости от направления подъема витка резьбы разделяются на правые и левые. По числу параллельных витков резьбы подразделяются на однозаходные и многозаходные; число заходов можно сосчитать на торце стержня или отверстия. Резьба, образованная на наружной поверхности детали, называется наружной, на внутренней - внутренней. Расстояние  $P$  между соседними одноименными боковыми сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы, называется шагом резьбы. Расстояние  $P_h$  между ближайшими одноименными боковыми сторонами профиля, принадлежащими одной и той же винтовой поверхности, в направлении, параллельном оси резьбы, называется ходом резьбы. Ход резьбы есть величина относительного осевого перемещения

гайки (винта) за один оборот. В однозаходной резьбе ход равен шагу ( $P_h = P$ ), в многозаходной - произведению шага на число  $Z$  заходов ( $P_h = PZ$ ). Резьба имеет три диаметра:  $d$  - наружный диаметр наружной резьбы (болта);  $D$  - наружный диаметр внутренней резьбы (гайки);  $d_2$  - средний диаметр резьбы болта;  $D_2$  - средний диаметр резьбы гайки;  $d_1$  - внутренний диаметр резьбы болта;  $D_1$  - внутренний диаметр резьбы гайки.



Участок конечных витков резьбы, имеющих неполный профиль, называется сбегом резьбы. Сбег резьбы образуется при отводе режущего инструмента или от его заборной части.  
Сбег резьбы на чертежах, как правило, не изображается. За длину резьбы принимается длина резьбы полного профиля, в которую включается фаска, выполненная на конце стержня или в начале отверстия.

Участок конечных витков резьбы, имеющих неполный профиль, называется сбегом резьбы. Сбег резьбы образуется при отводе режущего инструмента или от его заборной части. Для того чтобы избежать образования сбega, на детали выполняется специальная проточка, служащая для выхода резьбонарезного инструмента. В таблице 1 приведены основные параметры резьбовых проточек.

Геометрическими параметрами, определяющими какую-либо конкретную цилиндрическую

резьбу, являются: 1) профиль (его форма и размеры); 2) направление резьбы (правая или левая); 3) число заходов; 4) наружный диаметр резьбы. Под наружным диаметром резьбы понимают диаметр цилиндра, описанного около вершин

Таблица 1

**Размеры проточек для метрической резьбы (ГОСТ 27148—86)**

Шаг резьбы P	Радиус R	Наружные (рис. 5, а)			Внутренние (рис. 5, б)				
		q <sub>1</sub> не менее	q <sub>2</sub> не более	d <sub>з</sub>	Норм.	Узкая	Норм.	Узкая	d <sub>з</sub>
					q <sub>1</sub> не менее	q <sub>2</sub> не более	q <sub>1</sub> не менее	q <sub>2</sub> 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	7,0	7,5	15,2	10,7	d+0,5

наружной резьбы или впадин внутренней резьбы. Все резьбы, применяемые в технике, за исключением прямоугольной, стандартизованы.

В таблице 2 приведены основные параметры метрической резьбы. Рассмотрим приемы замера резьбы, которые обычно вызывают затруднения. Для определения типа и шага резьбы пользуются резьбомерами и стандартами резьб.

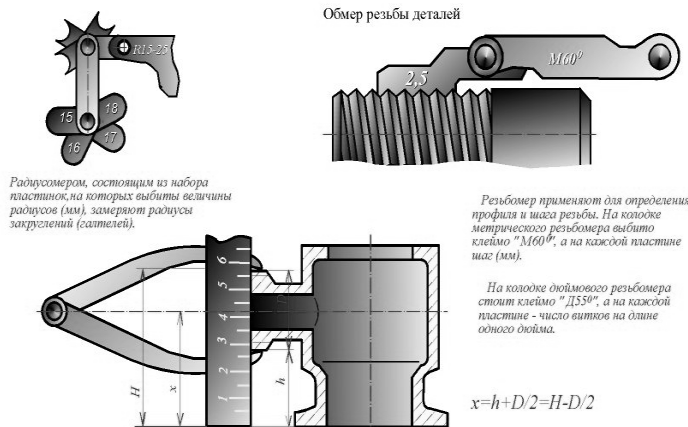
Таблица 2

Резьба метрическая цилиндрическая (ГОСТ 42705—81, ГОСТ 8724—81) мм

Номинальный диаметр резьбы	Шаг		Внутренний диаметр резьбы	Номинальный диаметр резьбы	Шаг			
	крупный	м			d	d <sub>1</sub> =D <sub>1</sub>		
6	1,00		4,917	18	2,5	15,294		
		0,75	5,188		2,0	15,835		
		0,5	5,459		1,5	16,376		
8	1,25		6,647		1,0	16,917		
		1,0	6,917		0,75	17,188		
		0,75	7,188		0,5	17,459		
10	1,5		7,459		20	2,5	17,294	
		1,25	8,376			2,0	17,835	
		1,0	8,647			1,5	18,376	
		0,75	8,917	1,0		18,917		
		0,5	9,188	0,75		19,188		
7	1,75		9,459	22		0,5	19,459	
		1,5	10,106			2,5	19,294	
		1,25	10,376			2,0	19,835	
		1,0	10,647			1,5	20,376	
		0,75	10,917			1,0	20,917	
14	2,0		11,188			24	0,75	21,188
		1,75	11,459				0,5	21,459
		1,5	11,835				3,0	20,752
		1,25	12,376					21,835
		1,0	12,648					22,376
16	2,0		13,188		27			22,917
		1,75	13,459					23,188
		1,5	13,835				3,0	23,752
		1,25	14,376					24,835
		1,0	14,917					25,376
	0,75		15,188				1,0	25,917
		0,5	15,459				0,75	26,188

Существует два вида резьбомеров: для метрических резьб с углом профиля 60 градусов и для дюймовой и трубной резьб с углом профиля 55 градусов. На каждой гребенке резьбомера для метрических резьб выбита цифра, указывающая шаг резьбы в мм, для дюймовых и трубных резьб - число шагов на длине 25,4 мм (1" = 25,4 мм).

Подбором гребенки к резьбе определяется шаг резьбы или число шагов на один дюйм для дюймовой или трубной резьб. Затем штангенциркулем измеряется наружный (внутренний) диаметр резьбы. Полученные результаты сверяются по таблице соответствующего стандарта, и устанавливаются окончательные параметры резьбы. При отсутствии резьбомера шаг резьбы или число шагов на один дюйм можно определить при помощи оттиска на бумаге. Для этого следует на край стола положить лист писчей бумаги, приложить к нему резьбовую часть детали и нажатием руки получить оттиск нескольких витков. На оттиске измеряется расстояние  $l$  между крайними отчетливо видимыми рисками и подсчитывается число  $n$  шагов на длине  $l$  ( $n$  на единицу меньше числа рисок). Величина шага определяется по формуле:  $P = l / n$  Число шагов на один дюйм находим по формуле:  $X = 25,4 n / l$ . Если  $l = 25,4$ , то  $X = n$ . Для определения шага резьбы или числа шагов на один дюйм в резьбовом отверстии бумагу наворачивают на металлический или деревянный цилиндрический стержень и нажатием руки на стержень получают оттиск нескольких витков. Дальнейший просчет производится так, как указано выше. Угол профиля резьбы можно определить при помощи шаблона, вырезанного из плотной бумаги. Удобнее всего измерять резьбу в отверстии по той детали, которая ввинчивается в него и, следовательно, имеет ту же резьбу.



Резьбомер, состоящий из набора пластинок, на которых выбиты величины радиусов (мм), замеряют радиусы закруглений (саметей).

Обмер резьбы деталей

Резьбомер применяют для определения профиля и шага резьбы. На кожухе метрического резьбомера выбито клеймо "М60°", а на каждой пластине шаг (мм).

На кожухе дюймового резьбомера стоит клеймо "Д55°", а на каждой пластине - число витков на длине одного дюйма.

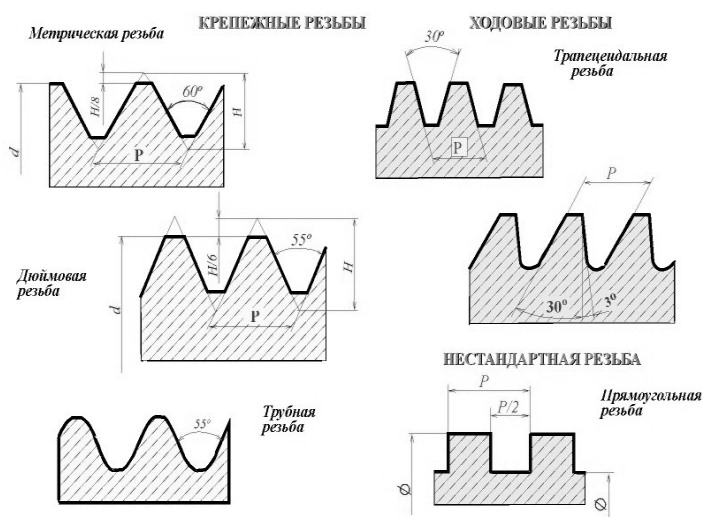
$$x = (h + D) / 2 = H - D / 2$$

## 6.2. Назначение резьб и стандарты

Резьбы по назначению подразделяют на **крепежные** и **ходовые**. Крепежные резьбы служат для получения разъемных соединений деталей. Крепежная резьба, как правило, имеет треугольный профиль, однозаходная, с небольшим углом подъема винтовой линии. Ходовые резьбы довольно часто выполняются многозаходными и служат для преобразования вращательного движения в поступательное и наоборот. Цилиндрические и конические резьбы общего назначения стандартизованы. Для них в ГОСТ 11708 - 82 даны общие определения и определения основных параметров, приведены формы профилей, а также указаны номера стандартов на основные размеры. Стандартами предусматривается довольно значительное количество резьб с различными параметрами. К ним относятся цилиндрические резьбы: метрическая (ГОСТ 9150 - 81), дюймовая (ОСТ НКТП 1260), трубная цилиндрическая (ГОСТ 6357 - 81), трапецеидальная (ГОСТ 9484 - 81) и упорная (ГОСТ 10177 - 82); конические резьбы: метрическая коническая (ГОСТ 25229 - 82), дюймовая коническая (ГОСТ 6111 - 52), трубная коническая (ГОСТ 6211 - 81). Некоторые сведения о цилиндрических резьбах.

### МЕТРИЧЕСКАЯ

**РЕЗЬБА** Исходный профиль резьбы - треугольный, с углом между боковыми сторонами  $60^\circ$  градусов. Действительный профиль наружной резьбы отличается от исходного тем, что вершины треугольников срезаны на  $1/8 H$  как с внешней стороны, так и со стороны впадин. Форма впадин профиля не регламентируется и может выполняться как плоскосрезанной, так и закругленной. Диаметр и шаг метрической резьбы выражаются в миллиметрах.



Метрическая резьба подразделяется на резьбу с **крупным шагом** и резьбу с **мелкими шагами** при одинаковом наружном диаметре резьбы. У резьбы с мелким шагом на одной той же длине вдоль оси резьбы распределено большее количество витков, чем у резьбы с крупным шагом.

**ДЮЙМОВАЯ РЕЗЬБА** Исходный профиль резьбы - треугольный, с углом при вершине  $55^\circ$  градусов. Действительный профиль отличается от исходного тем, что вершины исходного профиля срезаны на высоту примерно  $1/6 H$  как с внешней стороны, так и со стороны впадин (рис. 37.1). Наружный диаметр резьбы измеряется в дюймах ( $1'' = 25,4\text{мм}$ ). Штрихи (") обозначают дюйм. Шаг дюймовой резьбы выражается числом ниток на длине  $1''$ . Дюймовая резьба применяется лишь при изготовлении деталей с дюймовой резьбой взамен изношенных и не должна применяться при проектировании новых изделий.

**РЕЗЬБА ТРУБНАЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ** Исходный профиль резьбы -

треугольный, с углом при вершине 55 градусов. Вершины выступов и впадин закруглены. Закругленный профиль обеспечивает большую герметичность соединения. Трубная резьба имеет более мелкий шаг, чем дюймовая, т.е. число ниток на 1" у трубной резьбы больше, чем у дюймовой при равных диаметрах. Трубная резьба применяется для соединения труб и других деталей арматуры трубопроводов (рис. 37.1).

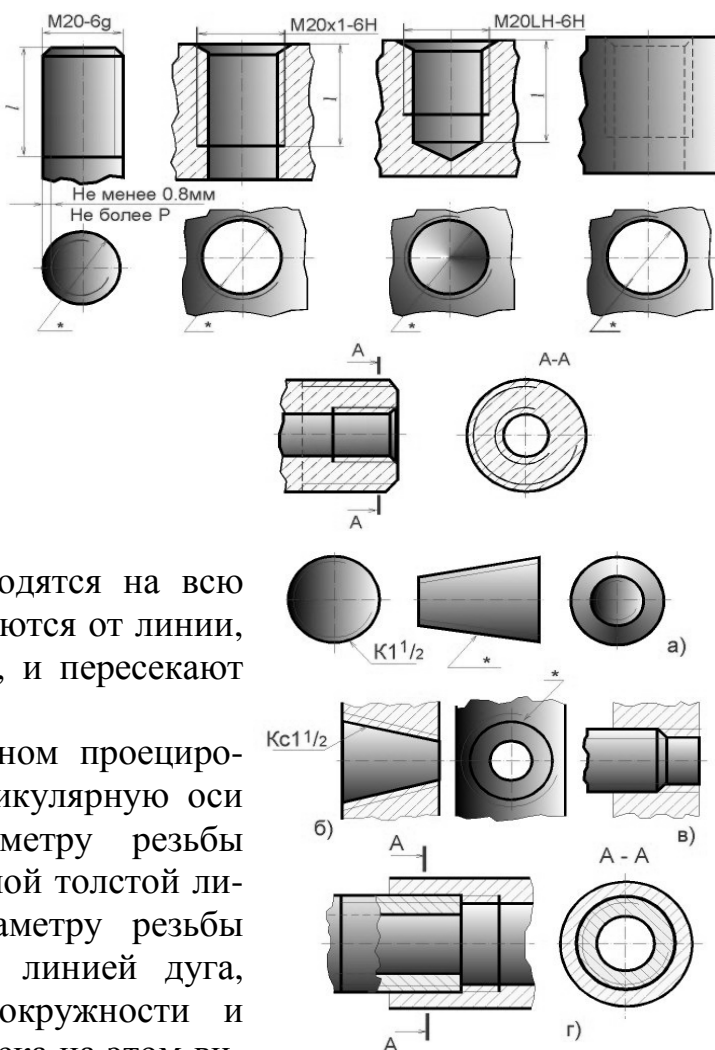
**ХОДОВЫЕ РЕЗЬБЫ** Стандарты предусматривают трапецеидальную и упорную резьбы. Трапецеидальная резьба имеет профиль в виде равнобокой трапеции с углом 30 градусов между боковыми сторонами (рис. 37.1). Упорная резьба имеет асимметричный профиль (рис. 37.1). Она применяется при больших односторонних нагрузках. Приведенное деление резьбы на крепежную и ходовую не является строгим. На практике (особенно в приборостроении) часто используют метрическую резьбу с мелким шагом в качестве ходовой.

**СПЕЦИАЛЬНЫЕ РЕЗЬБЫ** К специальным резьбам относят: 1) резьбы, имеющие стандартный профиль, но отличающиеся от стандартизованной резьбы диаметром или шагом; 2) резьбы с нестандартным профилем, например, прямоугольным, квадратным.

### 6.3. Изображение резьбы

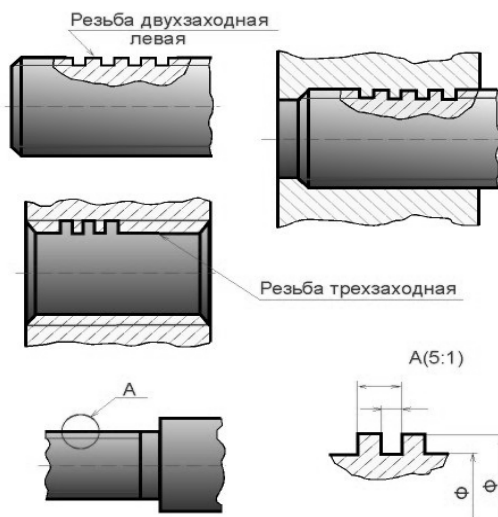
**ГОСТ 2.311 - 68** устанавливает правила изображения и нанесения обозначения резьбы на чертежах всех отраслей промышленности и строительства. Наружная резьба на стержне изображается сплошными толстыми линиями по наружному диаметру и сплошными тонкими линиями по внутреннему диаметру. На изображении, полученном проецированием на плоскость, параллельную оси резьбы, сплошные тонкие линии проводятся на всю длину резьбы без сбега (начинаются от линии, обозначающей границу резьбы, и пересекают линию границы фаски).

На изображении, полученном проецированием на плоскость, перпендикулярную оси резьбы, по наружному диаметру резьбы проводится окружность сплошной толстой линией, а по внутреннему диаметру резьбы проводится тонкой сплошной линией дуга, приблизительно равная 3/4 окружности и разомкнутая в любом месте; фаска на этом виде не изображается. Внутренняя резьба на разрезе изображается сплошными



толстыми основными линиями по внутреннему диаметру и сплошными тонкими линиями по наружному диаметру резьбы, проводимыми на всю длину резьбы (от линии, обозначающей границу резьбы, и до линий, изображающих фаску). На изображении, полученном проецированием на плоскость, перпендикулярную оси резьбы, по внутреннему диаметру резьбы проводится окружность сплошной толстой основной линией, а по наружному диаметру проводится тонкой сплошной линией дуга, приблизительно равная 3/4 окружности и разомкнутая в любом месте; фаска на этом виде не изображается.

Расстояние между сплошными толстой и тонкой линиями, применяемыми для изображения резьбы должно быть не менее 0,8 мм и не более шага резьбы. Дуга, равная 3/4 окружности, не должна начинаться и кончаться точно у осевой линии. Внутренняя резьба, показываемая как невидимая, изображается штриховыми линиями одной толщины по наружному и по внутреннему диаметрам. Линия, изображающая границу резьбы, наносится в том месте, где кончается резьба полного профиля и начинается сбеги резьбы. Границу резьбы проводят до линии наружного диаметра резьбы и изображают сплошной толстой основной или штриховой линией, если резьба изображена как невидимая. Штриховку в разрезах и сечениях проводят до линии наружного диаметра резьбы на стержне и до линии внутреннего диаметра в отверстии, т.е. в обоих случаях до сплошной толстой основной линии. Конец глухого резьбового отверстия изображается так, как показано на рисунке. Глухое резьбовое отверстие называется гнездом. Гнездо заканчивается конусом с углом 120 градусов при вершине, который остается от сверла. На чертеже размер этого угла не проставляется.



Фаски на стержне с резьбой и в отверстии с резьбой, не имеющие специального конструктивного назначения, в проекции на плоскость, перпендикулярную к оси стержня или отверстия, не изображают. Резьбу с нестандартным профилем показывают одним из способов, изображенных на рисунке, выявляя форму профиля с помощью местных разрезов или выносного элемента. На разрезах резьбового соединения в изображении на плоскости, параллельной его оси, в отверстии показывают только ту часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня.

Таблица 3

Поля допусков метрической цилиндрической резьбы для диаметров свыше 1 мм для соединений с зазором. Длина свинчивания N (нормальная). ГОСТ 16093—8

1

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

Примечание: Подчеркнутые поля допусков следует применять предпочтительно.

Примеры обозначения резьбы:

- с крупным шагом:
- наружной M7 – 8g;
- внутренней M7 – 7H;
- с мелким шагом:
- наружной M7 × 1,25 – 8g;
- внутренней M7 × 1,25 – 7H;
- левой резьбы:
- наружной M7 LH – 8g;
- внутренней M7 LH – 7H.

Посадка в резьбовом соединении обозначается дробью, в числителе которой указывают обозначение поля допуска внутренней резьбы, а в знаменателе – обозначение поля допуска наружной резьбы. В посадках допускаются любые сочетания полей допусков наружной и внутренней резьбы, указанные в ГОСТ 16093—81, но предпочтительно сочетать поля допусков одного класса точности.

Например: M7 – 7H/8g; M7 × 1,25 – 6H/6g; M7 × 1,25 LH – 7H/8g.



## 6.4. Обозначение резьб

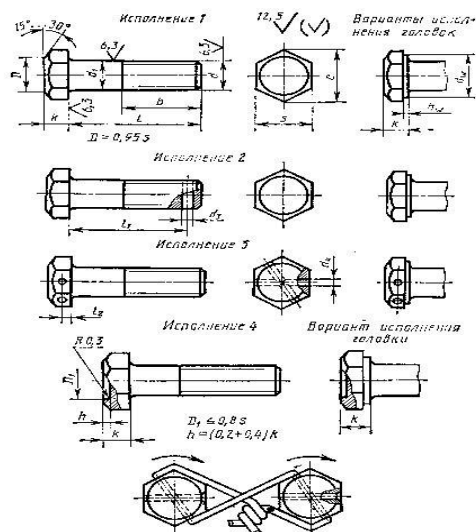
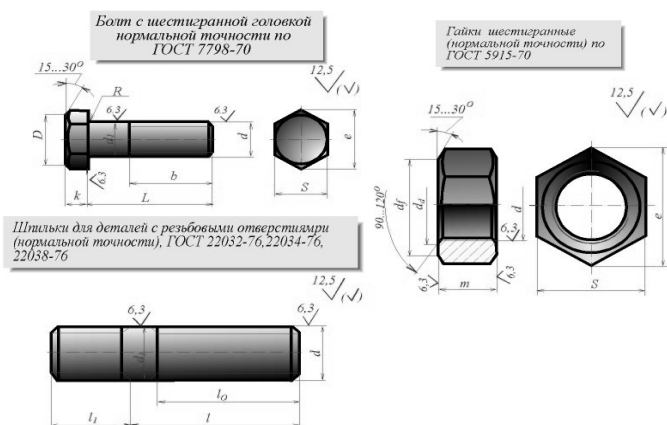
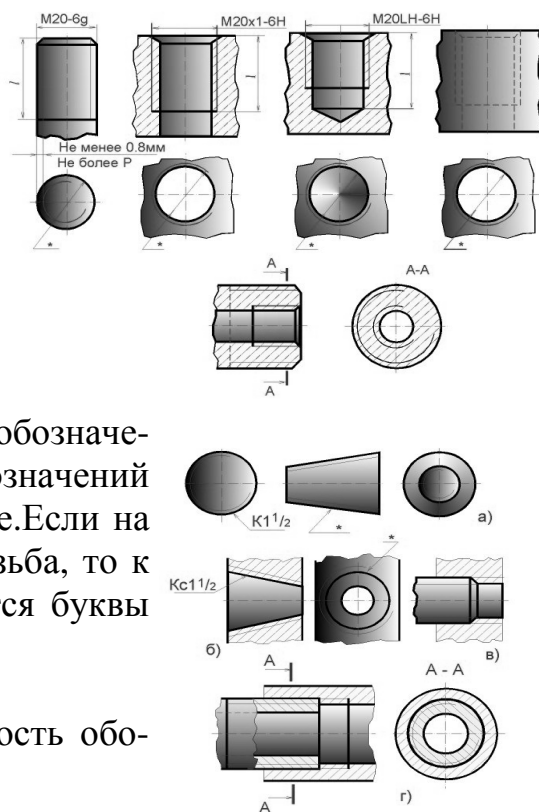
Классы точности и примеры обозначения стандартной метрической резьбы для диаметров свыше 1 мм для соединений с зазором (ГОСТ 16093-88) приведены в таблице 3. Предпочтительные поля допусков подчеркнуты. Обозначения стандартных резьб, кроме конических и трубных цилиндрических, относят к наружному диаметру, как показано на рисунке.

Обозначения конических резьб и трубной цилиндрической резьбы наносят, как показано на рис. 39.2. На рисунках знаком "\*" отмечены места возможного нанесения обозначения резьбы, кроме указанных. Примеры обозначений некоторых типов резьб приведены в таблице. Если на стержне или в отверстии нарезана левая резьба, то к обозначению резьбы на чертеже добавляются буквы LH, например:

M16LH-6g, M16x1LH-6g, G1LH-B.

Следует обратить внимание на условность обозначения трубной цилиндрической резьбы.

Если для метрических и других резьб число, стоящее после условного обозначения типа резьбы (M, Tr, S, МК), соответствует наружному диаметру в мм, то в трубной резьбе число, стоящее в обозначении резьбы после



буквы G, соответствует размеру внутреннего диаметра трубы, на которой нарезается данная резьба, в дюймах. Внутренний диаметр трубы называется **условным проходом** и обозначается Ду.

Например, если резьба имеет обозначение G1, то это означает, что она нарезана на трубе, имеющей условный проход, равный примерно 1" (25 мм), наружный диаметр 33,5 мм, а наружный диаметр резьбы в соответствии с ГОСТ 6357 - 81 равен 33,249 мм. Во всех технических расчетах один дюйм принимается равным 25,4 мм.

## 6.5. Изображение резьбовых изделий и соединений

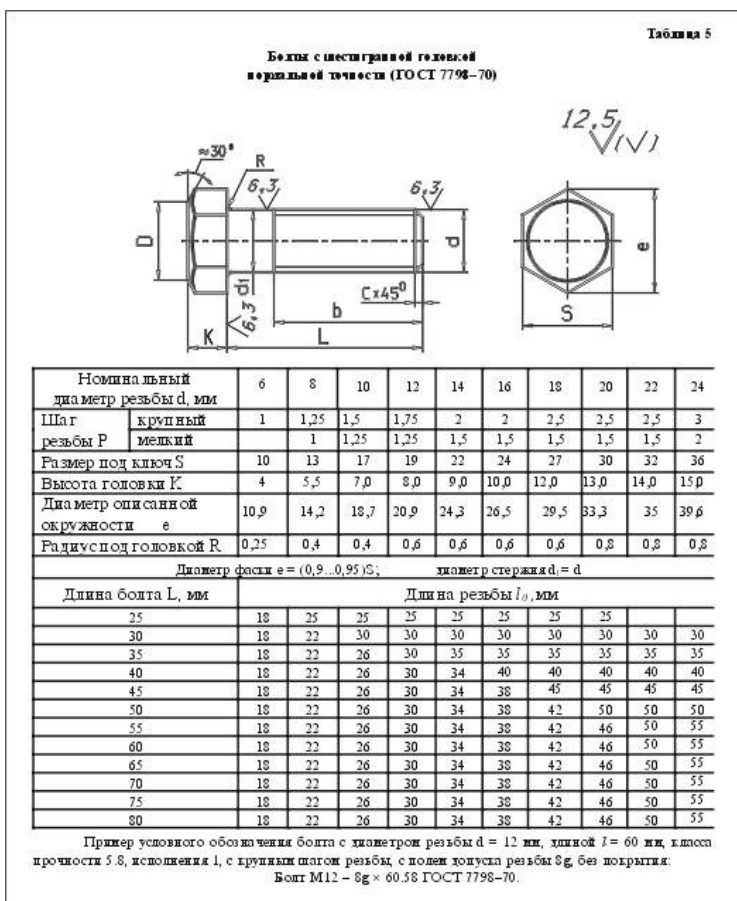
К крепежным резьбовым изделиям относятся болты, шпильки, гайки, винты и фитинги. С их помощью осуществляются неподвижные разъемные соединения деталей машин и механизмов.

**Болт** представляет собой цилиндрический стержень с головкой на одном конце и резьбой для гайки на другом. Головки болтов бывают различной формы, которая устанавливается соответствующим стандартом. Наибольшее применение в машиностроении имеют болты с шестигранной головкой (нормальной точности) ГОСТ 7798 - 70. На рисунках показаны варианты исполнения болтов с шестигранной головкой и основные параметры болтов.

Другим видом крепежных изделий, широко применяемых в технической практике для соединения деталей, например крышки двигателя внутреннего сгорания с корпусом, является шпилька.

**Шпилька** представляет собой цилиндрический стержень с резьбой на обоих концах. Та часть шпильки, которая ввинчивается в резьбовое отверстие детали, называется ввинчиваемым (посадочным) концом, а часть, на которую надеваются присоединяемые детали, шайба и навинчивается гайка, называется стяжным концом. Конструкция и размеры шпилек регламентированы ГОСТ 22032 - 76 ... ГОСТ 22043 - 76. Длина  $l_1$  ввинчиваемого конца шпильки зависит от материала детали, в которую она ввинчивается.

**Гайка** представляет собой призму или цилиндр со сквозным (иногда глу-



**Применение шпилек в зависимости от материала деталей**

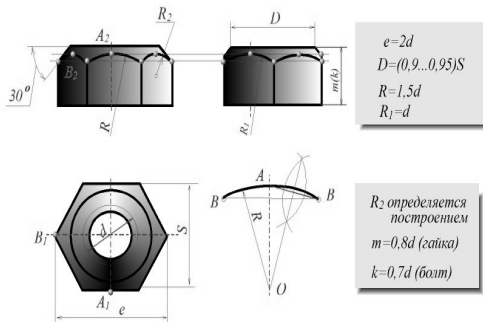
Таблица 7

Шпилька нормальной точности ГОСТ	Длина ввинчиваемого резьбового конца	Область применения
22032-76	$l_1 = d$	Для резьбовых отверстий в стальных, бронзовых и латунных деталях и деталях из титановых сплавов
22034-76	$l_1 = 1,25d$	Для резьбовых отверстий в деталях из ковкого и серого чугуна
22038-76	$l_1 = 2d$	Для резьбовых отверстий в деталях из легких сплавов (алюминия, магния)

Примеры условного обозначения шпильки диаметром резьбы  $d = 16$  мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 8g, длиной  $l = 70$  мм, класса прочности 5,8, без покрытия:  
Шпилька М16 - 8g × 70.58 ГОСТ 22032-76.  
Шпилька М16 - 8g × 70.58 ГОСТ 22034-76.  
Шпилька М16 - 8g × 70.58 ГОСТ 22038-76.

То же с мелким шагом резьбы  $P = 1,5$  мм, класса прочности 10,9, из стали 40Х, с покрытием 02, толщиной 6 мм:  
Шпилька М16 × 1,5 - 6g × 70.109.40Х.026 ГОСТ 22032-76.  
Шпилька М16 × 1,5 - 6g × 70.109.40Х.026 ГОСТ 22034-76.  
Шпилька М16 × 1,5 - 6g × 70.109.40Х.026 ГОСТ 22038-76.

хим) резьбовым отверстием для навинчивания на болт или шпильку. По своей форме гайки бывают шестигранные, квадратные, круглые, гайки-барашки и др. Шестигранные гайки подразделяются на обыкновенные, прорезные и корончатые; нормальные, низкие, высокие и особо высокие; с одной и двумя фасками. Наибольшее применение в машиностроении имеют обыкновенные шестигранные гайки (нормальной точности) по ГОСТ 5915 - 70.



Винт представляет собой цилиндрический стержень с головкой на одном конце и резьбой для ввинчивания в одну из соединяемых деталей на другом. Винты, применяемые для неподвижного соединения деталей, называются крепежными, для фиксирования относительного положения деталей - установочными. По способу завинчивания они разделяются на винты с головкой под отвертку и с головкой под ключ. Головки винтов бывают различной формы, которая устанавливается соответствующим стандартом. Наибольшее применение имеют следующие типы крепежных винтов: 1) с потайной головкой, ГОСТ 17475 - 80; 2) с полупотайной головкой, ГОСТ 17474 - 80; 3) с полукруглой головкой, ГОСТ 17473 - 80; 4) с цилиндрической головкой, ГОСТ 1491 - 80.

Винт представляет собой цилиндрический стержень с головкой на одном конце и резьбой для ввинчивания в одну из соединяемых деталей на другом. Винты, применяемые для неподвижного соединения деталей, называются крепежными, для фиксирования относительного положения деталей - установочными. По способу завинчивания они разделяются на винты с головкой под отвертку и с головкой под ключ. Головки винтов бывают различной формы, которая устанавливается соответствующим стандартом. Наибольшее применение имеют следующие типы крепежных винтов: 1) с потайной головкой, ГОСТ 17475 - 80; 2) с полупотайной головкой, ГОСТ 17474 - 80; 3) с полукруглой головкой, ГОСТ 17473 - 80; 4) с цилиндрической головкой, ГОСТ 1491 - 80.

Таблица 8  
Гайки шестигранные нормальной точности (ГОСТ 5915-70)

Номинальный диаметр резьбы d, мм	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Шаг резьбы Р	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	2,5	3
Размер под ключ S	10	13	17	19	22	24	27	30	32	36
Диаметр описанной окружности e	10,9	14,2	18,7	20,9	24,3	26,5	29,5	33,3	35	39,6
Высота m	5	6,5	8,0	10,0	11,0	13,0	15,0	16,0	18,0	19,0
Диаметр фаски d <sub>w</sub>	9	11,7	15,5	17,2	20,1	22,0	24,8	27,7	29,5	33,2
Диаметр фаски d <sub>f</sub>	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Диаметр фаски d <sub>f</sub> max	6,75	8,75	10,8	13,0	15,1	17,3	19,4	21,6	23,8	25,9

Пример условного обозначения гайки с диаметром резьбы d = 12 мм, исполнения 1, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 7H, класс прочности 5, без покрытия:  
 Гайка М12-7H5 ГОСТ 5915-70.  
 То же класса прочности 12, из стали 40Х, исполнения 2, с мелким шагом резьбы Р = 1,25, с полем допуска 6H, с покрытием 01, толщиной 6 мкм:  
 Гайка 2М12 × 1,25 - 6H12.40Х.016 ГОСТ 5915-70.

Винты с цилиндрической головкой класса точности В (нормальной точности) ГОСТ 1491-80

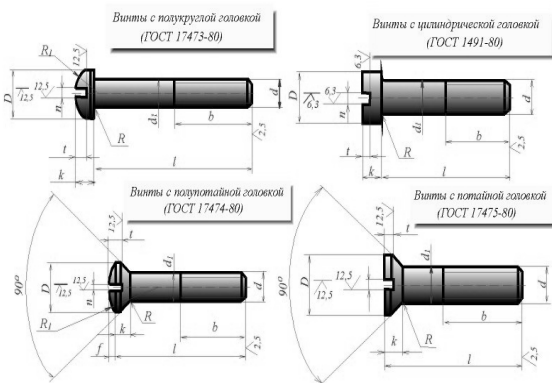
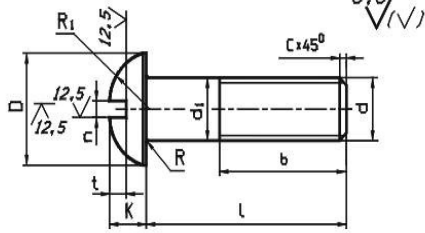


Таблица 9  
Винты с цилиндрической головкой класса точности В (нормальной точности) ГОСТ 1491-80

Номинальный диаметр резьбы d, мм	4	5	6	8	10	12	14	16
Шаг резьбы Р	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2
Диаметр головки D	7,0	8,5	10,0	13,0	16,0	18,0	21,0	24,0
Высота головки К	2,6	3,3	3,9	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
Ширина шлица p	не менее 1,06	1,26	1,66	2,06	2,56	3,06	3,06	4,07
Глубина шлица t	не более 1,2	1,51	1,91	2,31	2,81	3,31	3,31	4,37
Радиус под головкой R	0,35	0,5	0,6	1,1	1,1	1,6	1,6	1,6

Примечания: 1. Диаметр стержня d<sub>1</sub> = d. 2. Длины l и b см в табл. 13.  
 Пример условного обозначения винта класса точности А, диаметром резьбы М = 8 мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска резьбы 6g, длиной l = 50 мм, класса прочности 4,8, без покрытия с цилиндрической головкой:  
 Винт АМ8-6g × 50.48 ГОСТ 1491-80.  
 То же класса точности В, с мелким шагом резьбы, с полем допуска 8g, с покрытием 01, толщиной 6 мкм: Винт ВМ8 × 1-8g × 50.48.016 ГОСТ 1491-80.

Таблица 10  
Винты с полукруглой головкой класса точности В (нормальной точности) ГОСТ 17473-80



Номинальный диаметр резьбы d, мм		4	5	6	8	10	12
Шаг резьбы Р	крупный	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75
	мелкий				1	1,25	1,5
Диаметр головки D		7,0	8,5	10,0	13,0	16,0	18,0
Высота головки К		2,8	3,5	4,2	5,6	7,0	8,0
Радиус сферы R <sub>1</sub>		3,6	4,4	5,1	6,6	8,1	9,1
Ширина	не менее	1,06	1,26	1,66	2,06	2,56	3,06
	ширина л	не более	1,2	1,51	1,91	2,31	2,81
Глубина	не менее	1,6	2,1	2,3	3,26	3,76	3,96
	ширина t	не более	2,0	2,5	2,7	3,74	4,24
Радиус под головкой R		0,35	0,5	0,6	1,1	1,1	1,6

Примечания: 1. Диаметр стержня d<sub>1</sub>=d. 2. Длины l и b см. в табл. 13.

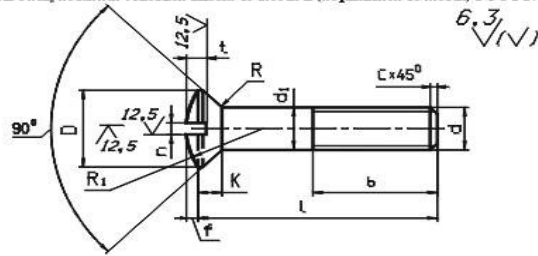
Пример условного обозначения винта класса точности А, диаметром резьбы М=8 мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска резьбы 6g, длиной l=50 мм, класса прочности 4,8, без покрытия с полукруглой головкой:

Винт АМ8-6g×50.48 ГОСТ 17473-80.

То же класса точности В, с мелким шагом резьбы с полем допуска 8g с покрытием 01, толщиной 6 мкм:

Винт ВМ8×1-8g×50.48.016 ГОСТ 17473-80.

Таблица 11  
Винты с полукруглой головкой класса точности В (нормальной точности) ГОСТ 17474-80



Номинальный диаметр резьбы d, мм		4	5	6	8	10	12	14	16
Шаг резьбы Р	крупный	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2
	мелкий				1	1,25	1,25	1,5	1,5
Диаметр головки D		7,4	9,2	11,0	14,5	18,0	21,5	25,0	28,5
Высота головки К		2,2	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
Высота сферы f		1,0	1,25	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Радиус сферы R <sub>1</sub>		8,0	9,4	12	15	19	22,5	26	30
Ширина	не менее	1,06	1,26	1,66	2,06	2,56	3,06	3,06	4,07
	ширина л	не более	1,2	1,51	1,91	2,31	2,81	3,31	3,31
Глубина	не менее	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	4,8	5,6	6,4
	ширина t	не более	1,9	2,3	2,8	3,7	4,5	5,4	6,3
Радиус под головкой R		0,35	0,5	0,6	1,1	1,1	1,6	1,6	1,6

Примечания: 1. Диаметр стержня d<sub>1</sub>=d. 2. Длины l и b см. в табл. 13.

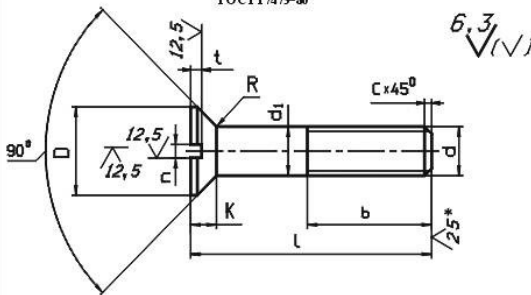
Пример условного обозначения винта класса точности А, диаметром резьбы М=8 мм, с крупным шагом резьбы с полем допуска резьбы 6g, длиной l=50 мм, класса прочности 4,8, без покрытия с полукруглой головкой:

Винт АМ8-6g×50.48 ГОСТ 17474-80.

То же класса точности В, с мелким шагом резьбы с полем допуска 8g, с покрытием 01, толщиной 6 мкм:

Винт ВМ8×1-8g×50.48.016 ГОСТ 17474-80.

Таблица 12  
Винты с потайной головкой класса точности В (нормальной точности) ГОСТ 17475-80



Номинальный диаметр резьбы d, мм		4	5	6	8	10	12	14
Шаг резьбы Р	крупный	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2
	мелкий				1	1,25	1,25	1,5
Диаметр головки D		7,4	9,2	11,0	14,5	18,0	21,5	25,0
Высота головки К		2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
Ширина	не менее	1,06	1,26	1,66	2,06	2,56	3,06	3,06
	ширина л	не более	1,2	1,51	1,91	2,31	2,81	3,31
Глубина	не менее	0,8	1,00	1,8	2,3	2,7	3,2	3,6
	ширина t	не более	1,1	1,35	2,3	2,8	3,2	3,8
Радиус под головкой R		0,35	0,5	0,6	1,1	1,1	1,6	1,6

Примечания: 1. Диаметр стержня d<sub>1</sub>=d. 2. Длины l и b см. в табл. 13.

3. \* Для винтов, обработанных резанием, в остальных случаях не нормируют.

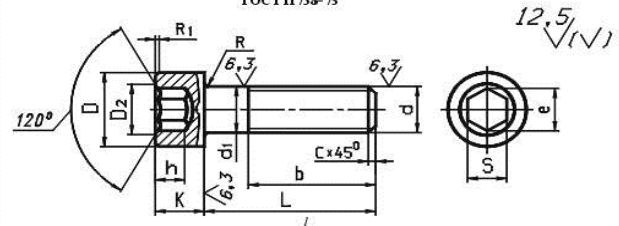
Пример условного обозначения винта класса точности А, диаметром резьбы d=8 мм, с крупным шагом, с полем допуска 6g, длиной l=50 мм, класса прочности 4,8, без покрытия с потайной головкой:

Винт АМ8-6g×50.48 ГОСТ 17475-80.

То же класса точности В, с мелким шагом, с полем допуска 8g, с покрытием 01, толщиной 6 мкм:

Винт ВМ8×1-8g×50.48.016 ГОСТ 17475-80.

Таблица 13  
Винты с цилиндрической головкой и шестигранным углублением под ключ класса точности В (нормальной точности) ГОСТ 11738-75



Номинальный диаметр резьбы d, мм		6	8	10	12	14	16	18	20
Шаг резьбы Р	крупный	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5
	мелкий				1	1,25	1,25	1,5	1,5
Диаметр головки D		10,0	13,0	16,0	18,0	21,0	24,0	27,0	30,0
Высота головки К		6	8	10	12	14	16	18	20
Радиус под ключ S		5	6	8	10	12	14	16	17
Диаметр описанной окружности		5,8	6,9	9,2	11,5	13,7	16,2	17,7	19,6
Диаметр фаски D <sub>2</sub>		6,1	7,2	9,7	12,0	14,2	16,7	18,2	20,4
Высота шестигранный h		3,5	4,5	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0
Радиус головки R <sub>1</sub>		0,5	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,6
Ширина	не менее	1,66	2,06	2,56	3,06	3,06	4,07	4,07	5,07
	ширина л	не более	1,91	2,31	2,81	3,31	3,31	4,37	4,37
Глубина	не менее	1,8	2,3	2,7	3,2	3,6	4,0	4,5	5,0
	ширина t	не более	2,3	2,8	3,2	3,8	4,2	4,6	5,1
Радиус под головкой R		0,25	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8

Примечания: 1. Диаметр стержня d<sub>1</sub>=d. 2. Длины l и b см. в табл. 14.

3. \* Для винтов, обработанных резанием, в остальных случаях не нормируют.

Пример условного обозначения винта класса точности А, диаметром резьбы М=10 мм, с крупным шагом резьбы с полем допуска резьбы 8g, длиной l=50 мм, класса прочности 4,8, без покрытия с полукруглой головкой:

Винт АМ10-8g×50.48 ГОСТ 11738-75.

**Фитинги:** угольники, тройники, муфты прямые и переходные и т.п., являются соединительными резьбовыми частями для водо- и газопроводных труб.

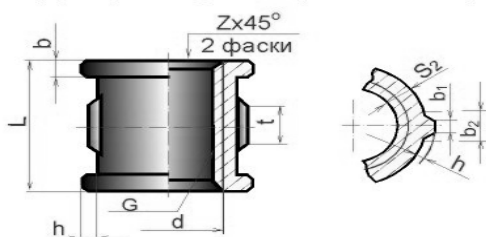
На крепежных резьбовых изделиях (кроме фитингов) нарезается метрическая резьба с крупными и мелкими шагами по ГОСТ 8724 - 81; допуски резьбы - по ГОСТ 16098 - 81. На фитингах и трубах нарезается трубная цилиндрическая резьба по ГОСТ 6357 - 81. Для этой резьбы установлены два класса точности среднего диаметра резьбы - А и В. При вычерчивании головки болта и гайки необходимо правильно построить проекции кривых линий, которые имеются на их боковых гранях. Эти кривые являются результатом пересечения граней с поверхностью конической фаски и представляют собой конгруэнтные гиперболы. Проекция этих гипербол является также гиперболами. На чертеже (болта, гайки) эти гиперболы заменяются дугами окружностей. Для нахождения центров радиусов  $R$ ,  $R_1$ ,  $R_2$  дуг окружностей используют три точки: вершину гиперболы (т.А) и концы гиперболы (т.В), которые определяются по правилам начертательной геометрии.

Таблица 14

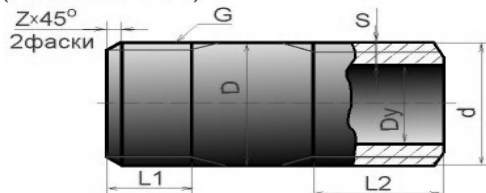
Длины винтов (ГОСТ 1491-80, 17473-80, 17474-80, 17475-80, 1733-75), мм

Номинальный диаметр резьбы d	Длина резьбы b (по номиналу)								
	4	5	6	8	10	12	14	16	18
10	10	10	10						
12	12	12	12	12					
14	14	14	14	14					
16	16	16	16	16					
20	14	16	20	20	20				
25	14	16	18	22	25	25	25	25	
30	14	16	18	22	26	30	30	30	30
35	14	16	18	22	26	30	35	35	35
40	14	16	18	22	26	30	34	40	40
45	14	16	18	22	26	30	34	38	45
50	14	16	18	22	26	30	34	38	42
55	14	16	18	22	26	30	34	38	42
60	14	16	18	22	26	30	34	38	42
65	14	16	18	22	26	30	34	38	42
70	14	16	18	22	26	30	34	38	42
75	14	16	18	22	26	30	34	38	42
80	14	16	18	22	26	30	34	38	42

Муфта прямая длинная (ГОСТ 8955-75)



Трубы стальные водо и газонепроницаемые (ГОСТ 3262 - 75)

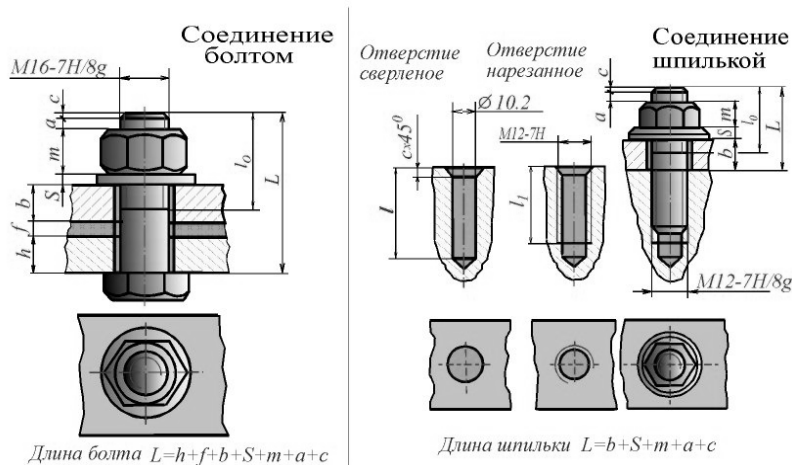


болта. Эти размеры используются только для построения изображений, и на рабочих чертежах крепежных изделий их проставлять нельзя. ГОСТ 2.315 - 68 устанавливает упрощенные изображения крепежных деталей на сборочных чертежах и чертежах общих видов.

Фаски, имеющиеся на концах болтов, шпилек, винтов и на торцах резьбовых отверстий гаек, гнезд и фитингов, делаются для предохранения крайних

для нахождения центров радиусов  $R$ ,  $R_1$ ,  $R_2$  дуг окружностей используют три точки: вершину гиперболы (т.А) и концы гиперболы (т.В), которые определяются по правилам начертательной геометрии.

Нахождение центра  $O$  для радиуса  $R$  дуги окружности на проекции средней грани показано на рисунке. Определение центров для радиусов  $R_1$  и  $R_2$  аналогично. На сборочных чертежах головки болтов и гайки можно вычерчивать по размерам, которые являются функцией наружного диаметра  $d$  резьбы



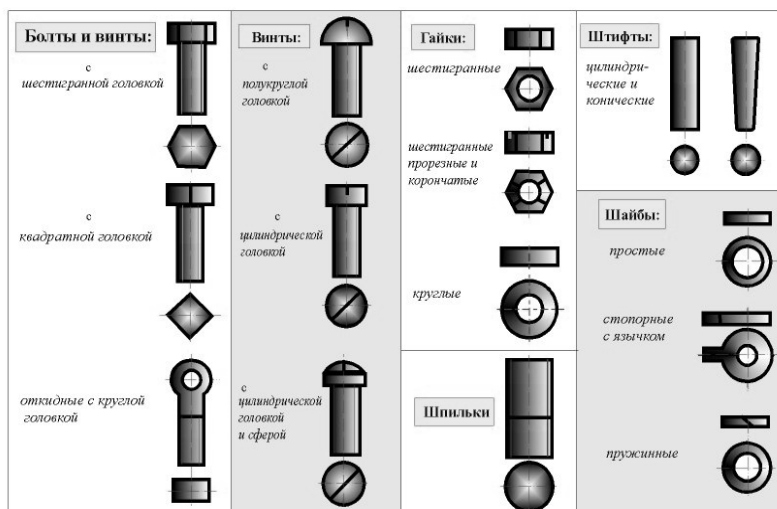
витков резьбы от повреждений и для удобства завинчивания.

## 6.6. Обозначение стандартных резьбовых изделий

Болты, винты, шпильки и гайки из углеродистых и легированных сталей и сплавов и изделия из цветных сплавов следует обозначать по следующей схеме:

Болт 2М12х1,25-6gх60.58.35Х.029 ГОСТ...

где: Болт - наименование крепежного изделия: болт, винт, шпилька, гайка 2 - исполнение (исполнение 1 не указывается) М12 -



символ метрической резьбы и ее наружный диаметр 1,25 - мелкий шаг резьбы в мм (крупный шаг не указывается) 6g - поле допуска резьбы по ГОСТ 16093 - 8160 - длина болта, винта, шпильки в мм 58 - класс прочности или группа по ГОСТ 17594 - 7835Х - марка легированной стали или сплава (марка углеродистой стали не указывается) 02 - обозначение вида покрытия по ГОСТ 17594 - 879 - толщина покрытия по ГОСТ 9.303 - 84 ГОСТ - номер стандарта на конструкцию и размеры Пример условного обозначения болта с диаметром резьбы  $d = 12$  мм, длиной  $l = 60$  мм, класса прочности 5.8, исполнения 1, с крупным шагом резьбы, с полем допуска резьбы 8g, без покрытия:

Болт М12-8gх60.58 ГОСТ 7798 - 70.

То же класса прочности 10.9, из стали 40Х, исполнения 2, с мелким шагом резьбы, с полем допуска резьбы 6g, с покрытием 01, толщиной 6 мкм:

Болт 2М12х1,25-6gх60.109.40Х.106 ГОСТ 7798 - 70.

Пример условного обозначения шпильки диаметром резьбы  $d = 16$  мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 6g, длиной  $l = 90$  мм, класса прочности 5.8, без покрытия:

Шпилька М16-6gх90.58 ГОСТ 22032 - 76 Шпилька М16-6gх90.58 ГОСТ 22034 - 76 Шпилька М16-6gх90.58 ГОСТ 22038 - 76

То же с мелким шагом резьбы  $P = 1,5$  мм, класса прочности 10,9, из стали 40Х, с покрытием 02, толщиной 6 мкм:

Шпилька М16х1,5-6gх90.109.40Х.026 ГОСТ 22032 - 76 Шпилька М16х1,5-6gх90.109.40Х.026 ГОСТ 22034 - 76 Шпилька М16х1,5-6gх90.109.40Х.026 ГОСТ 22038 - 76

Пример условного обозначения гайки с диаметром резьбы  $d = 12$  мм, исполнения 1, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 7Н, класса прочности 5, без покрытия:

Гайка М12-7Н.5 ГОСТ 5915 - 70

То же класса прочности 12, из стали 40Х, исполнения 2, с мелким шагом резьбы  $P = 1,25$ , с полем допуска 6Н, с покрытием 01, толщиной 6 мкм:

Гайка 2М12х1,25-6Н.12.40Х.016 ГОСТ 5915 - 70

Пример условного обозначения винта класса точности А, диаметром резьбы  $d = 8$  мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска резьбы 6g, длиной  $l = 50$  мм, класса прочности 4.8, без покрытия:- с цилиндрической головкой :

Винт А.М8-6gx50.48 ГОСТ 1491 - 80;- с полукруглой головкой:Винт А.М8-6gx50.48 ГОСТ 17473 - 80;- с полупотайной головкой:Винт А.М8-6gx50.48 ГОСТ 17474 - 80;- с потайной головкой Винт:А.М8-6gx50.48 ГОСТ 17475 - 80.

То же класса точности В, с мелким шагом резьбы, с полем допуска 8g, с покрытием 01, толщиной 6 мкм:- с цилиндрической головкой:

Винт В.М8х1-8gx50.48.016 ГОСТ 1491 - 80;- с полукруглой головкой Винт В.М8х1-8gx50.48.016 ГОСТ 17473 - 80;- с полупотайной головкой:Винт В.М8х1-8gx50.48.016 ГОСТ 17474 - 80;- с потайной головкой :Винт В.М8х1-8gx50.48.016 ГОСТ 17475 - 80.

Пример условного обозначения прямой длинной муфты без покрытия с  $Dy = 25$ :

а) муфта длинная 25 ГОСТ 8955 - 75;б) то же с цинковым покрытием: муфта длинная Ц-25 ГОСТ 8955 - 75.

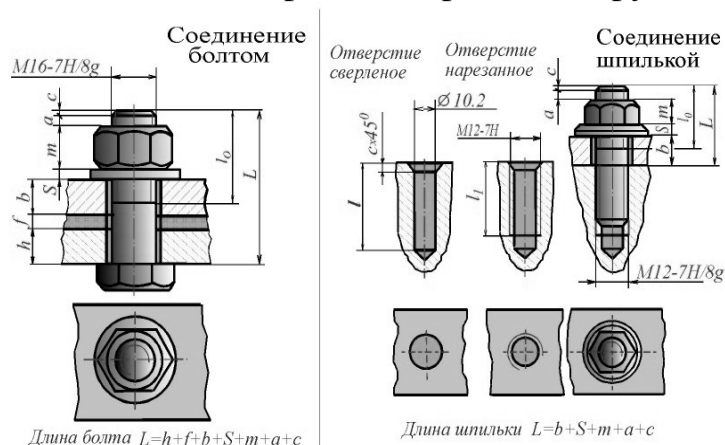
Примеры условных обозначений труб с условным проходом 25 мм:а) трубы черной немерной длины, без резьбы -

Труба 25х3,2 ГОСТ 3262 - 75;б) то же с цилиндрической резьбой -Труба Р-25х3,2 ГОСТ 3262 - 75;в) трубы с

цинковым покрытием, немерной длины, с цилиндрической резьбой -Труба Ц-Р-25х3,2 ГОСТ 3262 - 75.

Примеры условных обозначений контргаек с  $Dy = 40$  мм:

а) без покрытия -Контргайка 40 ГОСТ 8961 - 75;б) с цинковым покрытием -Контргайка Ц-40 ГОСТ 3961 - 75.



## РАЗДЕЛ 7. РАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

### 7.1. Неподвижные разъемные соединения

Каждая машина состоит из отдельных деталей, соединенных друг с другом неподвижно или находящихся в относительном движении. Соединения деталей машин могут быть разъемными и неразъемными. Разъемными называются соединения, которые разбираются без нарушения целостности деталей и средств соединения. Эти соединения подразделяются на два вида: неподвижные и подвижные. К неподвижным разъемным соединениям относятся те, в которых относительное перемещение деталей исключается (болтовое и шпильчатое соединения, соединения при помощи винтов, фитингов и др.)

### 7.2. Соединение болтом

Скрепление двух или большего количества деталей при помощи болта,

гайки и шайбы называется **болтовым соединением**. Для прохода болта скрепляемые детали имеют гладкие, т.е. без резьбы, соосные цилиндрические отверстия большего диаметра, чем диаметр болта. На конец болта, выступающий из скрепленных деталей, надевается шайба и навинчивается гайка.

При вычерчивании болтового соединения конструктивные размеры болта, гайки и шайбы берутся из соответствующих стандартов. Для определения длины  $l$  болта необходимо составить сборочную размерную цепь. На рисунке показана сборочная размерная цепь, выражающая размерные связи болтового соединения. Эта размерная цепь позволяет определить длину  $l$  болта, обеспечив при этом необходимый запас резьбы при выходе конца болта из гайки (размер  $a$ ). Аналитически эта размерная цепь может быть представлена уравнением

$$l = b + f + h + S + m + a + Z,$$

где:

$b, f, h$  - толщина соединяемых деталей;  $S$  - толщина шайбы;  $m$  - высота гайки;  $a$  - запас резьбы при выходе болта из гайки;  $Z$  - высота фаски болта.

Величины  $b, f, h$  известны;  $S$  и  $m$  даны в соответствующих стандартах;  $Z$  и  $a$  выбираются по табл. в зависимости от шага резьбы. Полученный размер округляется до ближайшего размера длины болта по таблице ГОСТ 7798 - 70. По той же таблице определяется длина резьбы  $l_0$ .

### **7.3. Соединение шпилькой**

Скрепление двух или большего количества деталей осуществляется при помощи шпильки, гайки и шайбы. Его используют вместо болтового, когда изготовлять сквозное отверстие в одной из соединяемых деталей нецелесообразно из-за значительной ее толщины или из-за отсутствия места для головки болта. Длину  $l_1$  ввинчиваемого (посадочного) конца шпильки выбирают в зависимости от материала детали по таблице стандарта.

Сначала отверстие под шпильку высверливают, затем делают фаску, после чего нарезают резьбу (гнездо под шпильку). На стяжной конец шпильки надевают другие, скрепляемые с первой, детали, имеющие гладкие соосные цилиндрические отверстия большего диаметра, чем диаметр шпильки. На конец шпильки, выступающий из скрепляемых деталей, надевают шайбу и навинчивают гайку. При вычерчивании соединения шпилькой конструктивные размеры шпильки, гайки и шайбы берутся из соответствующих стандартов. При выборе шпильки необходимо обратить внимание на то, что длина  $l_1$  ввинчиваемого (посадочного) конца зависит от материала детали, в которую она ввинчивается: 1)  $l_1 = d$  для стальных, бронзовых, латунных деталей и деталей из титановых сплавов; 2)  $l_1 = 1,25 d$  для деталей из ковкого и серого чугуна; 3)  $l_1 = 2 d$  для деталей из легких сплавов, где:  $d$  - наружный диаметр резьбы шпильки. Для определения длины гаечного конца шпильки необходимо составить сборочную размерную цепь. На рисунке показана сборочная размерная цепь, выражающая размерные связи соединения шпилькой. Эта размерная цепь позволяет определить длину гаечного конца шпильки, обеспечив необходимый запас резьбы при выходе конца шпильки из гайки (размер  $a$ ). Аналитически эта размерная цепь может быть представлена уравнением

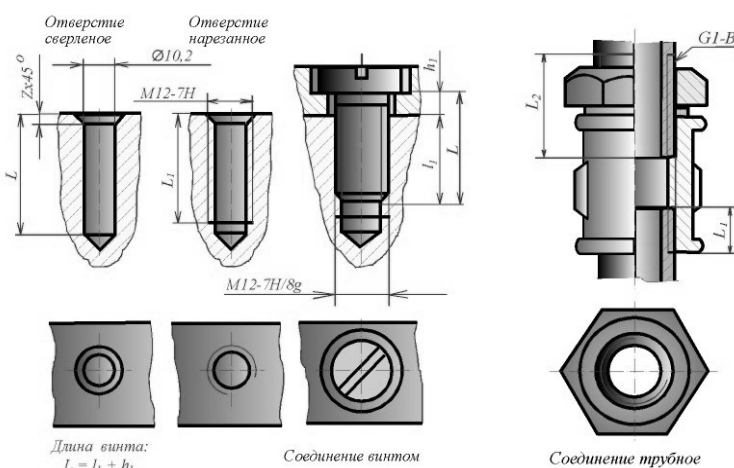


$L = b + S + m + a + Z$ , где:  $b$  - толщина присоединяемой детали;  $S$  - толщина шайбы;  $m$  - высота гайки;  $a$  - запас резьбы при выходе шпильки из гайки;  $Z$  - высота фаски шпильки.

Величина  $b$  известна;  $S$  и  $m$  даны в соответствующих стандартах;  $Z$  и  $a$  выбираются по таблице стандарта в зависимости от шага резьбы. Полученный размер  $L$  округляется до ближайшего размера стяжного конца шпильки по таблице стандарта. По этой же таблице определяется длина  $l_0$  нарезанной части шпильки под гайку. Глубина  $l$  сверленного под резьбу отверстия и длина  $l_1$  резьбы подсчитываются по таблице стандарта в зависимости от шага резьбы. Диаметры отверстий под нарезание метрической резьбы выбираются по таблице стандарта в зависимости от номинального диаметра резьбы и шага резьбы.

#### 7.4. Соединение винтом

При помощи крепежных винтов можно скреплять две и более детали. Для этого в последней из них делается резьбовое отверстие, а в остальных - гладкие соосные отверстия диаметром, большим диаметра винта. Винт свободно проходит через



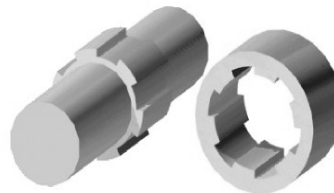
гладкие отверстия скрепляемых деталей и ввинчивается в резьбовое отверстие последней из них. Глубина  $l_1$  ввинчивания винта зависит от материала детали и принимается равной  $1 d$  для стали, бронзы и латуни,  $1,25 d$  - для ковкого и серого чугуна и  $2 d$  - для легких сплавов ( $d$  - наружный диаметр резьбы винта).

В первой из скрепляемых деталей делается коническая зенковка (углубление под головку) для винтов с полупотайной и потайной головками или цилиндрическая - для винтов с цилиндрической головкой. Для подсчета длины винта необходимо составить сборочную размерную цепь. Полученный в результате подсчета размер округляется до ближайшего размера длины винта по таблице соответствующего стандарта. По этой же таблице определяется длина нарезанной части винта. Составляя размерную цепь, необходимо обратить внимание на то, что у винтов с потайной и полупотайной головками потайная часть ее включается в длину винта. При вычерчивании соединения деталей при помощи винтов конструктивные размеры винтов берутся из соответствующего стандарта. Шлицы головок винтов на сборочных чертежах, на видах сверху (или слева), изображаются под углом 45 градусов к рамке чертежа в соответствии с ГОСТ 2.315 - 68. Диаметры отверстий в скрепляемых деталях для прохода винтов выбираются по таблице стандарта в зависимости от диаметров стержней крепежных деталей. Размеры зенковок под винты с полупотайной, потайной и цилиндрической головками в таблице стандарта в зависимости от номинального диаметра резьбы.

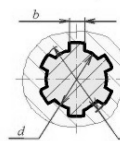
## 7.5. Соединение труб

Соединение водо- и газопроводных труб производится при помощи соединительных резьбовых частей - фитингов (угольников, тройников, муфт и т. п.).

При вычерчивании соединения труб муфтой конструктивные размеры труб, муфты и контргайки берутся из соответствующих стандартов. На одной трубе длина резьбы со стороны муфты должна быть  $L_1$ , на другой -  $L_2$ . Каждая из труб ввинчивается в муфту на величину  $L_1$ . Контргайка навинчивается на трубу со стороны более длинной резьбы ( $L_2$ ) и служит для стопорения муфты.



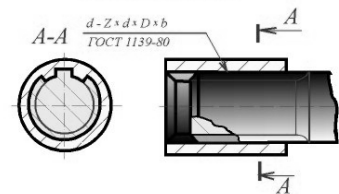
Пространственная модель



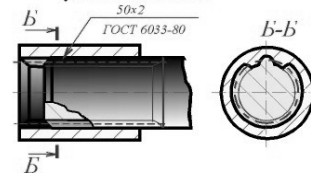
Сечение прямого шлицевого соединения

По форме профиля выступов различают прямобочные, трапециевидные, треугольные и эвольвентные зубчатые соединения

Изображение и обозначение прямого зубчатого соединения

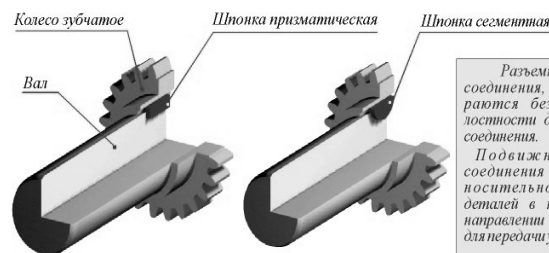


Изображение и обозначение эвольвентного зубчатого соединения



## 7.6. Подвижные разъемные соединения

Каждая машина состоит из отдельных деталей, соединенных друг с другом неподвижно или находящихся в относительном движении. Соединения деталей машин могут быть разъемными и неразъемными. Разъемными называются соединения, которые разбираются без нарушения целостности деталей средств соединения. Эти соединения подразделяются на неподвижные и подвижные.



Шпоночные соединения относятся к разъемным подвижным соединениям.

Разъемными называются соединения, которые разбираются без нарушения целостности деталей и средств соединения. Подвижные разъемные соединения допускают относительное перемещение деталей в каком либо одном направлении и предназначены для передачи усилия и движения.

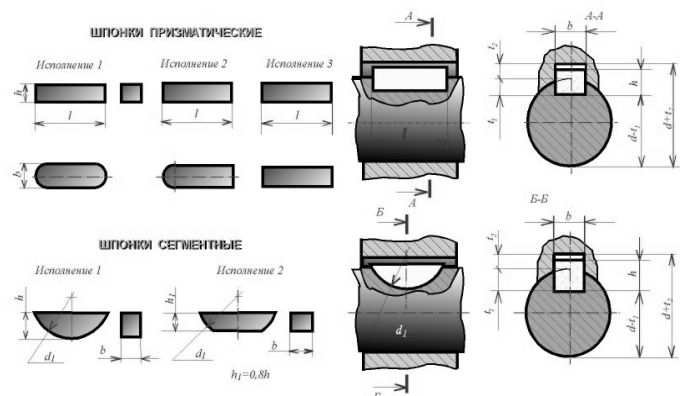
Для выполнения шпоночного соединения на валу фрезеруют паз под шпонку. Соответствующий паз делают в отверстии детали, насаживаемой на вал.

Шпонка одновременно входит в оба паза и соединяет вал с деталью, например, с зубчатым колесом, обеспечивая передачу крутящего момента.

Подвижные соединения допускают относительное перемещение деталей в каком-либо одном направлении (шпоночные и шлицевые соединения, винтовые сочленения, предназначенные для передачи усилия и движения, и др.).

## 7.7. Шпоночные соединения

Благодаря простоте и надежности шпоночные соединения широко применяются в машиностроении. На рисунке показаны шпоночные соединения, состоящие из вала, втулки (зубчатое колесо, муфта, шкив и т. п.) и шпонки. На валу 2 фрезеруют паз под шпонку 1, такой же паз делают в отверстии насаживаемой на вал детали 3. Шпонка одновременно входит в эти оба паза и соединяет вал с дета-



лю, например, с зубчатым колесом, обеспечивая передачу крутящего момента.

Применяют различные типы шпонок: призматические, сегментные и клиновые. Наиболее широко применяют призматические шпонки, которые выполняют в трех исполнениях. Сегментные шпонки бывают двух исполнений. Размеры шпонок и пазов для них стандартизованы и зависят от диаметра вала. Пример условного обозначения призматической шпонки исполнения 1 с размерами  $b = 10$  мм,  $h = 8$  мм,  $l = 50$  мм:

Шпонка 10 x 8 x 50 ГОСТ 23360 - 80. Пример условного обозначения сегментной шпонки исполнения 1 сечением  $b \times h = 5 \times 6,5$  мм: Шпонка 5 x 6,5 ГОСТ 24071 - 80.

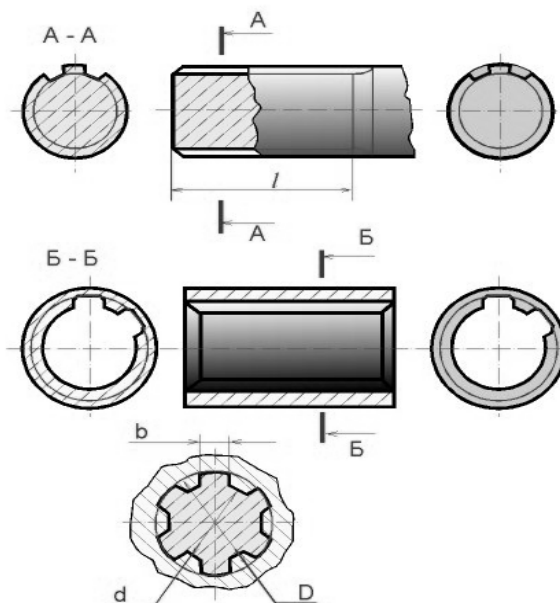
### 7.8. Соединения шлицевые

Соединения зубчатые (шлицевые) образуются выступами (зубьями) на валу и соответствующими пазами в ступице, насаженной на него детали. По форме профиля выступов различают прямобочные, треугольные и эвольвентные зубчатые соединения. Прямобочные и эвольвентные зубчатые соединения стандартизованы (ГОСТ 1139 - 80 и ГОСТ 6033 - 80 соответственно).

Стандартом предусмотрены три серии соединений - легкая, средняя и тяжелая, отличающиеся друг от друга высотой и количеством зубьев (шлицев). Шлицевые соединения треугольного профиля нестандартизованы. Зубчатые (шлицевые) соединения изображают согласно ГОСТ 2.409 - 74 на валу, в отверстии и в соединении. Основные параметры прямобочных шлицевых соединений: число зубьев  $Z$ , внутренний диаметр  $d$ , наружный  $D$ , ширина зуба  $b$ . Поверхности зубьев вала и втулки могут соприкасаться (центрироваться) по наружному диаметру  $D$  (с образованием зазора по внутреннему диаметру), по внутреннему диаметру  $d$  (с образованием зазора по наружному диаметру) и боковыми сторонами зубьев (с образованием зазоров по наружному и внутреннему диаметрам).

В условном обозначении шлицевого соединения с прямобочным профилем зубьев указывают: систему центрирования втулки относительно вала, число зубьев  $Z$ , внутренний диаметр  $d$ , наружный диаметр  $D$  и ширину зуба  $b$ . Условное обозначение прямобочного шлицевого соединения с числом зубьев  $Z = 8$ , внутренним диаметром  $d = 36$  мм, наружным диаметром  $D = 40$  мм, шириной зуба  $b = 7$  мм: с центрированием по наружному диаметру ( $D$ )

$D - 8 \times 36 \times 40 \times 7$  ГОСТ 1139 - 80; с центрированием по внутреннему диаметру ( $d$ )  $d - 8 \times 36 \times 40 \times 7$  ГОСТ 1139 - 80; с центрированием по боковым поверхностям зуба ( $b$ )  $b - 8 \times 36 \times 40 \times 7$  ГОСТ 1139 - 80.



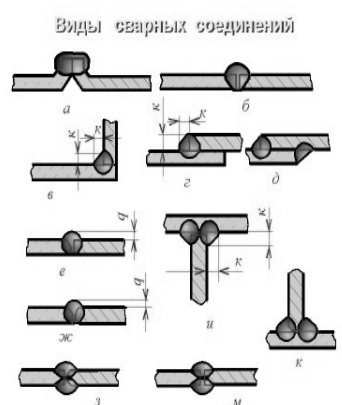
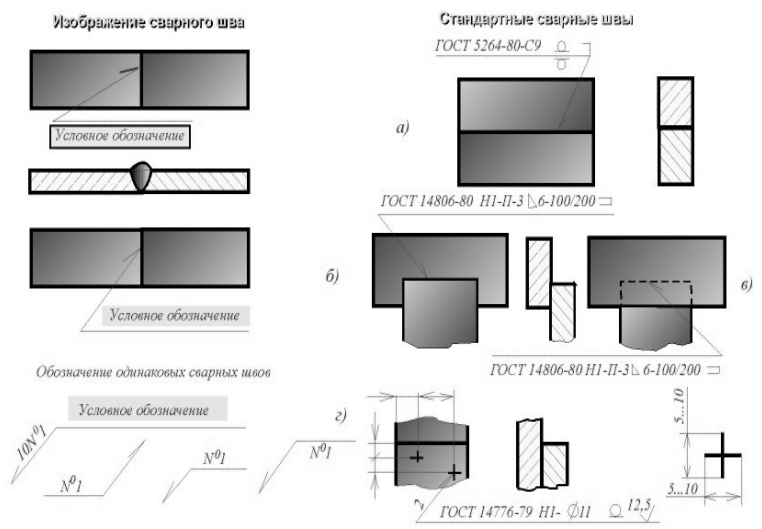
# РАЗДЕЛ 8. НЕРАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ, ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ

## 8.1. Изображения и обозначения сварных швов

Соединения деталей путем сварки широко распространены в современном машиностроении. Сварка позволяет создавать принципиально новые конструкции машин и сооружений, основанные на использовании катаных, литых, кованых и штампованных заготовок. Это оказывает влияние не только на отдельные детали объектов, но и на форму всей конструкции (рис. 50.4).

**СВАРКА** - процесс получения неразъемного соединения посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, или пластическом деформировании, или совместном действии того и другого. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений устанавливает ГОСТ 2.312 - 72 ЕСКД. Сварной шов, независимо от способа сварки, изображают на чертеже соединения: видимый - сплошной основной линией, невидимый - штриховой линией. От изображения шва проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой. При точечной сварке видимую одиночную сварную точку изображают знаком "+". Невидимые одиночные точки не изображают.

В зависимости от расположения свариваемых деталей различают следующие виды сварных соединений: 1) **СТЫКОВОЕ**, обозначаемое буквой С, при котором свариваемые детали соединяются своими торцами; 2) **УГЛОВОЕ (У)**, при котором свариваемые детали располагаются под углом, чаще всего - 90 градусов, и соединяются по кромкам; 3) **ТАВРОВОЕ (Т)**, при котором торец одной детали соединяется с боковой поверхностью другой детали (рис. 50.2); 4) **НАХЛЕСТОЧНОЕ (Н)**, при котором боковые поверхности одной детали частично перекрывают боковые поверхности другой.



**Структура обозначения сварного шва**

Знаки "дефис"

- 1 Обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений.
- 2 Буквенно-цифровое обозначение шва.
- 3 Условное обозначение способа сварки по стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений.
- 4 Знак  $\Delta$  и размер катета.
- 5 Для прерывистого шва - размер длины провариваемого участка знак / (для цепного шва) или Z (для шапчатого шва) и размер шага.
- 6 Вспомогательные знаки:
  - - шов по незамкнутой линии;
  - ≡ - шов по незамкнутой линии с плавным переходом к основному металлу;
  - - усиление шва сальт;
- 7 Вспомогательные знаки:
  - - шов по замкнутой линии
  - шов выполнить при монтаже изделия.

- 1 Стыковое (С) - а,б,е,ж,з,м
- 2 Угловое (У) - в
- 3 Тавровое (Т) - и,к
- 4 Наклесточное (Н) - г,д

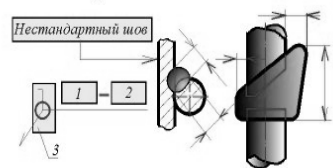
Кромки деталей, соединяемых сваркой, могут быть различно подготовлены под

сварку в зависимости от требований, предъявляемых к соединению. Подготовка может быть выполнена: с отбортовкой кромок, без скоса кромок, со скосом одной кромки, с двумя скосами одной кромки, со скосами двух кромок. Скосы бывают симметричные и асимметричные, прямолинейные и криволинейные. Швы в поперечном сечении выполняются нормальными без усиления и с усилением величиной  $g$ . Тавровые, угловые и нахлесточные швы характеризуются величиной катета  $K$  треугольного поперечного сечения шва. В зависимости от формы шва, скоса кромок, величины усиления и катета стандартные сварные швы имеют следующие условные обозначения: С1, С2, С3,..., У1, У2, У3,..., Т1, Т2, Т3,..., Н1, Н2, Н3... По характеру расположения швы делятся на односторонние и двусторонние. Швы могут быть сплошные и прерывистые. Прерывистые швы характеризуются длиной провариваемых участков  $l$  с шагом  $t$ . Прерывистые швы, выполненные с двух сторон, могут располагаться своими участками  $l$  в шахматном или цепном порядке. На изображении сварного шва различаютлицевую и обратную стороны. Залицевую сторону одностороннего шва принимают ту сторону, с которой производится сварка. Лицевой стороной двустороннего шва с несимметричной подготовкой (скосом) кромок будет та сторона, с которой производят сварку основного шва. Если же подготовка кромок симметрична, то залицевую сторону принимают любую. Стандарты, регламентирующие основные типы, конструктивные элементы и условные обозначения сварных соединений, приведены в таблице.

СТАНДАРТЫ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

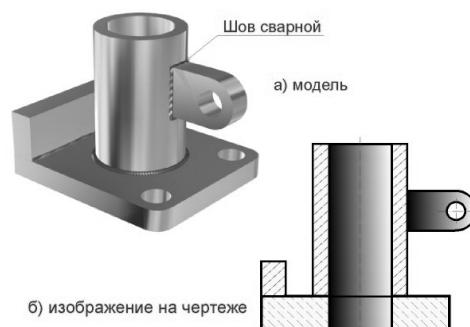
ГОСТ	НАИМЕНОВАНИЕ
5264-80	Ручная дуговая сварка. Соединения сварные
8713-79	Сварка под слоем флюса. Соединения сварные
11533-75	Автоматическая и полуавтоматическая дуговая сварка под флюсом. Соединения сварные под острыми и тупыми углами
11534-75	Ручная дуговая сварка. Соединения сварные под острыми и тупыми углами
13518-79	Дуговая сварка в защитных газах. Соединения сварные под острыми и тупыми углами
14771-76	Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные
14806-80	Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов в инертных газах. Соединения сварные
15164-78	Электрошлаковая сварка. Соединения сварные
15878-79	Контактная сварка. Соединения сварные
16310-80	Соединения сварные из полиэтилена, полипропилена и винилпласта
23792-79	Соединения контактные электрические сварные

УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ ШВОВ С НЕСТАНДАРТНОЙ ФОРМОЙ И РАЗМЕРАМИ



- Для прерывистого шва - размер длины провариваемого участка, знак / (для цепного шва) или Z (для шахматного шва) и размер шага.  
Для одиночной сварной точки - размер расчетного диаметра точки.  
Для шва контактной точечной сварки или электроэлектронного - размер расчетного диаметра точки или электроэлектронного, знак / или Z и размер шага.  
Для шва контактной роликовой сварки - размер расчетной ширины шва.  
Для прерывистого шва контактной роликовой сварки - размер расчетной ширины шва, знак умножения, размер длины провариваемого участка, знак / и размер шага.
- 3 Вспомогательные знаки:  
1 - шов по незамкнутой линии;  
Ш - напильник и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу;  
Z - усиление шва снять;  
O - шов по замкнутой линии (диаметр знака 3...5 мм);  
Г - шов выполнять при монтаже изделия.

На чертежах сварного соединения каждый шов имеет определенное условное обозначение, которое наносят над или под полкой линии-выноски, проводимой от изображения шва. Условное изображение лицевых швов наносят над полкой линии-выноски. Условное обозначение оборотных швов - под полкой линии-выноски. Обозначение швов по ГОСТ 2.312 - 72 имеет следующую структуру. Примеры условного обозначения стандартных сварных швов приведены на рисунке: а) шов стыкового соединения (буква С) с криволинейным скосом одной кромки, двусторонним (цифра 9), выполняемый ручной дуговой сваркой при монтаже изделия. Усилие снято с обеих сторон. б) шов соединения внахлестку без скоса кромок односторонний (Н1), выполняемый дуговой полуавтоматической сваркой в защитных газах плавящимся электродом. Шов по незамкнутой линии. Катет шва 6 мм. Длина провариваемого участка 100 мм. Шаг 200 мм. в) см. "пункт б", но шов с оборотной стороны. г) одиночные сварные точки соединения внахлестку, выполняемые дуговой сваркой под флюсом. Точки диаметром 11 мм. Усиление должно быть снято. Параметр шероховатости обрабатываемой поверхности  $Ra = 12,5$  мкм. Шов, размеры конструктивных элементов которого стандартами не установлены (нестандартный шов), изображают с указанием размеров конструктивных элементов, необходимых для выполнения шва по данному чертежу. На рисунке приведено условное обозначение швов с нестандартной формой и размерами.



Если в сварном соединении есть швы одинаковые по типу и поперечному сечению и к ним предъявлены одни и те же технические требования, то их условное обозначение наносят только у одного шва. На наклонной части линии-выноски этого шва указывают число швов и номер, присвоенный этой группе швов. От остальных одинаковых швов проводят только линии-выноски с полками для указания номера шва или без полок, если все швы одинаковы. На чертеже симметричного изделия, при наличии на изображении оси симметрии, допускается отмечать линиями-выносками и обозначать швы только на одной из симметричных частей изображения изделия.

## 8.2. Зубчатые и червячные передачи

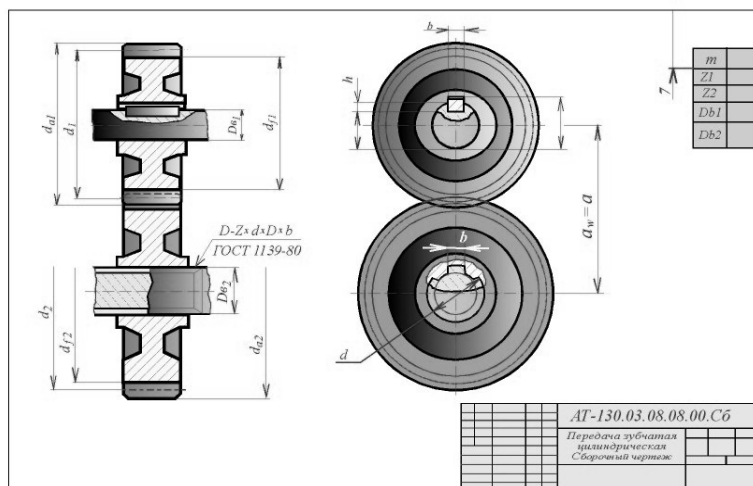
Зубчатые и червячные механизмы служат для равномерной передачи вращения между двумя валами, оси которых параллельны, пересекаются или скрещиваются. Передача вращения от одного вала к другому осуществляется посредством зацепления зубьев двух сопряженных зубчатых колес или червячной пары.

В большинстве передач угол между пересекающимися или скрещивающимися осями валов равен 90 градусов. В зависимости от взаимного расположения осей валов передача вращения осуществляется цилиндрическими (оси параллельны), коническими (оси пересекаются) и винтовыми (оси скрещиваются) зубчатыми колесами.

Большое распространение для передачи вращения между валами со скрещивающимися осями получили червячные пары, состоящие из червяка и червячного колеса.

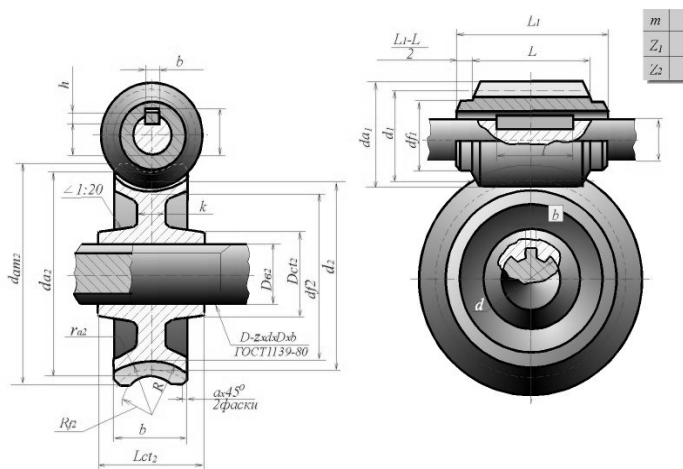
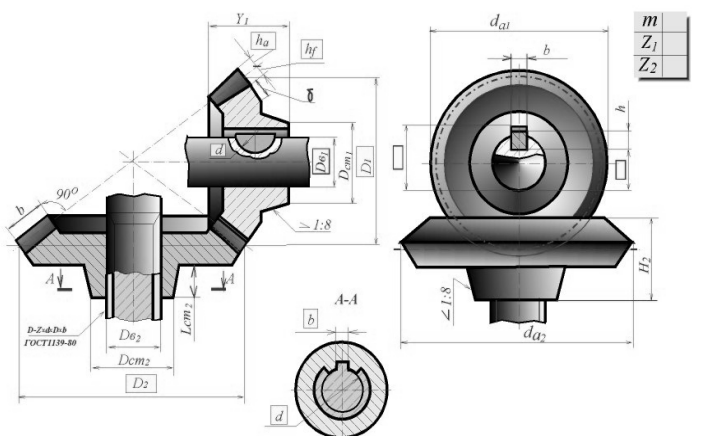
Существуют также зубчатые передачи, преобразующие вращательное движение в поступательное или наоборот. Наибольшее применение получили зубчатые колеса, профиль зубьев которых образован двумя симметричными эвольвентными окружностями

Шестерни, колеса и червяки изготавливаются как одно целое с валом или насадные. Соединение насадных зубчатых и червячных колес, а также червяков с валом осуществляется при помощи шпонок или шлицев.



### ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ (ГОСТ 16530 - 83... ГОСТ 16532 - 83)

1.  $Z$  - число зубьев зубчатого колеса. 2. Шестерня - зубчатое колесо передачи с меньшим числом зубьев. 3. Колесо - зубчатое колесо передачи с большим числом зубьев. При одинаковом числе зубьев зубчатых колес передачи шестерней называется ведущее зубчатое колесо, а колесом - ведомое. 4. Буквенным обозначениям, общим для шестерни и колеса, присваивают соответственно индексы 1 и 2. 5.  $U$  - передаточное число зубчатой передачи, оно представляет отношение числа зубьев колеса к числу зубьев шестерни:  $U = Z_2 / Z_1$



6.  $a_w$  - межосевое расстояние, кратчайшее расстояние между осями зубчатых колес передачи. 7.  $a$  - делительное межосевое расстояние. 8. У зубчатого колеса различают следующие виды соосных поверхностей вращения: а) делительную поверхность (является базовой для определения элементов зубьев и их размеров); б) начальную по-

верхность (каждая из взаимно касающихся соосных поверхностей зубчатых колес передачи); в) поверхность вершин зубьев; г) поверхность впадин и другие. 9. В соответствии с п. 8 различают делительную, начальную, вершин зубьев, впадин и другие концентрические окружности зубчатого колеса, принадлежащие соответственно делительной, начальной, вершин зубьев, впадин и другим соосным поверхностям зубчатого колеса. 10. В соответствии с п. 9 различают диаметры зубчатого колеса: делительный -  $d$ , начальный -  $d_w$ , вершин зубьев -  $d_a$ , впадин -  $d_f$  и другие - соответственно делительной, начальной, вершин зубьев, впадин и других концентрических окружностей. 11. Делительная поверхность делит зуб на две части: а) делительную головку (головку), б) делительную ножку (ножку). 12. Начальная поверхность делит зуб на две части: а) начальную головку, б) начальную ножку. 13.  $h$  - высота зуба.  $h = h_a + h_f$ . 14.  $h_a$  - высота делительной головки - часть зуба, заключенная между поверхностью вершин зубьев и делительной поверхностью колеса,  $h_f$  - высота делительной ножки - часть зуба, заключенная между делительной поверхностью и поверхностью впадин.  $h_{wa}$  - высота начальной головки,  $h_{wf}$  - высота начальной ножки. Для прямозубых, некорригированных зубчатых колес делительная и начальная окружности совпадают ( $d = d_w$ ). Если  $d = d_w$ , то  $h_a = h_{wa}$ ,  $h_f = h_{wf}$ . У отдельного зубчатого колеса рассматривается и изображается на чертеже только делительная окружность ( $d$ ). 15.  $b$  - ширина венца зубчатого колеса. 16.  $P_t$  - окружной делительный шаг - расстояние между одноименными профилями соседних зубьев по дуге делительной окружности. Отрезки, равные шагу  $P_t$ , делят делительную окружность на  $Z$  частей ( $Z$  - число зубьев колеса).  $P_t = 3,14 * d / Z$ ;  $d = P_t / 3,14 * Z$ . 17.  $S_t$  - делительная окружная толщина зуба - расстояние между разноименными профилями зуба по дуге делительной окружности. 18.  $e_t$  - делительная окружная ширина впадины зубчатого колеса - расстояние между ближайшими разноименными профилями соседних зубьев по дуге делительной окружности.  $S_t = e_t = P_t / 2 = 0,5 * 3,14 * m$ . 19.  $m$  - окружной модуль, линейная величина в  $p$  раз меньшая окружного шага зубьев.  $m = P_t / 3,14$ ;  $d = m * Z$ . Модуль ( $m$ ) является основным расчетным параметром зубчатого зацепления. Числовые величины модулей зубчатых колес выбираются по ГОСТ 9563 - 60. 20.  $C$  - радиальный зазор, расстояние между поверхностью вершин зубьев одного из зубчатых колес передачи и поверхностью впадин другого.  $C = 0,25 m$  - для цилиндрических зубчатых колес,  $C = 0,2 m$  - для конических зубчатых колес и червячных пар. 21. Межосевое расстояние цилиндрической зубчатой передачи равно полу сумме делительных диаметров зубчатых колес при внешнем зацеплении и полуразности при внутреннем. Если  $d = d_w$ , то  $a = a_w$ . В зависимости от назначения зубчатые колеса изготавливаются из чугуна, стали, бронзы и полимерных материалов (текстолит, капрон, и др.) Зубья зубчатых колес нарезаются на специальных металлорежущих станках, работающих по принципу обкатки, режущим инструментом при этом служат гребенки, долбяки, червячные фрезы.



### 8.3. Условные изображения зубчатых колес

Зубья зубчатых колес вычерчиваются в осевых разрезах и сечениях. В остальных случаях зубья не вычерчиваются и изображаемые детали ограничиваются поверхностями вершин зубьев. Если необходимо показать профиль зуба, вычерчивают зуб на выносном элементе; допускается показывать его на ограниченном участке изображения детали. Окружности и образующие поверхностей вершин зубьев показываются сплошными толстыми основными линиями, в том числе и в зоне зацепления.

На чертеже зубчатых колес показывают делительные окружности, образующие делительных цилиндров.

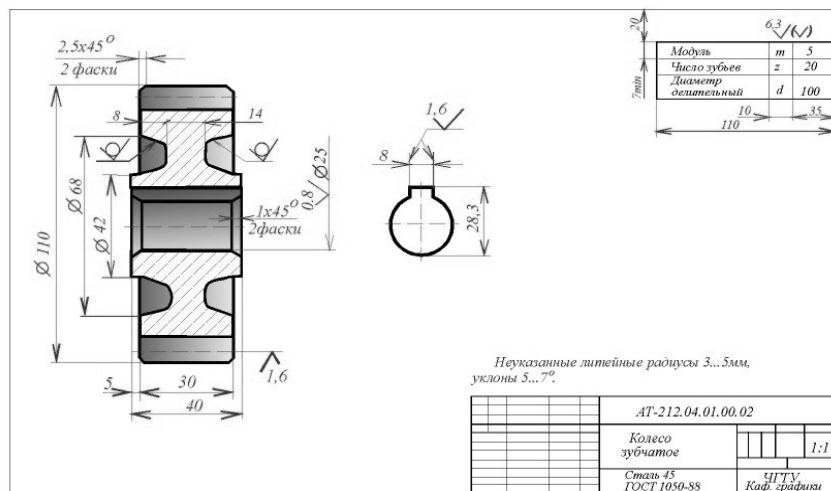
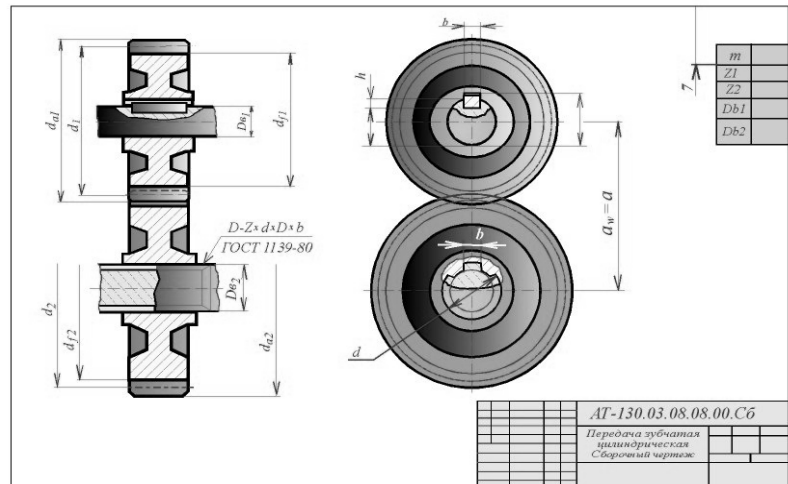
На сборочных чертежах зубчатых передач показывают начальные окружности, образующие начальных поверхностей. Делительные и начальные окружности, образующие делительных и начальных поверхностей, показывают штрихпунктирными тонкими линиями. Окружности и образующие поверхностей впадин зубьев в разрезах и сечениях показывают на всем протяжении сплошными толстыми основными линиями. На видах цилиндрических зубчатых колес допускается показывать окружности и образующие поверхностей впадин зубьев, при этом их наносят сплошными тонкими линиями.

Если секущая плоскость проходит через ось зубчатого колеса, то на разрезах и сечениях зубчатых колес зубья условно совмещаются с плоскостью чертежа и показываются нерассеченными. Если секущая плоскость проходит перпендикулярно к оси зубчатого колеса, то зубчатые колеса, как правило, показываются нерассеченными. При необходимости показать их рассеченными применяют местный разрез и проводят штриховку до линии поверхности впадин. Если секущая плоскость проходит через оси обоих зубчатых колес, находящихся в зацеплении, то на разрезе в зоне зацепления зуб одного из колес (ведущего) показывается расположенным перед зубом сопрягаемого (ведомого) колеса.

Если секущая плоскость проходит через ось зубчатого колеса, то на разрезах и сечениях зубчатых колес зубья условно совмещаются с плоскостью чертежа и показываются нерассеченными. Если секущая плоскость проходит перпендикулярно к оси зубчатого колеса, то зубчатые колеса, как правило, показываются нерассеченными. При необходимости показать их рассеченными применяют местный разрез и проводят штриховку до линии поверхности впадин. Если секущая плоскость проходит через оси обоих зубчатых колес, находящихся в зацеплении, то на разрезе в зоне зацепления зуб одного из колес (ведущего) показывается расположенным перед зубом сопрягаемого (ведомого) колеса.

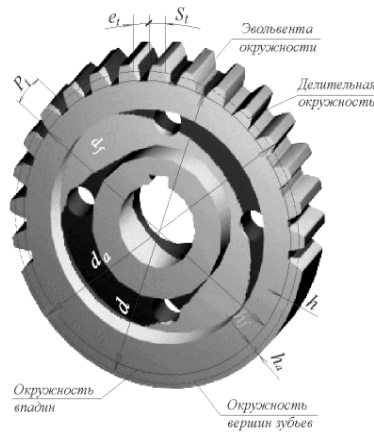
Если секущая плоскость проходит перпендикулярно к оси зубчатого колеса, то зубчатые колеса, как правило, показываются нерассеченными. При необходимости показать их рассеченными применяют местный разрез и проводят штриховку до линии поверхности впадин. Если секущая плоскость проходит через оси обоих зубчатых колес, находящихся в зацеплении, то на разрезе в зоне зацепления зуб одного из колес (ведущего) показывается расположенным перед зубом сопрягаемого (ведомого) колеса.

Если секущая плоскость проходит перпендикулярно к оси зубчатого колеса, то зубчатые колеса, как правило, показываются нерассеченными. При необходимости показать их рассеченными применяют местный разрез и проводят штриховку до линии поверхности впадин. Если секущая плоскость проходит через оси обоих зубчатых колес, находящихся в зацеплении, то на разрезе в зоне зацепления зуб одного из колес (ведущего) показывается расположенным перед зубом сопрягаемого (ведомого) колеса.



### 8.4. Чертеж цилиндрической зубчатой передачи

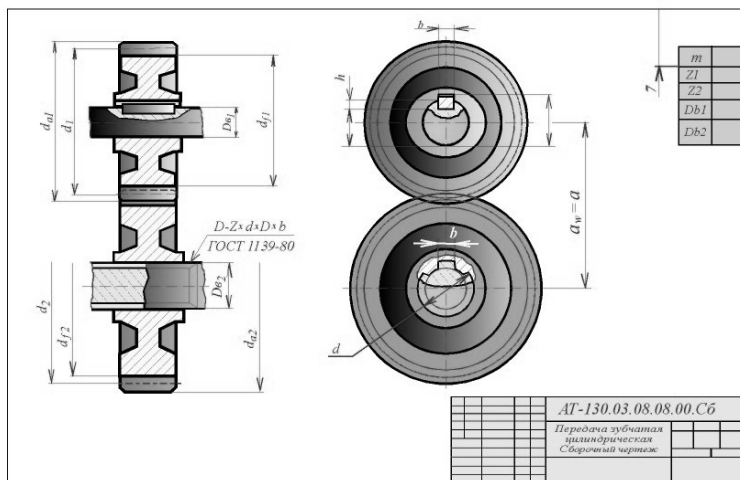
Передача образуется двумя зубчатыми колесами (шестерней и колесом), находящимися в зацеплении. Чертеж передачи должен содержать два изображения: главное изображение и вид слева. В качестве главного изображения принимается полный продольный фронтальный разрез передачи. Для изображения шпоночного или шлицевого соединения вала с колесом на чертеже выполняются местные разрезы. Вычерчивание цилиндрической передачи следует начинать с нанесения осей шестерни и колеса на расстоянии  $a_w = a$  на главном виде и виде слева и изображения начальных цилиндров, касающихся друг друга. Начальные цилиндры проецируются на фронтальную плоскость проекций (главный вид) в виде начальных прямых, а на профильную плоскость (вид слева) - в виде начальных окружностей.



$P_1$  - делительный окружной шаг  
 $S_1$  - делительная окружная толщина зуба  
 $e_1$  - делительная окружная ширина впадины

Параметры геометрические	Шестерня	Колесо
Диаметр делительной окружности	$d_1 = mZ_1$	$d_2 = mZ_2$
Высота головки зуба	$h_a = m$	$h_a = m$
Высота ножки зуба	$h_f = 1,25m$	$h_f = 1,25m$
Высота зуба	$h = 2,25m$	$h = 2,25m$
Диаметр окружности вершин	$d_{a1} = m(Z_1 + 2)$	$d_{a2} = m(Z_2 + 2)$
Диаметр окружности впадин	$d_{f1} = m(Z_1 - 2,5)$	$d_{f2} = m(Z_2 - 2,5)$
Межосевое расстояние	$a_w = a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{m(Z_1 + Z_2)}{2}$	
<b>Параметры конструктивные</b>		
Ширина зубчатого венца	$b_1 = b_2 = (6 \dots 8)m$	
Внутренний диаметр обода	$D_{o1} = d_{a1} - 8,5m$	$D_{o2} = d_{a2} - 8,5m$
Толщина диска	$K_1 = 0,3b_1$	$K_2 = 0,3b_2$
Длина ступицы	$l_1 = 1,5D_{e1}$	$l_2 = 1,5D_{e2}$
Диаметр ступицы	$D_{e1} = (1,6 \dots 1,8)D_{e1}$	$D_{e2} = (1,6 \dots 1,8)D_{e2}$
Диаметр окружности, определяющей положение отверстия в диске	$D_1 = 0,3(D_{o1} + D_{e1})$	$D_2 = 0,3(D_{o2} + D_{e2})$
Диаметр отв. в диске	$\phi, 25(D_{o1} - D_{e1})$	$\phi, 25(D_{o2} - D_{e2})$
Размер фасок	$a = 0,5 m; 45^\circ$	
Уклон поверхности обода и ступицы	1:20	

Начальные окружности шестерни и колеса касаются в точке, принадлежащей линии центров. Окружности вершин зубьев и впадин в зоне зацепления не касаются, а образуют радиальный зазор равный  $0,25m$ , так как высота головки зуба меньше высоты ножки на эту же величину. Окружности вершин зубьев на всем протяжении, в том числе и в зоне зацепления, изображаются сплошной толстой основной линией. Начальные окружности и образующие начальных поверхностей изображаются тонкими штрихпунктирными линиями. Окружности и образующие поверхностей впадин изображаются тонкими сплошными линиями; допускается их не показывать.



Расчет геометрических и конструктивных параметров колеса и шестерни в соответствии с исходными данными производится по формулам и соотношениям, приведенным на рисунке.

Иходными данными для расчета являются:  $m$  - модуль зацепления (общий для обоих колес), мм;  $Z_1$  - число зубьев шестерни;  $Z_2$  - число зубьев колеса;  $D_{в1}$  - диаметр вала шестерни;  $D_{в2}$  - диаметр вала колеса. Размеры шпонок (призматических или сегментных) и пазов для них, а также шлицевых соединений выбираются по соответствующим стандартам.

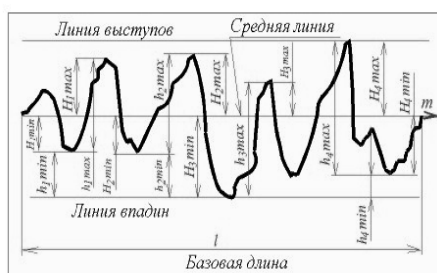
## РАЗДЕЛ 9. ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ

### 9.1. Нормирование шероховатости поверхности

Все поверхности любой детали, независимо от способа их получения, имеют макро- и микронеровности в виде выступов и впадин. Эти неровности, формирующие рельеф поверхности и определяющие ее качество, называют **шероховатостью поверхности**. В настоящее время шероховатость поверхности регламентируется **ГОСТ 2.789 - 73** и **ГОСТ 2.309 - 73**. Первый - устанавливает требования к качеству поверхности, учитывая свойства шероховатости поверхности независимо от способа ее обработки. Второй - устанавливает структуру обозначения шероховатости поверхности и правила нанесения ее на чертежах.

### 9.2. Параметры шероховатости поверхностей

**ГОСТ 2.789-73** устанавливает требования к шероховатости поверхности и содержит номенклатуру параметров и базовых длин, а также способ задания требований шероховатости поверхностей в технических и нормативно-технических документах. Стандартом предусматривается 6 параметров, которыми может пользоваться конструктор при установлении требований к шероховатости поверхности в зависимости от ее функционального назначения. Эти параметры дают возможность характеризовать практически все показатели качества изделий, зависящие от шероховатости поверхности и обеспечить значения выбранных параметров соответственно технологическим процессам. Различают следующие параметры шероховатости, высотные:  $R_a$  - среднее арифметическое отклонение профиля;  $R_z$  - высота неровностей профиля по 10 точкам;  $R_{max}$  - наибольшая высота профиля; шаговые:  $S$  - средний шаг неровностей профиля по вершинам;  $S_m$  - средний шаг неровностей профиля по средней линии; высотно-шаговый:  $t_p$  - относительная опорная длина профиля.



Высотные параметры шероховатости

$$R_a \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i| \quad \text{среднее арифметическое отклонение профиля}$$

$$R_z \approx \frac{1}{n} \int_0^l |y(x)| dx;$$

$$R_z \approx \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^5 H_{i,max} + \sum_{i=1}^5 H_{i,min} \right) \quad \text{высота неровностей профиля по 10 точкам}$$

$$R_z \approx \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n h_{i,max} - \sum_{i=1}^n h_{i,min} \right)$$

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i; \quad S = \frac{l}{N-1} \quad \text{средний шаг неровностей профиля по вершинам,}$$

где:  $N$  - число максимумов профиля

**Шаговые параметры шероховатости**  $S_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_{mi}; S_m = \frac{2l_0}{k-1}$  - средний шаг неровностей профиля по средней линии,

где:  $k$  - число нулей профиля;  $l_0 \leq l$

$l_0$  - длина отрезка средней линии в пределах базовой длины, ограниченная первым и последним нечетным пересечением профиля по средней линии

Высотно-шаговый параметр шероховатостей

$$t_p = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^n b_i \quad (\text{в процентах}) \quad \text{относительная опорная длина профиля}$$

На рисунке базовая длина  $l$  - длина базовой линии, на которой выделяются неровности, характеризующие шероховатость поверхности, используемая для количественного определения ее параметров. Среднее арифметическое отклонение профиля  $R_a$  - среднее значение расстояний точек выступов и впадин  $Y_1, Y_2 \dots Y_n$  от средней линии  $m$  в пределах базовой длины  $l$ . Высота неровностей профиля по 10 точкам  $R_z$  есть среднее расстояние между пятью высшими точками выступов  $H_{i,max}$  и пятью низшими точками впадин  $H_{i,min}$  в пределах базовой

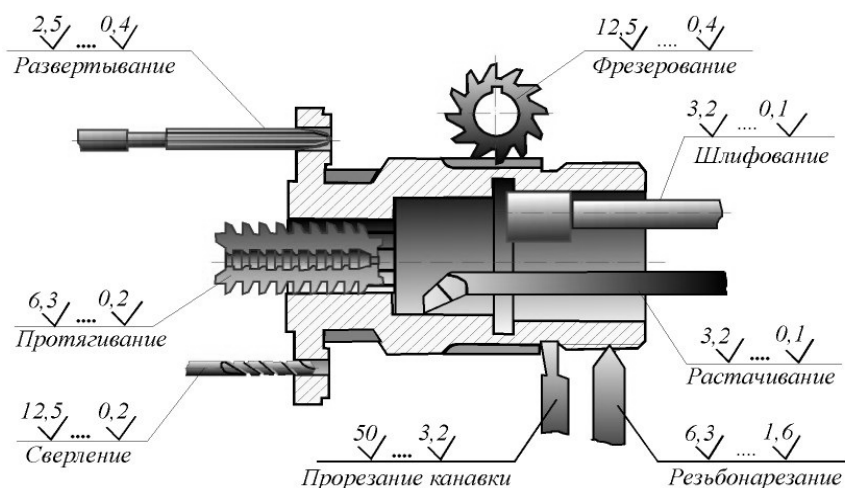
вой длины  $l$ . Наибольшая высота неровностей профиля  $R_{\max}$  - расстояние между линией выступов и линией впадин профиля в пределах базовой линии  $l$ . Шагом неровностей профиля называют длину отрезка средней линии  $m$ , пересекающего профиль в трех соседних точках и ограниченного двумя крайними точками. Средний шаг неровностей профиля по вершинам  $S$  это среднеарифметическое значение шага неровностей профиля по вершинам в пределах базовой длины  $l$ . Средний шаг неровностей профиля  $S_m$  - среднеарифметическое значение шага неровностей в пределах базовой длины  $l$ . Относительная опорная длина профиля  $t_p$  есть отношение опорной длины (длина площади контакта шероховатых поверхностей на заданном уровне сечения) к базовой длине  $l$ . Формулы для вычисления параметров приведены на рисунке.

Эксплуатационные свойства поверхностей	Параметры шероховатости поверхности, определяющие данное эксплуатационное свойство
Износостойчивость при всех видах трения	$R_f (R_z), t_p$
Вибростойчивость	$R_a (R_z), S_m, S$
Контактная жесткость	$R_a (R_z), t_p$
Прочность соединений	$R_a (R_z)$
Прочность конструкций при циклических нагрузках	$R_{\max}, S_m, S$
Герметичность соединений	$R_a (R_z), R_{\max}, t_p$
Сопротивление в волноводах	$R_a, S_m, S$

Высотные свойства профиля целесообразно задать с помощью параметра  $R_z$  или  $R_{\max}$ , если нет обоснованных причин для применения только параметра  $R_a$ . В таблице приведены важнейшие эксплуатационные свойства поверхности, зависящие от шероховатости, и номенклатура параметров, при помощи которых обеспечиваются показатели этого свойства поверхности. Из таблицы видно, что для полного описания какого-либо эксплуатационного свойства поверхности недостаточно только высотных параметров. Так, износостойкость поверхностей при трении скольжения и качения, износ трущихся поверхностей, контактная жесткость и герметичность зависят от относительной опорной длины профиля  $t_p$ . Эксплуатационные характеристики, как прочность при циклических нагрузках, вибростойчивость, сопротивление (затухание) в волноводах связаны с амплитудой неровностей, т.е. существенно зависят от шаговых параметров  $S$  и  $S_m$ .

### 9.3. Выбор параметров шероховатости поверхности

В учебном процессе при нормировании шероховатости рекомендуется применять высотные параметры  $R_a$  и  $R_z$ . На рисунке приведены значения этих параметров для некоторых наиболее часто встречающихся элементов деталей и соединений.



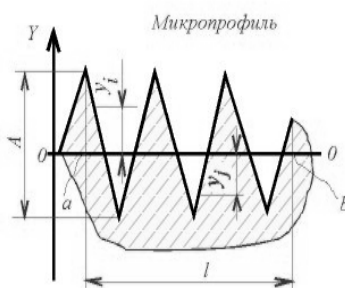
**ЗНАЧЕНИЕ ПАРАМЕТРА ШЕРОХОВАТОСТИ  $R_a$  ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ПОВЕРХНОСТИ**  
**Резьбы наружные:** рядовые 6,3...1,6 повышенной точности 1,6...0,8  
**Резьбы внутренние:** рядовые 6,3...3,2 повышенной точности 3,2...1,6  
**Резьбы ходовые:** винт 0,8

## 9.4. Пример нормирования шероховатости

Работоспособность детали (надежность, износостойкость и др.) зависит от шероховатости (величины микронеровностей) ее рабочих поверхностей. Поэтому при проектировании механизма конструктор задает не только геометрические размеры детали, но и нормирует величину шероховатости (иногда вместо термина "шероховатость" применяют эквивалентное понятие "чистота поверхности"). Величина шероховатости, указанная на чертеже, является таким же важным параметром, как и любой геометрический размер. На техническом чертеже обязательно указываются как геометрические размеры детали, так и размеры, определяющие микрогеометрию (шероховатость) всех ее рабочих поверхностей. Эти две группы размеров (геометрические и микрогеометрические) одинаково необходимы для изготовления детали по чертежу. Для нормирования чистоты поверхностей применяются, согласно ГОСТ 2789 - 73, шесть параметров, из которых основным (предпочтительным) является параметр  $R_a$ , ограничивающий среднюю высоту микронеровностей в пределах базовой длины  $l$ . При использо-

вании этого параметра символ  $R_a$  в обозначении шероховатости на чертеже не пишут. **Пример.** Определить шероховатость поверхности, микропрофиль которой показан на рисунке, если амплитуда микронеровностей составляет  $A = 100$  мкм.

*Пример. Определить шероховатость поверхности, микропрофиль которой показан, если амплитуда микронеровностей составляет  $A=100$  микрометров (мкм)*



**РЕШЕНИЕ** Определяем положение средней линии профиля 0-0 так, чтобы сумма площадей, ограниченных профилем поверхности, была одинакова по обеим сторонам этой линии. Шероховатость по шкале  $R_a$  - это среднее арифметическое значение высоты микронеровностей ( $y_i$ ), замеренное от средней линии профиля (по модулю) в пределах базовой длины  $l$ . Среднее арифметическое любой функции на интервале  $l=b-a$  может быть определено по формуле:

На основании этой формулы имеем для заданной поверхности  $R_a=A/4=25$  мкм. По шкале  $R_z$  шероховатость

$$y = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i|}{n} = \int_a^b \frac{|f(x)| dx}{|b-a|}$$

этой же поверхности определяется как среднее расстояние между высшими и низшими точками профиля, то есть  $R_z=A=100$  мкм.

Таким образом, параметр шероховатости  $R_z$  примерно в 4 раза превышает показатель шероховатости той же поверхности, замеренный по шкале  $R_a$ . Это соотношение можно использовать для ориентировочного пересчета одного параметра в другой. Например, если на чертеже указана шероховатость какой-либо поверхности  $R_z=25$ , то по шкале  $R_a$  эта поверхность имеет шероховатость примерно 6,3 мкм.

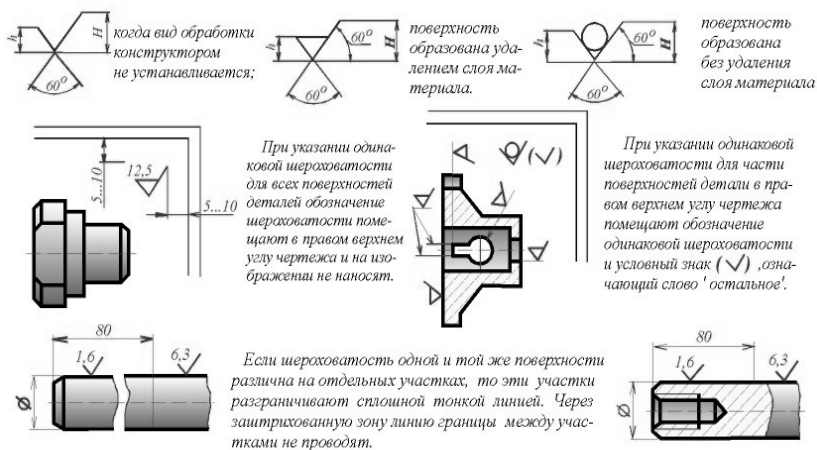
**Решение.** Определяем положение средней линии профиля 0-0 так, чтобы сумма площадей, ограниченных профилем поверхности, была одинакова по обеим сторонам этой линии. Шероховатость по шкале  $R_a$  - это среднее арифметическое значение высоты микронеровностей  $|y_i|$ , измеренное от средней линии профиля (по модулю) в пределах базовой длины  $l$ . Среднее арифметическое значение любой функции на интервале  $l = b - a$  может быть определено по формуле, представленной на рис. 57.1. На основании этой формулы имеем для поверхности, показанной на рисунке  $R_a = A / 4 = 25$  мм. По шкале  $R_z$  шероховатость этой же поверхности определяется как среднее расстояние между высшими и низшими точками профиля, то есть  $R_z = A = 100$  мкм. Таким образом, параметр шероховатости  $R_z$  примерно в 4 раза превышает показатель шероховатости  $R_a$ . Это соотношение можно ориентировочно использовать для перехода от одного параметра к другому. Например, если на чертеже указана шерохо-

ватость какой-либо поверхности  $R_z25$ , то по шкале  $R_a$  эта поверхность имеет шероховатость примерно 6,3 мкм.

### 9.5. Знаки для обозначения шероховатости

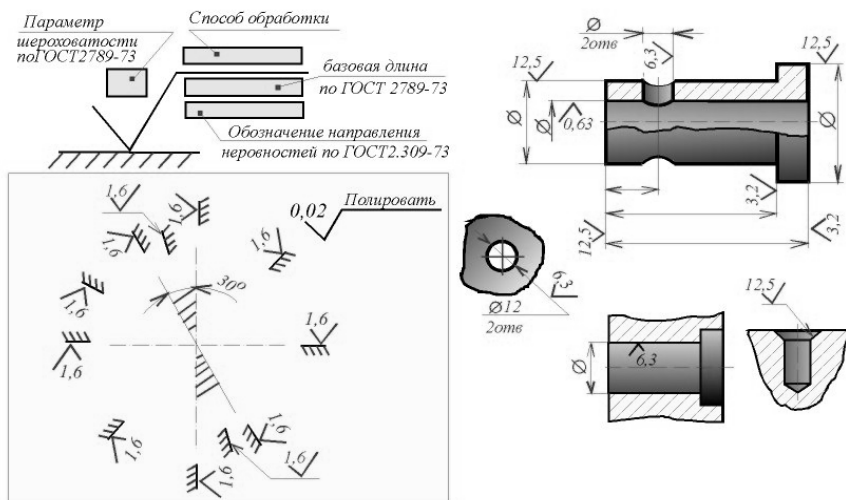
Шероховатость обозначают на чертеже знаками, установленными ГОСТ 2.309 - 73. Самый простой знак (на рисунке левый) используется для обозначения шероховатости поверхностей, способ обработки которых конструктором не устанавливается.

Например, если на чертеже какая-либо поверхность отмечена знаком с величиной  $R_a = 3,2$ , то это означает, что поверхность может быть выполнена любым способом (литьем, штамповкой, фрезерованием и т.д.), но при этом средняя высота микронеровностей не должна превышать 3,2 мкм. Если по замыслу конструктора или по технологическим требованиям какая-либо поверхность может быть образована только удалением слоя материала (точением, шлифованием и т.п.), то применяется знак, показанный в середине.



Например, такой знак с величиной 25 указывает на то, что шероховатость поверхности не более 25 мкм по шкале  $R_a$  должна быть обеспечена удалением слоя материала с данной поверхности. При этом конкретный способ обработки (точение, строгание и т.п.) не указывается. Способ обработки дается в обозначении шероховатости на чертеже только в том случае, когда он является единственно пригодным для получения требуемого качества поверхности.

Для обозначения шероховатости поверхности, которая образована без удаления слоя материала (прокатка, литье, штамповка и т.п.), применяется знак (на рисунке правый), с указанием требуемой величины параметра шероховатости.



**ВНИМАНИЕ !Высота (номер шрифта) чисел, указывающих величину шероховатости, должна совпадать с высотой (номером шрифта) всех других размерных чисел на данном чертеже.** Напомним, что геометрические размеры детали и размеры, определяющие микрогеометрию (шероховатость) ее поверхностей -

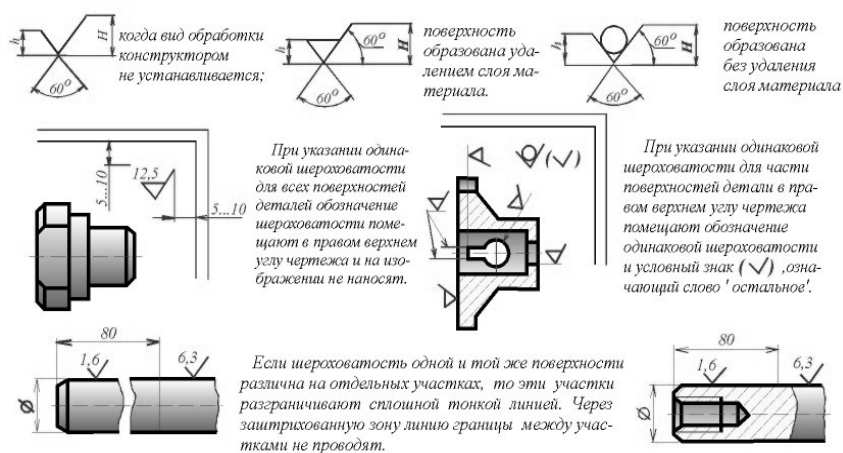
равнозначимы. Поэтому для обеих групп размеров используется один и тот же номер шрифта. Согласно ГОСТ 2789 - 73, кроме параметра шероховатости конструктор имеет возможность указать на чертеже ряд дополнительных сведений в соответствии со схемой (см. рис. 58.2). Пример обозначения шероховатости, содержащий дополнительные сведения о том единственном способе обработки, с помощью которого можно обеспечить указанную чистоту поверхности (слово "полировать"), приведен на рисунке.

### 9.6. Правила обозначения шероховатости

Геометрические размеры детали первоначально формируются в мыслях конструктора, потом эти размеры наносятся на чертеже в соответствии с правилами нанесения размеров по ГОСТ 2.307 - 68. То же самое относится и к простановке шероховатости: вначале необходимо мысленно назначить параметры шероховатости всех поверхностей детали, после чего разместить знаки шероховатости на чертеже в соответствии с ГОСТ 2.309 - 73 "Обозначение шероховатости поверхностей". При простановке шероховатости различают два этапа работы. На первом этапе конструктор решает, какие поверхности и с какой чистотой требуется обработать. Параметры шероховатости назначаются в зависимости от условий взаимодействия детали с другими деталями в составе механизма. В первую очередь следует обращать внимание на соприкасающиеся поверхности. На учебных чертежах, выполняемых в курсе черчения, можно назначать чистоту поверхностей ориентировочно, пользуясь таблицами, в которых указаны параметры шероховатости в зависимости от применения деталей в общем машиностроении. Назначенные параметры шероховатости требуется нанести на изображение детали. Это второй этап работы, при выполнении которого следует руководствоваться правилами, изложенными в ГОСТ 2.309 - 73.

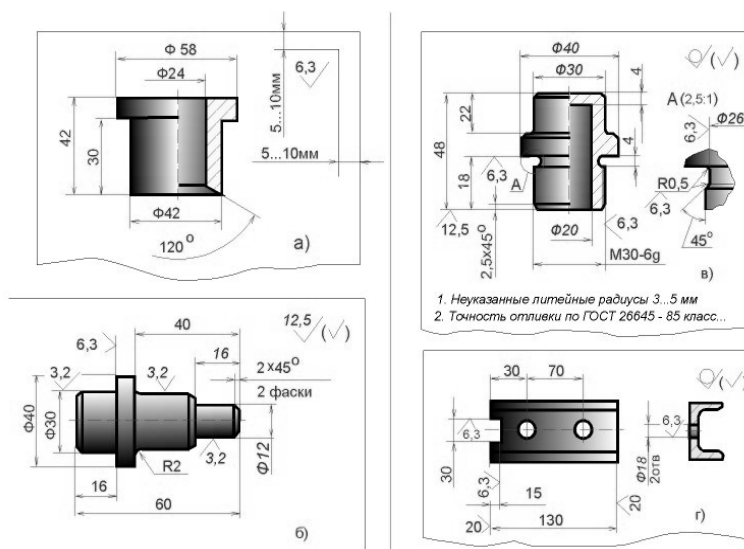
Следует помнить, что компоновка (размещение) размеров (в том числе и параметров шероховатости) на изображении производится сразу после выполнения чертежа в тонких линиях. Только после простановки всех размеров можно выполнять обводку линий видимого контура основными толстыми линиями. Это правило объясняется тем, что при нанесении размерной сетки на деталь сложной конфигурации приходится многократно переносить, перегруппировывать

размеры, добываясь их наилучшего расположения. Рассмотрим ряд основных правил обозначения шероховатости поверхностей по ГОСТ 2.309 - 73. **ПРАВИЛО 1.** Знак шероховатости ("галочка") может занимать в плоскости чертежа любое повернутое положение, но зеркально поворачивать этот знак не допускается. Если поверхность расположена в заштрихованной зоне, то обозначение шероховатости наносят на пол-



ке линии-выноски.

**ВНИМАНИЕ !** Острие знака шероховатости прикасается к обрабатываемой поверхности только с той стороны, откуда возможен подвод режущего инструмента. **ПРАВИЛО 2.** На изображении изделия обозначение шероховатости следует располагать на выносных линиях, причем по возможности ближе к размерным линиям. Это наилучшее положение знака шероховатости на чертеже. При этом разрешается прерывать выносную линию, чтобы проставить знак шероховатости. Однако, на сложных чертежах не всегда удастся проставить требуемые знаки наилучшим образом, как показано на рис. 59.2. Поэтому ГОСТ 2.309 - 73 допускает простановку знаков шероховатости непосредственно на линиях контура, на полках линий-выносок и на размерных линиях. **ВНИМАНИЕ !** Размерные числа и знаки шероховатости на чертеже не должны пересекаться никакими линиями. Поэтому на месте простановки размерного числа или знака шероховатости выносные линии, оси симметрии и линии штриховки - прерываются. **ПРАВИЛО 3.** Повторять какой-либо размер детали или параметр шероховатости не допускается. Обозначение шероховатости любой поверхности может быть нанесено только один раз, независимо от числа изображений. В связи с этим шероховатость поверхностей повторяющихся элементов изделия (отверстий, пазов, канавок, фасок и т.п.), количество которых указано на чертеже, также наносят только один раз. **ВНИМАНИЕ !** Все размеры какого-либо одного конструктивного элемента детали следует группировать в одном месте чертежа. Не допускается диаметр отверстия указывать на одной проекции, глубину того же отверстия - на другой, а шероховатость - на третьей. **ПРАВИЛО 4.** При выполнении чертежа детали с одинаковой шероховатостью всех без исключения поверхностей обозначение шероховатости помещают в правом верхнем углу чертежа и на изображение детали знаки шероховатости не наносят. Размеры и толщина линий знака "галочка" в правом верхнем углу должны быть приблизительно в 1,5 раза больше обычных. Численное значение параметра шероховатости, вынесенное в правый верхний угол, указывают шрифтом на номер больше, чем шрифт размерных чисел на чертеже. Расстояние от знака до верхней и боковой рамок чертежа должно составлять 5...10 мм.



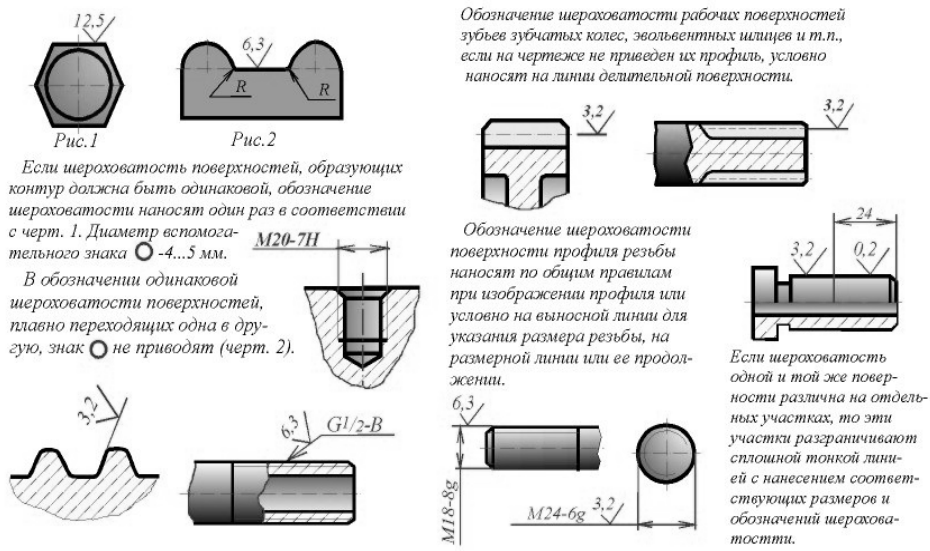
**ПРАВИЛО 5.** Если часть поверхностей изделия имеет одинаковую шероховатость, то параметр одинаковой шероховатости можно поместить в правом верхнем углу, дополнив его знаком, заключенным в скобки. Такая запись означает, что все поверхности детали, на которых отсутствует знак



шероховатости, должны иметь шероховатость, указанную в правом верхнем углу. Знак "галочка", взятый в скобки, означает слово "остальное". Шероховатость некоторых поверхностей детали отмечена прямо на изображении. Все остальные поверхности, в соответствии со знаком в правом верхнем углу чертежа, должны иметь шероховатость 12,5 мкм по шкале Ra. **ВНИМАНИЕ!** Отметим, что знак шероховатости в правом верхнем углу должен быть в 1,5 раза больше, чем знаки шероховатости на чертеже. Знак в скобках, означающий слово "остальное", должен иметь тот же размер, что и знаки шероховатости на чертеже. **ПРАВИЛО 6.** Для деталей, изготовленных литьем, ковкой, штамповкой и другими аналогичными способами формообразования (то есть без механического удаления слоя материала), целесообразно в правом верхнем углу проставить шероховатость необработанных поверхностей, используя для этого знак с указанием численного значения параметра шероховатости. **ВНИМАНИЕ!** При нанесении размерной сетки на чертежах литых, кованых, штампованных и др. деталей следует пользоваться правилом простановки размеров на деталях с обработанными и необработанными поверхностями. Это правило изложено в ГОСТ 2.307 - 68: при выполнении рабочих чертежей деталей, изготавливаемых отливкой, штамповкой, ковкой или прокаткой с последующей механической обработкой части поверхности детали, указывают не более одного размера по каждому координатному направлению, связывающего механически обрабатываемые поверхности с поверхностями, не подвергаемыми механической обработке.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Чертежи литых, кованных, штампованных деталей, предназначенных для массового, серийного производства, содержат в технических требованиях указание класса (группы точности) заготовки (отливки, штамповки, поковки). Например, точность отливок регламентируется ГОСТ 26645 - 85, в котором специально оговаривается величина шероховатости поверхностей заготовки. На чертежах таких деталей шероховатость необработанных поверхностей не указывается, а в правый верхний угол чертежа выносят знак, не проставляя численное значение параметра шероховатости. В этом случае обозначение в правом верхнем углу чертежа читают так: все поверхности, шероховатость которых не указана на изображении детали, не подлежат по данному чертежу дополнительной обработке; их шероховатость регламентируется техническими требованиями, предъявляемыми к заготовке. На учебных чертежах допускается не указывать технические требования на заготовку литой, кованой или штампованной детали.

**ПРАВИЛО 7.** Если деталь изготавливается из сортового материала определенного профиля и размера, то на чертеже детали проставляют только параметры шероховатости обрабатываемых участков. Все поверхности детали, не требующие дополнительной обработки, отмечают знаком. Шероховатость этих поверхностей обусловлена техническими требованиями на исходный сортовой материал, причем на этот документ должна быть приведена ссылка, например, в виде указания сортамента материала в основной надписи чертежа. На рисунке приведен пример типовой детали, изготовленной из фасонного сортового проката (швеллера). В этом случае обозначение в правом верхнем



углу чертежа означает, что состояние всех поверхностей сортового материала (кроме обработанных участков) должно соответствовать техническим требованиям, установленным соответствующим стандартам на исходный швеллер (швеллер N 5 по ГОСТ 8240 - 72).

**ПРАВИЛО 8.** Если шероховатость поверхностей, образующих замкнутый контур, должна быть одинаковой, то обозначение шероховатости наносят один раз. Диаметр вспомогательного знака  $\circ$  - 4...5 мм.

В обозначении одинаковой шероховатости поверхностей, плавно переходящих одна в другую, знак  $\circ$  не приводят.

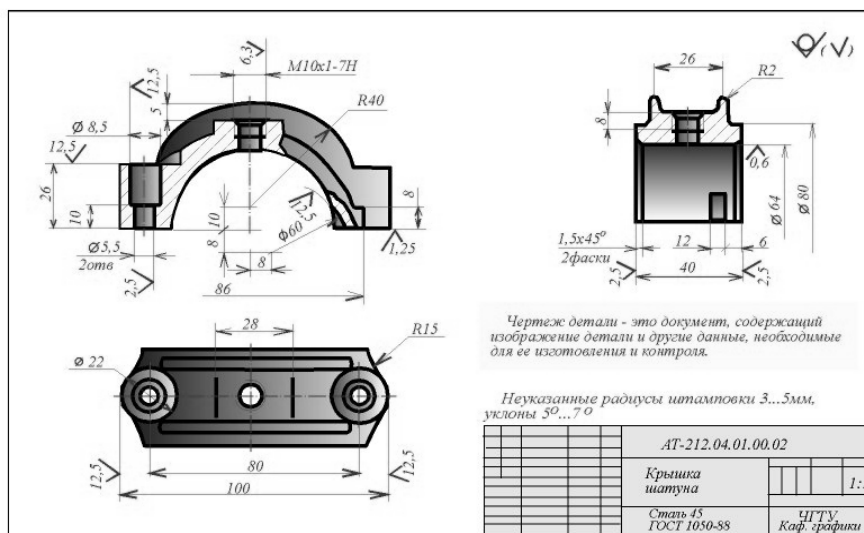
**ПРАВИЛО 9.** Обозначение шероховатости рабочих поверхностей зубьев зубчатых колес, эвольвентных шлицев и т.п., если на чертеже не приведен их профиль, условно наносят на линии делительной поверхности.

**ПРАВИЛО 10.** Обозначение шероховатости поверхности

профиля резьбы наносят условно на выносной линии для указания размера резьбы или на размерной линии. Если на чертеже показан профиль резьбы, то шероховатость поверхности профиля обозначают по общим правилам. **ПРАВИЛО 11.** Для упрощения чтения чертежа допускается величину шероховатости некоторых поверхностей указывать в технических требованиях в виде текста. Текст располагают над основной надписью чертежа. Этим способом указания шероховатости рекомендуется пользоваться при выполнении чертежей сложных деталей, содержащих большое количество однотипных элементов - фасок, канавок и т.п. **ПРАВИЛО 12.** Для отметки границы участков одного элемента, имеющих различную шероховатость поверхностей, применяют сплошную тонкую линию с нанесением соответствующего размера и указанием шероховатости поверхности для каждого участка.

### ПРИМЕР ПРОСТАНОВКИ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЛИТЫХ, ШТАМПОВАННЫХ ДЕТАЛЕЙ С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ

На рисунке представлен чертеж типовой штампованной детали - крышки шатуна. Радиусы закругления и штамповочные уклоны на изображениях не проставляют, а дают, как это принято для повторяющихся элементов чертежа, текстовые указания по типу "Неуказанные радиусы 3...5 мм, уклоны 5°".



Обозначение шероховатости в правом верхнем углу показывает, что шероховатость поверхностей, полученных непосредственно из-под штампа, обусловлена техническими требованиями на штамповку для данных габаритов, материала и т.д. Основные рабочие поверхности крышки шатуна - это цилиндрическая поверхность Ф64 (см. вид слева); обработанная шлифованием до чистоты 0,63 и нижняя плоскость (плоскость разъема), обработанная до 1,25. Эти две основные поверхности взаимно скоординированы (осевая линия цилиндра Ф64 находится в плоскости разъема). Кроме основных поверхностей, механической обработке подвергаются боковые торцы крышки (см. вид слева) и крепежные отверстия (шероховатость 12,5). Габаритный размер 100 (см. вид сверху) также обеспечивается механической обработкой.

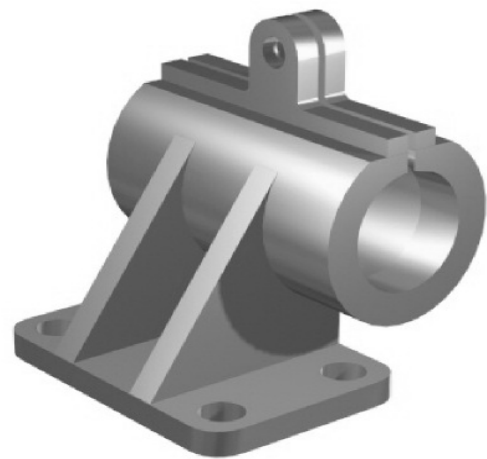
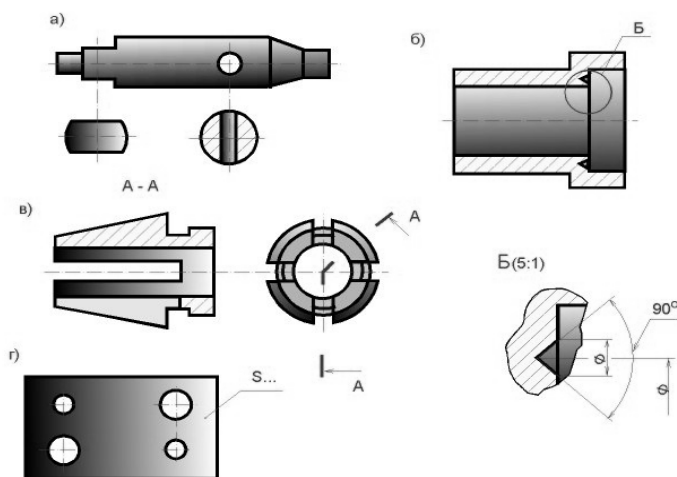
## РАЗДЕЛ 10. ЭСКИЗЫ

### 10.1. Эскиз детали. Требования к эскизу

В условиях производства и при проектировании иногда возникает необходимость в чертежах временного или разового пользования, получивших название эскизов. **Эскиз** - чертеж временного характера, выполненный, как правило, от руки (без применения чертежных инструментов), на любой бумаге, без соблюдения масштаба, но с сохранением пропорциональности элементов детали, а также в соответствии со всеми правилами и условностями, установленными стандартами. Эскиз выполняется аккуратно, непосредственно с детали. Качество эскиза должно быть близким к качеству чертежа. Эскиз, как и чертеж, должен содержать: а) минимальное, но достаточное количество изображений (видов, разрезов, сечений), выявляющих форму детали; б) размеры, предельные отклонения, обозначения шероховатости поверхности и другие дополнительные сведения, которые не могут быть изображены, но необходимы для изготовления детали; в) основную надпись по форме 1 (ГОСТ 2.104 - 68). Эскиз каждой детали выполняется на отдельном форматном листе (ГОСТ 2.301 - 68). Имеющиеся на детали дефекты (например, дефекты ковки или литья, неравномерная толщина стенок, смещение центров, раковины, неровности краев и др.) на эскизе не отражают. Для литых деталей в технических требованиях, помещаемых над основной надписью, записывают неуказанные на чертеже радиусы скруглений и уклоны. В основной надписи чертежа указывается наименование детали в именительном падеже и единственном числе. Если наименование состоит из нескольких слов, вначале ставится существительное, а затем пояснительные слова (ГОСТ 2.107 - 68), например: колесо зубчатое.

### 10.2. Последовательность выполнения эскизов

1. Внимательно осмотреть деталь, уяснить ее конструкцию, назначение, техноло-



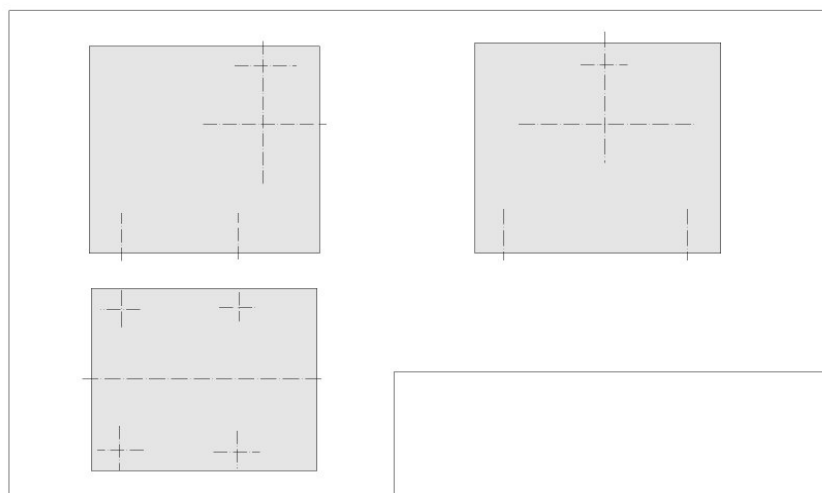
гию изготовления и определить название. При изучении конструкции тщательно анализируется

форма детали путем мысленного расчленения ее на простейшие геометрические тела (или их части), включая пустоты. Следует иметь в виду, что любая деталь представляет собой различные сочетания простейших геометрических форм: призм, пирамид, цилиндров, конусов, сфер, торов и т.п.

2. Определить минимальное, но достаточное количество изображений (видов, разрезов, сечений), необходимых для полного выявления конструкции детали. Для деталей типа тел вращения, а также для деталей типа валов и втулок с резьбой достаточно одного изображения. Если на таких деталях имеются отверстия, срезы, пазы, то главное изображение дополняют одним или несколькими видами, разрезами, сечениями, которые выявляют форму этих элементов, а также выносными элементами. Для тонких плоских деталей любой формы достаточно одного изображения. Толщину материала указывают на полке линии-выноски с указанием символа "S" (толщины) перед ее цифровым обозначением.

Особое внимание уделяется выбору главного вида. Он должен давать наиболее полное представление о форме и размерах детали. Главный вид детали выбирают с учетом технологии ее изготовления. Планки, линейки, валики, оси и т.п. рекомендуется располагать на формате горизонтально, а корпуса, кронштейны и т.п. - основанием вниз. 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 главным изображением является фронтальный разрез. Его выполняют полностью, что облегчает нанесение размеров. Детали типа винтов, болтов, валиков изготавливают на токарных станках или автоматах. Их ось

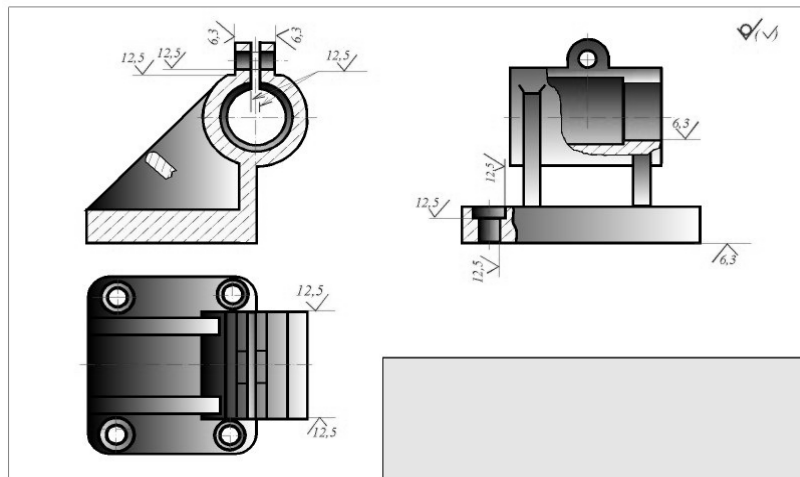
при обработке - горизонтальна. При изображении таких деталей на эскизе учитывают также положение, в котором выполняют наибольший объем работ по изготовлению детали, т.е. выполняют наибольшее число переходов (переход - обработка одной элементарной поверхности).



3. Выбрать в соответствии с ГОСТ 2.301 - 68 формат листа, выполнить на нем рамки и основную надпись. Размер формата выбирают 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. Изображение должно быть таким, чтобы не затруднялись чтение эскиза и простановка размеров. 4. Наметить тонкими сплошными линиями габаритные прямоугольники для будущих изображений с расчетом равномерного использования поля формата. Провести осевые линии.

5. Обозначить тонкими сплошными линиями видимый контур детали, начиная с основных геометрических форм и сохраняя на всех изображениях проекционную связь и пропорцию элементов детали. Вычертить тонкими линиями выбранные разрезы и сечения. В случае надобности нанести линии невидимого контура.

6. Изобразить ранее пропущенные подробности: канавки, фаски, скругления и т.п. Заштриховать разрезы и сечения. Обозначить шероховатость поверхностей, руководствуясь ГОСТ 2.309 - 73. Удалить лишние линии, обвести эскиз, соблюдая соотношение толщины различных типов линий в соответствии с ГОСТ 2.303 - 68.



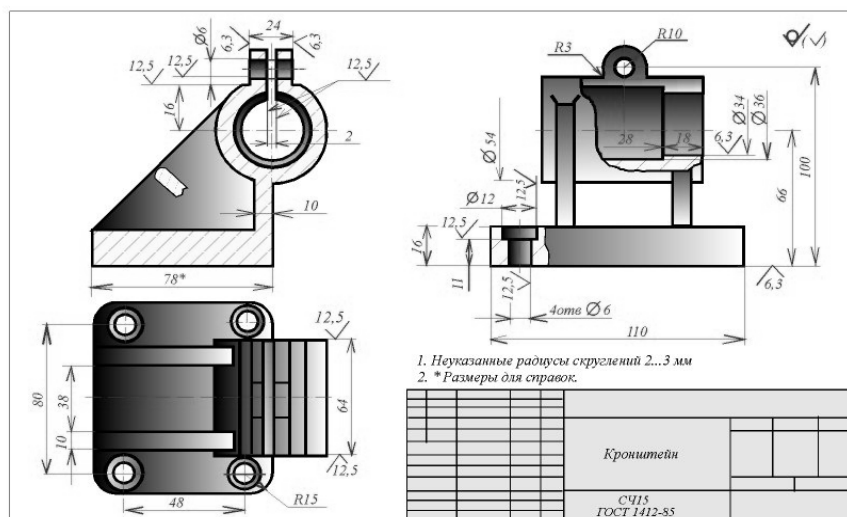
7. Нанести выносные и размерные линии, стрелки, проставить знаки диаметров, радиусов, уклонов и конусности, обозначить разрезы и сечения. Провести обмер детали и вписать размерные числа, причем размерные числа записывать сразу после каждого измерения, не накапливая их в памяти. Заполнить основную надпись и записать технические требования. 8. Внимательно проверить эскиз и устранить погрешности.

При выполнении эскизов и рабочих чертежей следует руководствоваться ГОСТ 2.109 - 73 "Основные требования к чертежам".

### 10.3. Общие требования к простановке размеров

Ответственным этапом в процессе выполнения эскизов является простановка размеров. Простановка размеров на эскизе детали складывается из двух элементов: задание размеров и нанесение их. **Задать размеры** на эскизе детали - значит определить необходимый минимум размеров и степень их точности,

обеспечивающих изготовление детали и не ограничивающих технологических возможностей, т.е. позволяющих применять к детали разные варианты технологического процесса. **Нанести размеры** на эскизе - значит так расположить выносные и размерные линии, размерные числа и их предельные отклонения,



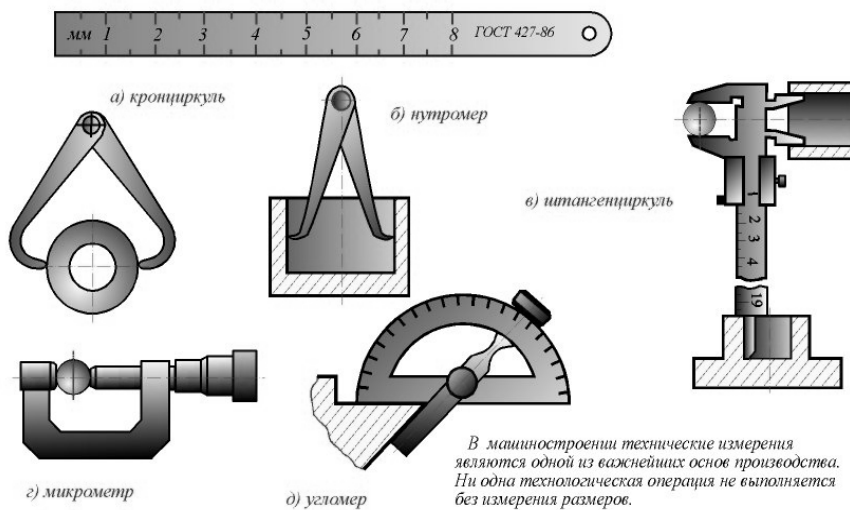
соответствующие заданным размерам, чтобы полностью исключить возможность неправильного толкования эскиза и обеспечить удобство его чтения. Правила простановки и нанесения размеров изложены в ГОСТ 2.307 - 68.

## 10.4. Приемы обмера деталей

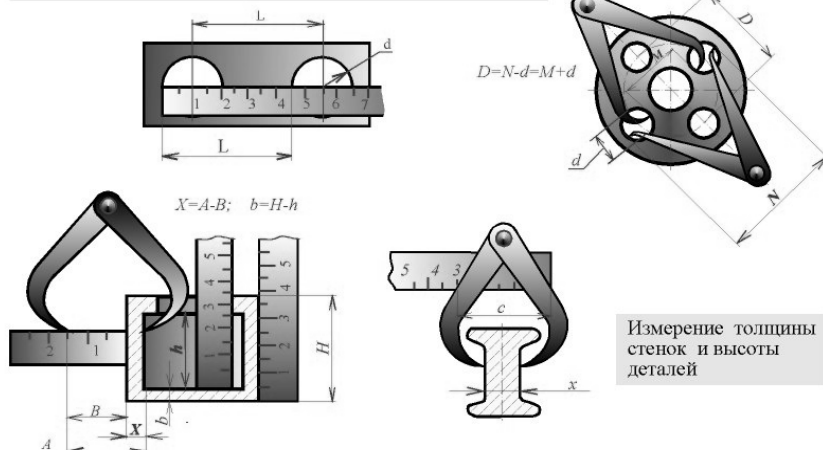
Основными инструментами для обмера деталей являются: линейка стальная, кронциркуль, нутромер, штангенциркуль, микрометр, угломер, радиусомер и резьбомер.

Линейкой, кронциркулем и нутромером можно снять размеры с точностью до 0,5 мм. Размеры, измеренные кронциркулем и нутромером, отсчитываются на линейке. Штангенциркулем, снабженным глубиномером, нониусом, длинными и короткими ножками, производятся измерения до 0,05 мм. Микрометр служит для измерения наружных диаметров прутков и других деталей с точностью до 0,005 мм. Обмер углов деталей производится с помощью угломеров различных конструкций.

При обмере деталей широко используются шаблоны различной формы и назначения. Небольшие радиусы закруглений (галтелей) замеряются радиусомерами, состоящими из набора пластинок, на которых выбиты величины радиусов в мм. Для определения профиля и шага резьбы применяются резьбомеры. На колодке метрического резьбомера выбито клеймо "М60", а на каждой пластине - шаг резьбы в мм. На колодке дюймового резьбомера стоит клеймо "Д55", а на каждой пластине - число витков на длине одного дюйма.

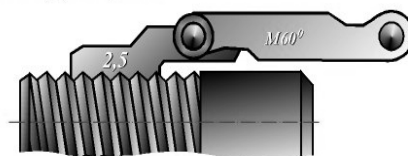


Измерение расстояний между центрами отверстий



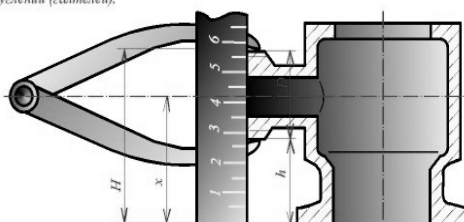
Радиусомер, состоящий из набора пластинок, на которых выбиты величины радиусов (мм), замеряют радиусы закруглений (галтелей).

Обмер резьбы деталей



Резьбомер применяют для определения профиля и шага резьбы. На колодке метрического резьбомера выбито клеймо "М60", а на каждой пластине шаг (мм).

На колодке дюймового резьбомера стоит клеймо "Д55", а на каждой пластине - число витков на длине одного дюйма.



на каждой пластине - число витков на длине одного дюйма. Для обмера деталей в производственных условиях используются и более сложные инструменты и приборы. Для обмера криволинейных контуров используются приемы, показанные на рисунке. Следует помнить, что криволинейные очертания большинства деталей состоят из участков прямых и дуг окружностей различного диаметра. Для получения хорошего оттиска какого-либо криволинейного контура детали нужно слегка потереть контур графитом карандаша, положить на деталь лист бумаги и прижать рукой, затем определить размеры с помощью чертежного инструмента.

Среднее арифметическое отклонение профиля  $R_a$

100.0	10.00	1.000	0.100	0.010
80.0	8.00	0.800	0.080	0.008
63.0	6.30	0.630	0.063	-
50.0	5.00	0.500	0.050	-
40.0	4.00	0.400	0.040	-
32.0	3.20	0.320	0.032	-
25.0	2.50	0.250	0.025	-
20.0	2.00	0.200	0.020	-
16.0	1.60	0.160	0.016	-
12.5	1.25	0.125	0.0125	-

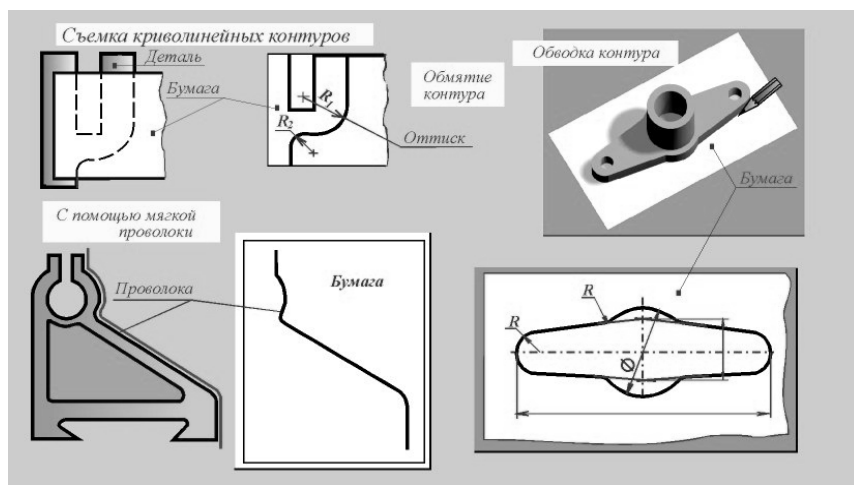
ТЫ

Высота неровностей профиля по 10 точкам

-	1000	100.0	10.00	1.000	0.100
-	800	80.0	8.00	0.800	0.080
-	630	63.0	6.30	0.630	0.063
-	500	50.0	5.00	0.500	0.050
-	400	40.0	4.00	0.400	0.040
-	320	32.0	3.20	0.320	0.032
-	250	25.0	2.50	0.250	0.025
-	200	20.0	2.00	0.200	-
1600	160	16.0	1.60	0.160	-
1250	125	12.5	1.25	0.125	-

В некоторых случаях криволинейный контур обводят карандашом, а затем определяют размеры.

Для определения размеров более сложных контуров (сочетание нескольких дуг окружностей, прямых и кривых линий) в каждом отдельном случае необходимо изготавливать специальные шаблоны. Очертание контура можно получить, например, с помощью свинцовой или другой мягкой проволоки.



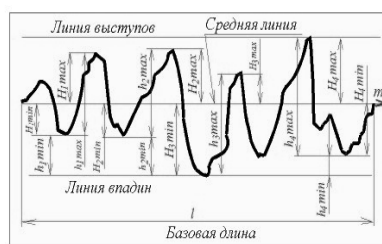
По полученному таким образом предварительному контуру, нанесенному на бумагу, находят все необходимые размеры.

### 10.5. Шероховатость поверхностей и ее обозначение

Детали могут иметь различную шероховатость поверхностей, зависящую от способов их изготовления.

Под шероховатостью поверхности подразумевают числовую характеристику величины микронеровностей реальной поверхности, определяющую ее отклонение от идеально гладкой поверхности.

Номенклатура параметров, типы направлений неровностей поверхности и числовые значения параметров для оценки шероховатости поверхностей устанавливаются ГОСТ 2789 - 73. Основные параметры:  $R_a$  - среднее арифметическое отклонение профиля, мкм (1 мкм = 1 м/1000000),  $R_z$  - вы-



Высотные параметры шероховатости

$$R_a \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i| \text{ - среднее арифметическое отклонение профиля}$$

$$R_z \approx \frac{1}{l_0} \int_0^l |y(x)| dx;$$

$$R_n \approx \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n H_{i \max} + \sum_{i=1}^n H_{i \min} \right) \text{ - высота неровностей профиля по 10 точкам}$$

$$R_z \approx \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n h_{i \max} - \sum_{i=1}^n h_{i \min} \right)$$

$$s = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i; \quad s = \frac{l}{N-1} \text{ - средний шаг неровностей профиля по вершинам, где: } N \text{ - число максимумов профиля}$$

$$\text{Шаговые параметры шероховатости } S_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_{ni}; \quad S_n = \frac{2l_0}{k-1} \text{ - средний шаг неровностей профиля по средней линии, где: } k \text{ - число нулей профиля; } l_0 < l$$

$l_0$  - длина отрезка средней линии в пределах базовой длины, ограниченная первым и последним нечетными пересечением профиля по средней линии

Высотно-шаговый параметр шероховатостей

$$t_p = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^n b_i \text{ (в процентах) - относительная опорная длина профиля}$$

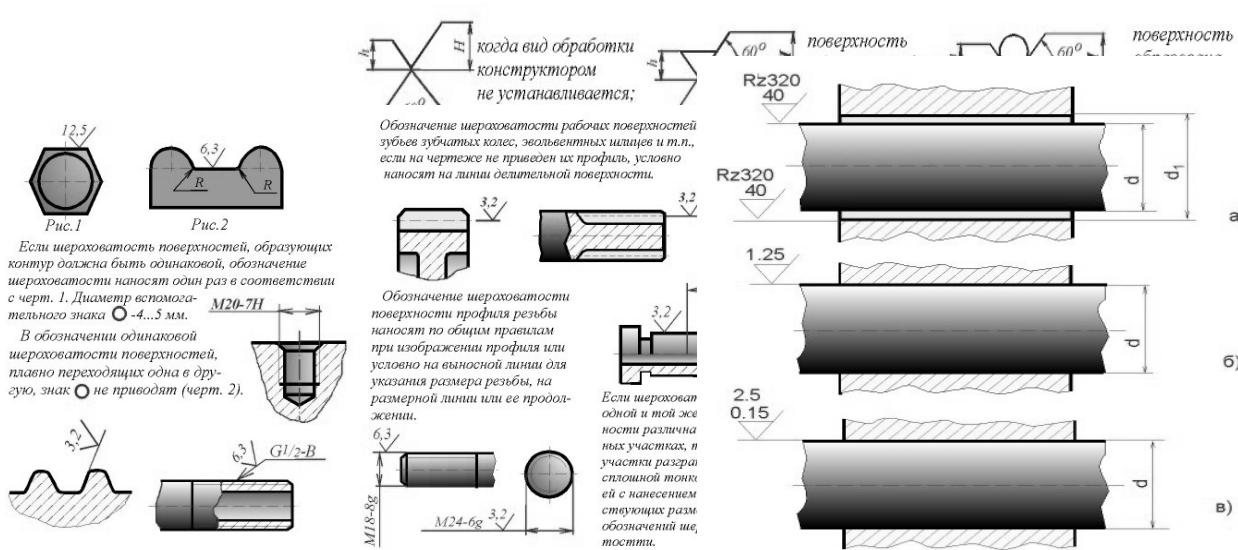


сота неровностей профиля по десяти точкам, мкм. Числовые значения  $R_a$  или  $R_z$  выбираются из таблицы.

При обозначении шероховатости параметр  $R_a$  пишется без символа (например, 0,5), остальные параметры наносят с символами. Стандартом установлено 14 классов шероховатостей деталей. Чем выше класс шероховатости, тем меньше высота неровностей, а следовательно, чище поверхность. Определение шероховатости поверхности производят сравнением поверхности с соответствующим эталоном или специальными приборами (профилографом, профилометром, двойным микроскопом). ГОСТ 2.309 - 73 устанавливает обозначения шероховатости поверхностей и правила нанесения их на чертежах изделий всех отраслей промышленности. На рисунке даны формы и размеры знаков для обозначения на чертежах шероховатости поверхности.

Высота  $h$  знаков должна быть равна высоте цифр размерных чисел чертежа. Высота  $H$  составляет 1,5...3  $h$ . Толщина линий знаков должна быть равна 1/2 толщины линии видимого контура. Размеры и толщина линий у знака в правом верхнем углу, взятого в скобки, должны быть такими же, как у знаков, расположенных на чертеже, а у знака перед скобкой - в 1,5 раза больше. Знаки шероховатости, представленные на рисунке, указывают на вид обработки. Первый знак - поверхность образована удалением слоя материала (например, точением, сверлением, травлением и т.п.). Второй знак - поверхность образована без удаления слоя материала (например, литьем, ковкой, прокаткой и т.п.). Третий знак - поверхность, вид обработки которой конструктором не устанавливается, но указываются параметры  $R_a$  или  $R_z$  и другие требования к поверхности.

Классы шероховатости	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$R_a$ , мкм	80...40	40...20	20...10	10...5	5...2,5	2,5...1,25	1,26...0,63	0,63...0,32	0,32...0,16	0,16...0,08	0,08...0,04	0,04...0,02	0,02...0,01	0,01...0,008
$R_z$ , мкм	320...160	60...80	80...40	40...20	20...10	10...6,3	6,3...3,2	3,2...2,6	2,6...0,8	0,8...0,4	0,4...0,2	0,2...0,1	0,1...0,05	0,05...0,025
Базовая длина, мм	8		2,5		0,8		0,25		0,08					
Достижимый при данном способе изготовления деталей класс шероховатости														
Отливание	✓	✓	✓											
Шабрение							✓	✓	✓					
Сверление			✓	✓	✓	✓								
Строгание	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓						
Резертование							✓	✓	✓	✓				
Точение	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
Фрезерование		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
Протягивание						✓	✓	✓	✓	✓				
Шлифование							✓	✓	✓	✓				
Притирка								✓	✓	✓		✓	✓	✓
Хонингование									✓	✓		✓	✓	
Прокат					✓	✓	✓	✓	✓	✓				
Литье в козаль	✓	✓	✓	✓										
Литье под давлением		✓	✓	✓	✓	✓	✓							



Отсутствие знака означает, что поверхность не нормируется данным чертежом, т.е. к поверхности не предъявляется никаких требований. **Правила нанесения обозначений шероховатости поверхностей на чертежах:** 1. Знаки шероховатости поверхностей располагают на линиях видимого контура, на выносных линиях (ближе к размерной линии) или на полках линий-выносок. При недостатке места допускается располагать знаки на размерных линиях или на их продолжениях и на месте разрыва выносной линии. 2. Знаки шероховатости поверхности располагают на тех изображениях, на которых проставлены размеры данных поверхностей. 3. Острие знака направляется к обрабатываемой поверхности. Знаки располагают относительно основной надписи чертежа так, как показано на рисунке. 4. Если все поверхности детали должны иметь одинаковую шероховатость, обозначение ее проставляют в правом верхнем углу чертежа, а на изображении не проставляют. 5. Если часть поверхностей детали имеет одинаковую шероховатость, тогда в правом верхнем углу чертежа проставляют обозначение одинаковой шероховатости и условное обозначение. Это значит, что все поверхности, на изображении которых не нанесены обозначения шероховатости, должны иметь шероховатость, указанную перед условным обозначением. 6. Если изображена деталь с разрывом, шероховатость проставляется один раз и по возможности ближе к месту указания размера.

7. При наличии в детали поверхностей, шероховатость которых не нормируется, в правом верхнем углу чертежа никаких знаков не ставится. 8. Если шероховатость поверхности детали на смежных участках одного и того же профиля должна быть разной, то между ними проводят сплошную тонкую линию с нанесением соответствующего размера и ставят знак шероховатости. Через зону штриховки границу между поверхностями с различной шероховатостью не проводят. 9. На чертежах зубчатых колес обозначение шероховатости рабочей поверхности зуба, если не указан его профиль, условно наносят на линию делительной поверхности. 10. Обозначение шероховатости повторяющихся поверхностей (отверстий, зубьев, пазов и т.п.) дается только один раз.

11. Обозначение шероховатости поверхности профиля резьбы наносят по общим правилам при изображении профиля. На рисунке показаны примеры простановки шероховатости поверхности резьбы при ее условном изображении. Для приближенной оценки шероховатости поверхности можно пользоваться приведенной таблицей. Все классы шероховатости и другие параметры, приведенные в таблице, условно разделены на 5 групп: I (классы 1...3) - торцовые поверхности труб, профилей и другого сортового материала, поверхности шкивов, фланцев и т.п. II (классы 4...6) - втулки, гладкие части болтов 3 и 4-го классов точности, кронштейны, различные привалочные поверхности. III (классы 7...9) - несущие поверхности подшипников, поверхности зубьев и т.п. IV (классы 10...13) - поверхности, работающие на трение, поверхности поршневых пальцев и колец, шейки коленчатых валов, кулачков. V (класс 14) - поверхности оптических стекол. На рис. 64.6 изображены: 1. Сопрягаемые поверхности имеют зазор ( $d_1$  больше  $d$ ) за счет номиналов и неподвижны относительно друг друга - "а"; 2. Сопрягаемые поверхности соединены за счет допуска на изготовление и неподвижны относительно друг друга - "б"; 3. Сопрягаемые поверхно-

сти соединены за счет допуска на изготовление и могут свободно перемещаться относительно друг друга "в".

### **10.6. Материалы в машиностроении**

В машиностроении и других отраслях промышленности применяется большое количество различных материалов: сталь, чугун, цветные металлы, пластмассы и т.п. В зависимости от химического состава и технологии производства качественная характеристика одного и того же вида материала может быть различной. Стандарты на материалы устанавливают сорта и их разновидности, марки и другие характеристики. Требования к материалу, из которого должна быть изготовлена деталь, указывают на рабочем чертеже детали в виде условного обозначения, которое записывают в графе "Материал" основной надписи. Для деталей сборочных единиц, на которые не выполняются отдельные рабочие чертежи, условное обозначение материала проставляют в спецификации под наименованиями детали. Если в конструкции детали не предусмотрено использование сортового материала определенного профиля, т.е. полосы, ленты, листы, проволока и т.п., то условное обозначение материала содержит только его качественную характеристику. Например: **Сталь 25 ГОСТ 1050 - 88**, что означает сталь с содержанием углерода 0,25 процента. Если деталь, исходя из предъявляемых к ней конструктивных требований, должна быть изготовлена из сортового материала определенного профиля, то условное обозначение материала содержит как его качественную характеристику, так и сведения о профиле. Например, для детали, изготавливаемой из прутка квадратного сечения с размером стороны 40 мм, требования к профилю которого определены ГОСТ 2591 - 74, выполненного из стали марки 25, состав которой определен ГОСТ 1050 - 88, условное обозначение материала имеет вид:

40 ГОСТ 2591 - 71

Квадрат -----

25 ГОСТ 1050 – 88

#### **Отливки из серого чугуна (ГОСТ 1412 - 85)**

С учетом предела прочности при растяжении устанавливается следующая классификация отливок серого чугуна по маркам: СЧ 00; СЧ 15; СЧ 20; СЧ 25; СЧ 30; СЧ 35; СЧ 40; СЧ 45.

Назначение некоторых марок

СЧ 00 - неотъемлемое литье (крышки, патрубки, кронштейны и т.п.). СЧ 15 - отливки со стенками средней толщины (корпуса больших подшипников, зубчатые и червячные колеса, втулки, подставки, шкивы, основания станков и т.п.). СЧ 20 - кожухи, корпуса, крышки, подшипники, втулки и т.п. СЧ 25 - особо ответственные отливки (арматура и детали аппаратов и машин, зубчатые колеса, выхлопные трубы для авиационных двигателей, поршневые кольца, корпуса, крышки подшипников и т.п.). СЧ 30 - отливки особо сложной конфигурации с резкими переходами при толщине сечений 6...8 мм (поршневые кольца, клапаны, кулачки и т.п.). Пример условного обозначения: СЧ 15 ГОСТ 1412 - 85.

#### **Отливки из ковкого чугуна (ГОСТ 1215 - 79)**

В зависимости от величин предела прочности при растяжении (первая

цифра) и относительного удлинения (вторая цифра) ковкий чугун имеет следующие марки: КЧ 37-12, КЧ 35-10, КЧ 33-8, КЧ 30-6 и т.п. Примерное назначение - части арматуры, соединительные части труб, рычаги, рукоятки, пластинчатые цепи, шкивы, кулачки, гайки-барашки, контргайки. Пример условного обозначения: КЧ 35-10 ГОСТ 1215 - 79

### **Сталь углеродистая обыкновенного качества ГОСТ 380 – 88**

Сталь изготавливается в мартеновских печах (спокойная - сп, кипящая - кп, полуспокойная - пс) и в бессемеровских конверторах (спокойная и кипящая). В зависимости от назначения сталь подразделяется на три группы: А - поставляемую по механическим свойствам; Б - поставляемую по химическому составу; В - поставляемую по механическим свойствам и химическому составу. Марки стали группы А, имеющей категории 1, 2, 3 - Ст.0, Ст.2, Ст.3, Ст.4, Ст.5, Ст.6. Марки стали группы Б, имеющей категории 1, 2 - БСт.0, БСт.1, БСт.2, БСт.3, БСт.4, БСт.5, БСт.6. Марки стали группы В, имеющей категории 1, 2, 3, 4, 5, 6 - ВСт.2, ВСт.3, ВСт.4, ВСт.5. Назначение - детали, работающие с малой нагрузкой, без трения (кожухи, крышки, прокладки, неотчетственные крепежные изделия). Пример условного обозначения: Ст.3 ГОСТ 380 - 88 - сталь с порядковым номером 3 по указанному стандарту.

### **Сталь углеродистая качественная конструкционная (ГОСТ 1050 - 88)**

Сталь изготавливается в мартеновских и электрических печах (спокойная, кипящая и полуспокойная). Марки стали углеродистой качественной конструкционной по ГОСТ 1050 - 88: 08кп; 08; 10кп; 10; 15кп; 15; 20кп; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60. Пример условного обозначения: Сталь 45 ГОСТ 1050 - 88 - содержит углерода 0,45 процента.

Назначение некоторых марок стали

Сталь марок 10, 15 - крепежные детали (болты, гайки, винты, заклепки); детали, подвергающиеся трению при малых напряжениях (оси, валики, пальцы и т.п.); грузоподъемные кованые крюки и т.п. Сталь марок 25, 30 - неотчетственные поковки, приводные валы, поршни, оси, штоки, зубчатые колеса и т.п. Сталь марок 45, 50 - ответственные поковки, коленчатые валы, поршни, рукоятки и т.п. Сталь 50 - пружины спиральные, диски шлицевые, зубчатые колеса и т.п. Сталь 60 - пружины спиральные из холоднотянутой проволоки, пружинные шайбы, упорные кольца и т.п.

### **Сталь легированная конструкционная (ГОСТ 4543 - 71)**

В зависимости от химического состава и свойств сталь делится на три категории: качественная, высококачественная (А) и особо высококачественная (Ш). По видам обработки прокат делится на горячекатаный, кованый, калиброванный и со специальной отделкой поверхности. В зависимости от качества поверхности прокат делится на группы 1, 2, 3. Марки стали первой категории - 20Х, 30Х, 35Х, 40Х, 45Х, 50Х, 35ХМ, 30ХГС, 18ХГ, 20ХН, 40ХН, 45ХН, 50ХН. Марки стали второй категории - 30ХНА, 20ХГСА, 30ХНЗА, 40ХГНВА и др. Двухзначное число указывает на среднее содержание углерода в сотых долях процента. Буквы правее цифр обозначают содержание легирующего элемента: Х - хром, Г - марганец, М - молибден, Н - никель, В - вольфрам, Ф - ванадий, Ю - алюминий, Т - титан, С - кремний. Цифры после букв указывают на процент

содержания соответствующего элемента в целых единицах (при отсутствии цифр - до 1,5 процента). Пример условного обозначения: Сталь 40ХН ГОСТ 4543 - 71- содержит углерода 0,40 процента, легирована хромом и никелем с содержанием до 1 процента каждого.

Назначение некоторых марок стали

Сталь 20Х - цементируемые детали: кулачковые муфты, коленчатые валы, конические зубчатые колеса и т.п. Сталь 40Х и 45Х - детали с большой износостойкостью: зубчатые колеса коробок скоростей, рессоры и т.п. Сталь 40ХН - термически обрабатываемые детали: коленчатые валы, шлицевые валики, цепные звенья, зубчатые колеса и т.п. Сталь 20ХНЗА - термически обрабатываемые детали, работающие в тяжелых эксплуатационных условиях.

**Сталь высоколегированная коррозионностойкая, жаростойкая и жаропрочная** (ГОСТ 5632 - 72) Сталь 20Х13 ГОСТ 5632 - 72, содержащая углерода 0,20 процента и хрома 13 процентов, применяется для деталей котельных установок, труб, деталей печной арматуры, газопроводных систем. Сталь 13Х14НЗВ2ФР ГОСТ 5632 - 72 применяется для высоконагруженных деталей (клапаны, трубы и т.п.), работающих в условиях повышенной влажности. Сталь 12Х18Н9, содержащая углерода 0,12 процента, хрома 18 процентов, никеля 9 процентов, применяется для деталей выхлопных систем, камер сгорания, лопаток турбин.

**Сталь листовая**

Пример условного обозначения:

Б1,0 ГОСТ 19904 - 74

Лист х/к -----

20 ГОСТ 1050 - 85

- холоднокатаный лист с требованиями к прокату по ГОСТ 19904 - 74, толщиной 1 мм, с допуском по толщине по классу точности Б, изготавливаемый из стали марки 20 по ГОСТ 1050 - 88. Сталь листовая применяется для деталей, получаемых штамповкой, вырубкой при толщине 0,5...5 мм.

**Отливки из конструкционной нелегированной стали (ГОСТ 977 - 88)**

Отливки по качественным показателям делятся на три группы: I - обычного назначения и качества; II - ответственного назначения и повышенного качества; III - особо ответственного назначения и особого качества. В зависимости от содержания углерода в стали и ее механических свойств отливки каждой группы различаются по маркам: 15Л, 20Л, 25Л, 30Л, 35Л, 40Л, 45Л, 50Л, 55Л.

Примерное назначение

Сталь марок 15Л, 20Л, 25Л применяется для рам, кронштейнов, колонок и т.п. Сталь марок 30Л, 35Л применяется для зубчатых колес, стаканов для пружин, вилок и т.п. Сталь 40Л, 45Л применяется для зубчатых колес, работающих в тяжелых эксплуатационных условиях и т.п. Сталь марок 50Л, 55Л применяется для фасонных отливок с повышенным сопротивлением истиранию. Пример условного обозначения: Отливка 25Л-II ГОСТ 977 - 88 - отливка из литейной (Л) стали 25 повышенного качества (II).

Проволока стальная углеродистая пружинная (ГОСТ 9389 - 75)

Применяется для пружин, стопорных колец; диаметр проволоки от 0,14 до 8 мм. Пример условного обозначения: Проволока I - 1,0 ГОСТ 9389 - 75 - проволока пружинная, класс прочности I, диаметр 1 мм.

### **ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ**

**Латунь литейная** - сплав меди с цинком. Марки: ЛЦ40С; ЛЦ40Мц1,5; ЛЦ30А3 и т.д. Условное обозначение: **ЛЦ40С ГОСТ 17711 - 80**- содержит цинка 40 процентов, свинца 1 процент, остальное - медь. Применяется латунь литейная для фасонного литья: втулок, зубчатых колес; для коррозионностойких деталей: корпусов, кранов, арматуры.

**Прутки латунные.** Марки при задании качественной характеристики: Л63, ЛС59-І, ЛС63-3, ЛЖ58-І-І и т.д. Условное обозначение: **Л63 ГОСТ 15527 - 70** При задании материала по сортаменту: **Пруток ДКРНТ12ЛС63 - 3 ГОСТ 2060 - 73** - пруток тянутый (Д), круглый (КР), нормальной точности изготовления (Н), твердый (Т), диаметра 12 мм из латуни ЛС63 - 3. Для шестигранного прутка вместо КР указывается ШГ, для квадратного КВ и диаметр описанной окружности. Прутки латунные применяются для деталей, получаемых механической (преимущественно токарной) обработкой; диаметр прутков от 3 до 50 мм.

**Ленты латунные.** Применяются для шайб, лепестков, перемычек, гнезд, контактов, стаканов и других деталей, получаемых штамповкой. Толщина ленты 0,05...2,0 мм, ширина 10...600 мм. Пример обозначения на чертеже: Лента ДПРНП 0,50 x 20 ЛМц 58 - 2 ГОСТ 2208 - 75- лента холоднокатаная деформированная (Д), прямоугольного сечения (ПР), нормальной точности (Н), полутвердая (П), толщиной 0,50 мм, шириной 20 мм из латуни марки ЛМЦ58 - 2.

**Проволока латунная.** Применяется для контактов, пружин, диаметр проволоки 0,10...10 мм. Пример обозначения на чертеже: Проволока ДКРНТ 0,30 Л80 ГОСТ 1066 - 80- проволока холоднотянутая (Д), круглого сечения (КР), нормальной точности (Н), твердая (Т), из латуни Л80.

**Бронзы .** Применяются для арматуры (корпуса и детали кранов), антифрикционных деталей (втулки подшипников, венцы зубчатых и червячных колес). Марки бронз устанавливают следующие стандарты: ГОСТ 613 - 79 - бронзы оловянные литейные: БрО3Ц12С5, БрО4Ц7С5 и др. ГОСТ 493 - 79 - бронзы безоловянные: БрА9Ж3Л, БрА10Мц2Л и др. ГОСТ 18175 - 78 - бронзы безоловянные, обрабатываемые давлением: БрА5, БрАМц9-2, БрАЖ9-4 и др. Пример обозначения на чертеже: **Бр О3Ц12С5 ГОСТ 613 - 79** - содержит олова (О) 3 процента, цинка (Ц) 12 процентов, свинца (С) 5 процентов, остальное - медь.

**Прутки бронзовые.** Применяются для таких же деталей, что и латунные прутки. Пример обозначения на чертеже: **БрАМц9-2 ГОСТ 1628 - 78**- содержит алюминия 9 процентов, марганца 2 процента. Другие марки: БрАЖ9-4; БрКМц3-1.

**Лента из алюминиевой бронзы для пружин.** Применяется для упругих элементов, пружин; толщина ленты 0,10...2,0 мм, ширина 10...300 мм. Пример обозначения на чертеже: **Лента ДПРНТ 0,3БрА7 ГОСТ 1048 - 79** - лента толщиной 0,3 мм из бронзы марки БрА7, остальное - см. "Ленты латунные"

**Проволока из бронзы.** Применяется для пружин, упругих элементов; диаметр проволоки 0,10...10 мм. Пример обозначения на чертеже: **Проволока БрКМц3 - 1 0,50 ГОСТ 5222 - 72** - проволока из бронзы БрКМц3-1 диаметром 0,50 мм

**Сплавы алюминиевые литейные** Применяются для корпусных деталей, кронштейнов, фланцев, крышек. Пример обозначения на чертеже: **АЛ7 ГОСТ 2685 - 75** - цифра - порядковый номер сплава по указанному стандарту. Другие марки: АЛ2, АЛ4; АЛ10В и т.д.

**Ленты и листы из алюминия и его сплавов** Применяются для деталей, требующих глубокой вытяжки: каркасы, шасси, стаканы, экраны; толщина 0,3...10 мм, ширина ленты 40...1800 мм. Пример обозначения на чертеже: **Лента Д16 ГОСТ 13726 - 78** - лента из алюминиевого сплава Д16 толщиной 2 мм. **Лист АД1М2 ГОСТ 21631 - 76** - лист из сплава АД1, мягкий, толщиной 2 мм.

**Пруток из алюминия и его сплавов** Применяется для таких же деталей, что и латунные прутки. Пример обозначения на чертеже: **Пруток Д16МКр50 ГОСТ 21488 - 76** - пруток из сплава Д16, мягкий М, круглый КР, диаметром 50 мм. Выпускают также квадратные (КВ) и шестигранные (ШГ) прутки, обозначаемые по диаметру описанной окружности.

**Сплавы магниевые литейные** Применяются для нагруженных деталей двигателей, летательных аппаратов, приборов. Пример обозначения на чертеже: **Магний МЛ5 ГОСТ 2856 - 79**

**Прутки медные** Применяются как проводники тока и для деталей токопроводов, теплопроводов. Пример обозначения на чертеже: **Медь М1 ГОСТ 859 - 78** - при задании качественной характеристики материала. **Пруток ДКРНТ 10М1 ГОСТ 1535 - 71** - при задании сортамента. Расшифровка - см. "Прутки латунные"

**Лента медная** Применяется для электрических контактов, получаемых штамповкой, для токопроводящих и теплопроводящих элементов; толщина ленты 0,05...2 мм, ширина 10...600 мм. Пример обозначения на чертеже: **Лента ДПРНМ 0,10 М2 ГОСТ 1173 - 77** - лента холоднокатаная (Д), прямоугольного сечения (ПР), нормальной точности (Н), мягкая (М), толщиной 0,10 мм, из меди марки М2.

**Проволока медная круглая электротехническая** Применяется для контактов и проводов; диаметр проволоки 0,02...10 мм. Пример обозначения на чертеже: **Проволока ММ-1,5 ГОСТ 2112 - 79** - проволока медная (М), мягкая (М) диаметром 1,5 мм.

**Серебро** Применяется как материал покрытий и для контактов реле. Пример обозначения на чертеже: **Ср 999 ГОСТ 6836 - 80** - серебро с содержанием примесей не выше 0,1 процента.

**Полосы из серебра** Применяются для контактов реле, получаемых листовой штамповкой; толщина полосы 0,1...10 мм, ширина 50...250 мм. Пример обозначения на чертеже: **Полоса СрМ875 Т1 ГОСТ 7221 - 80** - полоса из сплава марки СрМ875, твердая (Т), толщиной 1 мм.

**Припой серебряные** Применяются для пайки разнородных материалов,

цветных металлов и сталей. Пример обозначения на чертеже: **Припой П Ср72 ГОСТ 19738 - 74** - содержит серебра 72 процента, остальное - медь.

**Припой оловянно-свинцовистые** Применяются для лужения и пайки электро- и радиоаппаратуры, точных приборов.

Пример обозначения на чертеже: **Припой ПОС-61 ГОСТ 21930 - 76** - содержит олова 61 процент, остальное - свинец.

**Припой медно-цинковые** Применяются для пайки контактов с основой. Пример обозначения на чертеже: **Припой ПМЦ-36 ГОСТ 21137 - 78** - содержит меди 36 процентов, остальное - цинк.

### **НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

**Фенопласт** Применяется для ручек управления, кнопок, маховиков, корпусов приборов, штепсельных розеток, колодок, ламповых панелей, патронов. Пример обозначения на чертеже: **Фенопласт Э5-101-30 коричневый ГОСТ 5689 - 79** - фенопласт электроизоляционной группы (Э5), тип смолы 101, тип наполнителя 30 (цвет в зависимости от красителя может быть любым).

**Прессовочный материал** Применяется для деталей приборов повышенной прочности. Пример обозначения на чертеже: **Прессматериал АГ-4В белый, ГОСТ 20437 - 75** (цвет любой, указывается при необходимости).

**Текстолит** Применяется для шестеренок, втулок, подшипников скольжения, прокладок; толщина листов 0,5...100 мм. Пример обозначения на чертеже: **Текстолит ПТК, сорт 1 ГОСТ 5 - 78** - текстолит листовой, толщиной 5 мм. Для электроизоляционного материала (изоляторы, прокладки) применяют: **Текстолит А2 ГОСТ 2910 - 74** - текстолит марки А, листовой, толщиной 2,0 мм. **Материалы керамические электротехнические** Применяются для оснований приборов, деталей изоляторов низкочастотной (до 100 Гц) аппаратуры. Пример обозначения на чертеже: **Материал керамический 100 ГОСТ 20419 - 83** - материал группы 100 (фарфор).

**Материалы керамические радиотехнические** Применяются для корпусов конденсаторов, панелей радиоламп, трубок, оснований и т.п. Пример обозначения на чертеже:

**Материал керамический ИВ-4 ГОСТ 5458 - 75**

**Аминопласты** Применяются для изготовления горячим прессованием изделий бытового технического и электротехнического назначения. Пример обозначения на чертеже: **Аминопласт МФВ2, сорт 1, голубой ГОСТ 9359 - 80**

**Сополимеры полиамида литьевые** Применяются для изготовления литьем под давлением изделий конструкционного назначения в электротехнической промышленности, приборостроении, как заменитель цветных металлов. Пример обозначения на чертеже: **Сополимер полиамида АК85/15 ГОСТ 19459 - 74** - цвет от белого до светло-желтого может быть указан в технических условиях.

**Трубки из поливинилхлоридного пластика** Применяются для защиты и изоляции проводов, кабелей. Пример обозначения на чертеже: **Трубка 305 ТВ-40,4 x 1,2 красная ГОСТ 19034 - 82** - трубка из пластика типа 305, внутренним диаметром 4 мм, толщиной стенки 1,2 мм.

**Фторопласт - 4** Применяется для изделий, стойких к сильным, агрессивным средам, с высокими диэлектрическими свойствами (пластины, диски,



фланцы, стаканы и т.п.) Пример обозначения на чертеже: **Фторопласт 4П ГОСТ 10007 - 80** - фторопласт-4 марки П для электроизоляционных изделий. Марка 0 - для общего назначения.

**Фибра** Применяется для изготовления изоляторов, изоляционных прокладок; толщина листов 0,6...30,0 мм. Пример обозначения на чертеже: **Фибра ФЭ 0,8 ГОСТ 14613 - 83** - фибра электротехническая толщиной 0,8 мм. **Резина для трансформаторов** Применяется для различных неподвижных уплотнений в трансформаторах и других электротехнических устройствах; толщина листа 2...16 мм. Пример обозначения на чертеже: **Резина МТМ лист 4 ГОСТ 12855-77** - резина морозо- и термостойкая, листовая толщиной 4 мм.

**Клей синтетический Клей БФ2 ГОСТ 12172 - 74** - для склеивания пластмасс и других неметаллов, металлов с неметаллами, обладает водо- и кислотостойкостью. **Клей ПУ - 2 ТУ 342 - 64** - устойчив к ударным нагрузкам, водостойкий.

#### **Стекло органическое конструкционное листовое**

Применяется для рассеивателей светильников, стенок, колпачков. Пример обозначения на чертеже: **СОЛ 5 ГОСТ 15809 - 70** - лист толщиной 5 мм.

## **РАЗДЕЛ 11. СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ**

### **11.1. Определение сборочного чертежа**

**Изделием** называется любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии. Изделия, в зависимости от их назначения, делятся на изделия основного производства и изделия вспомогательного производства. К изделиям основного производства относятся изделия, предназначенные для поставки. К изделиям вспомогательного производства относятся изделия, предназначенные только для собственных нужд предприятия. **Виды изделий:** а) детали; б) сборочные единицы; в) комплексы; г) комплекты. **Деталь** - изделие, изготовленное из отдельного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций. **Сборочная единица** - изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, сваркой, клепкой, развальцовкой, склеиванием и т.п.) К конструкторским документам относятся графические и текстовые документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия. **К графическим документам относятся:** а) чертеж детали; б) сборочный чертеж; в) чертеж общего вида и т.д. К текстовым документам относятся спецификация, различные ведомости, технические условия, таблицы и т.д. **Чертеж детали** - документ, содержащий изображение и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля. **Сборочный чертеж** - документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля. **Чертеж общего вида** - документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия. В отличие от сборочного чертежа по чертежу общего вида можно представить не только взаимосвязь и способы соединения деталей, но и

конструкцию каждой детали в отдельности.

### **11.2. Требования к сборочному чертежу**

Правила выполнения и оформления сборочных чертежей установлены ГОСТ 2.109 - 73. Сборочный чертеж должен содержать: а) изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимосвязи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и осуществление сборки и контроля сборочной единицы; б) размеры, предельные отклонения, другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу; в) указания о характере сопряжения и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивается при сборке (подборка деталей, их пригонка и т.п.), а также указания о выполнении неразъемных соединений (сварных, паяных и т.д.); г) номера позиций составных частей, входящих в изделие; д) габаритные размеры изделия; е) установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры.

### **11.3. Последовательность выполнения сборочного чертежа**

1. Ознакомиться с устройством, работой и порядком сборки сборочной единицы.

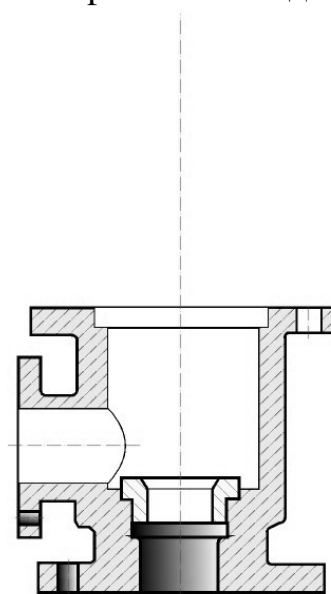
Прочитать рабочие чертежи всех деталей, входящих в сборочную единицу, т.е. мысленно представить форму и размеры каждой из них, ее место в сборочной единице, взаимодействие с другими деталями.

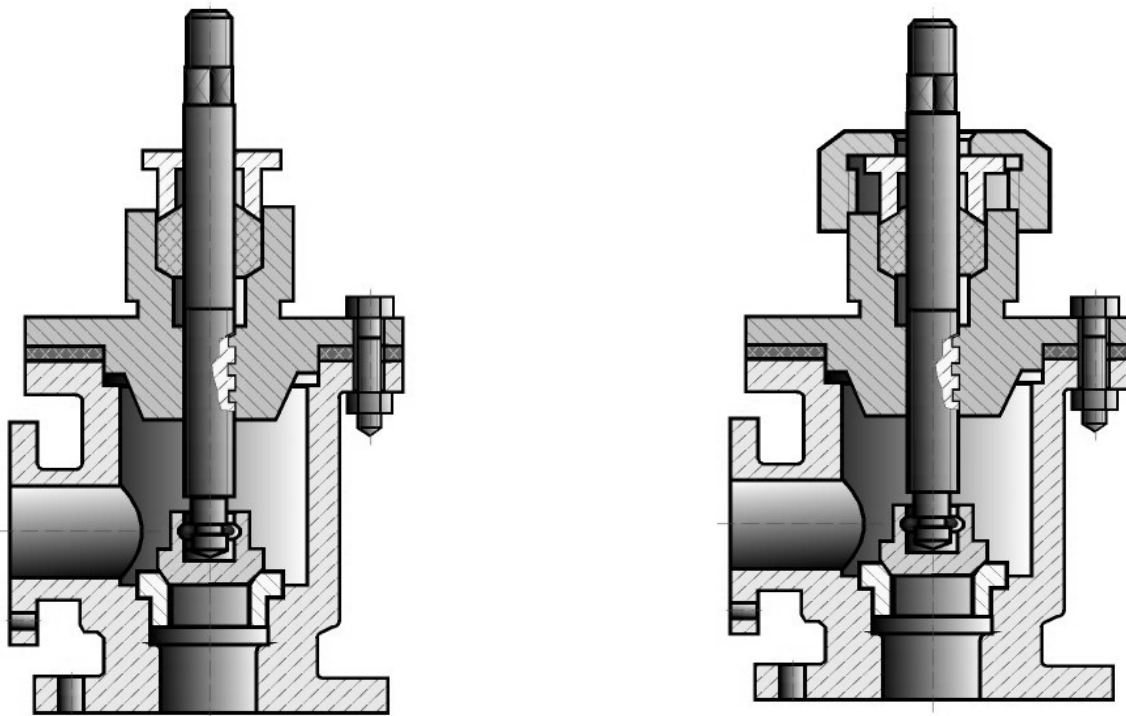
2. Выбрать необходимое число изображений с таким расчетом, чтобы на сборочном чертеже была полностью раскрыта конструкция изделия и взаимодействие ее составных частей. Общее количество всех изображений сборочной единицы на сборочном чертеже должно быть всегда наименьшим, а в совокупности со спецификацией - достаточным для выполнения всех необходимых сборочных операций, совместной обработки (пригонки, регулирования составных частей) и контроля. Главное изображение сборочной единицы должно давать наибольшее представление о расположении и взаимосвязи ее составных частей, соединяемых по данному сборочному чертежу.

3. Установить масштаб чертежа, формат листа, нанести рамку на поле чертежа и основную надпись.

4. Произвести компоновку изображений, для этого вычислить габаритные размеры изделия и вычертить прямоугольники со сторонами, равными соответствующим габаритным размерам изделия.

5. Вычертить контур основной детали (как правило - корпуса, основания или станины). Наметить необходимые разрезы, сечения, дополнительные изображения. Вычерчивание рекомендуется вести одновременно на всех принятых основных изображениях.





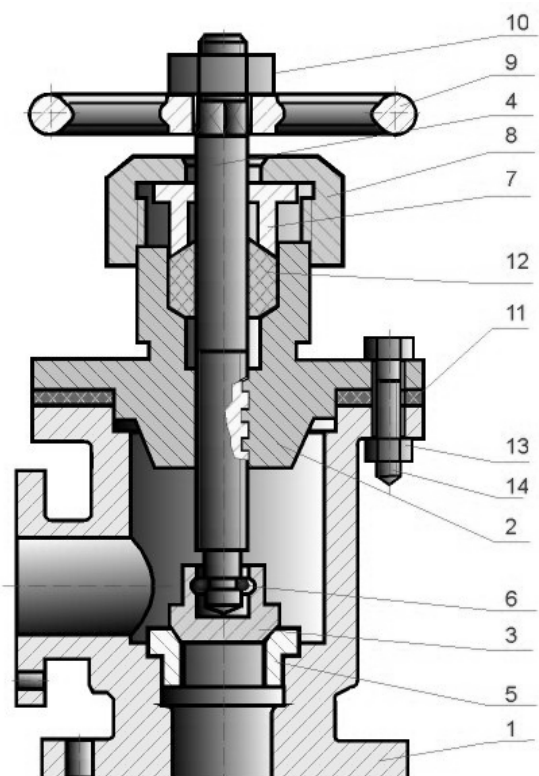
6. Вычертить остальные детали по размерам, взятым с рабочих чертежей деталей, в той последовательности, в которой собирают изделие.

7. Тщательно проверить выполненный чертеж, обвести его и заштриховать сечения. 8. Нанести габаритные, установочные и присоединительные размеры. 9. Нанести линии-выноски для номеров позиций.

10. Заполнить основную надпись. 11. На отдельных форматах (А4) составить спецификацию. 12. Проставить номера позиций деталей на сборочном чертеже согласно спецификации.

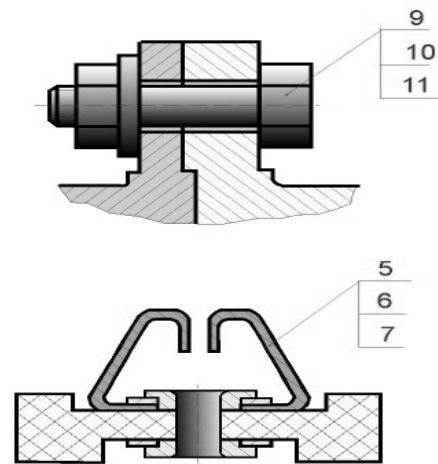
#### **11.4. Нанесение номеров позиций**

На сборочном чертеже все составные части сборочной единицы нумеруются в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации. Номера позиций наносят на полках линий-выносок, проводимых от изображений составных частей согласно ГОСТ 2.109 - 68 и 2.316 - 68. Один конец линии-выноски, пересекающий линию контура, заканчивается точкой, другой - полкой. Линии-выноски не должны быть параллельными линиям штриховки и не должны пересекаться между собой. Полки линий-выносок располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группируют в колонку или строчку. Номера позиций



наносят на чертежах, как правило, один раз, повторяющиеся номера позиций выделяют двойной полкой. Размер шрифта номеров позиций должен быть на один - 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 (рис. 69.1).



На выносках от зубчатых колес (червяков, реек) указывают основные данные (модуль, число зубьев) и записывают их на дополнительных полках, присоединенных к основной выноске.

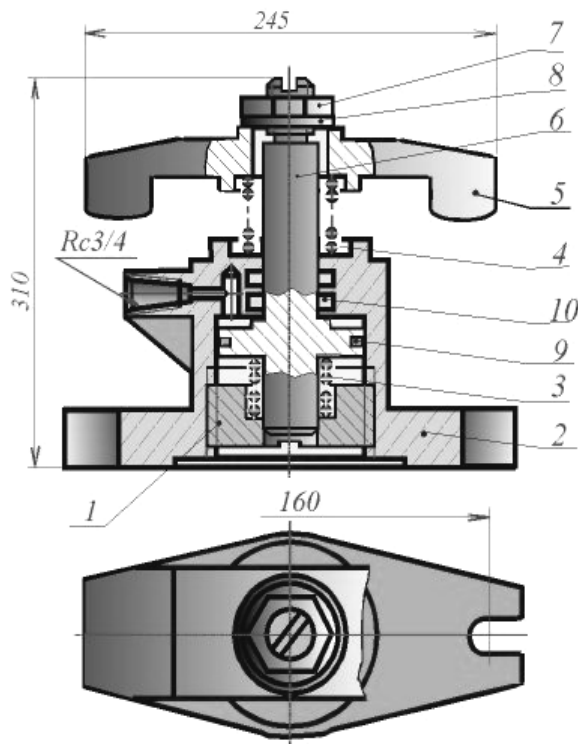
### **11.5. Спецификация сборочного чертежа**

Для определения состава сборочной единицы на отдельных листах формата А4 выполняется спецификация. Форма и порядок заполнения спецификации установлены ГОСТ 2.108 - 68. Заглавный (первый) лист спецификации имеет основную надпись (ГОСТ 2.104 - 68) по форме "2", а последующие листы - по форме "2а".

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).

Для большинства сборочных чертежей спецификация имеет три раздела: 1-ый, 3-ий, 4-ый.



Пример заполнения спецификаций

Формат	Вид	Год	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечан
				<u>Документация</u>		
A1			AT-230.07.07.12.00.СБ	<u>Сборочный чертеж</u>		
				<u>Детали</u>		
A4	1		AT-230.07.07.12.01	Стакан	1	
A4	2		AT-230.07.07.12.02	Корпус	1	
A4	3		AT-230.07.07.12.03	Пружина	1	
A4	4		AT-230.07.07.12.04	Пружина	1	
A4	5		AT-230.07.07.12.05	Скоба	1	
A4	6		AT-230.07.07.12.06	Поршень	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
	7			Гайка М30.5 ГОСТ 5915-70	1	
	8			Шайба 30.04.019 ГОСТ11371-78	1	
	9			Кольцо Н1-30х70-1 ГОСТ 9832-77	1	
	10			Кольцо Н1-35х28 ГОСТ 9832-77	2	
			AT-230.07.07.12.00			
Исполн.	Материал	Обозначение	Подпись	Дата	Прихват гидравлический	
Провер.	Материал					
Исполн.	Узна				Лист	Листов
					Предприятие	

Наименование каждого раздела указывается в виде заголовка в графе "Наименование" и подчеркивается тонкой линией. Ниже каждого заголовка оставляется одна свободная строка, выше - не менее одной свободной строки. 1. В раздел "Документация" вносят конструкторские документы на сборочную единицу. В этот раздел в учебных чертежах вписывают "Сборочный чертеж". 2. В разделы "Сборочные единицы" и "Детали" вносят те составные части сборочной единицы, которые непосредственно входят в нее. В каждом из этих разделов составные части записывают по их наименованию. 3. В раздел "Стандартные изделия" записывают изделия, применяемые по государственным, отраслевым или республиканским стандартам. В пределах каждой категории стандартов запись производят по однородным группам, 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. 4. В раздел "Материалы" вносят все материалы, непосредственно входящие в сборочную единицу. Материалы записывают по видам и в последовательности, указанным в ГОСТ 2.108 - 68. В пределах каждого вида материалы записывают в алфавитном порядке наименований материалов, а в пределе каждого наименования - по возрастанию размеров и других параметров. Графы спецификации заполняют следующим образом. В графе "Формат" указывают обозначение формата. 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:

AT-228.06.25.28.05, где: AT - факультет; 228 - номер группы; 06 - номер задания; 25 - номер варианта; 28 - номер узла; 05 - номер детали.

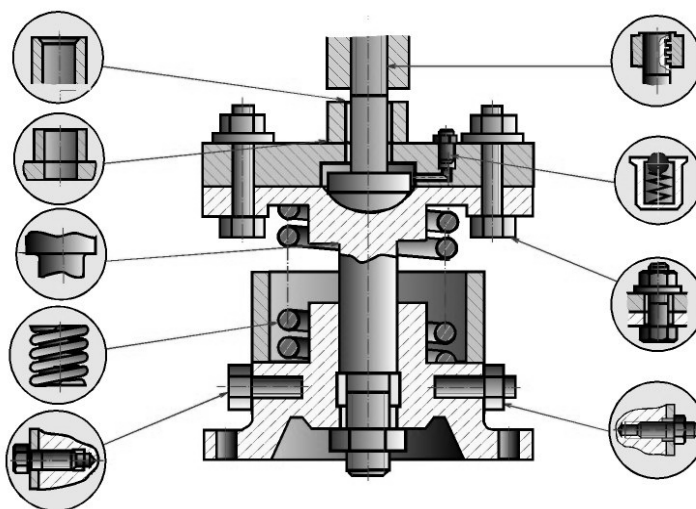
В разделах "Стандартные изделия" и "Материалы" графу "Обозначение" не

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 стандартом, например: Болт М12\*1,25-8g\*30.48 ГОСТ 7798 - 70В 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.

### **11.6. Условности и упрощения на сборочных чертежах**

1. Перемещающиеся части сборочной единицы изображают в крайних или промежуточных положениях. На сборочном чертеже условно изображают: а)

клапаны вентилях, 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.



2. Сварные, паяные, клееные 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.

3. На изображениях сборочной единицы допускается не показывать: а) мелкие конструктивные элементы на поверхностях деталей: фаски, кольцевые проточки для выхода режущего инструмента, накатки и т.п.; б) крышки, щитки, маховики и другие детали, если необходимо показать на чертеже закрытые или составные части сборочной единицы. В таких случаях над изображениями деталей делают надпись, например: "Крышка поз. 3 не показана", "Маховик поз. 12 снят" и другие.

4. В разрезах, согласно правилам ГОСТ 2.305 - 68: а) болты, винты, шпильки, шпонки, заклепки, непустотелые валы, шпиндели, шатуны, рукоятки и т.п. при продольном разрезе показываются нерассеченными; б) спицы маховиков, шкивов, зубчатых колес, тонкие стенки типа ребер жесткости и т.п. показываются незаштрихованными, если секущая плоскость направлена вдоль оси или длинной стороны такого элемента.

## РАЗДЕЛ 12. ДЕТАЛИРОВАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

### **12.1. Чтение чертежа общего вида**

На производстве для изготовления изделия необходимы чертежи деталей этого изделия. Выполнение чертежей деталей по чертежу общего вида данного изделия называется **деталированием**. Чертеж детали должен быть предельно ясным, четким, без лишних изображений и надписей. Весь процесс деталирования можно подразделить на два этапа: 1) Чтение чертежа общего вида. 2) Выполнение рабочих чертежей деталей. Прежде чем приступить к выполнению чертежей отдельных деталей, следует прочесть чертеж сборочной единицы. Вначале бегло знакомятся с чертежом. Из основной надписи узнают название изделия и масштаб чертежа, затем знакомятся с расположением изображений, выясняют их проекционную взаимосвязь. По изображениям и спецификации с помощью номеров позиций определяют из каких деталей и в каком количестве состоит изделие, какие именно детали показаны на каждом изображении, как они сопрягаются и взаимодействуют. При этом особое внимание нужно обратить на местные виды, сечения, выносные элементы, поскольку они всегда имеют вполне конкретное назначение и, очевидно, без них невозможно обойтись. Уяснив назначение сборочной единицы и принципы ее работы, приступают к анализу геометрических форм отдельных деталей. Для этого нужно внимательно изучить все изображения чертежа, где деталь так или иначе представлена, выявить проекционную связь между данными изображениями, положение секущих плоскостей, при помощи которых выполнены разрезы и сечения, направления, по которым даны местные и дополнительные виды. Следует помнить, что штриховка сечений одной и той же детали одинакова на всех изображениях. При определении геометрической формы детали необходимо иметь в виду, что полностью ее выявить только из изображений не всегда удастся. Это объясняется наличием на чертеже общего вида изделия ряда упрощений, узаконенных стандартами; стремлением не перегружать чертеж мелкими подробностями. Так на чертежах общего вида часто не изображают фаски, галтели, проточки и т.п. элементы. На чертежах деталей эти элементы должны быть обязательно показаны. Фаски или конические переходы обязательны на торцах наружных и внутренних сопрягаемых цилиндрических поверхностей с той стороны, с которой производится их соединение при монтаже. Фасками снабжают кромки выступающих элементов со стороны точно обработанных поверхностей во избежание забоин при транспортировке и монтаже. Галтели (скругления) необходимы в местах резких изменений сечения у сильно нагруженных деталей во избежание их поломок из-за концентрации напряжений в острых углах. Проточки на цилиндрических и конических поверхностях около уступов применяют при термообработке или обработке этих поверхностей абразивами с целью получения высокой точности.

### **12.2. Выполнение чертежей деталей**

Процесс деталирования рекомендуется начинать с выполнения чертежей основных деталей изделия. Чертеж каждой детали выполняется в следующем порядке. 1. Установить необходимое (наименьшее) число изображений детали и

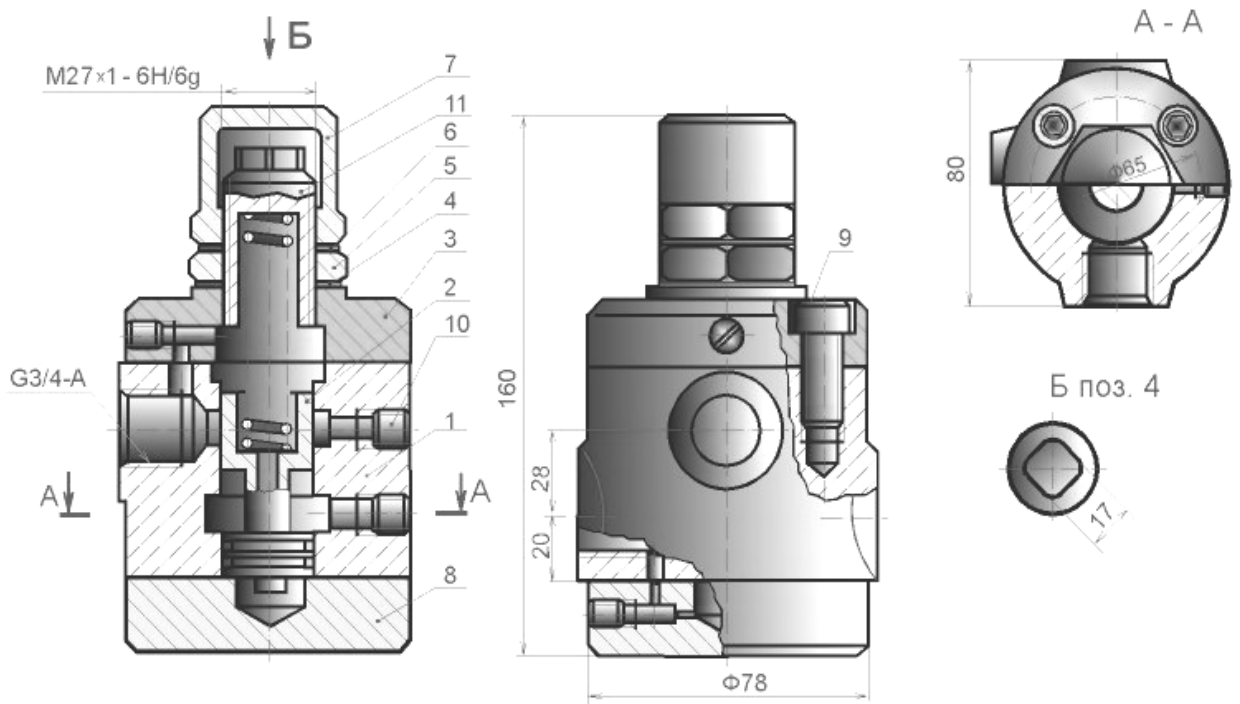
наметить какое из них будет главным. Главное изображение (изображение на фронтальной плоскости проекций) должно давать наиболее полное представление о форме и размерах детали. 2. Установить расположение разрезов, сечений, дополнительных видов и других изображений на чертеже; при этом необязательно соблюдать такое же расположение, как на чертеже общего вида, а следует руководствоваться соображениями удобства изготовления детали по выполняемому чертежу. Правила выполнения изображений предметов изложены в ГОСТ 2.305 - 68. Требования, предъявляемые к чертежам деталей, изложены в ГОСТ 2.109 - 73. 3. Выбрать масштаб для изображения детали, руководствуясь ГОСТ 2.302 - 68. Предпочтительным масштабом выполнения изображений является М 1:1. В необходимых случаях можно применять масштабы уменьшения или увеличения. 4. Отдельные элементы небольших размеров на детали часто бывает целесообразно изобразить в виде выносных элементов. 5. Установить для чертежа детали необходимый формат листа по ГОСТ 2.301 - 68. 6. Вычертить изображения, нанести обозначения шероховатости поверхностей, выносные и размерные линии, проставить размерные числа. Одним из самых ответственных моментов в процессе выполнения рабочего чертежа детали является простановка размеров и задание шероховатости ее поверхностей. Простановку размеров на чертеже детали можно разбить на два этапа: а) задание размеров, б) нанесение размеров. Задать размеры на чертеже детали - значит определить необходимый минимум размеров, который обеспечит бы изготовление детали в соответствии с требованиями конструкции. Нанести размеры на чертеже детали - следовательно, так расположить выносные и размерные линии, размерные числа, соответствующие заданным размерам, чтобы полностью исключить возможность их неправильного толкования и обеспечить удобство чтения чертежа. Правила задания и нанесения размеров изложены в ГОСТ 2.307 - 68. Размеры, определяющие расположение сопрягаемых поверхностей, проставляют от конструктивных баз с учетом возможности выполнения и контроля этих размеров. Все остальные (свободные) размеры должны быть заданы от технологических баз, обеспечивающих удобство обработки и контроля. На рабочих чертежах деталей, изготавливаемых отливкой, штамповкой, ковкой или прокаткой с последующей механической обработкой части поверхности детали, указывают не более одного размера по каждому координатному направлению, связывающему механически обрабатываемые поверхности с поверхностями, не подвергаемыми механической обработке. При нанесении обозначений шероховатости поверхностей детали следует руководствоваться ГОСТ 2.309 - 73. 7. Размерные числа, проставляемые на чертеже и характеризующие тот или иной размер, определяют путем обмера изображения детали на чертеже общего вида с учетом масштаба. При нанесении размерных чисел особое внимание следует уделить согласованию размеров сопрягающихся поверхностей. Компоновка изображений, расположение размерной сетки, обозначение размеров, сечений, шероховатости и другие надписи должны быть выполнены с учетом рационального использования поля чертежа. 8. Составление чертежа детали завершается заполнением основной надписи.



### 12.3. Чтение чертежа “Клапан напорный”

Клапан напорный применяется для создания необходимых давлений масла в гидравлических системах металлорежущих станков.

Клапан состоит из корпуса 1, двух крышек 3 и 8, золотника 2, пружины 11, регулировочного винта 4, колпачка 7 и фиксирующей гайки 5. Под давлением пружины 11 золотник 2 закрывает проход масла из полости высокого давления (в нижней части корпуса), сообщающейся с трубопроводом гидросистемы, в полость (расположенную в средней части корпуса), сообщающуюся с трубопроводом сливного резервуара. Для создания сопротивления проникновению масла из одной полости в другую на поверхности золотника 2 обработаны кольцевые канавки. Регулирование давления производится винтом 4.



Для предупреждения просачивания масла через резьбовое соединение винта 4 предусмотрены медные шайбы 6.

Крышки 3 и 8 могут устанавливаться в различное положение относительно корпуса 1 и прикреплены к нему винтами 9.

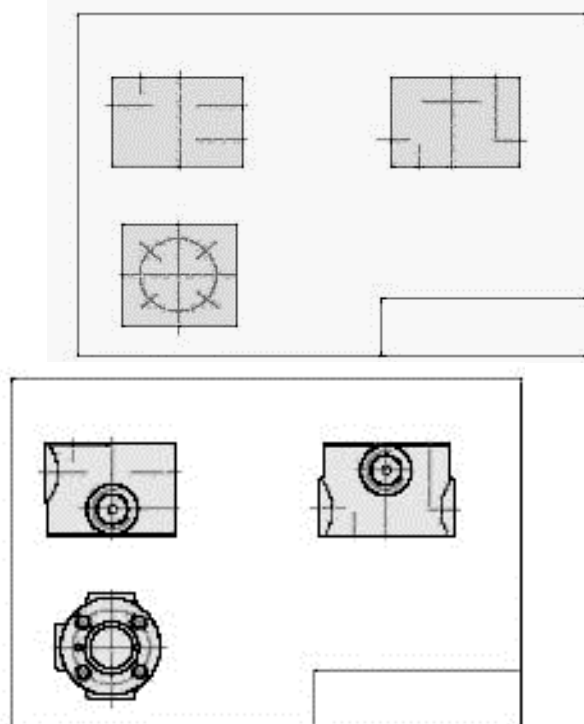
Рассмотрим чертеж напорного клапана, который содержит три основных изображения: фронтальный разрез на месте главного вида, соединение половины вида сверху с половиной горизонтального разреза и соединение части вида слева с двумя местными разрезами: один - для показа глубины завинчивания винтов 9, другой - для выявления

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
			AT-230.07.12.00.СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
		1	AT-230.07.12.1	Корпус	1	
		2	AT-230.07.12.2	Золотник	1	
		3	AT-230.07.12.3	Крышка	1	
		4	AT-230.07.12.4	Винт регулировочный	1	
		5	AT-230.07.12.5	Гайка	1	
		6	AT-230.07.12.6	Шайба	1	
		7	AT-230.07.12.7	Колпачок	1	
		8	AT-230.07.12.8	Крышка	1	
				Стандартные изделия		
		9		Винт М10х20,36 ГОСТ 11738-72		
		10		Пробка 7005-1173 ГОСТ 12202-66		
		11		Пружина 7039-2024 ГОСТ 13165-67		
				AT-230.07.12.00		
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Клапан напорный	
Разраб.	Шейкер					
Пров.					Листер Лист Листов	
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Предприятие	

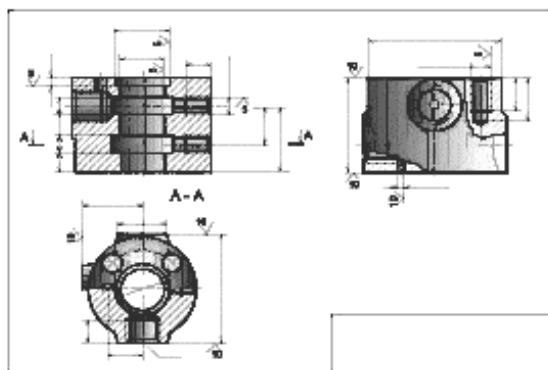
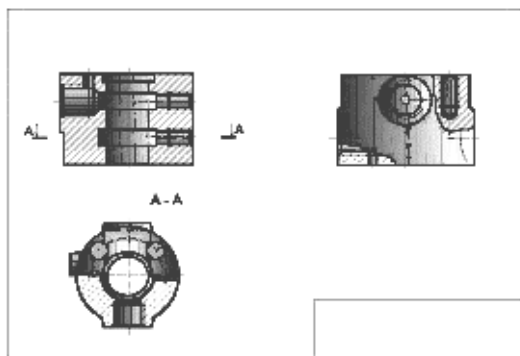
взаимосвязи каналов с полостью крышки 8. Форма выточек на поверхности золотника 2 пояснена на выносном элементе 1. Ознакомившись со сборочным чертежом, спецификацией, и описанием работы клапана, приступают к изучению формы деталей. Изучим, например, форму корпуса 1. Чтобы представить форму корпуса, находим его на всех изображениях и зрительно обходим по внешнему и внутреннему контурам, выясняя при этом форму корпуса и его элементы. Внутри корпуса выполнено цилиндрическое отверстие, в котором перемещается золотник, цилиндрическая выточка и две цилиндрические полости. На торцевых частях имеется по четыре отверстия М10 для крепления крышек 3 и 8 к корпусу винтами 9 и по одному отверстию, сообщающемуся с каналами в крышках. Для штуцеров трубопровода гидросистемы выполнены три резьбовых отверстия G 3/4. Для выявления формы корпуса достаточно выполнить три изображения: фронтальный разрез на месте главного вида, соединение половины вида сверху с половиной горизонтального разреза и соединение части вида слева с местными разрезами. По ГОСТ 2.302 - 68 выбираем масштаб изображения М 1:1. Для свободного размещения трех изображений корпуса в масштабе 1:1 и размерной сетки оптимальным форматом, согласно ГОСТ 2.301 - 68, может служить А3. После полного выявления формы корпуса и определения количества изображений можно приступить к выполнению чертежа корпуса.

#### **12.4. Последовательность выполнения чертежа корпуса**

1. Наносят линии обрезки выбранного формата тонкой сплошной линией.



2. Наносят на формате линии рамки (толстая основная линия) на расстоянии 5 мм от линии обрезки



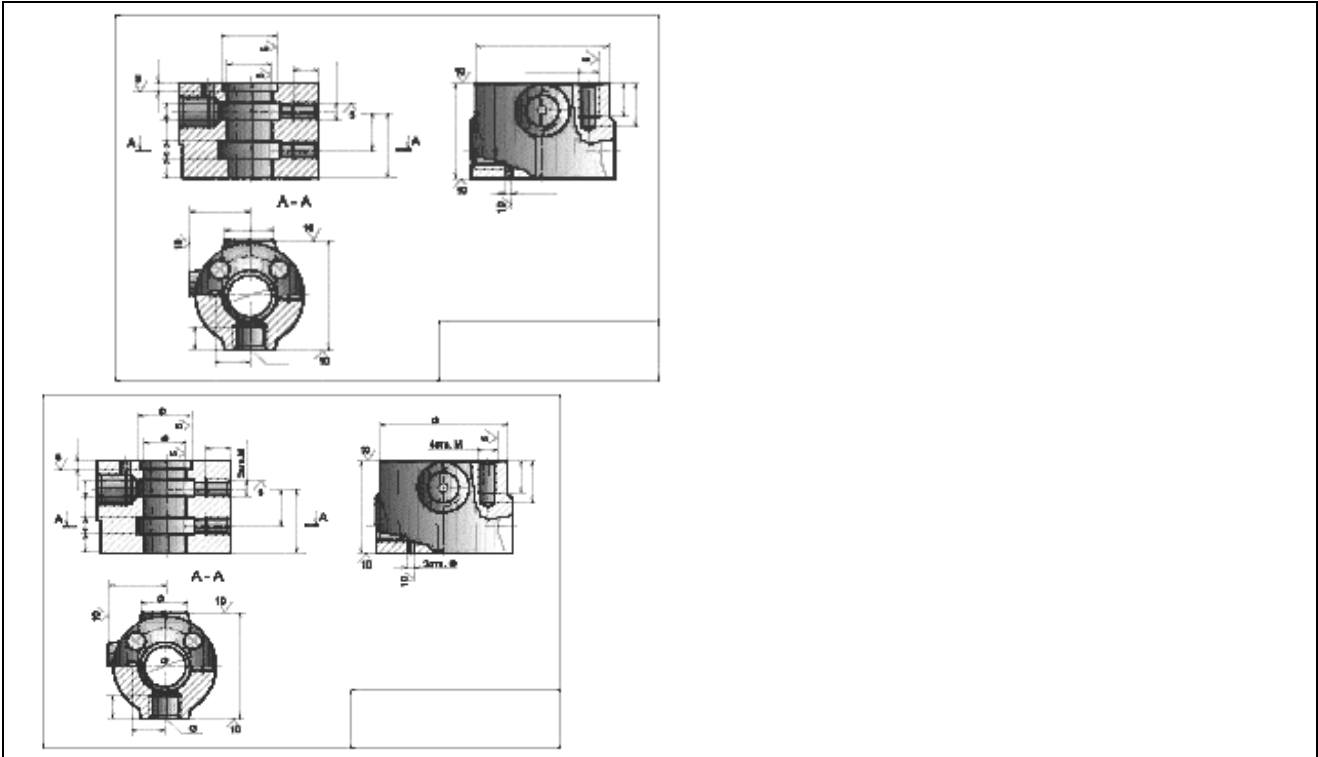
формата сверху, снизу, справа и на расстоянии 20 мм слева.3. Наносят основную надпись в правом нижнем углу поля чертежа.4. Производят компоновку чертежа, т.е. намечают размещение всех изображений детали на принятом формате в виде габаритных прямоугольников.

5. Наносят осевые линии. 6. В тонких линиях вычерчивают виды.7. Намечают и выполняют необходимые разрезы (сечения, выносные элементы) по ГОСТ 2.305 - 68.8. Наносят графическое обозначение материала (штрихуют сечения в разрезе) по ГОСТ 2.306 - 68.9. Наносят размерную сетку с учетом шероховатости поверхностей детали и знаки шероховатости.

10. Проставляют на чертеже количество отверстий и необходимые обозначения.11. Наносят численные значения шероховатости поверхностей по ГОСТ 2.309 - 73.

12. Определяют размеры детали, измеряя их непосредственно на сборочном чертеже (учитывая масштаб сборочного чертежа), и проставляют их на чертеже. Номинальные размеры сопряженных деталей должны быть одинаковыми.

13. Проверяют чертеж, обводят, заполняют основную надпись и записывают технические требования.



## Перечень рекомендуемой литературы

### Основные источники:

- 1.ГОСТы Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Общие правила выполнения чертежей.
- 2.ГОСТ «Система проектной документации для строительства» - М.: 1977-93.
- 3.ГОСТ 21.101-97, СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации.
- 4.Строительное черчение: учебник для нач. проф. образования /под ред. Ю.О.Полежаева.-И.:Академия, 2010
- 6.Томилова С.В. Инженерная графика. Строительство:учеб. для СПО – М.: Академия, 2012

### Дополнительные источники:

- 1.Инженерная графика:учебное пособие - (серия: «Профессиональное образование» (ГРИФ) // Куликов В.П. - М: ИНФРА - М.; Форум, 2007.
- 2.Инженерная и компьютерная графика. Учебник (Б.Г. Миронов, Р.С.Миронова, Д.Н. Пяткина ,А.А. Пузиков - М. : Высшая школа - 2006.
- 4.Миронова Р.С., Миронов Б.Г. Сборник заданий по инженерной графике - М.: Высшая школа, 2006.
- 5.Миронова Р.С., Миронов Б.Г. Инженерная графика. - М.: Высшая школа, 2008.

### ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ (И-Р)

И-Р 1 [ict.edu.ru](http://ict.edu.ru)> интернет - ресурсы >index, php...

И-Р2 [thebigbattle.ru](http://thebigbattle.ru)> portal-snipov...inzhenernoy-grafike

Учебное издание

Е.Г. Чапурина

## **ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА**

Учебное пособие по изучению дисциплины

Редактор Лебедева Е.М.

---

Подписано к печати 16.07.2015 г. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Усл. п. л. 5,98. Тираж 100 экз. Изд. № 3136.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ