

444  
К-58  
БИБЛИОТЕКА



СТАНОЧНИКА

**А.В. Коваленко  
М.А. Гредитор**

# **КАК ЧИТАТЬ ЧЕРТЕЖИ**

*Второе издание,  
переработанное и дополненное*



Москва «МАШИНОСТРОЕНИЕ» 1987

ББК 30.11  
К56  
УДК 621.744

Долгопрудненский авиационный техникум

## Электронная библиотека



Заказчик: А.Ю.Козловский Исполнитель Н.Н.Милицкий



141702 Россия, Московская обл.,  
г. Долгопрудный, пл. Собина, 1

Phone: 8(495)4084593 8(495)4083109

Email: datak@mail.ru

Site: gosdat.ru



110806

Редакционная коллегия: канд. техн. наук *В.Н. Гулин*, доц. *А.В. Коваленко*, инж. *Г.Н. Кокрашов*, канд. техн. наук *В.В. Кувшинский*, канд. техн. наук *В.А. Куприянов*, проф. *В.В. Лоскутов*, инж. *И.В. Маракудин*, лауреат Государственной премии СССР проф. *С.И. Самойлов* (председатель), канд. техн. наук *Ю.И. Тулиев*, д-р техн. наук проф. *Ю.С. Шарин*.

Рецензент инж. *О.М. Леонтьев*.

**Коваленко А.В., Гредитор М.А.**

**К56** Как читать чертежи. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1987. — 88 с.: ил. — (Б-ка станочника). (В обл.): 30 к.

Во втором издании (1-е изд. 1983 г.) изложены основные требования к оформлению чертежей и технологических документов, установленные действующими стандартами; приведены чертежи различных типовых деталей и даны разъяснения, как быстро и правильно прочитать их. Приведены краткие сведения о стандартах, которые нужно знать станочнику. Показано, как влияет соблюдение технологической дисциплины и обеспечение единства измерений на точность и качество обработанных деталей.

Для рабочих-станочников.

К 2704010000-231  
038 (01) -87 231-87

ББК 30.11

© Издательство "Машиностроение", 1983.  
© Издательство "Машиностроение", 1987, с изменениями.

Коренными вопросами экономической стратегии КПСС является кардинальное ускорение научно-технического прогресса, осуществление технической реконструкции народного хозяйства и перевод его на рельсы интенсивного развития. В решении этих задач важное место принадлежит совершенствованию структуры тяжелой промышленности и ускоренному развитию машиностроения. Согласно "Основным направлениям экономического и социального развития СССР на 1986–1990 годы и на период до 2000 года" предусмотрено первоочередное обеспечение реконструкции и опережающее развитие машиностроительного комплекса.

Выпускаемые машиностроителями комплексы машин высшего технико-экономического уровня должны обеспечивать коренные перемены в технологии и организации производства, значительное повышение производительности труда, снижение материало- и энергоемкости производства. Продукция машиностроения должна по своим технико-экономическим показателям соответствовать лучшим мировым образцам, быть конкурентоспособной на внешнем рынке. Дальнейшее развитие и совершенствование получает технология механообработки, типизация и стандартизация процессов, технологическая гибкость производства. Улучшается структура парка металлообрабатывающего оборудования за счет увеличения выпуска станков с ЧПУ, многоцелевых станков, тяжелых и уникальных станков, роторных автоматических линий.

Предусмотрено ускорение пересмотра действующих стандартов, ориентируя их на высшие мировые достижения. В полной мере это относится и к государственным стандартам, устанавливающим требования и правила оформления чертежей деталей и технологических документов. Эти требования и правила находят отражение в выпускаемых на предприятиях документах, значительная часть которых в виде чертежей и технологических карт поступает на рабочее место станочника.

Технические документы являются основными источниками информации: чертеж — документ о том, что представляет собой деталь, карта технологического процесса — документ о том, как эту деталь изготовить. На чертежах деталь изображают в соответствующем масштабе: указывают ее размеры и их точность, допуски формы, расположения и шероховатости поверхностей. Деталь изображают в виде одной или нескольких проекций с необходимым числом разрезов и сечений. В картах технологических процессов указывают последовательность обработки заготовки, режимы резания, размеры той или иной поверхности и др.

Во вновь выпускаемых на предприятиях технических документах станочник встречает новые обозначения точности размеров: квалитеты вместо классов точности; новые обозначения полей допусков размеров — буквами латинского алфавита вместо букв русского алфавита; новые условные обозначения допусков формы, расположения и шеро-

ховатости поверхностей; твердости деталей и др. Значительная часть технических документов переоформляется в связи с введением в нашей стране стандартов СЭВ.

Чтобы понять эти документы, необходимо быстро их "прочитать". Прочитать чертеж означает понять обозначения, изображения и надписи, указанные на нем. Прочитать карту технологического процесса означает не только понять содержание и последовательность операций, но и узнать, какие требуются для данной операции станочные приспособления и другая оснастка, режущие и измерительные инструменты. В других нормативно-технических документах также содержатся установленные в стандартах условные обозначения, символы и шифры.

Так как в создании изделий участвуют конструкторы, технологи, мастера, рабочие и другие работники, то для их успешной работы необходим единый технический "язык", однозначно понимаемый всеми ими. Таким языком и является техническая документация, каждый документ которой должен быть составлен и оформлен так, чтобы его чтение и расшифровка информации, сосредоточенной в нем, были бы однозначны и выполнялись бы с наименьшими затратами времени. В условиях, когда труд каждого исполнителя является неотъемлемой частью общего, коллективного общественно-полезного труда возрастает роль "человеческого фактора" и в том числе рабочего-станочника. Максимальное использование резервов роста производительности станочных операций, освоение новой техники и технологии возможны при творческой, высокопроизводительной и интенсивной работе станочника на своем рабочем месте. Тогда труд станочника будет содержательным, плодотворным и высокоэффективным.

Умение станочника быстро разобраться в технических документах будет способствовать повышению его квалификации и профессионального мастерства и увеличит его вклад в решение задач, поставленных партией и Советским правительством, по опережающему первоочередному совершенствованию машиностроения, повышению качества и надежности выпускаемых машин и оборудования.

Введение, гл. 1, 2 и 4 написал доц. А.В. Коваленко, гл. 3 — инж. М.А. Гредитор.

## **Глава I. ТРЕБОВАНИЯ К ЧЕРТЕЖАМ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ**

### **1. ЕДИНАЯ СИСТЕМА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ (ЕСКД)**

Эта система обеспечивает единство правил выполнения и оформления конструкторской документации; использование документации при проектировании, производстве и передаче ее с одного предприятия на другое без какой-либо переработки и переоформления; использование методов ускоренного изготовления и размножения конструкторских документов; возможность применения вычислительной техники для обработки информации, содержащейся в документации.

ЕСКД устанавливает обозначение чертежей, упрощенное изображение типовых деталей и соединений, форму записи технических требований, способ указания допусков и предельных отклонений размеров, допусков формы и расположения и шероховатости поверхностей. Таким образом, ЕСКД создает единый, рациональный и понятный язык конструкторской документации.

Учитывая расширяющееся научно-техническое сотрудничество между членами СЭВ, было принято решение о внедрении единой для членов СЭВ системы конструкторской документации — ЕСКД СЭВ. В основу этой системы положены стандарты нашей страны, которые в необходимых случаях были откорректированы с учетом предложений других стран СЭВ. Такие государственные стандарты сохранили обозначение (в скобках принято ставить обозначение соответствующего стандарта СЭВ). ЕСКД содержит более 150 стандартов; из них около 50 регламентируют правила оформления чертежей деталей, подвергающихся механической обработке (прил. 1).

Рассмотрим стандарты, устанавливающие правила оформления чертежей. ГОСТ 2.101—68 определяет номенклатуру и составные части изделия. Под деталью понимается изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций (валик, литой корпус и т. д.). ГОСТ 2.102—68 устанавливает виды и комплектность конструкторских документов. Так, чертежом детали называют документ, содержащий изображение детали и данные, необходимые для ее изготовления и контроля. В комплект документов при разработке документации входят чертеж детали, технические условия, программа испытаний и др. Согласно ГОСТ 2.104—68, каждый чертеж должен иметь основную надпись (рис. 1), располагаемую в правом нижнем углу. В графе 1 указывают обозначение чертежа, в графе 2 — наименование детали, в графе 3 — ее материал, в графе 4 — предприятие, выпускающее чертеж. Для последующих листов чертежа допускается упрощенная форма основной надписи.

Общие требования к текстовым документам (ГОСТ 2.105—79) предусматривают возможность их выполнения машинописным, рукописным, типографским способами и применения печатающих графических устройств ЭВМ. Эти документы при необходимости разделяют

						1			
							Лит	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	2				
Разраб.									
Пров.									
						Лист		Листов	
Н. контр.					3	4			
Утв.									

Рис. 1. Основная надпись чертежа

на разделы и подразделы, которым присваивают порядковые номера. Разделы нумеруют арабскими цифрами 1, 2 и т. д., а подразделы — номерами, состоящими из номеров разделов и подразделов: 1.1, 1.2 и т. д. Текстовые документы бывают также в виде инструкций, ведомостей, таблиц и др.

Правилами выполнения чертежей по ГОСТ 2.109—73 установлено, что если при изготовлении детали предусмотрен припуск на последующую обработку при сборке, то эту деталь изображают на чертеже с размерами и предельными отклонениями, которым она должна соответствовать после окончательной обработки. Такие размеры включают в круглые скобки, а в технических требованиях записывают: "Размеры в скобках — после сборки". С какими размерами обрабатывать деталь до сборки, указывают в картах технологического процесса. Массу детали (а не вес) указывают в килограммах без указания единицы измерения, а если в других единицах измерения, то с их указанием (например, 0,25 т, 15 т).

ГОСТ 2.201—80 устанавливает единую обезличенную классификационную систему обозначений изделий и их конструкторских документов; причем обозначение изделия является одновременно обозначением его основного конструкторского документа. Для детали и его чертежа обозначение имеет структуру:

Код организации разработчика

Код классификационной характеристики

Порядковый регистрационный номер

Шестизначный код классификационной характеристики установлен в классификаторе ЕСКД, который вводится в действие одновременно с ГОСТ 2.201—80. Классификатор охватывает большую номенклатуру изделий машиностроения, составных их частей и в том числе деталей, подвергающихся механической обработке. Обозначение деталей (и их чертежей) не связано с обозначением механизма или самого изделия, составными частями которого они являются, т. е. обезличено.

Первые две цифры в обозначении относятся к классу, а остальные четыре характеризуют деталь по ее конструктивным особенностям или размерам. Так, полумуфта кулачковая односторонняя с наружной основной резьбой имеет обозначение 751391, а такая же муфта двусторонняя — 751394; шатун с двумя головками, относящийся к другому классу — деталей не тел вращения — обозначают 743411. В ранее выпущенной конструкторской документации может встретиться другое обозначение чертежей деталей, например по десятичной, порядковой или другим системам.

Для конструкторских документов и чертежей деталей ГОСТ 2.301—68 определяет форматы листов чертежей:

Обозначение формата	A0	A1	A2	A3	A4
Размер формата, мм	841x1189	594x841	420x594	297x420	210x297

Допустимы дополнительные форматы, образуемые увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную их размерам. Так, для основного формата A3 при кратности 3 новый формат будет иметь размер 420x891 мм.

Из масштабов изображений (ГОСТ 2.302—68) наибольшее распространение получили:

Масштаб уменьшения	1:2	1:2,5	1:4	1:5	1:10
Натуральная величина			1:1		
Масштаб увеличения	2:1	2,5:1	4:1	5:1	10:1

Применяют (ГОСТ 2.303—68) следующие виды линий: сплошная основная — для линий видимого контура, сплошная тонкая — для размерных и выносных линий, штриховая — для линий невидимого контура, штрих-пунктирная тонкая — для осевых и центровых линий. ГОСТ 2.304—81 установил размеры чертежных шрифтов, написание букв русского, латинского, греческого алфавитов, арабских и римских цифр. Размер шрифта определяет его высоту и может быть: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28 и 40 мм.

Согласно ГОСТ 2.305-68 изображения на чертеже делят на виды, разрезы и сечения. *Вид* — изображение в прямоугольной системе координат предмета, который обращен к наблюдателю видимой частью поверхности. *Разрез* — изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. На разрезе показывают, что получается в секущей плоскости и за ней. На *сечении* показывают, что получается в секущей плоскости. Металлы и твердые сплавы на чертежах по ГОСТ 2.306.68 в сечениях штрихуют под углом  $45^\circ$ , неметаллические материалы (кроме древесины, ксилолита, волокнистых немолитных материалов) — перекрестно под углами  $45^\circ$ .

## 2. ПАРАМЕТРЫ ШЕРОХОВАТОСТИ ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Качество обработанной поверхности определяют параметры шероховатости. ГОСТ 2789—73 установил шесть параметров для количественной оценки шероховатости:

- $R_a$  — среднее арифметическое отклонение профиля;
- $R_z$  — высота неровностей профиля по десяти точкам;
- $R_{\max}$  — наибольшая высота неровностей профиля;
- $S$  — средний шаг неровностей;
- $S_m$  — средний шаг неровностей по средней линии;
- $t_p$  — относительная опорная длина профиля.

Первые три параметра определяют размеры неровностей профиля по высоте, последние — по шагу.

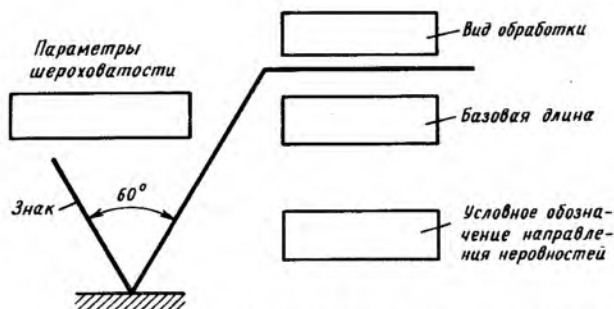


Рис. 2. Структура обозначения параметров шероховатости

ГОСТ 2.309—73 установил графические знаки для обозначения шероховатости:

▽ — шероховатость, которая должна быть образована при удалении слоя металла (например, точением, шлифованием и т. д.);  
 ▽ — шероховатость, которая должна быть образована без удаления слоя материала (например, литьем, ковкой и т. п.), если какие-то поверхности не обрабатывают, то в чертеже их обозначают этим же знаком;

✓ — шероховатость, вид обработки которой конструктор не устанавливает, такая шероховатость может быть образована снятием слоя металла или оставлена без механической обработки (например, после точного литья, чеканки и т. п.).

Кроме параметров шероховатости поверхности и их числовых значений в обоснованных случаях устанавливают требования к направлению неровностей и их виду, а также последовательности обработки, если метод обработки является единственным для обеспечения качества поверхности (рис. 2). Параметры шероховатости (табл. 1) связаны с точностью и способом обработки (для размеров 80–100 мм значение  $Ra$  может быть увеличено в 2–3 раза).

Допуски формы и расположения поверхностей указывают на чертежах в соответствии с правилами, установленными ГОСТ 2.308—79.

#### 1. Взаимосвязь параметров шероховатости поверхности и точности обработки

Способ обработки	Квалитет	$Ra$ , мкм
Чистовое обтачивание и растачивание	10–9	6,3–1,6
Тонкое растачивание	7–6	3,2–0,8
Фрезерование:		
чистовое	10–8	5,0–1,6
тонкое	7	1,6–0,4
Окончательное развертывание	7	3,2–0,8
Протягивание отверстий	8–7	5,0–1,6
Шлифование:		
чистовое	8–6	3,2–0,4
прецизионное	6–5	0,4–0,1
Хонингование, суперфиниширование	6–5	0,1–0,05

*2. Сопоставление знаков для условного обозначения на чертежах  
допусков формы и расположения поверхностей*

Допуск	Знак	
	по ГОСТ 2.308-79	по ГОСТ 2.308-68
Наклона		Отсутствует
Совосности		
Симметричности		
Позиционный		Отсутствует
Полного радиального (торцового) биения		"
Формы: заданного профиля		"
заданной поверхности		"

Вид допуска обозначают на чертеже графическими символами. В стандарте установлен ряд новых знаков, а ряд знаков изменен по сравнению со знаками действовавшего ранее стандарта, поэтому в табл. 2 даны новые и прежние обозначения.

Суммарные допуски формы и расположения поверхностей, для которых установлены графические знаки, обозначают так:

- знак суммарного допуска параллельности и плоскостности;  
 — знак суммарного допуска перпендикулярности и плоскостности;  
 — знак суммарного допуска наклона и плоскостности.

При обработке заготовок на станках и при их контроле встречаются следующие отклонения формы поверхности: овальность, конусообразность, бочкообразность и седлообразность. Согласно ГОСТ 24642-81 допуски для этих отклонений определяют как полуразность диаметров: для овальности — в двух перпендикулярных сечениях, для конусообразности — у торцов, а для бочкообразности и седлообразности — у торцов и в среднем сечении. Подсчитанные значения будут в 2 раза меньше значений, подсчитанных по ранее действовавшему стандарту. Так, у вала с размерами диаметров в двух перпендикулярных сечениях, равными 100 и 99,9 мм, овальность равна  $(100-99,9)/2 = 0,05$  мм.

### 3. ЕДИНАЯ СИСТЕМА ДОПУСКОВ И ПОСАДОК СЭВ (ЕСДП СЭВ)

Эта система допусков отличается от системы допусков и посадок, действовавшей в нашей стране, основными принципами построения, обозначениями полей допусков и посадок и числовыми значениями допусков и предельных отклонений в ряде случаев. Стандарты ЕСДП СЭВ действуют в нашей стране в качестве государственных стандартов, распространяются на гладкие сопрягаемые и несопрягаемые элементы деталей и устанавливают обозначения полей допусков и посадок, чис-

повые значения допусков и предельных отклонений размеров деталей. Вот основные стандарты единой системы допусков и посадок:

ГОСТ 25346–82 (СТ СЭВ 145–75) – общие положения;

ГОСТ 25347–82 (СТ СЭВ 144–75) – поля допусков и рекомендуемые посадки для деталей с номинальными размерами до 3150 мм; ГОСТ 25348–82 (СТ СЭВ 177–75) – то же, для размеров свыше 3150 до 10000 мм;

ГОСТ 26179–84 (СТ СЭВ 3960–83) – допуски размеров свыше 10000 до 40000 мм;

ГОСТ 25670–83 (СТ СЭВ 302–76) – предельные отклонения размеров с неуказанными допусками.

Понятие "классы точности" в ЕСДП СЭВ отсутствует. Для нормирования уровней точности размеров в ЕСДП СЭВ установлено 19 квалитетов: 01; 0; 1; 2; ...; 17, а для размеров менее 1 мм – 15 квалитетов с 01 по 13. Допуски наиболее точных квалитетов с 01 по 4 предназначены для концевых мер длины и калибров, квалитеты с 5 по 13 используют для размеров сопрягаемых деталей, а до 7 квалитета – также для точных функциональных несопрягаемых размеров деталей, квалитеты с 14 по 17 – для размеров относительно низкой точности. В некоторых отраслях машиностроения может иметь место и иная применяемость квалитетов. Так как в промышленности может использоваться техническая документация, оформленная по ранее действовавшей системе допусков и посадок (система ОСТ), то целесообразно привести сопоставление квалитетов и классов точности для наиболее широко применяемых в машиностроении размеров до 500 мм (табл. 3).

В ЕСДП СЭВ установлено по 28 полей допусков валов и отверстий, обозначаемых буквами латинского алфавита: валы – *a, b, c, cd, d, e, ef, f, fg, g, h, j, js, k, m, n, p, r, s, t, u, v, x, y, z, za, zb, zc*;

отверстия – *A, B, C, CD, D, E, EF, F, FG, G, H, J, Js, K, M, N, P, R, S, T, U, V, X, YZ, ZA, ZB, ZC*.

Обозначение точности размеров на чертежах включает значение номинального размера, квалитета и поле допуска. Например, обозначение 50f6 относится к валу (или охватываемой поверхности другой формы) с номинальным размером 50 мм по 6-му квалитету с полем допуска *f*; обозначение 32H7 относится к отверстию (или охватыва-

### 3. Соотношение квалитетов и классов точности

Система допуска	Квалитет																			
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17							
Основное отверстие	09	1	2	2a...3				3a				4	5	7	8	9	10			
Основной вал	1	2	2a	3																

#### 4. Среднеэкономическая точность методов механической обработки

Вид обработки	Квалитет	Вид обработки	Квалитет
Черновое точение, строгание и растачивание	12-13	Протягивание: обычное	7-8
Чистовое точение, строгание и растачивание	9-10	Шлифование: грубое	6-7
		чистовое	8-9
		прецизионное	6-8
Тонкое точение и растачивание	6-7		5-6
Фрезерование: черновое	12-13	Суперфиниширование: предварительное	6-7
чистовое	8-10	окончательное	5-6
Сверление по кондуктору	10-11	Притирка, доводка, алмазная обработка	5-6
Развертывание: предварительное	8-9	Хонингование: предварительное	6-7
окончательное (двукратное)	6-7	прецизионное	5-6

ющей поверхности иной формы) с номинальным размером 32 мм по 7-му квалитету с полем допуска Н.

Поле допуска Н относят к основному отверстию, а поле допуска  $h$  — к основному валу. При соединении с основным отверстием Н валов от  $a$  до  $h$  будут образованы посадки с зазором, валов от  $j$  до  $n$  — переходные посадки, а валов от  $p$  до  $zc$  — посадки с натягом. Аналогично и при соединении отверстий с основным валом  $h$ . Соединение основного вала  $h$  с основным отверстием Н образует посадку с нулевым наименьшим зазором (типа посадки скольжения).

С целью унификации и сокращения номенклатуры применяемых мерных режущих инструментов и калибров введено ограничение применения полей допусков валов и отверстий. Так, для размеров от 1 до 500 мм из 28 полей допусков разрешается применять только 19 для валов и 17 для отверстий.

Данные о среднеэкономической точности методов механической обработки и соответствующих этой точности квалитетах приведены в табл. 4. Под экономической точностью понимают точность обработки, полученную при использовании исправного оборудования, требуемых режущих инструментов и приспособлений при соответствующей квалификации рабочего. В отличие от экономической можно достигнуть более высокой точности, но тогда требуются более значительные затраты времени, средств и более высокая квалификация рабочего. Машиностроительное производство построено на принципе обеспечения экономической точности обработки. Принципы построения единой системы допусков и посадок СЭВ (квалитеты, обозначения полей допусков, числовые значения допусков и предельных отклонений, по-

садки) распространяются кроме гладких цилиндрических соединений и на соединения с плоскими параллельными поверхностями. Это значит, что нормирование точности, изготовление и контроль шпоночных соединений и шлицевых соединений с прямобочными зубьями осуществляют по тем же допускам и посадкам, что и нормирование гладких цилиндрических соединений. ЕСП СЭВ распространяется также на изготовление деталей из пластмасс.

## Глава II. ЧЕРТЕЖИ

### 1. ЧТО УКАЗЫВАЮТ НА ЧЕРТЕЖЕ

Перед рабочим чертеж детали. Это может быть чертеж многоступенчатого или коленчатого вала, зубчатого колеса или шкива, ходового винта, корпуса редуктора, турбинной лопатки и др. Каждая деталь имеет поверхности, для получения которых требуются станки, инструменты и приспособления. Несмотря на различия по форме, точности и шероховатости этих поверхностей, информация о детали должна подчиняться единой, понятной каждому системе.

Какая же информация закладывается в чертеж? Каково содержание чертежа? Рассмотрим основные элементы единой системы конструкторской документации.

**Виды, разрезы, сечения.** Изображения детали на чертеже — (виды). — выполняют по методу прямоугольного проектирования. Деталь располагают между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций. Установлены названия основных видов (рис. 3), получаемых на основных плоскостях проекций: 1 — вид спереди (главный вид); 2 — вид сверху; 3 — вид слева; 4 — вид справа; 5 — вид снизу; 6 — вид сзади.

Названия видов на чертеже не подписывают за исключением случаев, когда виды смещены относительно главного изображения (рис. 4, а), отделены от главного изображения другими изображениями или расположены на другом листе чертежа. Если какую-либо часть

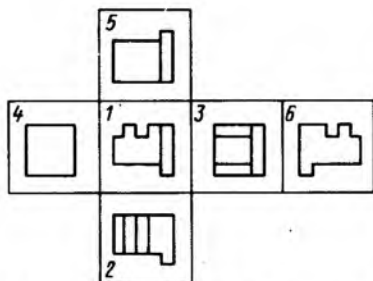


Рис. 3. Виды деталей на основных плоскостях проекций

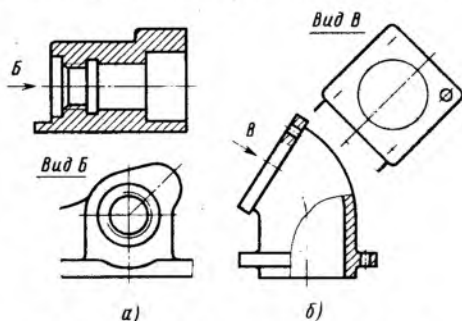
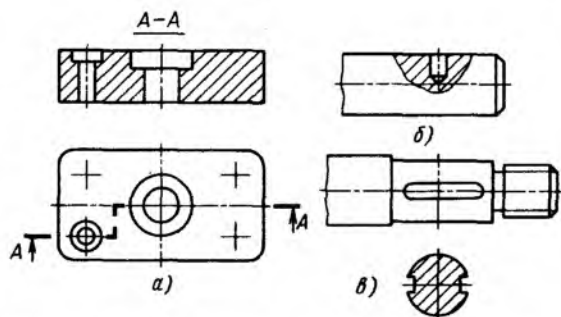


Рис. 4. Виды деталей на чертежах

Рис. 5. Разрезы и сечения



детали невозможно показать на перечисленных выше видах без искажения формы и размеров, то применяют дополнительные виды (рис. 4,б). На чертеже может быть показана часть поверхности детали — местный вид.

**Разрезы** выполняют горизонтальными, вертикальными и наклонными секущими плоскостями. В зависимости от числа плоскостей разрезы разделяют на простые (при одной секущей плоскости) и сложные (при нескольких секущих плоскостях). Разрезы отмечают на чертеже надписью типа "А — А". Пример сложного разреза показан на рис. 5,а, чтобы показать часть детали, выполняют местный разрез (рис. 5,б).

**Сечения** бывают вынесенные (рис. 5,в) и наложенные. Наложённые сечения наносят в виде поперечного сечения на одно из изображений детали. Для подробного изображения формы, размеров и других данных детали применяют выносные элементы. При их применении соответствующее место на виде, разрезе или сечении отмечают сплошной тонкой линией — окружностью, овалом и обозначают римской цифрой с указанием масштаба. Выносной элемент располагают как можно ближе к соответствующему месту на изображении.

Для упрощения стандартами ЕСКД введен ряд условностей при изображении деталей на чертежах: для симметричных фигур допускается вычерчивать половину изображения; если деталь имеет несколько одинаковых элементов, расположенных на равных расстояниях (отверстия), то допускается показывать один-два таких элемента и указывать общее их число; на видах и разрезах допускается вместо лекальных кривых проводить дуги окружности или прямые линии; такие детали, как винты, заклепки, шпонки и другие, при продольном разрезе показывают нерассеченными; элементы деталей (отверстия, фаски, пазы) с размерами на чертеже, равными 2 мм или менее, изображают с увеличением масштаба (то же и для незначительных конусностей или уклонов).

**Размеры и предельные отклонения.** Размеры на чертеже проставляют без указания размерности. Установлена единица измерения — миллиметр (мм). На чертеже могут быть проставлены размеры, отмеченные знаком "\*". Такие размеры называют справочными и по данному

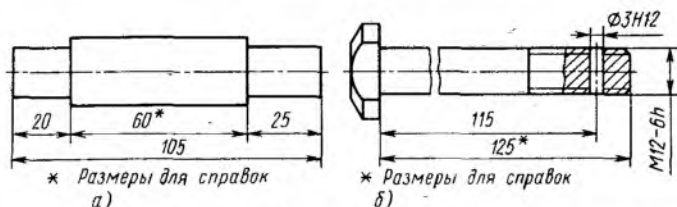


Рис. 6. Справочные размеры

чертежу их не выполняют. К справочным размерам относят размер замкнутой размерной цепи (рис. 6,а), размеры, перенесенные с чертежа заготовки (рис. 6,б) и размеры, определяющие положение элементов детали, подлежащих обработке по другому чертежу, и др. О справочных размерах делают соответствующую запись в технических требованиях (ТТ) чертежа. Повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях и в ТТ не допускается. Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах, например:  $12^{\circ}45'30''$ .

Для всех размеров, нанесенных на рабочих чертежах, указывают предельные отклонения. Исключения могут составлять размеры, определяющие зоны различной шероховатости одной и той же поверхности, термообработки, покрытий, накатки, насечки; размеры деталей единичного производства, задаваемые с припуском на пригонку. Предельные отклонения размеров указывают после номинальных размеров. Для размеров относительно низкой точности, многократно повторяющихся на чертеже, предельные отклонения на изображении не наносят, а указывают в ТТ.

Предельные отклонения линейных размеров могут быть указаны на чертежах условными обозначениями полей допусков, например 50H7 (прил. 4), 62r6 (прил. 3), или числовыми величинами, например  $50^{+0,025}_{-0,025}$ ,  $62^{+0,060}_{+0,041}$ , а также условными обозначениями предельных отклонений с указанием справа (обязательно в скобках) их числовых величин, например, 50H7 ( $^{+0,025}_{-0,025}$ ), 62r6 ( $^{+0,060}_{+0,041}$ ). Для размера 50H7 отклонения берут из строки для интервалов "св. 30 до 50". В следующий интервал входят размеры более 50 мм. Последний вариант написания является рекомендуемым на период внедрения стандартов ЕСПД СЭВ.

Предельные отклонения угловых размеров указывают на чертежах только числовыми значениями после номинального размера угла (например,  $60^{\circ} \pm 5'$ , где  $60^{\circ}$  — номинальный размер угла, а  $\pm 5'$  — предельное отклонение).

Правила оформления чертежей деталей с угловыми размерами и указание допусков на них также предусмотрены государственными стандартами. Так, (ГОСТ 2.320–82) величину и форму конуса определяют нанесением трех из следующих размеров: диаметр большого основания  $D$ , диаметр малого основания  $d$ , диаметр в заданном поперечном сечении  $D_s$ , имеющем заданное осевое положение  $L_s$ , длина конуса  $L$ , угол конуса  $\alpha$  (конусность  $C = (D - d)/L$ ).

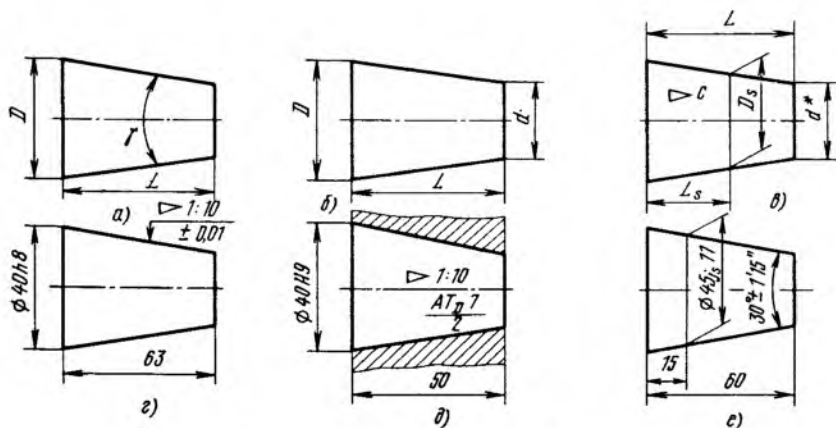


Рис. 7. Примеры нанесения размеров конусов

Примеры нанесения размеров конусов показаны на рис. 7, а–в. Знак  $\triangleright C$ , показанный на рис. 7, в означает направление конусности  $C$ , а знак  $*$  у размера  $d$  свидетельствует, что этот размер является справочным. Предельные отклонения устанавливают, как правило, на два из трех размеров конусов (рис. 7, г–е). Так, на рис. 7, г этот размер  $\phi 40h8$  с предельным отклонением  $-0,039$  мм и предельные отклонения  $\pm 0,01$  мм на конусность  $1:10$ ; на рис. 7, д это  $+0,062$  мм на размер  $\phi 40H9$ , а предельные отклонения на конусность  $\triangleright 1:10$  заданы по 7-й степени точности с симметричным расположением, т. е.  $\pm 0,016$  мм.

ГОСТ 8908–81 устанавливает 17 степеней точности допусков углов 1, 2, ..., 17 (точность от первой к 17-й степени убывает). Допуски угла обозначают буквами АТ с добавлением цифры степени точности. На рис. 7, е допуски заданы на  $\phi 45j_8$  с симметричными предельными отклонениями  $\pm 0,08$  мм (допуск 0,16 мм) и на угол конуса  $30^\circ \pm 1' 15''$  (допуск равен  $2' 30''$ ), что соответствует девятой степени точности, обозначаемой АТ9. Согласно этому стандарту предельные отклонения могут быть назначены также в плюс (+АТ) или в минус (–АТ). Стандарты на нанесение размеров и допусков углов полностью соответствуют стандартам СЭВ.

Каждая поверхность изготовленной детали (обработанная или необработанная) должна иметь заданное по чертежу значение **шероховатости поверхности**. Числовые значения наиболее широко применяемых параметров выбирают из ряда:

$R_a - 100; 50; 25; 12,5; 6,3; 3,2; 1,6; 0,8; 0,4; 0,2; 0,1; 0,05; 0,025$  мкм;

$R_z - 400; 200; 100; 50; 25; 12,5; 6,3; 3,3; 1,6; 0,8; 0,4; 0,2; 0,1; 0,05$  мкм.

Иногда на чертежах встречаются и другие значения этих параметров. Правила обозначения шероховатости поверхности:

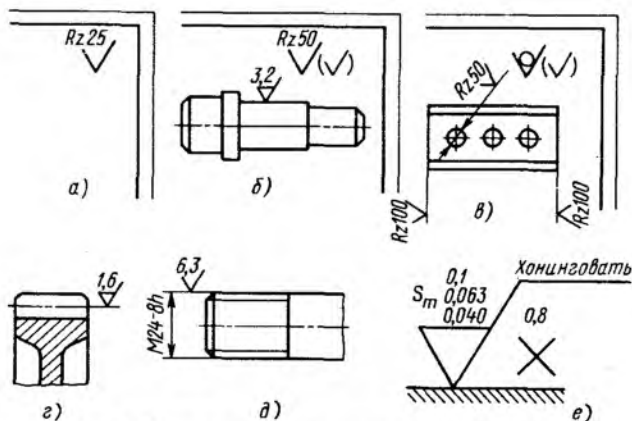


Рис. 8. Обозначение шероховатости поверхности

а) если для поверхностей детали назначена одинаковая шероховатость, то в правом верхнем углу указывают ее знак (рис. 8,а), а на изображение детали знаки шероховатости не наносят;

б) если для части поверхностей назначена одинаковая шероховатость, то в правом верхнем углу чертежа наносят значение этой шероховатости ( $R_z 50$ ) и условное обозначение (рис. 8,б), а на остальных поверхностях детали с иной шероховатостью указывают ее обозначение;

в) когда часть поверхностей по данному чертежу не обрабатывается, то в правом верхнем углу чертежа помещают соответствующий знак (рис. 8,в), а на обрабатываемых поверхностях указывают требуемую шероховатость; если необрабатываемых поверхностей у детали мало, то каждую из них обозначают знаком  $\nabla$ .

Приведем указания по обозначению шероховатости поверхности: обозначение параметров шероховатости поверхностей повторяющихся элементов детали (зубья, отверстия, пазы и т. п.) наносят на чертеже только один раз; если на чертеже не приведен профиль зубьев зубчатых колес, то обозначение шероховатости условно наносят на линии делительного цилиндра (рис. 8,г); для резьбы (если на чертеже не указан ее профиль) обозначение шероховатости наносят на выносной линии размера резьбы (рис. 8,д).

На рис. 8,е приведен знак с полным обозначением параметра шероховатости обработанной поверхности. Здесь 0,1 означает, что шероховатость задана по  $R_a$  с максимальным числовым значением 0,1 мкм (параметр  $R_a$  в чертежах не указывают); шероховатость поверхности нормируется также шаговым параметром  $S_m$  в пределах 0,04—0,063 мм;  $S_m$  контролируют на базовой длине 0,8 мм; поверхность должна быть получена хонингованием; направление неровностей — перекрещивающееся.

Наряду с точностью размеров детали, шероховатостью ее поверхности нужно уметь правильно прочитать на чертеже обозначения за-

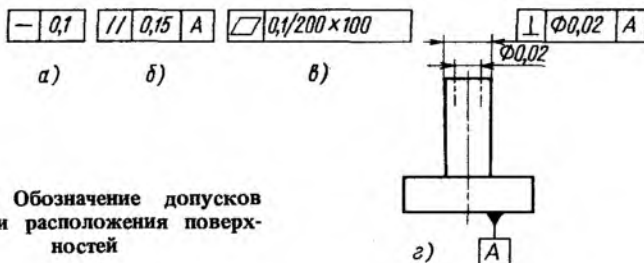


Рис. 9. Обозначение допусков формы и расположения поверхностей

данных допусков формы и расположения поверхностей. Их наносят в виде прямоугольной рамки, разделенной на две и более частей, в них помещают (рис. 9, а, б) в первой — знак допуска, во второй — числовое значение допуска в миллиметрах, в третьей — буквенное обозначение баз.

Знаки, помещенные в первой части рамки, на рис. 9, а означают допуск прямолинейности, на рис. 9, б — допуск параллельности. Во вторых частях рамки — числовые значения допусков, соответственно 0,1 и 0,15 мм. Буквой А обозначена базовая плоскость, относительно которой задан допуск параллельности. Если допуск относится к определенному участку поверхности заданной площади, то заданную площадь указывают рядом с допуском и отделяют от него наклонной линией (рис. 9, в), обозначение читается так: допуск плоскостности поверхности равен 0,1 мм на площади 200X100 мм.

Допуски расположения поверхностей могут быть заданы в диаметральном или в радиусном выражении. Символы допусков указывают перед числовым значением допуска в виде  $\phi$  или R соответственно для допуска в диаметральном и радиусном выражении, если поле допуска круговое или цилиндрическое, и в виде T и T/2 для допусков симметричности, пересечения осей и др.

От первой части рамки (допускается и от последней) проводят соединительную линию, заканчивающуюся стрелкой у элемента детали, к которому относится допуск (рис. 9, г). Чертеж читается так: допуск перпендикулярности оси выступа относительно поверхности А равен 0,02 мм в диаметральном выражении. Буквой А обозначена базовая поверхность; допускается вместо буквенного обозначения базы проводить от последней части рамки до базы соединительную линию, заканчивающуюся зачерненным треугольником.

Допуски расположения или формы могут быть зависимыми и независимыми. Зависимый допуск расположения — это переменный допуск (в чертеже указывают его минимальное значение), который допускается превышать на величину, соответствующую отклонению действительного размера отверстия детали от его наименьшего предельного размера (или на величину, соответствующую отклонению действительного размера вала от его наибольшего предельного размера). Независимый допуск — постоянный для всех деталей и не зависит от дейст-

вительных отклонений размеров рассматриваемых поверхностей. Зависимые допуски обозначают знаком М в рамке обозначения допуска. Независимые допуски не имеют обозначения. Это означает, что если допуск расположения не указан на чертеже как зависимый, то его считают независимым. Зависимые допуски расположения назначают на детали, которые одновременно сопрягаются по двум или нескольким поверхностям и для которых требуется обеспечить их собираемость.

На рис. 10,а показано изображение резьбы на стержне, на рис. 10,б – в отверстии. Длину резьбы на стержне и в отверстии, как правило, указывают без сбега. При необходимости на чертеже указывают длину сбега резьбы (рис. 10,в) или длину резьбы со сбегом (рис. 10,г). Если у детали нестандартная резьба, то ее профиль и размеры приводят на чертеже. Стандартные резьбы обозначают условным обозначением. На рис. 10,д показана наружная метрическая резьба с номинальным размером 16 мм (наружный диаметр резьбы), степень точности 6 и поле допуска g. Так как не указан шаг резьбы, то это означает, что резьба с крупным шагом (в данном случае  $P=2$  мм).

Степень точности и поле допуска 6g определяют точность резьбы по ее среднему диаметру. Из таблиц (ГОСТ 16093–81) находим, что средний диаметр резьбы M16X2 равен 14,701 мм, а его предельные отклонения для поля допуска 6g составляют  $-0,038$  мм. Тогда предельные размеры среднего диаметра резьбы будут равны: наибольший  $14,701 - 0,038 = 14,663$  мм, наименьший  $14,701 - 0,198 = 14,503$  мм, допуск среднего диаметра  $14,663 - 14,503 = 0,16$  мм. Размер 25 мм показывает длину резьбы с полным профилем, т. е. без сбега. Размеры среднего диаметра резьбы нужно знать, когда резьбу нарезают резцом, резьбовой фрезой или ее получают резьбошлифованием, а не мерным резьбонарезным инструментом (метчик или плашка). Но так как для стандартных резьб в чертеже размеры резьбы не указывают, то их берут из карт технологического процесса или других документов.

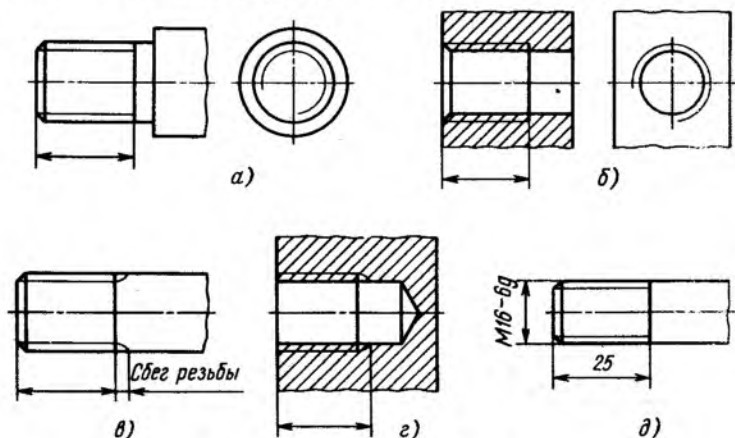


Рис. 10. Изображение резьбы

Для метрических резьб с мелким шагом указывают шаг, например, для резьбы с номинальным диаметром 16 мм и шагом 1,5 мм обозначение имеет вид М16Х1,5=6g. Встречается обозначение резьбы М16=7g6g. Это наружная резьба, 7g обозначает степень точности и поле допуска по среднему диаметру, а 6g — по диаметру выступов (в данном случае по наружному диаметру резьбы). Аналогично и для внутренней резьбы: М16—5Н6Н, где 5Н — степень точности и поле допуска по среднему диаметру, а 6Н — по диаметру выступов (по внутреннему диаметру). В данном случае точность по среднему диаметру и диаметру выступов будет различная, допуски разные и их значения нужно брать из соответствующих документов.

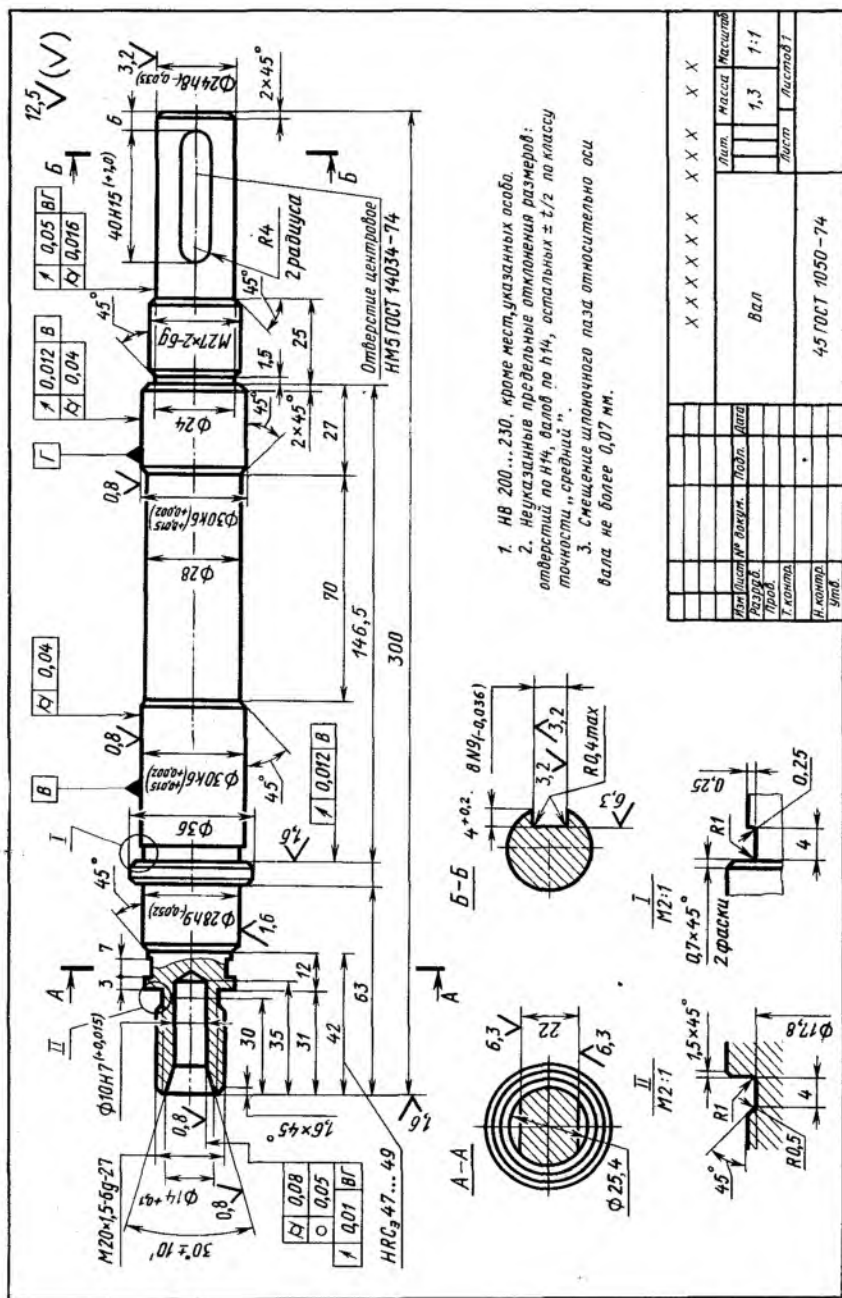
На чертежах встречаются **текстовые записи**. Это могут быть требования, относящиеся к термической обработке детали, антикоррозионным покрытиям, уклонам и радиусам скруглений необрабатываемых поверхностей, точности обработки поверхностей и др. Могут быть приведены ссылки на ГОСТ или ОСТ. Технические требования состоят из самостоятельных пунктов, их записывают в правом нижнем углу чертежа над основной надписью, а заголовок "Технические требования" не пишут. Знакомясь с чертежом, необходимо внимательно прочитать пункты ТТ и усвоить те из них, которые относятся к обработке.

На чертежах некоторых деталей (зубчатых колес) помещают таблицы, характеризующие их с точки зрения точности и включающие основные технические характеристики. Указывают также масштаб изображения детали и выносных элементов, формат листа, материал и массу. Текстовые надписи и числовые значения наносят на чертеж стандартным шрифтом.

## 2. ЧЕРТЕЖИ ТИПОВЫХ ДЕТАЛЕЙ

Механически обрабатываемые детали классифицируют на классы, подклассы, виды, подвиды, группы, подгруппы и типы. Основной классификации деталей служат признаки геометрической формы, размерная характеристика, точность и исходная форма заготовок. При этом от класса к типу эти признаки и характеристики деталей все более конкретизируются и сужаются. Так, в класс деталей тел вращения входят детали с определенным отношением длины к диаметру, не имеющие внутренних отверстий, без шпоночных пазов, с наружной резьбовой поверхностью, точность размеров основных цилиндрических поверхностей по 7-му качеству, заготовка, получаемая путем горячей объемной штамповки.

Такая классификация обеспечивает унификацию и стандартизацию деталей, типизацию технологических процессов и использование вычислительной техники при подготовке и организации производства. Кроме того, классификация облегчает унификацию наименований деталей и нанесение обозначений и текстовых записей на чертежах, обеспечивает рациональную простановку размеров. Чертежи деталей рассмат-



риваются в данном разделе по основным классификационным признакам.

На рис. 11 показан **чертеж многоступенчатого вала**, который предназначен для работы в сборочном соединении. Поверхности шеек вала  $\phi 30k6$  должны быть изготовлены с отклонениями  $+15$  и  $+2$  мкм, соединение вала с внутренним кольцом подшипника обеспечивает одну из посадок с гарантированным натягом. Обработка этих поверхностей с допуском 13 мкм требует применения чистового шлифования или суперфиниширования. К другим точным поверхностям вала относятся поверхности  $\phi 24h8$ ,  $\phi 28h9$  и отверстие у резьбового конца  $\phi 10H7$ . Допуски размеров равны соответственно 33, 52 и 15 мкм. Отклонения обозначены на чертеже знаком "—" или "+". Это означает, что размеры  $\phi 24$  и  $\phi 28$  мм могут быть выполнены меньше своих номинальных значений на величину указанных в чертеже отклонений и иметь наименьшие размеры  $24 - 0,052 = 23,948$  мм и  $28 - 0,033 = 27,967$  мм, а отверстие  $\phi 10$  может иметь наибольший размер  $10 + 0,015 = 10,015$  мм. Размер отверстия 10H7 должен быть выдержан на длине 30 мм от торца детали, как это показано на чертеже. Обработку этих наружных поверхностей обычно осуществляют шлифованием, а отверстий — развертыванием. К этим поверхностям заданы требования шероховатости и допуски формы и расположения. Шероховатость задана параметром  $Ra$  со значениями 0,8 мкм на поверхностях  $\phi 30k6$  и  $\phi 10H7$ ; 1,6 мкм на поверхности  $\phi 28h9$  и 3,2 мкм на поверхности  $\phi 24h8$ .

На шейке вала  $\phi 24h8$  изготавливают шпоночный паз с размерами по ширине 8N9 (с отклонением  $-0,036$  мм), по длине 40H15 (с отклонением  $+1$ ) и глубиной 4 мм (с отклонением  $+0,2$  мм). Предельные размеры: наименьший размер ширины паза  $8 - 0,036 = 7,964$  мм, наибольшие размеры длины паза  $40 + 1 = 41$  мм и глубины паза  $4 + 0,2 = 4,2$  мм. Шероховатость поверхностей шпоночного паза равна по ширине 3,2 мкм, по глубине 6,3 мкм. Шпоночный паз обрабатывается цилиндрической шпоночной фрезой. Фрезерованием также могут быть получены две лыски на поверхности  $\phi 25,4$  мм по размеру 22 мм, шероховатость не больше 6,3 мкм. Размеры и шероховатость поверхностей шпоночного паза показаны в сечении Б—Б, а лысок — в разрезе А—А.

Отверстие  $\phi 10H7$  переходит в коническую поверхность с размерами  $\phi 14^{+0,1}_{-0}$  на  $30^\circ \pm 10'$ , предельные размеры угла конической поверхности: наибольший  $30^\circ + 10' = 30^\circ 10'$ , наименьший  $30^\circ - 10' = 29^\circ 50'$ .

Шероховатость не больше 0,8 мкм. На чертеже показаны выносные элементы I и II. Это изображения, увеличенные в масштабе 2:1. На них показаны размеры канавок у бурта  $\phi 36$  мм и у цилиндрической поверхности  $\phi 25,4$  мм. На главном виде эти элементы ограничены окружностями с выносными линиями I и II.

Вал имеет две наружные резьбовые поверхности, обозначенные M27X2=6g (у правого конца вала) и M20X1,5=6g=27 (у левого). Буква М означает, что резьба метрическая; цифры 27 и 20 — это наружный (также номинальный) диаметры резьбы, мм; после знака X цифры 2 и 1,5 означают шаг резьбы, мм. Указание шага свидетельствует о

## 5. Предельные отклонения по среднему диаметру и допуски среднего диаметра

Резьба	Предельное отклонение по среднему диаметру, мм		Допуск среднего диаметра, мм
	верхнее	нижнее	
M27×2=6g	-0,038	-0,208	0,17
M20×1,5=6g	-0,032	-0,172	0,14

том, что резьба с мелким шагом. Обозначение 6g показывает степень точности резьбы и поле допуска по среднему диаметру. Согласно ГОСТ 16093-81 для наружных резьб установлены степени точности 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 и 10 и поля допусков *h*, *g*, *e*, *d* (точность резьбы от 3-й к 10-й степени убывает; 10-ю степень применяют только для деталей из пластмасс). Для резьбовых поверхностей вала для степени точности 6 и поля допуска предельные отклонения по среднему диаметру и допуски среднего диаметра приведены в табл. 5.

В обозначении резьбовой поверхности M20×1,5 указана цифра 27. Она означает, что для данной резьбы задана длина свинчивания, отличающаяся от нормальной в сторону увеличения и равная 27 мм (практически это вся длина резьбовой поверхности, так как 31-4=27 мм). Увеличенная длина свинчивания требует более точного изготовления, так как накопленная погрешность шага резьбы должна контролироваться на большей длине, чем для нормальной длины свинчивания. Угол профиля резьбы 60° (в чертеже не указывают).

У точных элементов вала обозначены допуски формы и расположения поверхностей. Это цилиндрические поверхности  $\phi 24h8$ ,  $\phi 30k6$ ,  $\phi 10H7$ ; допуски заданы обозначением в виде прямоугольной рамки, состоящей из двух или трех частей. В первой части рамки показан знак допуска, во второй — его числовое значение, в третьей — база, относительно которой задают допуски. Около размера  $\phi 24h8$  помещено две рамки. В верхней рамке показан знак допуска радиального биения  $\lambda$ , равного 0,05 мм, база — цилиндрические поверхности В и Г с размерами  $\phi 30k6$ , у которых обозначения В и Г приведены в квадратных рамках, соединяющихся с базовой поверхностью с помощью зачерненного треугольника. В нижней рамке обозначен допуск цилиндричности  $\Delta$  и его значение 0,016 мм.

Допуск цилиндричности является комплексным показателем, включающим овальность, огранку, отклонение от круглости и прямолинейности рассматриваемой поверхности и др. Действительные отклонения каждого из них, как входящих в комплексный показатель, не должен быть больше 0,016 мм. База для допуска цилиндричности не задана, так как эти отклонения относятся к цилиндрической поверхности  $\phi 24h8$ . Радиальное биение не связано с отклонением от цилиндричности и поэтому его допуск может быть больше.

Аналогично нужно понимать и обозначения допусков формы и расположения, заданных для поверхностей  $\phi 30k6$ . За основную базовую поверхность принята цилиндрическая поверхность  $\phi 30k6$ , обозначенная буквой *B* и примыкающая к бурту вала  $\phi 36$ , поэтому для второй поверхности за базу принимают поверхность *B*.

Для бурта  $\phi 36$  со стороны шейки вала  $\phi 30k6$  задан допуск радиального биения, равный 0,012 мм, база — поверхность *B*. Так как в обозначении допуска не указано, на каком диаметре проверять радиальное биение, это означает, что допуск относится к точкам торцевой поверхности бурта, находящимся на наибольшем его диаметре.

У размера  $\phi 10H7$  заданы три допуска формы расположения, обозначенные в виде трех рамок. Прочитать изображения в рамках можно, пользуясь предыдущими разъяснениями. В средней рамке в первой ее части указан знак  $\bigcirc$ , определяющий допуск круглости, т. е. комплексный показатель отклонений формы цилиндра в его поперечном сечении, включающий такие показатели, как овальность и огранка. Допуск круглости указан во второй части рамки и равен 0,05 мм. При этом указание базы не требуется. Несмотря на то, что отклонения от круглости входят составной частью в отклонение от цилиндричности, в данном случае для  $\phi 10H7$  задаются тот и другой допуск, так как отклонения от круглости не могут быть допущены более 0,05 мм, в то время как допуск цилиндричности может быть равен 0,08 мм. Допуск дифференцированного показателя может задаваться наравне с допуском комплексного тогда, когда его значение меньше значения комплексного показателя.

На поверхностях  $\phi 28$ ,  $\phi 25,4$  и фасках не указаны знаки шероховатости. На эти и другие поверхности распространяется знак, приведенный в правом верхнем углу чертежа и означающий, что шероховатость этих поверхностей нормируется показателем *Ra* численным значением не больше 12,5 мкм (см. рис. 8,б).

Как прочесть ТТ к валу, записанные в правой стороне чертежа над основной надписью? Второй пункт ТТ относится к размерам, у которых не указаны допуски на изготовление. К отверстиям относят охватываемые поверхности, например, по размеру 70 мм, ширину канавок, ширину лысок по размеру 7 мм на  $\phi 25,4$  мм. Допуски на них берут из таблиц допусков и посадок по Н14. Так, для размера 70 мм это будет +0,74 мм, для канавок с размером 4 мм +0,3 мм, для размера 7 мм +0,36 мм. К валам относят охватываемые поверхности, например, толщину бурта размером 6 мм, длину уступа вала размером 27 мм, т. е. охватываемые поверхности. Допуски на эти размеры устанавливаются по *h* 14, для размера 6 мм это 0,3 мм, для размера 27 мм это 0,52 мм. К остальным размерам относят размеры длины уступов, например, размер 31 у левого конца вала, размеры фасок и радиусов скруглений.

В некоторых чертежах неуказанные предельные отклонения остальных размеров могут нормироваться по  $\pm IT14/2$  вместо  $\pm t/2$ , по классу точности "средний" (или допусками квалитетов 12, 16 или 17).

Значения предельных отклонений в этих случаях берут из таблиц допусков и посадок или из таблиц ГОСТ 25670—83 по соответствующему качеству.

Третий пункт ТТ определяет наибольшее допустимое смещение (допуск симметричности) шпоночного паза относительно оси вала. Запись означает, что ось симметрии шпоночного паза не может быть смещена более чем на 0,07 мм относительно оси вала. ГОСТ 2.308—79 допускает оговаривать требования к точности формы или расположения поверхностей текстом, вместо указания этих требований условным обозначением — в прямоугольной рамке около рассматриваемой поверхности.

На некоторых чертежах или у некоторых поверхностей деталей могут быть не указаны допуски формы или расположения ни условным обозначением, ни текстом в ТТ. В этих случаях действуют правила назначения допусков, установленные ГОСТ 25069—81 "Неуказанные допуски формы и расположения поверхностей", при условии ссылки на него в чертеже. Так, для неуказанных допусков формы допускаются любые отклонения формы в пределах поля допуска размера рассматриваемого элемента; если в чертеже заданы допуски параллельности, перпендикулярности или торцового биения, то неуказанные допуски плоскостности и прямолинейности должны быть равны этим указанным допускам расположения.

Для неуказанных допусков расположения в стандарте установлены числовые значения допусков в зависимости от интервала номинальных размеров и качества на рассматриваемый элемент. Например, неуказанные допуски перпендикулярности для интервала размеров 250...400 мм для 12-го качества равны 0,4 мм, для 13-го и 14-го качеств 0,6 мм, а для допусков соосности соответственно 0,25 и 0,6 мм. Если допуски параллельности не указаны, то допускаются любые отклонения от параллельности в пределах поля допуска размера между рассматриваемыми поверхностями или осями.

Первый пункт ТТ касается твердости вала после термической обработки: HB 200...230 (твердость по Бринелю) отвечает твердости вала до обработки; особо указанное место — участок вала у левого конца, где на длине 42 мм должна быть обеспечена твердость HRC<sub>47</sub>...49 (ГОСТ 8.064—79). Термическая обработка этой поверхности может быть выполнена после окончательной обработки поверхностей вала на длине 42 мм. Соответствующее решение записывают в карте технологического процесса обработки вала.

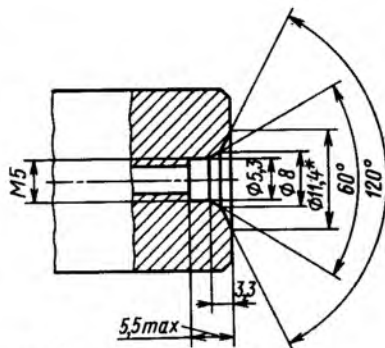
Около правого конца вала есть запись "Отверстие центровое HМ5 ГОСТ 14034—74", а само отверстие не показано, что допускается правилами оформления чертежей. Запись читается так: центровое отверстие форма Н с внутренней резьбой М5 (рис. 12). Такая форма центрального отверстия рекомендуется для установки детали на резьбовой оправке при осуществлении термической обработки детали в вертикальном положении.

**Рис. 12. Центровое отверстие НМ5**

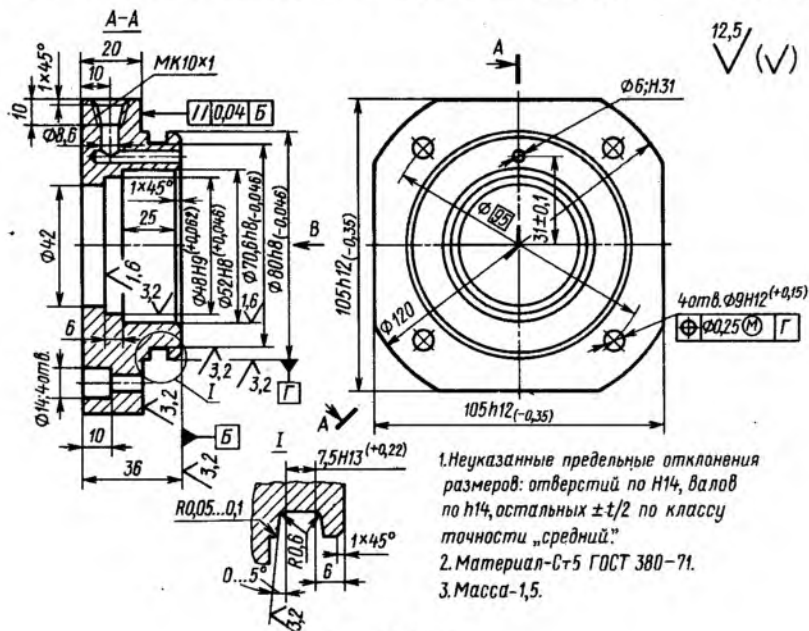
**Чертеж крышки, относящийся к классу втулок (рис. 13).** Здесь так же, как и на чертеже вала, точные размеры диаметров указаны полным обозначением. Это наружные диаметры  $\phi 80h 8_{(-0,046)}$  и  $\phi 70,6h 8_{(-0,046)}$ . Оба диаметра входят в интервал размеров свыше 50 до 80 мм и поэтому имеют одинаковые предельные отклонения

Точные внутренние диаметры  $\phi 52H8^{(+0,046)}$  и  $\phi 48H9^{(+0,062)}$  имеют положительные предельные отклонения. Предельные размеры будут равны: для валов — наибольшие  $\phi 80$  и  $\phi 70,6$  мм, а наименьшие  $80-0,046=79,954$  мм и  $70,6-0,046=70,554$  мм; для отверстий — наименьшие  $\phi 52$  и  $\phi 48$  мм, а наибольшие  $52+0,046=52,046$  мм и  $48+0,062=48,062$  мм. Точность размера стороны квадрата фланца  $105h12_{(-0,35)}$ ; наибольший размер равен 105 мм, а наименьший  $105-0,35=104,65$  мм. Этот размер может быть получен фрезерованием фланца крышки.

На выносном элементе I имеется размер  $7,5H13^{(+0,22)}$ . Это раз-



\* Размер рекомендуемый



**Рис. 13. Крышка**

мер ширины канавки с наклонными боковыми поверхностями около ее узкой части. Размеры по 13-му качеству относятся к размерам низкой точности. Канавка относится к охватываемым поверхностям, поэтому для нее, как для отверстия, установлено предельное отклонение  $+0,22$  мм; наибольший предельный размер ширины канавки может быть  $7,5+0,22=7,72$  мм.

У остальных размеров предельные отклонения на чертеже не указаны. К ним относится запись над основной надписью о неуказанных предельных отклонениях. К отверстиям, точность которых задана по Н14, относятся размеры  $\phi 14$ ,  $\phi 6$ ,  $\phi 42$  и  $\phi 8,6$ . К валам, точность которых задана по  $h 14$ , относятся размеры  $\phi 120$ , толщина фланца 20, высота крышки 36 и толщина бурта 6 мм. К остальным размерам относятся длина уступов (25 и 6 мм во внутреннем отверстии крышки, размер 10 мм, глубина отверстия  $\phi 14$  мм и 31 мм, глубина отверстия  $\phi 6$  мм, размер 10 мм до оси отверстия с конической резьбой), а также радиусы скруглений и размеры фасок. Эти размеры должны быть выполнены с предельными отклонениями по классу точности "средний".

Для размеров 25 и 10 мм предельные отклонения равны  $\pm 0,2$  мм, для размера 6 мм  $\pm 0,1$  мм, для фасок  $1 \times 45^\circ \pm 0,1$  мм на размер 1 мм и радиусов 0,6 мм  $\pm 0,1$  мм. На выносном элементе I приведен размер скругления  $R = 0,05 \dots 0,1$ . Это означает, что данный радиус скругления может быть равен 0,05–0,1 мм.

На чертеже проставлены угловые размеры. Это углы фасок  $45^\circ$  и угол  $0 \dots 5^\circ$  по ширине канавки. Предельные размеры угла на боковых сторонах канавки могут колебаться от 0 до  $5^\circ$ . Что касается угловых размеров фасок, то предельные отклонения для них берут из ГОСТ 25670–83 для класса точности "средний" (для фасок  $1 \times 45^\circ \pm 1^\circ$ ).

В табл. 6 приведена выдержка из ГОСТ 25670–83 для неуказанных предельных отклонений размеров по 14-му качеству и классу точности "средний". Шероховатость обработанных поверхностей задана с  $Ra = 3,2$  и 1,6 мкм. Знак в верхнем правом углу чертежа означает, что поверхности, у которых знак шероховатости не указан, должны иметь после обработки  $Ra$  не более 12,5 мкм.


На разрезе А–А изображено коническое резьбовое отверстие и его условное обозначение МК10X1 (ГОСТ 25229–82). Буквы МК означают, что резьба метрическая коническая, цифры 10 X1 – номинальный диаметр резьбы 10 мм и шаг, равный 1 мм. Данная резьбовая поверхность выполняется с конусностью 1/16, угол конуса равен  $3^\circ 34' 48''$ , а его половина  $1^\circ 47' 24''$ . Номинальный размер резьбы  $\phi 10$  мм задан в основной плоскости, расположенной на расстоянии 3 мм от торца. Профиль резьбы и размеры элементов профиля аналогичны профилю цилиндрической метрической резьбы по ГОСТ 9150–81 (угол профиля  $60^\circ$ , впадина скруглена, вершины срезаны). Длина резьбы равна 10 мм. Под резьбу отверстие изготавливают  $\phi 8,6$  мм, а затем зенкеруют или развертывают коническим инструментом, нарезание резьбы осуществляют коническим метчиком.

## 6. Неуказанные предельные отклонения

Интервал минутных размеров, мм	Предельное откло- нение, мм				Интервал для меньшей стороны угла	Пре- дельные откло- нения углов
	линейных размеров			радиу- сов скруг- лений и фасок		
	<i>h</i> 14	H 14	$\pm t/2$			
От 0,3 до 0,5	—	—	—	До 10мм	$\pm 1^\circ$	
Св. 0,5 до 1						
" 1 " 3	0 -0.25	+0,25 0	$\pm 0,1$			
" 3 " 6	0 0,3	+0,3 0	$\pm 0,1$			
" 6 " 10	0 -0.36	+0,36 0	$\pm 0,2$			

Допуски расположения поверхностей заданы знаками обозначений для внутренней торцевой поверхности фланца крышки и для расположения четырех отверстий  $\phi 9$  мм. Знак 

//	0,04	Б
----	------	---

 означает, что внутренняя торцевая поверхность фланца (на нее указывает стрелка от знака условного обозначения) может иметь наибольшее отклонение от параллельности относительно торцевой поверхности крышки Б (обозначена знаком базы 

Б
---

) не более 0,04 мм, т. е. допуск параллельности равен 0,04 мм. Так как диаметр, на котором задан этот допуск, не оговорен, то допуск относится к наибольшему, т. е. наружному диаметру фланца, равному 120 мм. Номинальный размер между этими плоскостями равен 16 мм ( $36-20=16$  мм). Действительное отклонение от параллельности не должно быть больше 0,04 мм, его определяют путем измерения размера 16 мм на поверхности фланца по диаметру 120 мм в двух диаметрально противоположных точках.

Знак 

$\phi$	0,25	М	Г
--------	------	---	---

 читается так: обозначение  $\phi$  означает позиционный допуск расположения оси отверстий  $\phi 9$  мм относительно номинального положения, значение этого допуска 0,25 мм, перед которым знак  $\phi$  устанавливает, что допуск задан в диаметральном выражении, буква М означает, что допуск зависимый. В третьей части рамки указана база Г, которой является наружная цилиндрическая поверхность  $\phi 80h/8$ . Допуск на диаметр окружности  $\phi 95$  мм, на котором расположены отверстия  $\phi 9$  мм, не указан, а размер диаметра взят в прямоугольную рамку, что означает — допуск на  $\phi 95$  мм определяется позиционным допуском 0,25 мм.

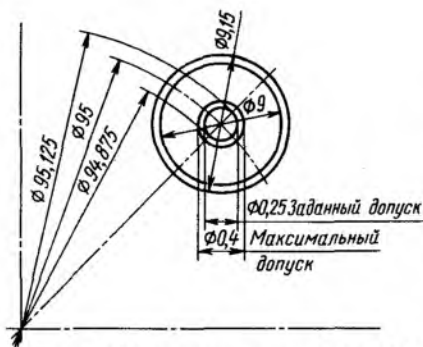


Рис. 14. Схема позиционного зависящего допуска

Поясним сказанное (рис. 14). Площадь круга  $\phi 0,25$  мм является местом возможного действительного положения центра отверстия  $\phi 9$  мм, отклонение которого допускается в любую сторону; это и определяет диаметральный допуск. Тогда возможные изменения диа-

метра  $\phi 95$  мм составят  $0,25/2 = 0,125$  мм как в сторону его уменьшения, так и в сторону увеличения (т. е. от 94,875 до 95,125 мм).

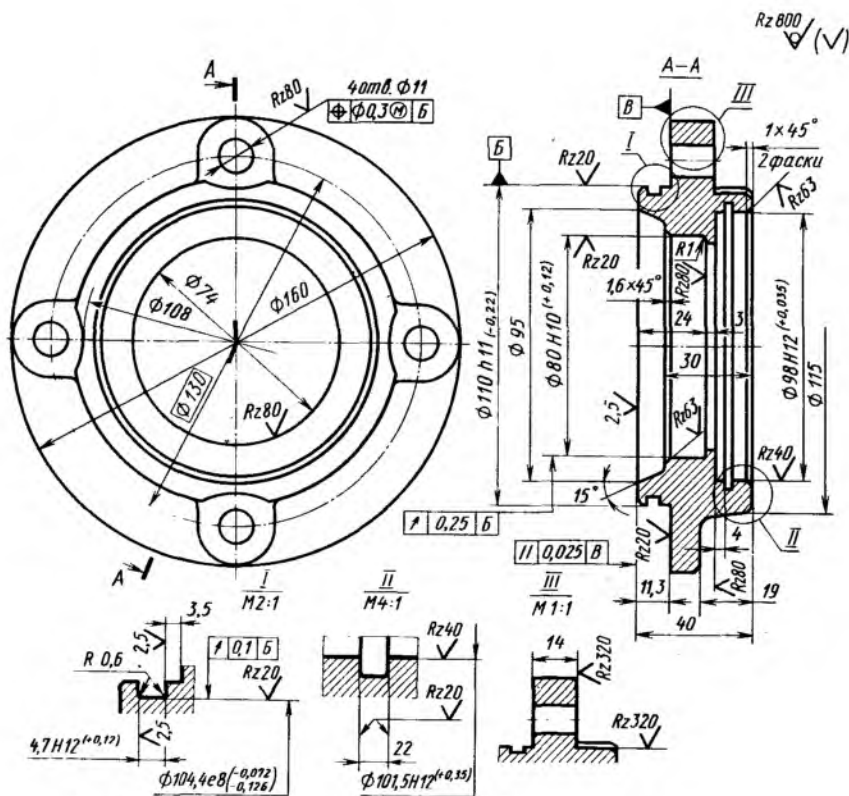
Зависимый допуск — это переменный допуск. На чертеже указано его минимальное значение 0,25 мм в диаметральной выражении, относящееся к наименьшему размеру отверстия  $\phi 9$  мм. Этот допуск может быть превышен на величину, соответствующую отклонению действительного размера отверстия  $\phi 9$  мм от его наименьшего размера. Наибольшее превышение будет определяться допуском на  $\phi 9$  мм, равным 0,15 мм, и тогда наибольшее значение позиционного допуска в диаметральной выражении будет равно  $0,25 + 0,15 = 0,4$  мм (окружность  $\phi 0,4$  мм на рис. 14). Возможные превышения заданного минимального позиционного допуска в зависимости от действительных размеров отверстия  $\phi 9$  мм будут находиться внутри кольцевой поверхности, ограниченной размерами 0,25 и 0,4 мм. Соответственно этому будут изменяться и размеры  $\phi 95$  мм.

Зависимые допуски часто контролируют комплексными проходными калибрами, представляющими собой прототип сопрягаемой детали. При таком контроле обеспечивается требуемая точность деталей и беспригоночная сборка изделия. В данном случае комплексный калибр может иметь вид кольца с четырьмя штырями по  $\phi 9$  мм, расположенными на  $\phi 95$  мм (калибр центрируется по  $\phi 80h8$ ).

На рис. 13 и на последующих рисунках, где изображены чертежи деталей, основная надпись не приводится, а в ТТ отдельными пунктами записаны марка материала детали и ее масса (кг).

**Чертеж крышки редуктора (рис. 15):** коническая выборка  $\phi 95$  на  $15^\circ$ , наружная поверхность крышки  $\phi 160$  мм, торец  $\phi 115 \times 98$  и поверхность фланца не имеют знака шероховатости, их шероховатость обеспечивается в отливке и должна быть равна по  $Rz$  не более 800 мкм согласно знаку в верхнем правом углу чертежа.

Чертеж содержит выносные элементы I, II и III, на которых показаны размеры канавок. В чертеже оговорено радиальное биение поверхностей  $\phi 80H10$  и канавки по размеру  $\phi 104,4e8$  (знак  $\lambda$ ), числовое значение радиального биения 0,25 и 0,1 мм соответственно, базой в обоих случаях служит поверхность  $\phi 110h11$ , обозначенная в третьей части рамки буквой Б.



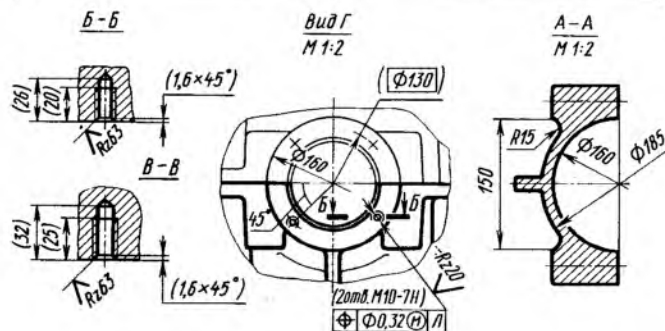
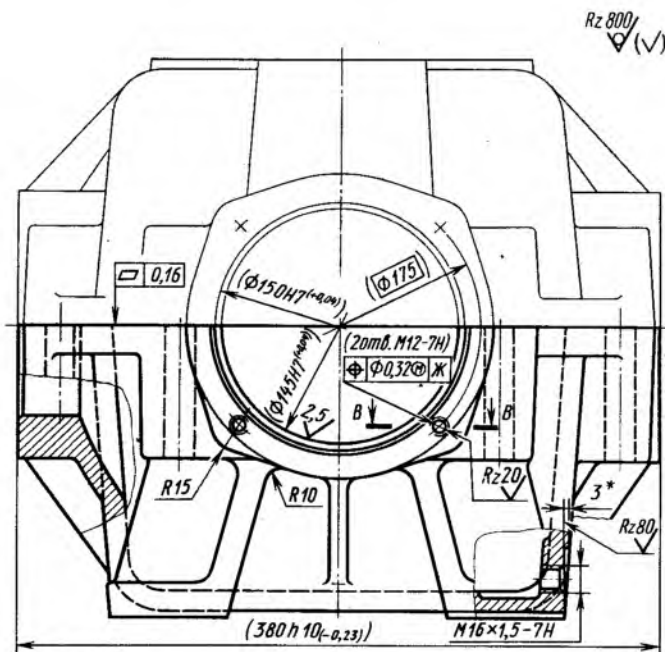
1. Отливка III класса точности по ГОСТ 1855-55.
2. Неуказанные литейные радиусы 2...3 мм.
3. Неуказанные предельные отклонения размеров механически обрабатываемых поверхностей: отверстий по H14, валов по h14, остальных  $\pm IT14/2$ .
4. Материал-СЧ 18.
5. Масса - 2,05.

Рис. 15. Крышка редуктора

Точность изготовления размеров крышки оговорена на чертеже по ЕСДП СЭВ (см. рис. 13). Имея указанные на чертеже предельные отклонения размеров, можно легко определить предельные значения этих размеров, то же относится и к шероховатости обработанных поверхностей.

В данном чертеже допускаемое смещение четырех отверстий  $\phi 11$  мм оговорено позиционным допуском  $0,3$  мм в диаметрально выраженном, а диаметр окружности  $\phi 130$  мм, на котором расположены эти отверстия, взят в прямоугольную рамку. Допуск зависимый — (M). Для остальных размеров оговорены симметричные предельные отклонения  $\pm IT14/2$ , т. е.  $\pm$  половина допуска 14-го квалитета, так, для уступа размером  $11,3$  мм это  $\pm 0,215$  мм, для уступа размером  $3,5$  мм это  $\pm 0,15$  мм.





1. Заготовку подвергнуть старению.
2. Обработку по размерам в круглых скобках производить совместно с крышкой. Детали маркировать одним порядковым номером и при-  
менять совместно.
3. Овальность и конусообразность отверстий И и К не более 0,008 мм,  
отверстий Н и П не более 0,01 мм.
4. Неуказанные предельные отклонения размеров отливки по ГОСТ 23.2.456.76.
5. Неуказанные предельные отклонения размеров, подлежащих механи-  
ческой обработке: отверстий по Н14; остальных  $\pm IT14/2$ .

**Чертеж корпуса редуктора (рис. 16).** К особенностям чертежа относится то, что некоторые поверхности корпуса обрабатывают совместно с крышкой редуктора, показанной тонкими сплошными линиями. К этим поверхностям относят: основные отверстия под подшипники качения с размерами 150H7, 145H7, 110H7, два отверстия  $\phi 10H8$  под фиксирующие штифты, торцовые поверхности по размеру 380h 10,

резьбовые отверстия во фланцах корпуса и др. Размеры, подлежащие обработке совместно с крышкой, взяты на чертеже в круглые скобки. Аналогичная запись помещена в ТТ на чертеже крышки редуктора. Совместная обработка корпуса с крышкой обеспечивает высокую точность сопрягаемых деталей при их соединении, но условие взаимозаменяемости этих двух деталей может не соблюдаться. Для обеспечения высокой точности и снижения трудоемкости сборки редуктора обе детали должны маркироваться одним порядковым номером и применяться совместно. Торцовые поверхности по размеру  $380 \pm 10$  должны иметь шероховатость  $R_z$  не более 20 мкм, отверстия  $\phi 110H7 - Ra$  не более 2,5 мкм, отверстия  $\phi 17 - R_z$  не более 80 мкм и т. д.

Поверхности корпуса редуктора, на которых не указано обозначение шероховатости, обработке по данному чертежу не подлежат. К этим поверхностям относятся указания в виде знака в правом верхнем углу чертежа, означающего, что шероховатость остальных поверхностей нормируется по  $R_z$  с максимальной высотой неровностей не более 800 мкм.

Предельные отклонения указаны полным обозначением, что облегчает чтение чертежа: размеры диаметров основных отверстий  $\phi 150H7 (+0,04)$ ,  $\phi 145H7 (+0,04)$ ,  $\phi 110H7 (+0,035)$  и др. Поясним, что означает обозначение  $\phi 110H7 (+0,035)$ , проставленное у размера диаметра отверстия корпуса:  $\phi 110$  — это номинальный размер отверстия, мм;  $H$  — обозначение для допуска основного отверстия; 7 — квалитет;  $+0,035$  — это предельное отклонение, определяющее наибольший ( $100 + 0,035 = 100,035$  мм) и наименьший размеры, равные 100 мм. Допуск размера составляет 0,035 мм.

Часть размеров обведена прямоугольной рамкой. Это диаметры, на которых расположены резьбовые отверстия на фланцах корпуса редуктора ( $\phi 130$ ,  $\phi 175$ ), координаты (220, 355 мм и др.), определяющие положения отверстий  $\phi 17$  в детали (отмечены знаком  $\Phi$ ) и отверстий  $\phi 17$  во фланце для соединения корпуса с крышкой. Отклонение расположения осей отверстий  $\phi 17$  задано позиционным допуском, равным 0,8 мм в диаметральном выражении. Это видно из обозначения, регламентирующего расположение осей отверстий, и помещенного в рамке под обозначением числа и номинального размера отверстий. Знак позиционного допуска  $\Phi$ , его числовое значение 0,8 мм, знак  $\phi$  означает, что допуск задан в диаметральном выражении, буква  $M$  — что это зависимый допуск (см. рис. 14).

На разрезах  $B-B$  и  $B-B$  изображены резьбовые отверстия, размеры которых взяты в круглые скобки. Это означает, что отверстия изготавливают вместе с крышкой. Резьбу в отверстиях  $M10$  и  $M12$  нарезают метчиками, поэтому при обработке исключается расчет размеров резьбы по ее среднему диаметру. Метчик подбирают с учетом шага резьбы (это соответственно 1,5 и 1,75 мм) и точности резьбового отверстия (в обоих случаях это 7Н). Что касается обозначения зависимых позиционных допусков расположения резьбовых отверстий  $M12 - 7H$  (знак  $\Phi$   $\phi 0,32$   $M$   $J$ )

на виде слева) и М10–7Н (знак  $\oplus \phi 0,32 \text{ (M) L}$  на виде Г) и др., то к описанию зависимых допусков расположения отверстий  $\phi 17$  следует добавить, что в данном случае в знаке указаны базы Ж и Л – это соответственно отверстия  $\phi 150\text{H}7$ ,  $\phi 110\text{H}7$ .

Диаметр сверла, которое применяют для сверления под резьбу этих отверстий, задается в технологических картах. Для отверстий М10 и М12 это соответственно  $\phi 8,5$  и  $\phi 10,2$  мм. Шероховатость резбовых поверхностей в отверстиях  $R_z = 20$  мкм. Для корпусных деталей важными качественными показателями являются отклонения расположения поверхностей. К допускам расположения поверхностей относится допуск перпендикулярности каждой из торцовых поверхностей фланцев относительно общей оси отверстий  $\phi 110\text{H}7$  (допуск  $0,06$  мм, база – ось Е) и допуск перпендикулярности торцевой поверхности у отверстия  $\phi 150\text{H}7$ . Так как не указана длина нормируемого участка, то допуск задан в габаритных размерах фланцев ( $\phi 180$ ).

Для торцевой поверхности фланца отверстия  $\phi 110\text{H}7$  отклонение от перпендикулярности  $\Delta$  показано на рис. 17, а и у изготовленной детали оно не должно превышать  $0,06$  мм. Допуск перпендикулярности задан также для общей оси Е для двух отверстий  $\phi 110\text{H}7$  относительно оси корпуса 3 (см. рис. 16). В данном случае допуск  $0,08$  мм задан на длине  $150$  мм, т. е. в размерах диаметра отверстия  $\phi 150\text{H}7$ . Здесь же указано обозначение  $\boxed{\times \mid 0,024}$ , которое читается так: допуск пересечения осей Е и 3 равен  $0,024$  мм, т. е. эти оси могут не совпадать в плоскости чертежа и располагаться одна над другой так, чтобы размер между ними не превышал  $0,024$  мм.

Обозначением  $\boxed{\odot \mid R 0,03 \mid E}$  задан допуск соосности двух отверс-

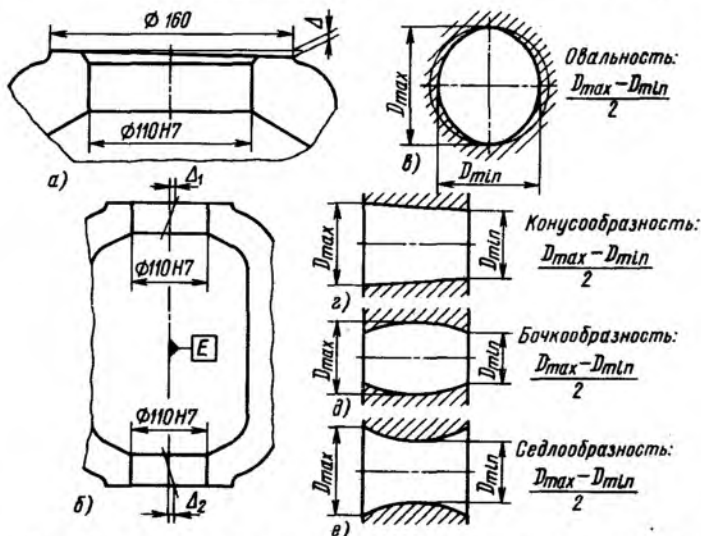


Рис. 17. Виды отклонений расположения и формы поверхностей

тий  $\phi 110H7$ . Знак  $R$  означает, что допуск задан в радиусном выражении. Это значит, что отклонение от соосности у изготовленной детали  $\Delta_1$  и  $\Delta_2$  (рис. 17,б) не должно превышать 0,03 мм, за счет перекоса осей или отклонения осей отверстий от общей оси  $E$  при параллельном их смещении.

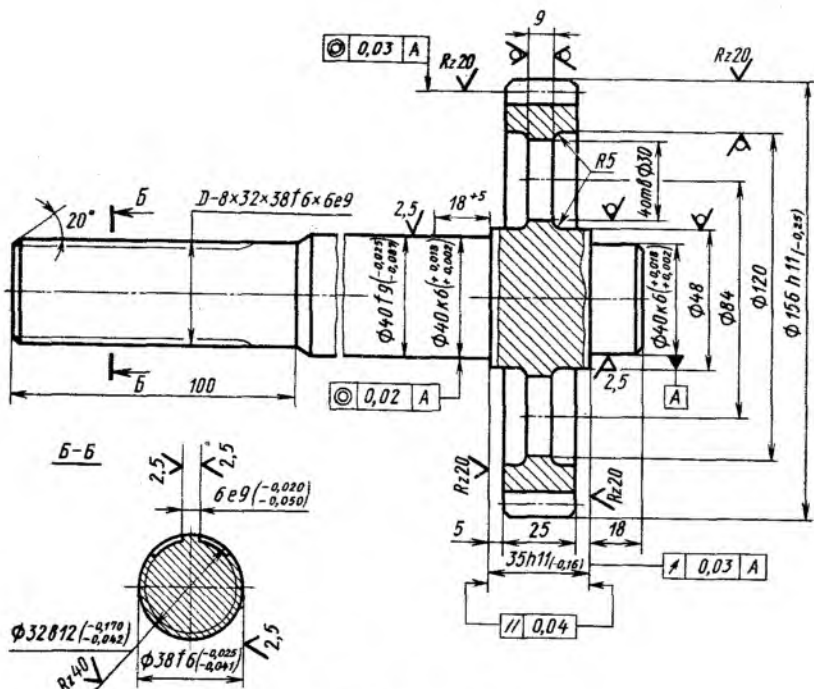
Аналогично читается обозначение  $\textcircled{R} \begin{array}{|c|c|c|} \hline R & 0,016 & 3 \\ \hline \end{array}$  допуска соосности отверстий  $\phi 145H7$  и  $\phi 150H7$  относительно общей оси 3. Этот допуск равен 0,016 мм и также задан в радиусном выражении. Так как в рамках условного обозначения допусков в двух последних случаях не указана буква  $M$ , то допуск является независимым, т. е. числовое значение заданного допуска (соответственно 0,03 и 0,016 мм) постоянно, не может быть превышено в изготавливаемых корпусах редуктора и не зависит от действительных размеров отверстий  $\phi 110H7$ ,  $\phi 145H7$  и  $\phi 150H7$ .

На плоскости разъема корпуса редуктора указан знак  $\square$ , означающий допуск плоскости 0,16 мм, заданный в габаритных размерах плоскости разъема, так как цифры ограничивающей распространение этого допуска на часть плоскости нет в обозначении. При обработке плоскости разъема учитывают, что контроль плоскостности проводится с помощью контрольной плиты и что наибольшее расстояние точек обработанной плоскости разъема в габаритных размерах этой плоскости не должно превышать 0,16 мм.

В ТТ заданы допуски овальности и конусообразности отверстий  $I$  и  $K$  ( $\phi 110H7$ ) не более 0,008 мм и отверстий  $H$  и  $L$  ( $\phi 150H7$  и  $\phi 145H7$ ) не более 0,01 мм (допуски заданы согласно ГОСТ 24642–81). По этому стандарту овальность и конусообразность определяют как полуразность диаметров (рис. 17,в–д). Так, при наибольшем и наименьшем размерах диаметра отверстия  $\phi 100H7$ , равных 100,016 и 100 мм, числовое значение овальности  $(100,016 - 100)/2 = 0,008$  мм.

К остальным размерам (пункт 5 ТТ) относятся глубина резьбовых отверстий, размеры фасок и др. Неуказанные предельные отклонения размеров отливки корпуса редуктора регламентируются отраслевым стандартом. В сечении  $A-A$  указаны размеры, получаемые в заготовке.

**Чертеж вала-шестерни** (рис. 18). Отличительной особенностью чертежа являются зубчатый венец и шлицевые поверхности на цилиндре  $\phi 38$  мм. Шлицевый вал с прямобочным профилем зубьев имеет следующие номинальные размеры: наружный диаметр 38 мм, внутренний — 32 мм и толщина зуба — 6 мм. Поперечный разрез шлицевого вала показан на разрезе  $B-B$  (число зубьев равно 8). Все три поверхности шлицевого вала относятся к охватываемым поверхностям или "валам". Для данного шлицевого вала назначено центрирование соединения с втулкой по наружному диаметру, т. е. по  $\phi 38f6$ , что и определяет требуемую точность соединения. Соединение вала с втулкой подвижное, так как в соединении образуется зазор за счет отрицательных отклонений по размеру  $\phi 38f6(-0,025; -0,041)$ , а допуск на наружный диаметр втулки задают с положительным отклонением.



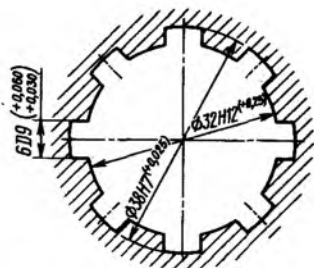
Модуль	<i>m</i>	4
Число зубьев	<i>Z</i>	37
Нормальный исходный контур	-	ГОСТ 13755-81
Коэффициент смещения	<i>x</i>	0
Степень точности, вид сопряжения	-	8-С ГОСТ 1643-81
Длина общей нормали	<i>W</i>	55,16 <sup>+0,080</sup> <sub>-0,200</sub>
Делительный диаметр	<i>d</i>	148

Рис. 18. Вал-шестерня

1. НВ 262... 311.
2. Поковка, степень сложности С1, точность изготовления - класс II по ГОСТ 7505-74.
3. Штампованные уклоны 7°.
4. Неуказанные предельные отклонения размеров механически обрабатываемых поверхностей: отверстий по Н14, валов по h 14, остальных  $\pm$  IT 14/2.
5. Материал-сталь 40ХН ГОСТ 4543-74.
6. Масса - 3,8.

Предельные отклонения по толщине зуба  $6e9^{(-0,020}_{-0,050})}$  также обеспечивают подвижность соединения в продольном направлении и требуемую точность углового взаимного смещения сопрягаемых деталей в поперечном направлении. Внутренний диаметр шлицевого вала является нецентрирующим элементом, и поэтому на его размер установлены большие предельные отклонения  $\phi 32b12^{(-0,170}_{-0,042})}$ , создающие большой гарантированный зазор в соединении. Так, наименьший зазор по внутреннему диаметру равен 0,17 мм, а по наружному диаметру, являющемуся центрирующим, составляет 0,025 мм. На чертеже показано обозначение шлицев:  $D - 8 \times 32 \times 38 f6 \times 6e9$ . Здесь буква *D* означает элемент центрирования, т. е. наружный диаметр, цифра 8 - число зубьев вала, затем следует внутренний диаметр (32 мм), наружный диаметр (38 мм)

Рис. 19. Эскиз шлицевого отверстия



и ширина зуба (6 мм). По нецентрирующему размеру (внутренний диаметр) поле допуска допускается не указывать.

При центрировании шлицевых деталей по наружному диаметру могут быть назначены и другие посадки с зазором, такие, как  $H7/q6$  или  $H8/e8$ , а также посадки переходные, например  $H7/j_s6$  или  $H7/k6$ . Посадки по боковым сторонам шлицев могут быть  $F8/f8$ ,  $F8/d9$ ,  $F8/h8$  и  $F8/j_s7$ . Во всех случаях в числителе — поля допуска диаметра и ширины впадины шлицевой втулки, в знаменателе — диаметра и толщины зуба шлицевого вала (эти обозначения проставляют на чертежах шлицевых деталей).

Для примера рассмотрим эскиз шлицевого отверстия во втулке (рис. 19), которая сопрягается с зазором со шлицами вала-шестерни. Поля допусков шлицевого отверстия имеют положительные отклонения по всем трем размерам, что обеспечивает зазоры в соединении.

ГОСТ 1139—80 предусматривает, что предельные отклонения от параллельности сторон зубьев вала и пазов втулки относительно оси центрирующей поверхности не должны превышать на длине 100 мм 0,03 мм в соединениях повышенной точности (допуски от 6-го до 8-го квалитетов) и 0,05 мм в соединениях нормальной точности (допуски от 9-го до 10-го квалитетов). Эти допуски в чертежах шлицевых деталей могут не указываться, но их нужно учитывать при изготовлении шлицевых деталей.

В стандартах установлено также центрирование по внутреннему диаметру и боковым сторонам зубьев, при этом возможно образование посадок как с зазором, так и переходных. Что касается оформления чертежей шлицевых деталей, то независимо от метода центрирования в чертежах могут встречаться поля допусков валов  $q6$ ,  $j_s6$ ,  $f7$ ,  $j_s7$ ,  $e8$  и поля допусков отверстий  $H6$ ,  $H7$ ,  $H8$ ,  $F8$ ,  $D9$ ,  $F10$  и др.

Обозначение шлицевых деталей (втулок) аналогично показанному на рис. 17. Например, для втулки с размерами внутреннего диаметра  $36H7$ , наружного —  $40H12$ , с шириной впадины  $7D9$  и числом впадин 8, с центрированием по внутреннему диаметру  $d$  будет:  $d=8 \times 36H7 \times 40H12 \times 7D9$ . Стандартами допускается не указывать в обозначении допуски нецентрирующих диаметров (для приведенного выше обозначения у размера 40 может быть опущено  $H12$ ).

В таблице на рис. 18 приведены данные для изготовления и контроля зубьев. Первая часть таблицы включает значение модуля 4 мм, число зубьев  $z=37$  и т. д. Модулем  $m$  зубчатого колеса называют отношение шага зубьев  $P_t$  (окружного шага) к числу  $\pi$ , равному 3,14, т. е.  $m = P_t/3,14$  мм. Модуль является основным параметром, определяемым при расчете зубчатого колеса и обеспечивающим его прочност-

ные характеристики. Полученный при расчете модуль округляют до ближайшего большего по ряду стандартного значения. Зная модуль, можно определить шаг зубьев колеса:  $P_t = 3,14m = 3,14 \cdot 4 = 12,56$  мм (рис. 20,а). Исходный контур для эвольвентных зубчатых колес — контур зубчатой рейки с прямолинейным профилем, дающей беззазорное зацепление с любым колесом колес одного модуля, способных друг с другом зацепляться (рис. 20,б). При этом делительная окружность зубчатого колеса катится без скольжения по начальной прямой рейки. Исходный контур является параметром для опережения элементов зацепления колес и инструмента. Нормальный исходный контур эвольвентных зубчатых колес установлен ГОСТ 13755—81.

В рассматриваемом чертеже смещение исходного контура равно нулю. При этом толщина зуба нарезаемого колеса будет равна ширине впадины, т. е.  $P_t/2$ . При смещении исходного контура будет иметь место изменение толщины зуба: при положительном смещении (удаление от оси нарезаемого колеса) толщина зуба будет больше ширины впадины; при отрицательном (приближение к оси колеса) толщина зуба будет меньше ширины впадины.

В пятой строке первой части таблицы параметров указана степень точности колеса 8 и вид сопряжения С со ссылкой на ГОСТ 1643—81. Стандартом установлено 12 степеней точности зубчатых колес. Степень точности 8 характеризует среднюю точность зубчатых колес. Так как в обозначении указана одна степень точности (8), это означает, что эта степень относится к трем группам норм: кинематической, плавности работы и полноты контакта зубьев в передаче. Согласно степени точности устанавливают допуски и предельные отклонения для параметров зубчатого колеса, подлежащих контролю.

Буква С означает вид сопряжения и характеризует боковой зазор между неработающими профилями зубьев передачи. Всего стан-

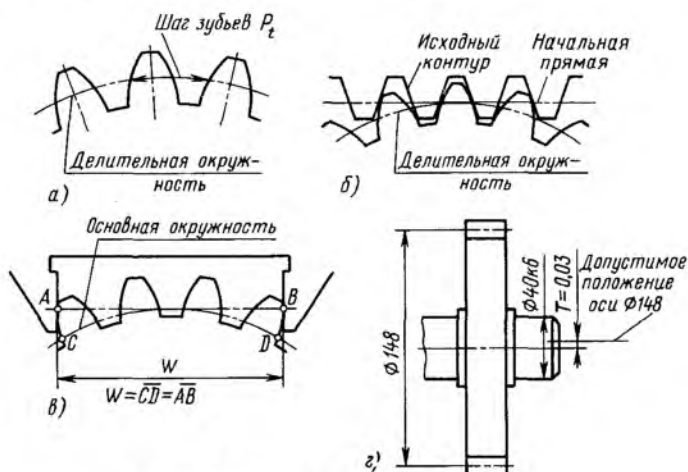


Рис. 20. Параметры зубчатого колеса

дартом установлено шесть видов сопряжения: Н, Е, D, С, В, А. При сопряжении по Н может быть нулевой боковой зазор, при остальных видах сопряжения минимальный гарантированный боковой зазор увеличивается от Е к А. Вид сопряжения и соответствующий ему гарантированный боковой зазор достигается при изготовлении зубчатого колеса одним из следующих параметров, обеспечивающих уменьшение толщины зуба колеса: смещением исходного контура, отклонением толщины зуба и длины общей нормали.

Вместо длины общей нормали могут быть проставлены размеры постоянной хорды зуба и высоты до нее. Под длиной общей нормали  $W$  принимают расстояние между двумя параллельными прямыми, касательными к двум разноименным профилям зубьев в точках А и В (рис. 20, в). Размером длины общей нормали охватывается  $zn$  зубьев колеса, которое при угле зацепления  $20^\circ$  равно:  $zn = z/9 + 1$  с округлением до ближайшего целого числа ( $z$  — число зубьев колеса). Для данного зубчатого венца  $zn = 37/9 + 1 = 5,1$  с округлением до 5. Номинальный размер длины общей нормали 55,16 мм, предельные отклонения отрицательные, что обеспечивает боковой зазор в передаче сопряжения С. Предельные размеры длины общей нормали: наибольший  $55,16 - 0,08 = 55,08$  мм и наименьший  $55,16 - 0,2 = 54,96$  мм; разность этих размеров есть допуск, равный 0,12 мм, что соответствует 8-й степени точности и сопряжению С.

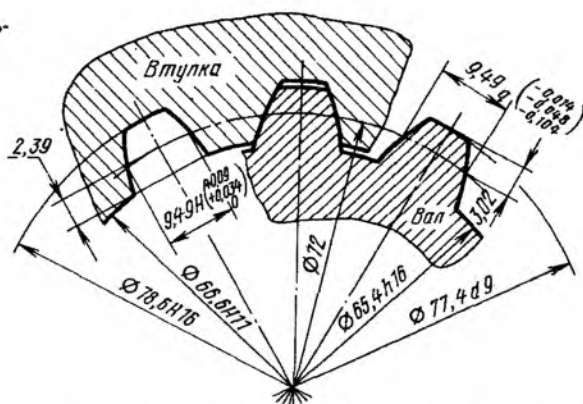
К числу справочных данных относят делительный диаметр, который получают для прямозубых цилиндрических колес из формулы  $d = mz$ , т. е.  $d = 4 \cdot 37 = 148$  мм. Контролю делительный диаметр не подлежит.

Точные размеры наружных гладких цилиндрических поверхностей вала-шестерни  $\phi 40f9$ ,  $\phi 40k6$ ,  $\phi 156h11$  и размер  $35h11$  между торцовыми поверхностями  $\phi 48$  мм проставлены на чертеже с предельными отклонениями. Знак  $\nabla$ , проставленный у поверхности двух выборок, означает, что по данному чертежу эти поверхности не обрабатываются и остаются такими, какими они были на заготовке. Знак  $Rz\ 20$  относится к шероховатости поверхности профиля зубьев.

Обозначение со знаком  $\odot$ , проставленное на делительном цилиндре зубчатого венца, показано штрих-пунктирной линией. Это допуск соосности, равный 0,03 мм делительного цилиндра  $\phi 148$  мм относительно цилиндрической поверхности  $\phi 40k6$ , являющейся базовой поверхностью А. Так как в обозначении нет указания, в каком выражении (диаметральном или радиусном) задан этот допуск, то следует считать, что допуск задан в радиусном выражении (рис. 20, з). В диаметральном выражении допуск соосности равен  $0,03 \cdot 2 = 0,06$  мм. На цилиндрической поверхности  $\phi 40$  мм проставлены размеры  $\phi 40f9$  и  $\phi 40k6$ , от торца поверхности  $\phi 48$  мм проставлен размер  $18^{+5}$ . Это означает, что размер  $\phi 40k6$  должен быть выдержан на этой длине.

В чертеже вала-шестерни нет указания о наличии в детали центральных отверстий. Такое оформление чертежа следует понимать так, что для монтажа в механизме или при эксплуатации эти отверстия не требуются. Но исходя из производственных условий технолог может назна-

Рис. 21. Шлицевое эвольвентное соединение



чить выполнение центровых отверстий, которые необходимы в качестве вспомогательных базовых поверхностей. Это могут быть отверстия с предохранительным конусом или без него (форма В или А по ГОСТ 14034—74) или центровые отверстия с метрической резьбой. К остальным размерам (пункт 4 ТТ) относятся размеры уступов 100; 5; 18; размеры фасок; угловые размеры  $20^\circ$ .

Кроме шлицевых соединений с прямобочным профилем зубьев, показанных на рис. 18 и 19, в машинах применяют шлицевые эвольвентные соединения, у которых боковые поверхности зубьев втулки очерчены по эвольвенте. В отличие от эвольвентных зубчатых колес у шлицевых соединений угол зацепления  $\alpha = 30^\circ$ , что обеспечивает большую прочность соединения, поскольку при этом увеличивается размер толщины зуба у его основания. Высота зуба меньше, чем у зубчатых колес, но больше, чем у прямобочных соединений, что также повышает их надежность. Центрирование этих соединений осуществляют по наружному диаметру или по боковым сторонам зубьев; центрирование по внутреннему диаметру не рекомендуется. Стандарт (ГОСТ 6033—80) устанавливает номинальные диаметры шлицевых эвольвентных соединений 4...500 мм,  $m = 0,5 \dots 10$  мм  $z = 6 \dots 82$ .

На рис. 21 представлен эскиз подвижного шлицевого эвольвентного соединения при центрировании по боковым поверхностям зубьев. Модуль соединения  $m = 6$  мм;  $z = 12$ ;  $d = mz = 6 \cdot 12 = 72$  мм. Здесь же приведены размеры зубьев и диаметров шлицевого вала и шлицевой втулки.

Подвижность соединения обеспечивается за счет зазора по толщине зубьев втулки и вала, так как по размеру 9,4 мм у ширины впадины втулки заданы положительные, а у толщины зуба вала отрицательные отклонения. На ширину впадин втулки и толщину зубьев вала установлены поля допусков, обозначаемые сначала числом, показывающим степень точности, а затем буквой основного отклонения.

В нашем случае это 9H для втулки и 9g для вала. У этих обозначений (в скобках) проставлены числовые значения трех предельных отклонений. Два из них: +0,09 и +0,034 у втулки и -0,048 и -0,104 мм

у вала относятся к точности изготовления размеров 9,4 мм втулки и вала и определяют допуски на изготовление, равные  $0,09-0,034=0,054$  мм для ширины впадины втулки и  $-0,048-(-0,104)=0,056$  мм для толщины зуба вала. Третье отклонение 0 у втулки и  $-0,014$  у вала определяет суммарный допуск, включающий отклонения ширины впадины и толщины зуба и отклонения формы и расположения элементов их профиля. Суммарный допуск у втулки равен  $0,09-0=0,09$  и у вала  $0,014-(-0,104)=0,09$  мм. Часть этого допуска, относящаяся к отклонениям формы и расположения, у втулки равна  $0,034-0=0,034$  и у вала  $-0,014-(-0,048)=0,034$ . Суммарный допуск контролируют комплексным проходным калибром.

Стандартом установлены следующие степени точности (в порядке убывания точности): ширины впадины втулки 7, 9 и 11; толщины зуба вала 7, 8, 9, 10 и 11; и следующие ряды основных отклонений для ширины впадины втулки  $H$ ; для толщины зуба вала  $r, p, n, k, h, q, f, d, c, a$ .

Валы с основными отклонениями от  $r$  до  $h$  образуют неподвижные, а от  $q$  до  $a$  подвижные соединения. В каждом случае на чертежах шлицевых деталей указывают соответствующие предельные отклонения. Допуски на размеры до хорды с размером 9,4 мм у втулки 2,39 и у вала 3,02 мм не указывают.

По нецентрирующим наружному и внутреннему диаметрам установлены гарантированные зазоры, определяемые разностью номинальных диаметров втулки и вала (например, для наружного диаметра  $78,6-77,4=1,2$  мм) и предельными отклонениями на эти диаметры (для наружных диаметров это  $78,6H16^{+1,9}$  и  $77,4d9^{-0,190}_{-0,174}$ ).

При центрировании шлицевого эвольвентного соединения по наружному диаметру для окружности впадин втулки рекомендуется применять поле допуска  $H7$ , а для диаметров окружности вершин зубьев вала поля допусков  $n6, js6, h6, q6, f7$ . При этом поля допусков ширины впадины втулки должны соответствовать  $9H$  или  $11H$ , а толщины зуба вала  $9h, 9d, 11c, 11a$  (номинальные размеры могут быть различны). Детали этого шлицевого соединения имеют следующие обозначения: шлицевая втулка  $72 \times 6 \times 9H$  (ГОСТ 6033-80); шлицевый вал  $72 \times 6 \times 9q$  (ГОСТ 6033-80), где первая цифра означает номинальный диаметр, вторая — модуль, третья — поле допуска по центрирующему элементу, т. е. по боковым поверхностям зубьев.

**Чертеж зубчатого колеса с косыми зубьями.** Рассмотрим таблицу параметров зубчатого колеса (рис. 22). Модуль колеса  $m_n=2$  мм (это нормальный модуль, т. е. модуль в сечении плоскостью, перпендикулярной к направлению линии зубьев),  $z=73$ . Угол наклона зубьев  $\beta=8^\circ 6' 35''$  показан в виде трех наклонных к оси колеса тонких сплошных линий, направление линии зуба правое, что соответствует изображению направления линии зуба. Для определения по изображению направления линии зубьев нужно воспользоваться правилом. Для этого нужно посмотреть на чертеж зубчатого колеса вдоль его оси и определить, в какую сторону отклоняется линия направления зубьев

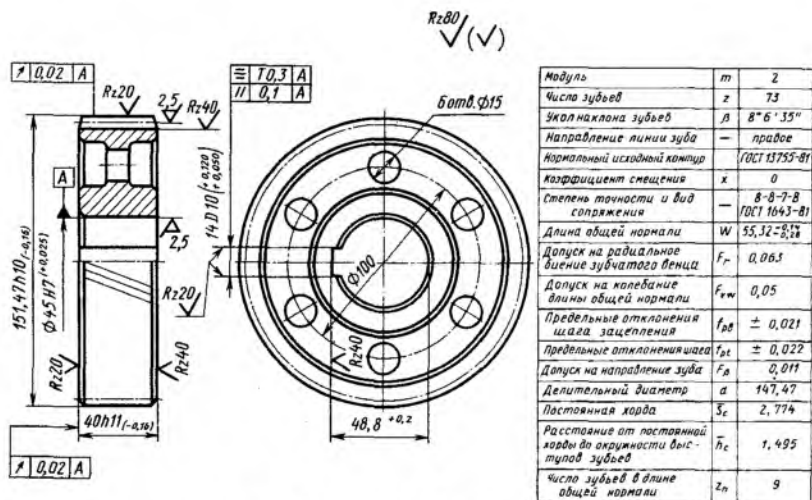


Рис. 22. Косозубое зубчатое колесо

от ближнего к нам торца колеса к дальнему торцу. При правом направлении это будет "слева—вверх—направо" (как на чертеже), а при левом "слева—вверх—налево". Направление линии зубьев необходимо знать для правильной настройки зуборезного станка.

Нормальный исходный контур, так же как и для прямозубого зубчатого венца вала-шестерни, установлен ГОСТ 13755-81. Степень точности колеса и вид сопряжения имеют обозначение:  $8=8=7=B$  (ГОСТ 1643-81). Точность колеса пронормирована степенями точности: первая цифра (8) означает степень точности по нормам кинематической точности, вторая (8) — степень по нормам плавности работы и третья (7) — степень по нормам контакта зубьев в передаче. Такая последовательность обозначения степеней точности установлена в стандартах на зубчатые колеса; первая цифра относится к нормам кинематической точности, вторая к нормам плавности работы и третья — к нормам контакта зубьев в передаче. Буква  $B$  — вид сопряжения зубьев в передаче.

Иногда в чертежах зубчатого колеса после буквы, означающей вид сопряжения, может быть проставлена буква  $a, b, c, d, h$ , которая показывает вид допуска на боковой зазор. Вид допуска указывают, когда вид допуска не соответствует виду сопряжения, которое обозначают буквами  $A, B, C, D, E, H$  (видам сопряжения  $E$  и  $H$  соответствует вид допуска  $h$ ). Например, если для вида сопряжения  $C$  требуется вид допуска  $d$ , то в обозначении будут помещены две буквы  $Cd$ . В случаях соответствия вида сопряжения и вида допуска на боковой зазор в обозначении указывают только одну букву сопряжения (в нашем случае это буква  $B$ ).

При рассмотрении чертежа вала-шестерни (см. рис. 18) были пере-

числены параметры, обеспечивающие получение бокового зазора и допуска на него. Для зубчатого колеса это также длина общей нормали  $W$ , вернее, ее предельные размеры: наибольший  $52,32-0,14=52,18$  мм и наименьший  $52,32-0,28=51,04$  мм. Так как оба предельных размера меньше номинального значения длины общей нормали, то обеспечивается требуемое отклонение толщины зуба в сторону его уменьшения. Измерение длины общей нормали выполняют с помощью нормалемеров и зубомерных микрометров; при этом линия измерения должна быть перпендикулярной к направлению линии зубьев.

В таблице на этом рисунке помещены показатели точности зубчатого колеса. Это допуск на радиальное биение зубчатого венца  $F_r$ , допуск на колебание длины общей нормали  $F_{vw}$  предельные отклонения шага зацепления  $f_{pb}$ , предельные отклонения шага  $f_{pt}$  и допуск на направление зуба  $F_{\beta}$ .

Первые два показателя характеризуют кинематическую точность зубчатого колеса. Радиальным биением зубчатого венца (рис. 23, а) называют разность действительных предельных положений элемента исходного контура в пределах зубчатого колеса (от его рабочей оси). Колебание длины общей нормали есть разность между наибольшей и наименьшей действительными длинами общей нормали в одном и том же зубчатом колесе.

Предельные отклонения шага зацепления и предельные отклонения шага относят к нормам плавности работы. Предельное отклонение

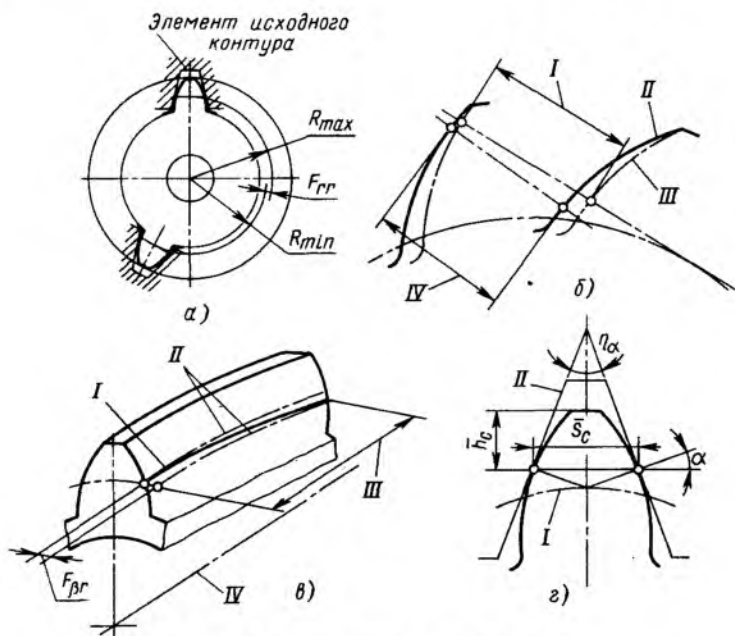


Рис. 23. Параметры зубчатого колеса

шага зацепления (или основного шага по ранее выпущенной документации) показано на рис. 23,б, где  $I$  — номинальный шаг зацепления,  $II$  — действительный профиль зуба,  $III$  — номинальный профиль зуба и  $IV$  — действительный шаг зацепления. Так как отклонения шага зацепления в изготовленном зубчатом колесе могут располагаться в "плюс" и "минус", то допуск на него  $f_{pb}$  задан с симметричным отклонением  $\pm 0,021$  мм от его номинального значения. Шаг колеса (по ранее выпущенной документации он назывался окружным шагом) также может иметь отклонения в плюс и минус, поэтому допуск на него установлен со значением  $\pm 0,022$  мм. Шаг колеса в отличие от шага зацепления представляет собой расстояние между одноименными профилями двух соседних зубьев колеса по дуге делительной окружности в линейных мерах (см. рис. 20,а). Шаг зацепления и шаг колеса измеряют у косо-зубых зубчатых колес в направлении, перпендикулярном к направлению линии зубьев.

Допуск на направление зуба  $F_{\beta}$  для 7-й степени точности, равный 0,011 мм, характеризует нормы контакта зубьев в передаче. Погрешность направления зуба  $F_{\beta r}$  определяют как расстояние между двумя ближайшими друг к другу номинальными делительными линиями зуба в торцовом сечении, между которыми размещается действительная делительная линия зуба, соответствующая рабочей ширине зубчатого венца или полушеврона (на рис. 23,в  $I$  — действительная линия зуба,  $II$  — номинальные делительные линии зуба,  $III$  — ширина зубчатого венца,  $IV$  — рабочая ось зубчатого колеса).

Допуски или заданные предельные отклонения параметров обозначают буквами латинского алфавита (см. рис. 22). Если нужно указать действительные отклонения, полученные при измерении, от заданных значений показателей, или погрешности показателей, то к обозначению допусков добавляют букву  $r$  ( $F_{\beta r}$ ), как это сделано при описании погрешности направления зуба. Это правило действует для обозначения всех показателей точности зубчатых колес.

Пять показателей точности зубчатого колеса, указанные в чертеже, являются комплексом контролируемых показателей, подлежащих контролю при изготовлении колеса. Комплекс должен предусматривать показатели из трех групп норм точности: кинематической, плавности работы и контакта зубьев в передаче. Стандартами предусмотрены различные комплексы, они равноценны и зависят от степени точности зубчатых колес. Так, для 8-й степени по нормам кинематической точности вместо допуска на колебание длины общей нормали может быть назначен допуск на погрешность обката. Вместо допуска на радиальное биение и допуска на колебание длины общей нормали может быть задан допуск на кинематическую погрешность передачи. Комплекс контролируемых показателей назначает предприятие-изготовитель зубчатых колес, которое несет полную ответственность за качество и точность изготовленных зубчатых колес. Комплекс контролируемых показателей может заноситься в чертеж детали, как это сделано на рис. 22, либо в другой конструкторский или технологический документ.

Завершают таблицу на рис. 22 показатели, относящиеся к справочным. Делительный диаметр  $d = (mz) / \cos 8^\circ 6' 35'' = (2 \cdot 73) / 0,99004 = 147,47$  мм.

Два показателя (рис. 23, з): постоянная хорда  $\bar{S}_c = 2,774$  мм и расстояние от постоянной хорды до окружности вершин зубьев  $\bar{h}_c = 1,495$  мм даны без допусков. На этом рисунке: *I* — делительная окружность, *II* — исходный контур,  $\alpha$  — угол зацепления. Постоянная хорда получила свое название потому, что ее размер остается постоянным для зубчатых колес одного модуля с различным числом зубьев. Последним показателем является число зубьев колеса в длине общей нормали, равное 9.

Знак  $\nabla^{25/}$  (см. рис. 22), проставленный у поверхности отверстия  $\phi 45H7$  и на делительном цилиндре зубчатого венца, означает, что поверхность  $\phi 45H7$  и зубья колеса должны быть получены со снятием слоя металла. Остальные знаки шероховатости не имеют горизонтальной полки, т. е. конструктору не важен способ получения этих поверхностей.

На чертеже зубчатого колеса расположение шпоночного паза задано двумя допусками. Допуск симметричности (знак  $\equiv$ ) равен 0,3 мм в диаметральном выражении. Согласно этому обозначению отклонение от симметричности допускается в любую сторону, но не более  $T/2$ , т. е.  $0,3/2 = 0,15$  мм в каждую сторону. Допуск параллельности (знак  $//$ ) равен 0,1 мм. Измерение отклонения от параллельности проводят в пределах ширины зубчатого колеса, т. е. на длине 40 мм. В обоих случаях базой является отверстие  $\phi 45H7$  (знак *A*).

Допуски расположения отверстий  $\phi 15$  мм на чертеже не указаны. Также не проставлены предельные отклонения у  $\phi 100$  мм, на котором расположены эти отверстия и у отверстий  $\phi 15$ . Таким образом, эти размеры и допуски расположения осей отверстий относятся к свободным размерам.

Так как в чертеже нет ссылки на ГОСТ 25069–81 о неуказанных допусках формы и расположения, то применить здесь установленные этим стандартом правила нельзя. Как же прочитать такой чертеж? До выхода стандартов ЕСПД СЭВ действовало установившееся в практике положение о том, что для грубых размеров (каким являются отверстия  $\phi 15$  мм) можно применять допуски по 14-му или 15-му качеству (7 или 8 классы точности по ранее выпущенной документации), а расположение отверстий нормировать половиной допуска на их размер со смещением в любую сторону, т. е. в радиусном выражении. Принимая допуск на  $\phi 15$  по 14-му качеству равным 0,43 мм и устанавливая как предпочтительное диаметральное выражение допуска, назначаем позиционный допуск (с округлением по табл. 1 ГОСТ 24643–81) расположения отверстий  $\phi 15$  мм относительно их номинального положения на  $\phi 100$  мм равным 0,4 мм.

Рассмотрим чертеж цилиндрического червяка (рис. 24), являющегося деталью червячной пары, применяемой при перекрещивающихся осях червяка и червячного колеса, и служащей для понижения час-

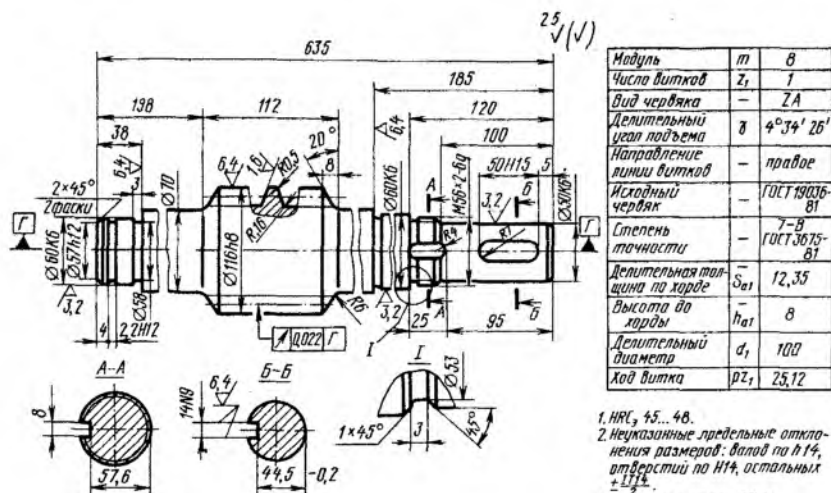


Рис. 24. Червяк

тоты вращения вала червячного колеса. Согласно ГОСТ 2.406-76 на чертеже указаны: диаметр вершин витков червяка  $\phi 116h8$ , длина нарезанной части червяка 112 мм, угол  $20^\circ$  и  $R6$  у торцев нарезанной части,  $R0,5$  и  $R1,6$  у профиля витка червяка, а также шероховатость боковых поверхностей витка равная  $1,6$  мкм. Знаком  $\nabla$  задан допуск радиального биения  $0,022$  мм боковых поверхностей витка относительно общей оси червяка, обозначенной буквой  $\Gamma$ .

К червяку относятся также данные, приведенные на чертеже в таблице. Модуль червяка  $m = 8$  мм; червяк однозаходный, архимедовый (обозначение  $ZA$ ). Червяк получил свое название по форме кривой (архимедова спираль), по которой очерчен теоретический профиль витка червяка при его сечении плоскостью перпендикулярной к оси червяка. Червяки, у которых форма этой кривой образована по эвольвенте, называют эвольвентными (обозначение  $Z1$ ).

Червяк должен быть изготовлен по 7-й степени точности с видом сопряжения  $B$ . Цифрой 7 задана одинаковая степень точности для всех трех групп норм: кинематической точности, плавности работы и полноты контакта зубьев червячного колеса с витками червяка. Для изготовления и контроля червяка задают комплекс показателей точности, включающий показатели из этих групп норм. Согласно стандарту комплекс показателей устанавливается изготовителем червячной передачи, поэтому он может не указываться в чертежах деталей, а приводится в технологической документации.

Для нашего червяка это может быть следующий комплекс показателей по группам норм: кинематическая точность — допуск на кинематическую погрешность червячной передачи  $47$  мкм; плавность работы — допуск на радиальное биение  $22$  мкм витка червяка (указан

на чертеже в рамке); полнота контакта — суммарное пятно контакта по высоте 10 — 65%; по длине зуба 10—60% (проверяется в червячной передаче). Вид сопряжения *B* и соответствующий ему гарантированный боковой зазор в передаче обеспечиваются за счет утонения витка червяка (размеры 12,35 и 8 мм в таблице).

Точные размеры поверхностей червяка ( $\phi 60k6$ ,  $\phi 50k6$ , 14N9 и др.) указаны в чертеже без предельных отклонений; их берут из таблиц ГОСТ 25347—82. Размеры с неуказанными предельными отклонениями изготавливают по IT14, к которым относится и паз 8 мм (по сечению *A—A*), так как это не шпоночный паз, а паз для стопорной шайбы, фиксирующей гайку на резьбе  $M56 \times 2 = 6g$ . Кольцевая канавка у левого конца червяка с размерами по IT12 служит для разрезного пружинного кольца.

Шероховатость всех поверхностей задана по *Ra*; числовые значения взяты из предпочтительного ряда. В чертеже нет указания о центральных гнездах червяка. Их наличие устанавливается технологом, а размеры и форму записывают в технологических документах. Если в чертеже червяка не указан угол наклона боковых поверхностей витка (как в нашем случае), то это значит, что он равен  $20^\circ$ .

На чертеже боек к пневмоинструменту (рис. 25), размеры, заданные по квалитетам, указаны без предельных отклонений, их числовые значения берут из соответствующих таблиц. Так, для отверстия  $\phi 28H9$  это  $+0,052$  мм. На этом чертеже у всех размеров проставлены предельные отклонения, поэтому в ТТ отсутствует пункт о неуказанных предельных отклонениях.

Шероховатость поверхностей, обозначенных знаком  $\nabla$ , означает, что эти поверхности должны быть получены со снятием слоя металла. Обозначение отклонения расположения поверхностей, относящееся к размеру  $65d11$ , читается так: отклонение от симметричности поверх-

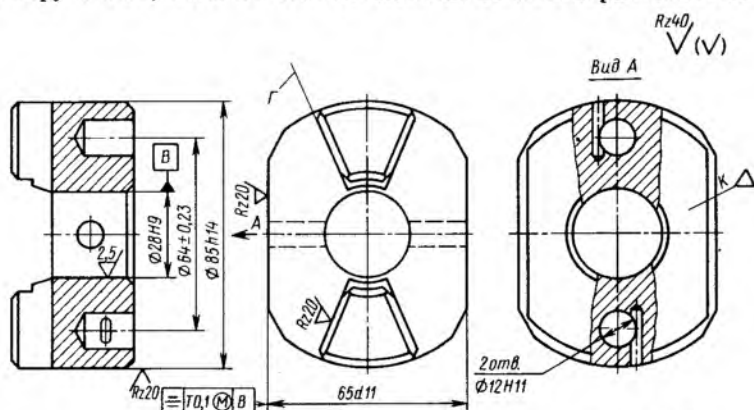


Рис. 25. Боек к пневмоинструменту

ностей по размеру  $65d_{11}$  задано допуском  $0,1$  мм в диаметральном выражении относительно поверхности  $\phi 28H9$ , допуск является зависимым (знак  $\textcircled{M}$ ). Зависимый допуск может быть увеличен с учетом допуска на размер  $65d_{11}$ , который составляет  $0,19$  мм (предельные отклонения равны: верхнее  $-0,1$ ; нижнее  $-0,29$ ).

При обработке четырех поверхностей  $\Gamma$  следует учитывать, что контроль будет проводиться специальным контрольным приспособлением, имеющим базовый центровик по отверстию  $\phi 28H9$  и два крыла с общей плоскостью, проходящей через центр отверстия  $\phi 28H9$ . При прилегании общей плоскости приспособления к поверхностям  $\Gamma$  детали просвет между ними не должен превышать  $0,2$  мм. Знаком на виде  $A$ , состоящим из выносной линии, соединенной с равнобедренным треугольником, и буквой  $K$  на этой линии обозначено место клейма окончательной приемки.

На рис. 26 показан чертеж бегуна электротали, у которого два элемента оформлены с помощью конических поверхностей: полотно катания бегуна и канавка под сальниковое уплотнение. Точность конической поверхности полотна катания задана предельными отклонениями на  $\phi 90h_{11}$  ( $-0,22$ ) и на угол конуса  $5^\circ$ , равными  $\pm 4'$  (допуск  $8'$ ); допуск угла соответствует 11-й степени точности  $AT11$ . Размер большого основания конуса не задан, так как он будет получен при выполнении  $R7$  и размера  $30$  мм.

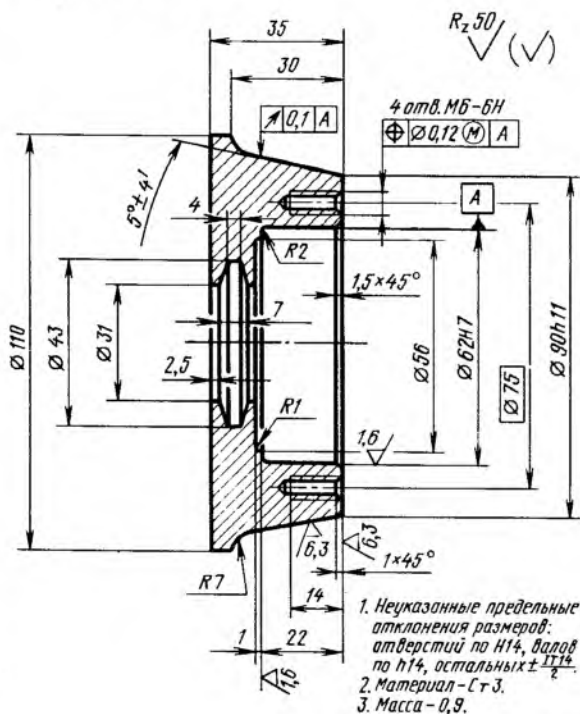


Рис. 26. Бегун электротали

Канавка под уплотнение с наклонными торцовыми поверхностями задана размерами 4 и 7 мм по ширине, а ее глубина определяется полуразностью диаметров 43 и 31 мм и равна 6 мм. У этих размеров допуски не указаны; их точность определяют по 14-му квалитету согласно пункту 1 ТТ; все они относятся к отверстиям и имеют положительные отклонения по Н14. Наклон торцовых поверхностей также относится к свободным размерам и будет определяться действительными линейными размерами канавки.

На этом чертеже точные размеры  $\phi 62H7$  и  $\phi 90.h11$  заданы с предельными отклонениями по указанным квалитетам. Для размеров с неуказанными допусками действует пункт 1 ТТ. Шероховатость точных поверхностей задана показателем  $Ra$ , являющимся предпочтительным, а остальных — по  $Rz$  50 согласно знаку в правом верхнем углу чертежа.

Расположение отверстий М6-6Н задано позиционным допуском (знак  $\Phi$  в рамке), равным 0,12 мм в диаметральном выражении (знак  $\phi$ ); допуск зависимый (знак  $(M)$ ) базой является поверхность  $\phi 62H7$  (буква А в рамке). Расположение конусной поверхности полотна катания задано допуском радиального биения (знак  $\uparrow$ ), равным 0,1 мм; базой является также поверхность  $\phi 62H7$ .

Иногда обрабатывают деталь после ее сварки из нескольких частей или при сборке с другими деталями. В этом случае действуют те же правила оформления чертежей по ЕСКД, что и для механической обработки.

**Чертеж трехшарошечного долота  $\phi 97$  мм (рис. 27, а). Корпус доло-**

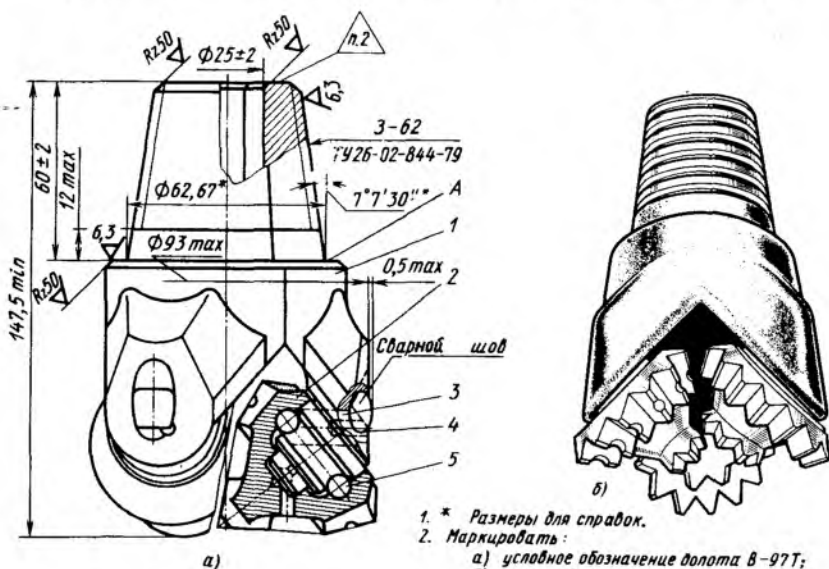


Рис. 27. Трехшарошечное долото

та сваривают из трех обработанных частей, на которых до сварки монтируют обработанные вращающиеся элементы 2. После заполнения пространства между беговыми дорожками деталей 1 и 2 шариками 5 в отверстия детали 1 ставится замок 3, который фиксируется штифтом 4.

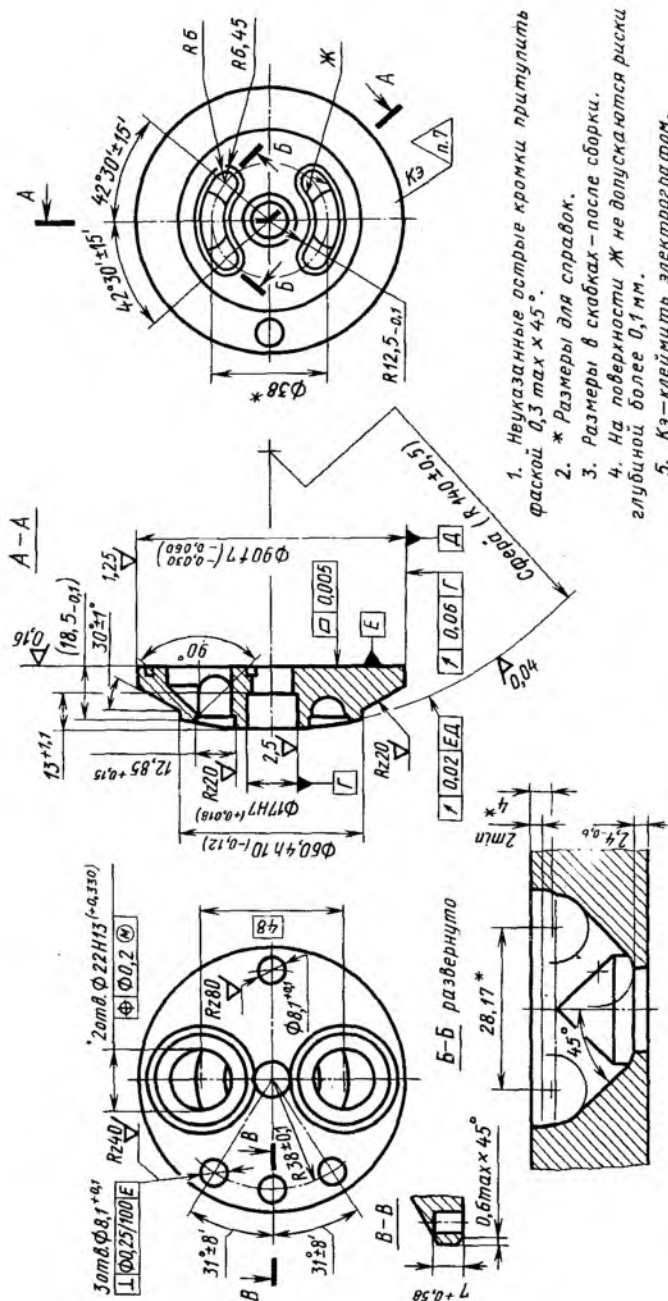
Обработку резьбы на ниппеле долота проводят в собранном изделии. На чертеже приведена характеристика резьбы:  $\frac{3-62}{\text{ТУ 26-02-844-79}}$

Числитель читается так: буква 3 означает, что резьба замковая, а число 62 характеризует диаметр резьбы. В знаменателе указан номер ТУ, в котором установлены основные размеры резьбы. В основной плоскости, находящейся на расстоянии 15,875 мм от опорного уступа А, средний диаметр резьбы равен 56,075 мм. Резьба имеет пять ниток на длине 25,4 мм, шаг резьбы равен 5,08 мм (измеряется параллельно оси резьбы). В стандарте установлены основные параметры для замковой резьбы: угол профиля  $60^\circ$ , высота остроугольного профиля резьбы 4,376 мм, высота профиля резьбы 2,993 мм, вершина резьбы срезана, впадина скруглена. Угол уклона резьбы равен  $7^\circ 7' 30''$ , что соответствует конусности 1:4. Размеры поверхностей указаны с предельными отклонениями, часть размеров имеют обозначения  $\text{min}$  или  $\text{max}$ , которые относятся к сварке и сборке долота. Исключение составляет размер 12  $\text{max}$ , который определяет длину резьбы с полным профилем и должен выдерживаться при нарезании резьбы.

Может возникнуть вопрос, почему знак \* проставлен у размера  $\phi 62,67$  мм и угла уклона резьбы  $7^\circ 7' 30''$ , ведь эти размеры получают механической обработкой долота в сборе. Эти размеры являются производными и зависят от подготовки конической поверхности ниппеля под нарезание резьбы и размеров нарезанной резьбы. Годность резьбовой поверхности контролируют резьбовыми калибрами. ТТ к изготовленному долоту относятся к сварочным и сборочным операциям и поэтому на чертеже не приведены. Обработанное в сборе долото показано на рис. 27,б.

На чертеже детали, в котором есть указания об обработке поверхностей в сборе (рис. 28), два размера взяты в круглые скобки: размер  $18,5_{-0,1}$  (на разрезе А—А) и радиус сферы  $140 \pm 0,5$ . Эту сферу обрабатывают при сборке изделия так, чтобы обеспечить наиболее полное прилегание сферы к вогнутой сфере другой детали. Так как это доводочная операция, то припуска на доводку не оставляют и при механической обработке выдерживают указанные размеры. Точность прилегания сферических поверхностей при доводке контролируют по краске.

Для точных размеров указаны обозначения полей допусков и их предельные отклонения:  $\phi 90f7$ ,  $\phi 17H7$ ,  $\phi 60,4h10$  и  $\phi 22H13$ . Угловые размеры (кроме угла  $90^\circ$  у отверстий  $\phi 22H13$  и угла  $45^\circ$  у паза) также проставлены с предельными отклонениями. Предельные отклонения угловых размеров симметричны, например для углового размера



**Рис. 28. Распределитель**

$31^{\circ} \pm 8'$ , допуск которого равен  $\cdot 8+8=16'$ . Наиболее точной поверхностью является сфера  $R140$ , шероховатость которой не более  $0,04$  мкм.

Знак  $\perp$  определяет допуск перпендикулярности отверстий  $\phi 8,1$  мм относительно торцевой поверхности детали (база  $E$ ). Допуск  $0,25$  мм должен контролироваться на длине  $100$  мм от базовой поверхности  $E$ . Расположение отверстий  $\phi 22H13$  задано позиционным допуском (знак  $\Phi$ )  $0,2$  мм в диаметральном выражении. Координаты осей отверстий заданы размером  $48$  мм, который взят в рамку; это означает, что допуск на размер  $48$  определяется позиционным допуском на расположение отверстий  $\phi 22H13$ . Так как в обозначениях биения поверхностей  $\phi 90f7$  и сферы  $R140$  не указаны размеры, на которых эти допуски заданы, значит эти допуски выполняют и контролируют на диаметрах  $\phi 90$  и  $\phi 60,4$  мм. Допуск плоскостности поверхности  $E$ , равный  $0,005$  мм, контролируют на диаметре  $\phi 90$  мм.

У размеров  $\phi 38$ ,  $28$ ,  $17$  и  $4$  мм проставлен знак  $*$ . Они контролируются, так как размеры и расположения фасонных пазов ( $R12,5$ ;  $R6,45$ ; угол  $42^{\circ} 30'$ ;  $2 \text{ min}$ ) оговорены в чертеже с соответствующими предельными отклонениями.

Деталь имеет две одинаковые фасонные поверхности (радиусные пазы по размеру  $\phi 38$ ). Пазы имеют ширину  $12,85^{+0,15}$ , глубиной  $2 \text{ min}$  и ширину  $12$  мм (разрез  $A-A$ ) на глубину, которая ограничена размером  $2,4$  мм. У торцов фасонных пазов проставлен радиус, равный  $6,45$  мм, относящийся к широкой части паза. Узкая часть паза будет иметь у торцов радиус  $6$  мм. По глубине торцевые поверхности узкой части паза имеют наклон  $45^{\circ}$ .

### Глава III. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

#### 1. НАЗНАЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Чтобы понимать чертежи и технологические документы, рабочий должен знать основы стандартизации, систему ЕСКД, Единую систему технологической документации (ЕСТД) (прил. 2), Единую систему допусков и посадок, Государственную систему обеспечения единства измерения (ГСИ), Систему стандартов безопасности труда.

**Стандартизация** — установление и применение правил с целью упорядочения деятельности в определенной области для достижения экономии при соблюдении условий эксплуатации и требований безопасности. Стандартизация основывается на достижениях науки, техники и передового опыта. *Стандартом* называют нормативно-технический документ, устанавливающий комплекс норм и правил к объекту производства. В зависимости от сферы действия и содержания стандарты разделяют на стандарты Совета Экономической Взаимопомощи (СТ СЭВ), Государственные стандарты СССР (ГОСТ), отраслевые стандарты (ОСТ), республиканские стандарты (РСТ) и стандарты предприятий (СТП). Государственные стандарты применяют предприятия всех

отраслей народного хозяйства. *Отраслевые стандарты* обязательны для предприятий данной отрасли. *Стандарты предприятий* обязательны для предприятия, утвердившего этот стандарт.

*Стандарты СЭВ* обязательны к применению предприятиями всех отраслей народного хозяйства при условии, что СТ СЭВ введен как Государственный стандарт СССР. Срок внедрения стандарта — дата, с которой наступает его действие. Стандарт считается внедренным на предприятии, если установленные им нормы и требования применяют в соответствии с областью его действия. Стандарт на поставляемую продукцию считают внедренным, если она соответствует требованиям этого стандарта.

*СТП* могут ограничивать номенклатуру деталей и сборочных единиц, предусмотренных в государственных стандартах, если это не снижает качественных показателей, установленных ГОСТом.

**Технологические документы** содержат информацию о рациональных способах и приемах обработки заготовок на металлорежущем оборудовании с определенной последовательностью операций, переходов и приемов.

**Технология** — совокупность способов, методов и приемов обработки заготовок, осуществляемой по технологическим документам. Способы и приемы обработки многообразны, поэтому задача технолога, мастера и рабочего — выбрать наиболее производительный и экономичный процесс. Основой для составления технологических документов являются рабочие чертежи деталей и сборочных единиц. Разработка процесса обработки — непременное условие качественного изготовления любого изделия. Иначе говоря, технология отвечает на вопрос, как обрабатывается та или иная заготовка.

**Технологическая документация (ТД)** — комплекс графических и текстовых документов, содержащих данные для организации производственного процесса. Правила выполнения технологических документов установлены стандартами Единой системы технологической документации (ЕСТД), которая является составной частью единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП). ЕСТД определяет положения о порядке разработки, оформления и комплектации технологических документов, объем которой, как правило, в 5—10 раз больше объема конструкторской документации.

На основе ТД составляют информацию для построения на предприятиях системы технико-экономических и планово-нормативных расчетов, позволяющих правильно организовать его обслуживание и подготовку. ТД является средством, позволяющим получить данные о производственной мощности предприятия, производительности труда, загрузке оборудования цехов, а также рассчитать потребности в оборудовании, оснастке и определить необходимое число рабочих по профессиям и разрядам.

В организационном отношении ТД устанавливает взаимосвязь между основным и вспомогательным производствами. ТД приобретает особое значение при повышении требований к качеству изделий.

Технически грамотная, терминологически правильная ТД на изготовление, контроль и испытания изделия — основа стабильного производства и условие получения продукции высокого качества. Именно ТД определяет, как должен быть выполнен технологический процесс, какими средствами и с соблюдением каких режимов и методов контроля.

## 2. ТЕРМИНОЛОГИЯ ЕСТД

Рабочему необходимо знать терминологию ЕСТД, которая установлена ГОСТ 3.1109—82.

**Технологическим процессом** называют часть производственного процесса, содержащую целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда (к предметам труда относятся заготовки и изделия).

**Технологической операцией** называют законченную часть технологического процесса, выполняемую на одном рабочем месте (токарная, шлифовальная и т.д.).

**Заготовкой** называют предмет труда (отливка, поковка, прокат), из которого изменением формы, размеров, свойств поверхности и (или) материала изготавливают деталь. Заготовку перед первой технологической операцией называют исходной заготовкой.

**Обработкой резанием** называют механическую обработку, заключающуюся в образовании новых поверхностей отделением поверхностных слоев материала с образованием стружки. Терминология операций обработки резанием установлена ГОСТ 17420—72, в котором указаны термины токарных, сверлильных, расточных и других операций.

**Технологическим переходом** называют законченную часть операции, выполняемую одними и теми же средствами технологического оснащения при постоянных режимах и установке заготовки.

Законченная часть технологической операции, состоящая из действий человека и оборудования, которые не сопровождаются изменением свойств предметов труда, но необходимы для выполнения технологического перехода, является **вспомогательным переходом** (например, установка и закрепление заготовки, смена инструмента и т.д.).

**Установом** называют часть технологической операции, выполняемую при неизменном закреплении обрабатываемых заготовок.

**Фиксированное положение**, занимаемое неизменно закрепленной обрабатываемой заготовкой совместно с приспособлением относительно инструмента или неподвижной части оборудования при выполнении определенной части операции, называют **позицией**.

**Средствами технологического оснащения** называют совокупность орудий производства, необходимых для осуществления технологического процесса; к ним относят технологическое оборудование и технологическую оснастку.

К **технологическому оборудованию** относят средства технологического оснащения, в которых для выполнения определенной части

технологического процесса размещаются заготовки, средства воздействия на них, а также технологическая оснастка.

**Технологическая оснастка** — средства технологического оснащения, дополняющие оборудование для выполнения определенной части технологического процесса (приспособления и режущий инструмент и др.).

**К приспособлениям** принято относить технологическую оснастку, предназначенную для установки или направления предмета труда или инструмента при выполнении технологической операции (например, патрон, люнет и т. п.).

**К инструментам** относится технологическая оснастка, предназначенная для воздействия на предмет труда с целью изменения его состояния.

**Единичным технологическим процессом** является технологический процесс изготовления изделия одного наименования, типоразмера и исполнения независимо от типа производства.

**Типовым технологическим процессом** является технологический процесс изготовления группы изделий с общими конструктивными и технологическими признаками (детали типа валов, шестерни и т. д.).

**Групповым технологическим процессом** является технологический процесс изготовления группы изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками.

**Типом производства** называют классификационную категорию производства, выделяемую по признакам широты номенклатуры обрабатываемых деталей, регулярности, стабильности и объема выпуска изделий. Различают три основных типа производства: *единичное, серийное и массовое*. Одной из основных характеристик типа производства является **коэффициент закрепления операций**, определяемый как отношение числа операций, выполняемых в течение месяца, к числу рабочих мест. Так, коэффициент закрепления операций в массовом производстве равен или близок к единице.

**Видом производства** называют классификационную категорию производства, выделяемую по признаку применяемого изготовления изделия. Примерами видов производства являются литейное, сварочное и т. д.

**Единичным производством** называют производство, характеризующееся широкой номенклатурой и малым объемом выпуска изделий. При этом под объемом выпуска изделий понимают число изделий определенного наименования, типоразмера и исполнения, изготавливаемых предприятием в течение планируемого интервала времени (месяц, квартал, год).

**Серийным производством** является производство, характеризующееся ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых периодически повторяющимися партиями и сравнительно большим объемом выпуска. Различают мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное производство. Массовое производство характеризуется узкой номенклатурой и большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготавливаемых в течение продолжительного времени.

### 3. РАБОЧИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

На рабочие места попадают технологические документы: маршрутная карта (МК), карта технологического процесса (КТП), операционная карта (ОК), карта эскизов (КЭ), карта типового технологического процесса (КТТП) с ведомостью деталей к типовому технологическому процессу (ВТП) и др.

**МК** предназначена для описания процесса изготовления изделия в технологической последовательности выполнения операций с указанием данных об оборудовании, оснастке, материальных нормативах и трудовых затратах.

**КЭ** поясняет содержание маршрутной и операционной карт. **ОК** предназначена для описания операции с указанием последовательного выполнения переходов, данных о средствах технологического оснащения, режимах и трудовых затратах. Применяется при разработке единичных технологических процессов.

**Карта типового (группового) процесса** предназначена для описания типового или группового технологического процесса изготовления в последовательности по операциям одного вида обработки с указанием переходов и общих данных о средствах технологического оснащения, материальных и трудовых затратах. Применяется совместно с ведомостью деталей к типовому (групповому) технологическому процессу, содержащей указания о составе деталей, изготавливаемых по типовому процессу, и переменных данных о материале, средствах технологического оснащения, режимах обработки и трудовых затратах.

Выбор и установление области применения соответствующих форм документов зависят от разрабатываемых процессов, назначения форм в составе комплекта документов, типа и характера производства и степени детализации описания технологических процессов.

Возможны три варианта описания технологического процесса.

*Маршрутное описание* — сокращенное описание операций в МК в последовательности их выполнения без указания переходов и технологических режимов.

*Маршрутно-операционное описание* — сокращенное описание операций в МК в последовательности их выполнения с полным описанием отдельных операций в других технологических документах.

*Операционное описание* — полное описание всех операций в последовательности их выполнения с указанием переходов и технологических режимов.

При маршрутном и маршрутно-операционном описаниях процесса МК является одним из основных документов, в котором описывается весь процесс в последовательности выполнения операций.

При операционном описании технологического процесса МК выполняет роль сводного документа, в котором указываются: адресная информация (номер цеха, участка, рабочего места, операции), наимено-

вание операции, перечень документов, применяемых при выполнении операции, технологическое оборудование и трудозатраты, а описание технологического процесса приводится в соответствующих ОК, КЭ и КТП.

#### 4. ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ДОКУМЕНТАМ

Правила оформления форм документов обработки резанием установлены ГОСТ 3.1104—81 и ГОСТ 3.1418—82; наименования операций обработки резанием записывают в соответствии с ГОСТ 3.1702—79 и ГОСТ 17420—72.

При описании операции отражают то, что должен сделать исполнитель при обработке заготовки на одном рабочем месте. При выполнении на данном рабочем месте других работ (кроме обработки резанием), выполняемых другими исполнителями, их действия также отражают в технологическом документе. Так, при участии в выполнении операции исполнителей, осуществляющих технический контроль или измерение параметров обрабатываемой заготовки, в тексте содержания операции следует указать "Контроль ОТК", "Проверить выполнение перехода I" и т. п.

При разработке документов отражают требования и средства, обеспечивающие безопасность труда во время обработки. Оформление таких документов выполняют в соответствии с требованиями системы стандартов безопасности труда (ССБТ).

Операции нумеруют числами 5, 10, 15... и т. д. (допускается добавлять слева нули: 005, 010, 015).

Установы обозначают прописными буквами русского алфавита (А, Б, В и т. д.). Переходы нумеруют числами натурального ряда (1, 2 и т. д.). Обозначения единиц физических величин указывают в головках граф или в первой строке графы.

Предельные отклонения размеров в тексте технологических документов указывают числовыми значениями в одну строку, с применением разделительного знака, например  $40 \pm 0,2$  мм;  $41 + 0,27$ ;  $60 + 0,004$ .

В содержание (описание) операции должно быть включено: слово, характеризующее метод обработки (например, точить, сверлить, фрезеровать и т. п.); наименование обрабатываемой поверхности, конструктивных элементов производства (цилиндр, торец, заготовка и т. п.); информация о размерах или об их условных обозначениях; дополнительная информация, характеризующая число одновременно или последовательно обрабатываемых поверхностей, характер обработки (например, предварительно, одновременно, по копиру и т. п.).

При записи наименования и содержания операции допускается полная или сокращенная форма записи (прил. 5).

Полную запись выполняют при отсутствии графических изображений и для комплексного отражения всех действий, выполняемых исполнителем (исполнителями), например: "Сверлить четыре сквоз-

ных отверстия с последующим зенкованием, выдерживая  $d=10+0,2$ ;  $d=40\pm0,05$ ;  $\angle 90^\circ \pm 30'$  и  $1 \times 45^\circ$  согласно чертежу”.

*Сокращенную форму* записи выполняют при наличии карты эскизов или графических изображений на поле документа, которые достаточно полно отражают всю информацию по обработке, например: ”Сверлить четыре отв. 1”, или ”Точить канавки согласно КЭ”.

Для описания технологического процесса используют построчную запись информации несколькими типами строк. Каждому типу строки соответствует свой **служебный символ**, обозначаемый буквами русского алфавита и проставляемый перед номером соответствующей строки:

**А** — номер цеха, участка, рабочего места, где выполняется операция, номер операции, код и наименование операции, обозначение документов, применяемых при выполнении операции;

**Б** — код, наименование оборудования и информации по трудозатратам;

**М** — информация о применяемом основном материале и исходной заготовке, информация о применяемых вспомогательных материалах с указанием наименования и кода материала, кода единицы величины, единицы нормирования, количества и нормы расхода на изделие;

**О** — содержание операции (перехода);

**Т** — информация о применяемой при выполнении операции оснастке;

**Р** — переменные данные по режимам, расчетные данные по основному и вспомогательному времени.

При заполнении информации на строках А, Б, М, Р следует руководствоваться правилами заполнения соответствующих граф, расположенных на этих строках. При заполнении информации на строках, имеющих служебный символ О руководствуются требованиями ГОСТ 3.1702-79, запись выполняют по всей длине строки с возможностью, при необходимости, переноса информации на последующие строки. При операционном описании процесса на МК номер перехода проставляют в начале строки.

При заполнении информации на строках, имеющих служебный символ Т, руководствуются требованиями классификаторов и государственных и отраслевых стандартов на технологическую оснастку. Информацию о применяемой оснастке записывают в следующей последовательности: приспособления; вспомогательный инструмент; режущий инструмент; слесарно-монтажный инструмент; специальный инструмент, применяемый при выполнении операций и средства измерения.

Запись выполняют по всей длине строки с возможностью переноса информации на последующие строки, разделение информации по каждому средству оснастки выполняют через знак ”;”. Допускается число одновременно применяемых единиц технологической оснастки указывать после кода (обозначения) оснастки, заключая в скобки, например **[КОД]** резец 2102-0005 Т15К6 ГОСТ 18877-73 (2).

Состав граф МК и ОК и правила их заполнения приведены ниже.

**Маршрутная карта**  
(форма 1 по ГОСТ 3.1118-82)

Наименование графы	Служебный символ, строка	Содержание информации
—	<b>M01</b>	Наименование, сортамент, размер и марка материала; обозначение стандарта (ТУ; записывать в одну строку с применением знака дроби "/"; например Круг 25 ГОСТ 2590-71/сталь 45 ГОСТ 1050-74
Код ЕВ	<b>M02</b>	Код материала по классификатору Код единицы (массы, длины, площади и т. п.) детали; допускается указывать единицу измерения величины
МД		Масса детали по конструкторскому документу
ЕН		Число деталей, на которое установлена норма расхода материала
Н <sub>расх.</sub>		Норма расхода материала
КИМ		Коэффициент использования материала — отношение массы готовой детали к норме расхода материала
Код заготовки		Код по классификатору, допускается указывать вид заготовки: отливка, прокат и т. п.
Профиль и размеры заготовки		Профиль и размеры заготовки исходя из габаритов (например, 115×250×390)
КД		Количество деталей, изготавливаемых из одной заготовки
МЗ		Масса заготовки
Цех Уч. РМ Энер. Код, наименование операции Обозначение документа	<b>A</b>	Номер: цеха, в котором выполняется операция участка рабочего места операции при изготовлении детали Код операции по технологическому классификатору; наименование операции Обозначение документов, применяемых при выполнении операции, состав документов следует указывать через знак "; "
Код и наименование оборудования СМ Проф. Р УТ КР КОИД	<b>Б</b>	Код оборудования по классификатору, краткое наименование оборудования, его инвентарный номер, указывают через знак "; " Степень механизации Код профессии по классификатору Разряд рабочего, необходимый для выполнения операции Код условий труда по классификатору и код вида нормы Количество исполнителей на операции Количество одновременно обрабатываемых деталей при выполнении одной операции
ОП		Объем производственной партии в штуках
К <sub>шт</sub>		Коэффициент штучного времени
T <sub>пз</sub>		Норма подготовительно-заключительного времени на операцию
T <sub>шт</sub>		Норма штучного времени на операцию

Наименование графы	Служебный символ, строка	Содержание информации
--------------------	--------------------------	-----------------------

## Операционная карта (форма 3 по ГОСТ 3.1418-82)

Наименование операции	—	Записывается наименование операции по классификатору
Материал	—	Записывается вид материала, если код и марка материала полностью указаны в МК
Твердость	—	Твердость материала заготовки
Оборудование	—	Краткое наименование оборудования или устройства ЧПУ
СОЖ	—	Информация о применяемой СОЖ
$T_0$ ; $T_B$ ; $T_{ПЗ}$ ; $T_{шт}$	—	Нормы основного, вспомогательного, подготовительно-заключительного, штучного времени на операцию
ПИ	P	Номер позиции инструментальной наладки (для операций ЧПУ)
D или B		Расчетный размер:
L		обрабатываемого диаметра (ширины) детали
t	P	длины рабочего хода
i		Глубина резания
S		Число рабочих ходов
n		Подача
v		Частота вращения
$T_B$		Скорость резания
$T_0$		Вспомогательное время на переход
		Основное время на переход

Описание данных по операции выполняют в следующей последовательности: описание перехода — символ О; информация об оснастке (приспособления, вспомогательный инструмент, режущий инструмент, средства измерения) — символ Т; информация о технологических режимах — символ Р.

Наименование и обозначение стандартного инструмента указывают по соответствующим стандартам, а специального — по конструкторскому документу. Если условное обозначение не отражает характеристику инструмента, то в технологических документах допускается записывать дополнительную информацию, размещаемую после условного обозначения, установленного стандартом.

## Дополнительные сведения о стандартном инструменте

Инструмент	Дополнительные сведения
Резец	Тип, размеры сечения державки, материал режущей части
Сверло	Номер конуса Морзе, материал режущей части
Зенкер	Диаметр обрабатываемого отверстия

## Дополнительные сведения о стандартном инструменте

Инструмент	Дополнительные сведения
Развертка: коническая машинная под коническую резьбу	Диаметр: режущей части обрабатываемого отверстия резьбы
Коническая зенковка	Угол конуса
Фреза: дисковая, прорезная	Ширина и число зубьев
Метчик, плашка	Диаметр резьбы
Протяжка	Поле допуска

Правила выполнения технологических документов для обработки на станках с ЧПУ установлены ГОСТ 3.1118–82. Обязательными документами являются МК, КТП, ОК и КЭ. В необходимых случаях кроме указанных документов могут составляться карты наладки инструмента (КН/П), карта кодирования информации (ККИ), карта заказа на разработку управляющей программы (КЗ/П), а также ведомость обрабатываемых деталей на станках с ЧПУ (ВОД). Состав комплекта технологических документов обычно устанавливается в отраслевом стандарте или стандарте предприятия.

Для описания типового (группового) технологического процесса рекомендуется применять КТПП; для описания других технологических процессов — МК или КТП.

КЭ оформляют согласно ГОСТам 3.1105–84 и 3.1104–81. На ней выполняют эскиз детали или ее части, задают базовые и крепежные элементы, выделяют и нумеруют обрабатываемые поверхности, указывают обозначения шероховатости, получаемые размеры, положение инструмента; выполняют траекторию движения и схему настройки инструмента, указывают координаты исходной точки начала обработки и вылет инструмента. Необходимое количество эскизов деталей и схем настройки устанавливает технолог-разработчик из условий обеспечения полноты информации для выполнения операции.

По герметическим и технологическим признакам на траектории движения инструмента отмечают опорные точки с обозначением порядкового номера и цикла обработки записывается последовательностью цифр. Направление движения инструмента обычно указывается стрелкой. Последовательность и полнота изложения информации на КЭ устанавливается стандартом предприятия. На КЭ могут быть приведены дополнительные требования по выполнению операции. Пример оформления МК и ОК на технологический процесс механической обработки на станке с ЧПУ (операция токарная с ЧПУ) приведен в прил. 6 и 7.

## 5. ТРЕБОВАНИЯ К ГРАФИЧЕСКИМ ДОКУМЕНТАМ

К графическим изображениям относят эскизы на детали, технологические установки заготовок, схемы, графики и др. Их выполня-

ют для наглядности с соблюдением масштаба. Эскизы, составленные при разработке процессов, входят в комплект документов на изготовление детали. Не являясь обязательным документом, они разрабатываются технологами для лучшего понимания процесса обработки.

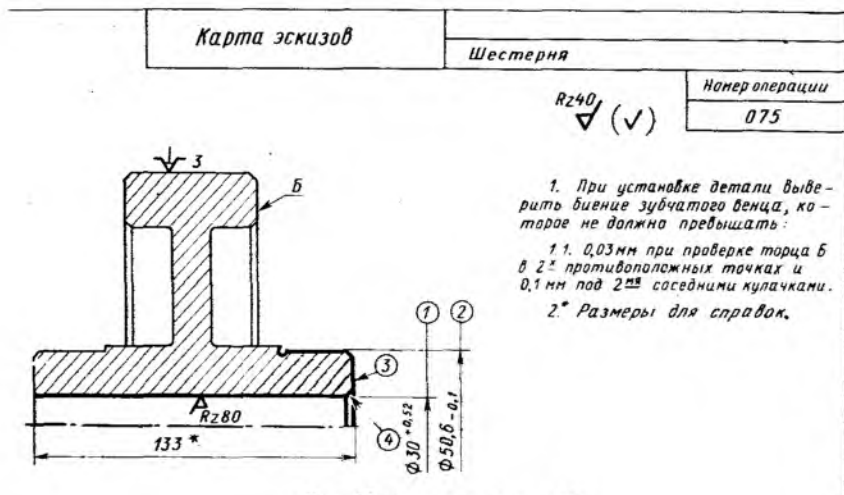
Эскизы оформляют на КЭ (прил. 8) или помещают на поле отдельных технологических карт. На КЭ можно выполнять несколько эскизов для разных операций одного процесса. При этом над каждым эскизом указывают номер соответствующей операции и подчеркивают его, например, "Операция 025". Номера этих операций должны соответствовать указанному в графе "Номер операции". Для детали с малым числом размеров может быть выполнен один эскиз с указанием обрабатываемых поверхностей. Для деталей опытного, единичного и серийного производства вместо карт эскизов используют рабочие чертежи, делая на них указания по установке, креплению и т. п. При отсутствии свободного места на поле такого чертежа ТТ помещают на ИЭ.

При использовании в качестве эскизов рабочих чертежей основные надписи и дополнительные графы заменяют и выполняют по ГОСТ 3.1103–82. На эскизе заготовку изображают в том виде, в каком она получается после выполнения операции. При этом на эскизе показывают необходимые разрезы, сечения и выносные элементы. Главным видом должен быть вид закрепленной в приспособлении заготовки со стороны рабочего места. Число видов, разрезов и сечений на эскизе должно быть минимально необходимым при условии обеспечения наглядности изображения. Поверхности, обрабатываемые на данной операции, обводят сплошной линией. При необходимости выполнения эскиза в аксонометрической проекции его выполняют по ГОСТ 2.317–69.

Изображения детали на эскизе содержат размеры, предельные отклонения, обозначение шероховатости и базы, необходимые для выполнения операций. На эскизах размеры или конструктивные элементы обрабатываемых поверхностей нумеруют арабскими цифрами. Номера проставляют в окружности диаметром 6–8 мм и соединяют с размерной или выносной линией. При этом размеры, предельные отклонения обрабатываемой поверхности в тексте содержания операции или перехода не указывают.

При выполнении в одном документе нескольких эскизов к разным операциям одного процесса применяют сквозную нумерацию обрабатываемых поверхностей и конструктивных элементов. При этом номера одной и той же обрабатываемой поверхности, встречающиеся в других операциях, должны быть разными. ТТ помещают на свободной части документа справа от изображения детали или под ней по ГОСТ 2.316–68 (рис. 29).

Таблицы и графики, поясняющие изображения детали, помещают на свободной части документа справа от изображения детали и выполняют по ГОСТ 2.105–79. При разработке схемы установки детали можно применять упрощенное изображение детали без указания элементов, которые не влияют на ее установку и закрепление.



**Рис. 29. Карта эскизов с ТТ**

Допускается не записывать все номера операций, если изображение относится к нескольким последовательным операциям. Например, изображение детали на эскизе относится к 005, 010, 015 и 020 операциям. В этом случае можно указать 005—020. Если на поле КЭ содержится несколько эскизов для разных операций, то над каждым эскизом указывают номер операции и подчеркивают его.

В ОК также имеются поля, предназначенные для разработки эскизов и схем. Такие документы являются комплектными и применяют без отдельных КЭ. Как правило, разработку эскизов проводят только для серийного и массового производства. Для опытного производства эскизы не разрабатывают и работы осуществляют по конструкторской документации.

На эскизе типовой детали, размеры которой обозначены буквами латинского алфавита, нумерацию арабскими цифрами не делают.

Размеры детали приводят в таблице на поле КЭ. Справочные размеры и размеры, обеспечиваемые оснасткой, на эскизе отмечают знаком \*, а в ТТ записывают "Размеры для справок", "Размеры обеспечиваются инструментом". Если все размеры на эскизе справочные, их этим знаком не отмечают, а в ТТ записывают "Размеры для справок".

При изображении на эскизе нескольких групп близких по размерам отверстий — одинаковые из них отмечают условным знаком. Размер отверстия в каждой группе обозначают один раз с указанием числа одинаковых отверстий. Размеры одинаковых отверстий и их число могут быть указаны в таблице. Отверстия обозначают знаками на том изображении, на котором указаны размеры, определяющие положение этих отверстий.

Если на эскизах проставляют допуски, то в скобках после размера

добавляют слова "доп. техн.", например:  $25^{+0,2}$  (доп. техн.). Изображение глубины термической обработки, а также получаемой твердости проводят в соответствии с ГОСТ 2.310—68. Глубину термической обработки и твердость материалов указывают предельными значениями, например: 1,5...2 мм; HRC<sub>2</sub> 45...50. Обозначение защитных, декоративных, износостойких покрытий указывают в соответствии с ГОСТ 2.310—68. Обозначение покрытия или данные, необходимые для выполнения покрытия, приводят в ТТ, например "Покрытие, эмаль НЦ—132, кремовая, ГОСТ 6631—74". Нанесение на эскиз заготовки указаний о маркировании и клеймении проводят в соответствии с ГОСТ 2.314—68.

Изображение на эскизе припуска на обработку осуществляют нанесением контура готовой детали сплошной тонкой линией. В крупносерийном и массовом производствах на эскизах заготовки указывают исходные базы для первой операции обработки резанием. На схемах наладки для обработки на многопозиционных автоматах и револьверных станках последовательно изображают заготовки в том виде, в каком они получаются после выполнения переходов на каждой позиции. Инструмент вычерчивают упрощенно тонкими линиями со стрелками, указывающими направления его перемещения. Таблицы, ТТ и примечания размещают на свободном поле КЭ справа от эскиза или под ним. Правила изложения ТТ выполняют по ГОСТ 2.316—68.

## 6. БАЗИРОВАНИЕ И СХЕМЫ УСТАНОВКИ ДЕТАЛЕЙ

На КЭ указывают технологические базы, опоры и соответствующие им прижимы. Правильный выбор технологических и измерительных баз — одно из условий качественного изготовления детали. Основные положения теории базирования и терминологии даны в ГОСТ 21495—76. Ниже приведены положения, которые должен знать квалифицированный рабочий.

При выборе баз учитывают, что наложение геометрических и кинематических связей на тело (в системе координат  $x, y, z$ ) позволяет лишить его шести степеней свободы (трех перемещений вдоль осей и трех поворотов вокруг этих осей) и обеспечить надежное крепление при обработке. Шесть связей, лишаящих заготовку движения в шести направлениях, могут быть созданы контактом с деталями приспособлений.

Схемы установки используют для указания баз, определяющих требуемое положение заготовки и сил закрепления, обеспечивающих постоянство этого положения. Выбор баз определяют конструкция и требования к точности размеров и взаимного расположения поверхностей детали.

При разработке процессов резания и выборе баз принято совмещать технологические базы с измерительными или принимать в качестве технологических баз поверхности, положение которых по отношению

к измерительным базам определяется размерной цепью с минимальным числом составляющих звеньев. При выборе баз отдают предпочтение варианту базирования, где допуски составляющих звеньев размерной цепи получаются экономически выгодными. При этом анализируют и предусматривают возможность обработки без смены баз, учитывая, что смена базы при обработке вносит погрешности, связанные с неточностями взаимного расположения баз. Если при обработке смена баз с целью совмещения технологической базы с измерительной возможна, целесообразно использовать эту возможность.

Целесообразность смены баз обосновывают расчетом размерных цепей с учетом погрешностей, связанных с особенностями обработки (появлением погрешностей установки, искажением формы и размеров заготовки при термической обработке и др.). Если конфигурация заготовки не позволяет выбрать технологические базы, позволяющие устойчиво ориентировать заготовку, то создают искусственные базы-приливы (бобышки), дополнительно обрабатываемые конические отверстия (центровые гнезда), конические наружные и другие поверхности. Если при установке заготовок малой жесткости число опорных точек не обеспечивает достаточной жесткости заготовки, рекомендуют использовать дополнительные подвижные опоры (передвижной люнет и т. д.).

При выборе баз для обработки заготовки на первой операции, где установка проводится по необработанным поверхностям (черновым базам), руководствуются следующими правилами. В качестве черновых баз выбирают поверхности, относительно которых могут быть обработаны остальные поверхности (при полной обработке с одного установа) или поверхности, используемые на последующих операциях как технологические базы. В качестве черновых баз используют поверхности, остающиеся в детали необработанными с тем, чтобы обеспечивалось заданное взаимное расположение обработанных поверхностей относительно необработанных. Установка заготовки на базы должна обеспечить равномерное распределение припусков на последующую обработку наиболее ответственных поверхностей.

Поверхности, принятые в качестве черновых баз, должны иметь достаточные размеры, конфигурацию и шероховатость, обеспечивающие необходимую точность и жесткость закрепления заготовки в приспособлении.

При выполнении последующих операций установку заготовок целесообразно проводить на базы, обработанные на первой операции. Повторную установку заготовки на черновые базы можно применять при установке с выверкой заготовки по ранее обработанным поверхностям (проверочным базам). При выборе баз на операциях резания принимают в качестве чистовых баз поверхности, обеспечивающие необходимую точность установки и надежность закрепления при отсутствии деформаций, влияющих на точность обработки.

Для обеспечения постоянства положения заготовки, достигнутого при базировании, необходимо: в соответствии с принятой схемой ба-

зирования обеспечить крепление, создающее непрерывность контакта заготовки и опор приспособления при выполнении операции; уменьшить контактные деформации путем установления и выдерживания при обработке необходимых требований к точности геометрической формы и шероховатости поверхности баз заготовки и приспособления, выбрать точки приложения сил, создающих контакт между сопрягаемыми поверхностями заготовки и приспособления, против опорных точек для уменьшения деформаций заготовки; установить последовательность приложения сил закрепления с тем, чтобы не вызвать изменения положения заготовки при закреплении.

Различают неподвижные и подвижные опоры. Неподвижная опора приспособления (установочный палец, опорная пластина и т. п.), а также опора, принудительно перемещаемая при креплении и центровании заготовки (кулачок патрона, задний центр станка и т. п.), лишает заготовку одной, двух, трех и четырех степеней свободы. Подвижная опора — подводимая или самоустанавливающаяся опора приспособления, предназначенная для увеличения жесткости установки (люнет и др.), но не лишающая ее степеней свободы. Призматическая неподвижная опора лишает заготовку двух (у короткой призмы) или четырех (у длинной или составной призмы) степеней свободы. Призматическая подвижная опора лишает заготовку одной степени свободы, исключая ее перемещения вдоль оси, перпендикулярной к плоскости симметрии призмы.

Технологические базы указывают в документах как в виде теоретических схем базирования по ГОСТ 21495—76, так и в виде схем установки (рис. 30). Теоретические схемы базирования и схемы установки изображают в документах, в которых дают эскиз заготовки (КЗ, ОК и т. п.). На схеме установки показывают расположение и число опорных точек, используемых для лишения заготовки заданного числа степеней свободы.

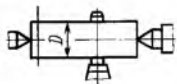
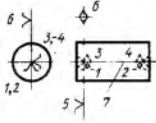
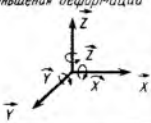
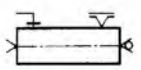
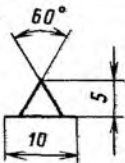


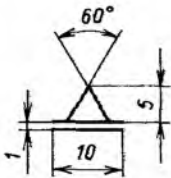
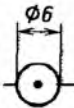

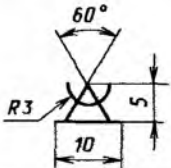


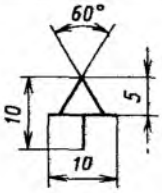


Способ установки и основные требования к точности детали	Теоретическая схема базирования по ГОСТ 21495-76	Характеристика способа установки	Схема установки по ГОСТ 3.1107-81
<p>Установка в центрах с поводком, вращающимся центром и подвижным люнетом</p>  <p>1. Отклонение от цилиндричности <math>D</math> не более...</p>		<p>Центровые отверстия являются двойной направляющей базой и лишают заготовку четырех степеней свободы перемещения вдоль двух координатных осей и поворота вокруг них (<math>Z</math>, <math>Y</math>, <math>Z</math>). Передний неподвижный центр одновременно служит упором (<math>X</math>), а люнет — для уменьшения деформации</p> 	

Рис. 30. Пример изображения схемы установки заготовки

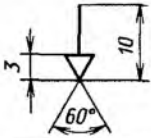
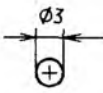

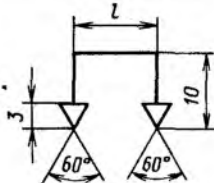
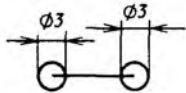
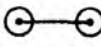
# 7. Обозначение опор

Опора	Обозначение на видах		
	Спереди, сзади	Сверху	Снизу
Неподвижная			
Подвижная			
Плавающая			
Регулируемая			

В табл. 7 и 8 приведены обозначения опор и зажимов при изображении схем установок на КЭ (ГОСТ 3.1107—81). В прил. 9 показаны примеры нанесения обозначений опор, зажимов и установленных устройств на схемах.

Зажимы имеют следующие обозначения: пневматическое — Р, гидравлическое — Н, электрическое — Е, магнитное — М, электромагнитное — ЕМ, прочие — без обозначения. Число точек приложения зажима к детали записывают справа от обозначения зажима. На схемах, имеющих несколько проекций, допускается на отдельных проекциях не указывать обозначения опор и зажимов относительно детали, если их положение однозначно определяется на одной проекции. Несколько

## 8. Обозначение зажимов

Зажим	Обозначение на видах		
	Спереди, сзади	Сверху	Снизу
Одиночный			
Двойной			

обозначений одноименных опор на каждом виде можно заменять одним.

Для обеспечения силы закрепления, приложенной в месте опоры, используют сочетание изображения силы и опоры. Обозначения опорных точек наносят на виде спереди — на контурной линии, изображающей поверхность заготовки, принятой за базу; на виде сверху — внутри контура заготовки. При установке заготовки на станке с выверкой по разметке на схеме установки показывают положение линии разметки в сочетании с изображением опорных точек. Необходимо стремиться к тому, чтобы конструкторские, технологические и измерительные базы совпадали, это значительно повышает точность обработки.

## 7. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА

Важное место в документации занимают стандарты системы безопасности труда (ССБТ), в частности ГОСТ 12.3.025–80. Этот стандарт устанавливает требования безопасности к разработке и выполнению процессов обработки резанием на станках. Требования безопасности к обработке резанием излагают в МК, ОК и других документах, они должны выполняться на протяжении всего технологического процесса. В документации указывают средства индивидуальной защиты работающих, способы применения СОЖ и удаления стружки. В стандарте установлены требования к помещениям, где проводится обработка резанием, исходным материалам, размещению производственного оборудования и организации рабочих мест.

Требования по технике безопасности излагают в документации

по ГОСТ 3.1120—83, разрабатываемой на конкретный процесс, путем записи способов и средств защиты работающих от возможного действия опасных производственных факторов, установленных ГОСТ 12.0.003—74. Требования безопасности устанавливает разработчик технологического процесса. Общие требования безопасности, изложенные в стандартах ССБТ и действующих на предприятиях инструкциях, указывать не следует.

Требования безопасности излагают в МК, ОК и других документах перед описанием операции. Как правило, требования безопасности отражают с применением ссылок на обозначение действующих на данном предприятии инструкций по охране труда (ИОТ), соответствующих требованиям стандартов ССБТ, санитарных норм и правил, других нормативных документов. Допускается текстовое изложение требований безопасности в ТД, необходимость которого определяет разработчик документов.

В МК, ОК, КТП и других ТД следует указывать средства индивидуальной защиты (спецодежда, спецобувь, защитные очки и др.) или обозначения комплектов средств индивидуальной защиты, средства коллективной защиты работающих, используемые на рабочих местах (ограждения, защитные экраны, вентиляционные устройства и др.), а также средства технологического оснащения, обеспечивающие безопасность труда (щипцы для удаления деталей из зоны обработки, крючки для отвода стружки и др.), которые не являются составной частью используемого оборудования или оснастки, но применяются совместно с этими средствами.

В ТД не указывают средства коллективной защиты, не предназначенные для использования на рабочих местах при выполнении данного процесса операции, например общецеховые системы теплозащиты и вентиляции. Запись обозначений средств защиты и их наименований выполняют в графах (строках), предназначенных для указания технологической оснастки.

Установку и снятие со станков заготовок, деталей и оснастки, масса которых превышает установленные нормы поднятия тяжестей вручную, описывают в отдельных переходах или операциях или в инструкциях, с указанием применяемых средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных работ.

При необходимости дается ссылка на типовую схему строповки или приводится схема строповки в КЭ или на поле для эскиза соответствующих документов, в которых описан данный процесс. В ТД ссылку на обозначение применяемых ИОТ следует приводить для каждой операции. Ссылку на обозначение ИОТ приводят после обозначения применяемых технологических документов в графе "Обозначение документа", а при ее отсутствии в графе "Наименование и содержание операции" на строке, следующей за наименованием операции.

Допускается общая ссылка на обозначение ИОТ для группы однотипных операций, выполняемых на одном и том же или однотипном оборудовании, например "ИОТ №44 (для операций №010, 020,

025)”. Общую ссылку приводят в графе “Особые указания” или на отдельной строке документа, перед первой описываемой на данном листе операции.

При необходимости текстового изложения требований безопасности в ТД его помещают перед описанием содержания операции (перехода) на отдельных строках по всей длине строк документа. В ОК ссылку на обозначение ИОТ приводят в графе, предназначенной для обозначения ИОТ или для обозначения применяемых документов, а при ее отсутствии в графе “Особые указания” или на первой отдельной строке перед описанием переходов после обозначения применяемых ТД.

В КЭ выполняют дополнительные пояснения к требованиям безопасности в виде графических иллюстраций или таблиц, например: эскизы детали с указанием условных обозначений опор, зажимов и установочных устройств по ГОСТ 3.1107—81; схемы строповки груза; схемы укладки грузов на транспортные средства и при штабелировании. Текстовые пояснения к графическим иллюстрациям и таблицам при необходимости приводятся в КЭ после этих иллюстраций и таблиц.

## 8. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДИСЦИПЛИНА

Технологическая дисциплина является необходимым условием обеспечения требуемого качества продукции. Под технологической дисциплиной понимают точное соблюдение процесса изготовления детали требованиям конструкторской и технологической документации. Основой этого является выполнение требований технологической и конструкторской документации, укомплектованность рабочих мест требуемыми оснасткой, оборудованием, приспособлениями и инструментом.

Технологическая дисциплина предупреждает возможные нарушения процессов, уменьшает производственный брак, повышает стабильность качества. При контроле детали определяют характер и причину нарушений процесса, разрабатывают мероприятия по их предотвращению. Повседневный контроль проводит контролер ОТК, мастер, технолог, периодический контроль — цеховая комиссия, специальный контроль — специально назначенная комиссия. Требования к технологической дисциплине устанавливаются в отраслевых стандартах. Планирование контроля технологической дисциплины осуществляют по графикам. Объекты контроля и состав основных контролируемых признаков приведены ниже:

Объект контроля	Контролируемые признаки
Деталь . . . . .	Геометрические и физико-химические параметры, дефекты, маркировка
Сборочная единица . . . . .	Геометрические и функциональные параметры, дефекты, маркировка

Технологический процесс	Точность, стабильность и последовательность выполнения операций, режимы обработки, правильность выполнения транспортных операций и безопасность труда
Технологическая и конструкторская документация	Своевременность и правильность внесения изменений
Средства технологического оснащения	Условия хранения и эксплуатации, выполнение графиков периодических проверок
Рабочее место . . . . .	Расположение оборудования и оснастки, выполнение требований по межоперационному хранению заготовок, санитарное состояние, безопасность труда.

Результаты контроля за технологической дисциплиной оформляют в журнале, где отражают ее состояние по подразделениям, видам деталей, процессам и др.

## **Глава IV. ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ И КАЧЕСТВО ОБРАБОТАННЫХ ДЕТАЛЕЙ**

### **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Качество обработанных деталей определяется степенью их соответствия требованиям и нормам, которые установлены в ТД на эти детали. Рабочие чертежи содержат данные о размерах детали, точности каждого размера, форме поверхностей, требования к материалу, термической обработке и др. Качество готовой детали тем выше, чем меньше действительные отклонения от заданных в чертеже ТТ. Действительные отклонения определяют измерением детали заданными методами и измерительными инструментами.

В картах технологических процессов обработки установлены режимы резания и режущие инструменты, последовательность обработки, межоперационные размеры заготовок и др. Эти требования способствуют получению деталей заданного качества, оптимальной производительности и эффективности обработки. Наибольшего эффекта достигают при применении прогрессивных технологических процессов, использовании многоинструментальных наладок и обработке деталей на станках с ЧПУ. Современное высокопроизводительное оборудование позволяет производить механическую обработку с точностью размеров 0,03 мм и выше.

Кроме технологического процесса на формирование качества деталей влияют состояние оборудования, уровень организации производства, метрологическое обеспечение производства и др. Чтобы эта совокупность условий безотказно "работала" на обеспечение качества выпускаемых деталей, на машиностроительных предприятиях повсеместно действует система бездефектного изготовления продукции и сдачи готовых деталей с первого предъявления. Эта система является состав-

ной частью комплексной системы управления качеством продукции.

Бездефектное изготовление продукции основано на следующих принципах. Рабочий является ответственным за качество обработанных им деталей и перед сдачей в ОТК партии деталей сам осуществляет первичную проверку. При обнаружении в ОТК первой ошибки (несоответствие чертежу) рабочему возвращают всю партию деталей. При изготовлении деталей могут быть выявлены ошибки как в чертежах, так и в технологической документации. Система бездефектного изготовления предусматривает, что в этом случае обработка деталей должна быть приостановлена и конструктор или технолог обязаны исправить документацию. Предусмотрена гласность результатов сдачи готовых деталей с первого предъявления как бригадами, так и отдельными рабочими. Эти результаты учитывают при определении коэффициента качества по цеху, участку или бригаде. Для повышения качества документации на предприятиях также устанавливают показатели, учитываемые при подведении итогов по коэффициенту качества работы.

Документация должна быть оформлена четко, без излишеств по точности и шероховатости, читаться и пониматься однозначно. Так, на чертежах зубчатых колес целесообразно приводить допуски для контролируемых параметров (хотя по стандарту эта часть таблицы является справочной), не следует пропускать ни одного случая указания на чертежах зависимых допусков расположения. Целесообразно указывать на чертеже в виде таблицы координаты обрабатываемых отверстий (при их большом количестве).

Качество документации зависит от проводимой на предприятиях метрологической подготовки производства, основными задачами которой является оптимальное применение средств измерения, правильность выбора параметров, подлежащих измерению и единство терминологии. Правильность проводимой метрологической подготовки производства определяется проверками действующих технологических процессов и контрольными испытаниями в ходе производства. Чтобы исключить разрозненность этих проверок, на предприятиях действует заводская аттестация, сводящая эти проверки в стройную систему и дающая возможность оценить качество и уровень действующего технологического процесса. На основе собранной информации проводят анализ и дают оценку уровню и качеству процесса. На предприятиях принимают разные критерии для оценки качества технологических процессов. Назовем основные системы заводской оценки уровня и качества процессов.

**Оценка стабильности технологического процесса.** Качество изготовленной детали не должно опускаться ниже установленного норматива, например по средней дефектности или вероятности выхода размеров готовой детали из заданных пределов.

**Оценка технологического процесса по высшей и первой категориям качества.** При этом выбирают эталонный процесс, с которым сравнивают аттестуемые процессы обработки. Учитывают действующие методы организации производства, степень использования производ-

ственных мощностей, соответствие средств производства действующим технологическим процессам, уровень работы служб предприятия и др. Срок аттестации технологических процессов — до 3 лет.

**Аттестация технологического процесса на основе карты технического уровня в сравнении с лучшими образцами однотипных процессов обработки.** В качестве образца может быть принят проектный, перспективный или действующий технологический процесс, имеющий высокий технический уровень, подтвержденный головной технологической организацией. К числу критериев могут быть отнесены стабильность процесса обработки, производительность, коэффициент использования трудовых ресурсов и др.

**Аттестация технологического процесса с учетом отсутствия рекламаций, сдачи продукции с первого предъявления, уровня себестоимости и безвредности технологии.** В этом случае аттестацию проводят в сравнении с отраслевыми или заводскими показателями и по результатам сравнения устанавливают уровень качества процесса.

В качестве показателей уровня технологических процессов могут служить также показатели применения типовой или групповой технологии, снижение затрат энергии на механообработку, применение высокопроизводительного оборудования, коэффициент оснащенности, повышение коэффициента использования материалов и др.

Более полно задаче оценки уровня технологических процессов отвечает аттестация с помощью обобщенного показателя, учитывающего влияние на результативность технологического процесса ряда показателей. С помощью обобщенного показателя оценивают, например, стоимостные характеристики процесса, уровень его производительности, обеспечение интенсификации механообработки.

## **2. ПОВЫШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ**

Важным решением достижения высокой эффективности механической обработки деталей при обеспечении заданных требований к точности и качеству обработанных поверхностей является повышение технологичности конструкций выпускаемых изделий. Технологичная конструкция позволяет получить оптимальные затраты времени, средств и материалов при механообработке деталей.

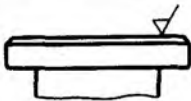
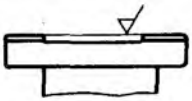
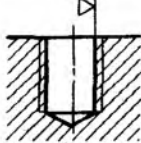
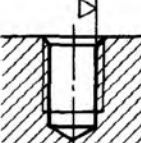
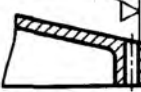

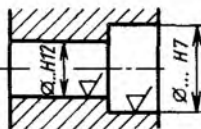
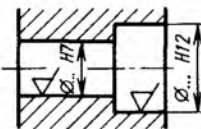


Отработка конструкций изделий на технологичность является обязательной; она проводится на всех стадиях проектирования изделия: технического предложения, разработки эскизного проекта, технического проекта и рабочих чертежей. В этом участвуют конструкторы, технологи метрологи. Отработка конструкций на технологичность является начальным этапом технической подготовки производства. От оптимального решения в создании конструкции деталей в конечном счете зависят рациональность процесса обработки, расход металла и режущих инструментов, трудозатраты, производительность и себестоимость обработки.

Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП) рядом стандартов устанавливает общие положения и правила обеспечения технологичности конструкции изделий и в том числе технологичности конструкции деталей. Этими стандартами установлено, что конструкцию детали следует отрабатывать комплексно с учетом технологичности исходной заготовки, каждого вида обработки в ходе процесса изготовления, технологичности сборочной единицы, в которую входит данная деталь.

Для механообработки ГОСТ 14.204-73 устанавливает следующие требования к технологичности конструкции деталей: конструкция детали должна состоять из стандартных и унифицированных конструктивных элементов; размеры и поверхности детали должны иметь оптимальную точность и шероховатость; конструкция должна обеспечивать возможность одновременного изготовления нескольких деталей; конструкция детали должна обеспечивать возможность применения типовых и стандартных технологических процессов ее изготовления.

В табл. 9 приведены примеры технологичного и нетехнологичного

9. Примеры технологичного и нетехнологичного оформления чертежей

<i>Нетехнологично</i>	<i>Технологично</i>	<i>Преимущества технологичной конструкции</i>
		<i>Снижение времени на обработку и сокращение расхода инструмента</i>
		<i>Улучшение условий для работы инструмента</i>
		
		<i>Снижение трудоемкости обработки при упрощении конструкции инструмента</i>
		<i>Возможность одновременной обработки нескольких заготовок</i>

оформления конструктивных элементов деталей. Знаком  $\nabla$  показаны поверхности деталей, подлежащие механической обработке. Технологичность конструкции деталей можно также проиллюстрировать следующими примерами. Если детали типа ступенчатого вала обрабатывают на многорезцовых токарных полуавтоматах, то длины ступеней детали должны быть по возможности одинаковы, что обеспечивает наименьшие затраты времени на обработку.

У корпусных деталей, имеющих два и более рядов одноосных отверстий, отверстия большего (или меньшего) диаметра следует располагать с одной стороны. Это позволит обрабатывать отверстия без поворота детали.

Обработку отверстий у деталей типа втулок наиболее целесообразно проводить протягиванием. Для этого деталь по возможности не должна иметь большой разности толщины стенок (при ступенчатости наружной поверхности). Иначе за счет пластических деформаций точность размеров внутреннего диаметра втулки после протягивания будет разной по длине детали.

У многоступенчатых валов число различных диаметров должно быть минимальным, что облегчает настройку и контроль детали после обработки. Это относится к качествам точности и шероховатости поверхностей.

Отверстия с плоским дном нетехнологичны. Их следует избегать, так же как и наклонного расположения осей отверстий в различных деталях. Отверстия должны располагаться в горизонтальных или вертикальных стенках деталей перпендикулярно к ним. Это упрощает конструкцию приспособлений, установку и обработку заготовок.

Повышение технологичности конструкции деталей достигается при совмещении конструкторских баз (поверхностей детали, от которых задаются ее размеры) с технологическими базами (поверхностями, которыми деталь устанавливают для ее механической обработки).

Для оценки технологичности конструкции установлен ряд количественных показателей. Основными показателями являются трудоемкость изготовления детали, изделия, измеряемая в нормо-часах и себестоимость изготовления в рублях. К числу показателей относят также трудоемкость или себестоимость механической обработки, их удельные значения по отношению к общей трудоемкости или себестоимости, коэффициент использования металла, коэффициент точности и др.

Показатели технологичности конструкции задают в технических заданиях на проектирование изделий. Их количество должно быть минимальным, но достаточным для оценки технологичности конструкции изделия (обычно это один из основных и один или два других показателя).

### 3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

На точность изготовления детали влияют разные причины. Это геометрические неточности станка и жесткость технологической системы, погрешности настройки станка и установки заготовок, изнашивание инструмента и др. Измеряя изготовленную деталь, получают ее действительный размер, который будет отличаться от истинного размера. Предполагая, что зазоры или натяги в соединении будут определяться измеренными размерами деталей, допускают погрешность, так как истинные зазоры или натяги будут иными, но именно они будут определять качество собранного механизма. Таким образом, чем больше будут отличаться действительные или измеренные размеры деталей от их истинного значения, тем качество детали будет ниже.

Разность между измеренными и истинными размерами деталей в основном определяется погрешностями, возникающими при измерении. Это погрешности измерения, изнашивания рабочих поверхностей инструмента, а также погрешности, вызываемые температурными деформациями, разностью измерительного давления, изменениями базирования детали при измерении и др. Чем больше погрешности измерения, тем ниже его достоверность.

Повышение достоверности измерений является важной задачей, которую решают с помощью Государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ). Эта система позволяет получить достоверные результаты измерений, обеспечивает единообразие и точность измерительных приборов, определяет организацию и методику проведения работ по оценке и обеспечению точности измерений. Обеспечение единства измерений приобретает все большее значение, так как точность и качество выпускаемых машин непрерывно повышаются, а число измерений возрастает. Изготовление деталей в значительной степени состоит из измерительных операций, особенно автоматизированные процессы обработки, удельный вес которых возрастает.

ГСИ — комплекс стандартов, которыми установлены взаимосвязанные правила, определяющие организацию, выполнение, обработку и оформление результатов измерений. Одной из важных задач обеспечения единства измерений является рациональная система передачи размеров единиц длины от эталонов к рабочим средствам измерений. Эталоном длины является метр. Он предназначен для воспроизведения и хранения единицы длины и передачи размера с помощью вторичных эталонов.

ГСИ предусматривает государственную или ведомственную поверку средств измерений. Обязательной государственной поверке подлежат средства измерений, применяемые в метрологических службах. Важным условием проведения государственной и ведомственной поверок измерительных средств является периодичность поверок. Так, для образцовых средств измерения линейных и угловых размеров установлены следующие строки: для штриховых мер всех разрядов, шкал для поверки оптикомеханических приборов, угловых мер —

1 раз в два года, для образцовых концевых мер — 1 раз в год.

Интервалы периодической поверки средств измерения устанавливают главные метрологи. При этом учитывают такие факторы, как точность измерения, интенсивность работы приборов, частота смены режимов работы измерительных средств и др. Периодичность поверок средств измерений оформляют в виде ежегодных календарных графиков поверки.

Стандартами ГСИ установлены пределы допускаемых погрешностей измерения для размеров 1...500 мм в зависимости от допусков на изготовление деталей. Превышение этих погрешностей свидетельствует о непригодности данного средства измерения. Точность измерения в значительной степени зависит от методов и средств их выполнения, поэтому установлены общие требования к аттестации методик выполнения измерений. Соблюдение этих требований повысит качество и стабильность измерений.

ГСИ устанавливает нормальные условия для выполнения измерений. Их соблюдение повышает достоверность и точность измерений. Главным из этих условий является температура равная 20°С, при которой должны проводить механическую обработку деталей и их измерение. К другим условиям относят нормальное давление, нормы запыленности, освещенности, направление линии измерения.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

#### Стандарты ЕСКД

ГОСТ 2.101—68	Виды изделий
ГОСТ 2.102—68	Виды и комплектность конструкторских документов
ГОСТ 2.105—79	Общие требования к текстовым документам
ГОСТ 2.109—73	Правила выполнения чертежей деталей, сборочных, общих видов, габаритных и монтажных
ГОСТ 2.201—80	Обозначение изделий и конструкторских документов
ГОСТ 2.305—68	Изображения — виды, разрезы, сечения
ГОСТ 2.306—68	Обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертежах
ГОСТ 2.307—68	Нанесение размеров и предельных отклонений
ГОСТ 2.308—79	Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей
ГОСТ 2.309—73	Нанесение на чертежах обозначений шероховатости поверхностей
ГОСТ 2.310—68	Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки

ГОСТ 2.316—68	Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований, таблиц
ГОСТ 2.403—75	Правила выполнения рабочих чертежей цилиндрических зубчатых колес
ГОСТ 2.405—75	Правила выполнения рабочих чертежей конических зубчатых колес
ГОСТ 2.409—74	Правила выполнения чертежей зубчатых (шлицевых) соединений

## *Приложение 2*

### **Стандарты ЕСТД**

ГОСТ 3.1001—81	Общие положения
ГОСТ 3.1102—81	Стадии разработки и виды документов
ГОСТ 3.1103—82	Основные надписи
ГОСТ 3.1104—81	Общие требования к формам, бланкам и документам
ГОСТ 3.1105—84	Формы и правила оформления документов общего назначения
ГОСТ 3.1107—81	Опоры, зажимы и установочные устройства. Графические изображения
ГОСТ 3.1109—82	Термины и определения основных понятий
ГОСТ 3.1072—79	Правила записи операций и переходов. Обработка резанием
ГОСТ 3.1118—82	Формы и правила оформления маршрутных карт
ГОСТ 3.1119—83	Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы
ГОСТ 3.1120—83	Общие правила отражения и оформления требований безопасности труда в технологической документации
ГОСТ 3.1418—82	Правила оформления на технологические процессы и операции, выполняемые на станках с числовым программным управлением (ЧПУ). Обработка резанием

Предельные отклонения валов, мкм

Интервал размеров, мм	Поля допусков валов											
	$q_6$	$h_6$	$l_6$	$k_6$	$n_6$	$p_6$	$r_6$	$s_6$	$f_7$	$h_7$	$e_8$	$h_8$
От 1 до 3	-2 -8	0 -6	+3 -3	+6 0	+10 +4	+12 +6	+16 +10	+20 +14	-6 -16	0 -10	-14 -28	0 -14
Св. 3 до 6	-4 -12	0 -8	+4 -4	+9 +1	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19	-10 -22	0 -12	-20 -38	0 -18
" 6 " 10	-5 -14	0 -9	+4,5 -4,5	+10 +1	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23	-13 -28	0 -15	-25 -47	0 -22
" 10 " 18	-6 -17	0 -11	+5,5 -5,5	+12 +1	+23 +12	+29 +18	+34 +23	+39 +28	-16 -34	0 -18	-32 -59	0 -27
" 18 " 30	-7 -20	0 -13	+6,5 -6,5	+15 +2	+28 +15	+35 +22	+41 +28	+48 +35	-20 -41	0 -21	-40 -73	0 -33
" 30 " 50	-9 -25	0 -16	+8 -8	+18 +2	+33 +17	+42 +26	+50 +34	+59 +43	-25 -50	0 -25	-50 -89	0 -39
" 50 " 65	-10	0	+9,5	+21	+39	+51	+69	+72	-30	0	-60	0
" 65 " 80	-29	-19	-9,5	+2	+20	+32	+41	+53	-60	-30	-106	-46
							+62	+78				
							+43	+59				

" 80 " 100	-12	0	+11	+25	+45	+59	+73	+93	-36	0	-72	0
							+51	+71				
" 100 " 120	-34	-22	-11	+3	+23	+37	+76	+101	-71	-35	-126	-54
							+54	+79				
" 120 " 140							+88	+117				
							+63	+92				
" 140 " 160	-14	0	+12,5	+28	+58	+68	+90	+125	-43	0	-85	0
	-39	-25	-12,5	+3	+27	+43	+65	+100	-83	-40	-148	-63
" 160 " 180							+93	+133				
							+68	+108				
" 180 " 200	-15	0	+14,5	+33	+60	+79	+106	+151	-50	0	-100	0
							+77	+122				
" 200 " 225	-44	-29	-14,5	+4	+31	+50	+109	+159	-96	-46	-172	-72
							+80	+130				
" 225 " 250							+113	+169				
							+84	+140				
" 250 " 280	-17	0	+16	+36	+66	+88	+126	+190	-56	0	-110	0
							+94	+158				
" 280 " 315	-49	-32	-16	+4	+34	+56	+130	+202	-108	-52	-191	-81
							+98	+170				

Интервал размеров, мм	Поля допусков валов											
	q6	h6	js6	k6	n6	p6	r6	s6	f7	h7	e8	h8
" 315 " 355	-18	0	+18	+40	+73	+98	+144 +108	+226 +190	-62	0	-125	0
" 355 " 400	-54	-36	-18	+4	+37	+62	+150 +114	+244 +208	-119	-57	-214	-89
" 400 " 450	-20	0	+20	+45	+80	+108	+166 +126	+272 +232	-68	0	-135	0
" 450 " 500	-60	-40	-20	+5	+40	+68	+172 +132	+292 +252	-131	-63	-232	-97

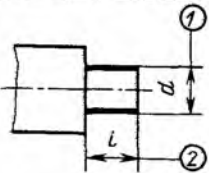
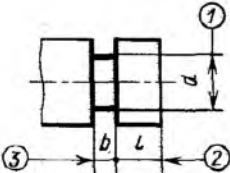
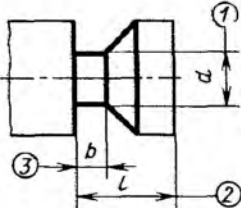
Приложение 4

Предельные отклонения отверстий, мкм

Интервал размеров, мм	Поля допусков отверстий										
	H7	I <sub>s</sub> 7	K7	N7	P7	F8	H8	E9	H9	H11	
От 1 до 3	+10 0	+5 -5	0 -10	-4 -14	-6 -16	+20 +6	+14 0	+39 +14	+25 0	+60 0	
Св. 3 до 6	+12 0	+6 -6	+3 -9	-4 -16	-8 -20	+28 +10	+18 0	+50 +20	+30 0	+75 0	

" 6 " 10	+15 0	+7 -7	+5 -10	-4 -19	-9 -24	+35 +13	+22 0	+61 +25	+36 0	+90 0
" 10 " 18	+18 0	+9 -9	+6 -12	-5 -23	-11 -29	+43 +16	+27 0	+75 +32	+43 0	+110 0
" 18 " 30	+21 0	+10 -10	+6 -15	-7 -28	-14 -35	+53 +20	+33 0	+92 +40	+52 0	+130 0
" 30 " 50	+25 0	+12 -12	+7 -18	-8 -33	-17 -42	+64 +25	+39 0	+112 +50	+62 0	+160 0
" 50 " 80	+30 0	+15 -15	+9 -21	-9 -39	-21 -51	+76 +30	+46 0	+134 +60	+74 0	+190 0
" 80 " 120	+35 0	+17 -17	+10 -25	-10 -45	-24 -59	+90 +36	+54 0	+159 +72	+87 0	+220 0
" 120 " 180	+40 0	+20 -20	+12 -28	-12 -52	-28 -68	+106 +43	+63 0	+185 +85	+100 0	+250 0
" 180 " 250	+46 0	+23 -23	+13 -33	-14 -60	-33 -79	+122 +50	+72 0	+215 +100	+115 0	+290 0
" 250 " 315	+52 0	+26 -26	+16 -36	-14 -66	-36 -88	+137 +56	+81 0	+240 +110	+130 0	+320 0
" 315 " 400	+57 0	+28 -28	+17 -40	-16 -73	-41 -98	+151 +62	+89 0	+265 +125	+140 0	+360 0
" 400 " 500	+63 0	+31 -31	+18 -45	-17 -80	-45 -108	+165 +68	+97 0	+290 +135	+155 0	+400 0

Примеры полной и сокращенной записи содержания переходов обработки резанием

Эскиз	Полная запись
	Точить (шлифовать, притереть, полировать и т. п.) поверхность, выдерживая размеры 1 и 2
	Точить (шлифовать, довести, полировать и т. п.) канавку, выдерживая размеры 1-3
	

Эскиз	Сокращенная запись
	Сверлить (зенкеровать, развернуть и т. п.) отверстие, выдерживая размеры 1 и 2
	Сверлить (рассверлить, зенкеровать и т. п.) отверстие, выдерживая размеры 1 и 2

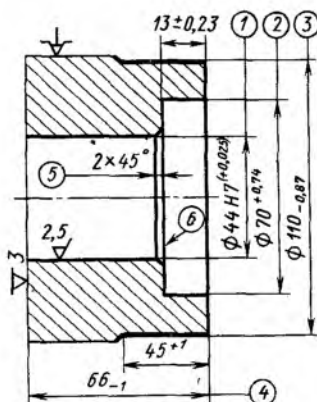


[illegible]

Пример заполнения КЭ

Карта эскизов		
	Муфта кулачковая	
	Номер операции	
	15	

Rz80  
√(√)



					Разраб.		Лист
					Пров.		1

Долгопрудненский авиационный техникум  
Электронная библиотека



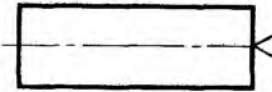


Заказчик: А.Ю.Козловский Исполнитель Н.Н.Милицкий

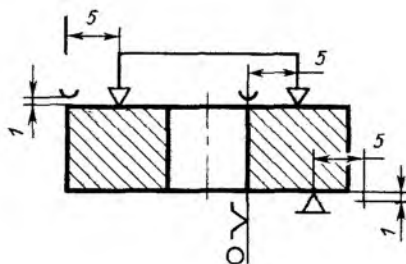


141702 Россия, Московская обл.,  
г. Долгопрудный, пл. Собина, 1

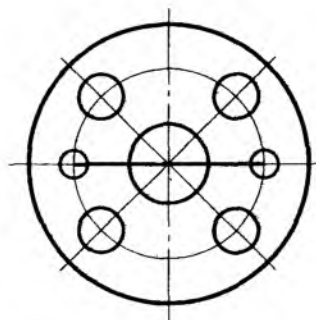
Phone: 8(495)4084593 8(495)4083109  
Email: datak@mail.ru  
Site: gosdat.ru

Примеры нанесения обозначений опор, зажимов  
и установочных устройств на схемах

Наименование	Пример
Центр неподвижный (гладкий)	
Центр плавающий	
Центр вращающийся	



В кондукторе с центрированием на цилиндрический палец, с упором на три неподвижные опоры и с применением электрического устройства двойного зажима, имеющего сферические рабочие поверхности



## СОДЕРЖАНИЕ

Введение . . . . .	3
<b>Глава I. Требования к чертежам и технологической документации.</b> . . . .	4
1. Единая система конструкторской документации (ЕСКД) . . . . .	4
2. Параметры шероховатости обработанной поверхности. . . . .	7
3. Единая система допусков и посадок СЭВ (ЕСДП СЭВ) . . . . .	9
<b>Глава II. Чертежи</b> . . . . .	12
1. Что указывают на чертеже . . . . .	12
2. Чертежи типовых деталей. . . . .	19
<b>Глава III. Технологическая документация</b> . . . . .	51
1. Назначение технологической документации . . . . .	51
2. Терминология ЕСТД. . . . .	53
3. Рабочие технологические документы . . . . .	55
4. Требования к технологическим документам. . . . .	56
5. Требования к графическим документам . . . . .	60
6. Базирование и схемы установки деталей . . . . .	63
7. Требования безопасности труда. . . . .	67
8. Технологическая дисциплина . . . . .	69
<b>Глава IV. Техническая документация и качество обработанных деталей</b> . . . . .	70
1. Общие положения . . . . .	70
2. Повышение технологичности конструкций . . . . .	72
3. Обеспечение единства измерений . . . . .	75
Приложения . . . . .	76

*Производственное издание*

Александр Васильевич Коваленко, Марк Аркадьевич Гредитор

**КАК ЧИТАТЬ ЧЕРТЕЖИ**

Редактор *Ю.И. Подскребко*

Художественный редактор *А.С. Вершинкин*

Технический редактор *Г.Г. Семенова*

Корректор *Г.Л. Сафонова*

ИБ № 5443

---

Сдано в набор 12.01.87.

Подписано в печать 30.06.87.

Т-14866.

Формат 60×90 1/16. Бумага офсетная № 2. Гарнитура Пресс Роман. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 5,39.

Усл. кр.-отт. 5,64.

Уч.-изд. л. 5,98.

Тираж 80 000 экз.

Заказ 561.

Цена 30 к.

---

Ордена Трудового Красного Знамени издательство "Машиностроение"  
107076, Москва, Стромынский пер., 4

---

Отпечатано в Московской типографии № 4 Союзполиграфпрома  
при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии  
и книжной торговли 129041, Москва, Б. Переяславская, 46,  
с оригинала-макета, изготовленного в издательстве "Машиностроение"  
на наборно-пишущих машинах

30 коп.

« МАШИНОСТРОЕНИЕ »

