

Н. М. БОБКОВ

Лекции по общему конструированию РЭС

Раздел 1 Общие сведения

Лекция 1.7 ДОПУСКИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ. ПРАВИЛА УКАЗАНИЯ НА ЧЕРТЕЖАХ

1 Сокращения

ЕСДП – Единая система допусков и посадок

ЕСКД – Единая система конструкторской документации

КД – конструкторская документация

ОНВ – Основные нормы взаимозаменяемости















См. – смотри

2 Введение

В ЕСКД правила указания геометрических допусков на чертежах установлены стандартом [1]. В этом стандарте геометрические допуски делятся на три группы: допуски формы, допуски расположения и суммарные допуски формы и расположения. Так было установлено в терминологическом стандарте [2], действовавшем во время разработки стандарта [1]. Стандарт [2] был заменен сначала стандартом [3], а затем – стандартом [4], в которых четыре группы геометрических допусков: допуски формы, допуски ориентации, допуски месторасположения и допуски биения (таблица 1).

Стандарта [2] устанавливал только терминологию, относящуюся к геометрическим допускам. Сменивший его стандарт [4] устанавливает также правила указания геометрических допусков на чертежах. Таким образом, в нашей стране действуют два стандарта [1] и [4] на правила указания геометрических допусков. Стандарты отличаются терминологией, классификацией и номенклатурой допусков. Есть отличия и в правилах указания. Все это затрудняет указание геометрических допусков на чертежах.

Таблица 1

Допуски по стандартам [1] и [2]			Допуски по стандартам [3] и [4]			
Знак	Группа допусков	Вид допуска	Знак	Группа допусков	Геометрическая характеристика	Необходимость указания базы
—	Допуски формы	Допуск прямолинейности	—	Допуски формы	Прямолинейность	Нет
		Допуск плоскостности			Плоскостность	Нет
○		Допуск круглости	○		Круглость	Нет
		Допуск цилиндричности			Цилиндричность	Нет
≡		Допуск профиля продольного сечения			Форма заданного профиля	Нет
				Форма заданной поверхности	Нет	
//	Допуски расположения	Допуск параллельности	//	Допуски ориентации	Параллельность	Да
⊥		Допуск перпендикулярности	⊥		Перпендикулярность	Да
∠		Допуск наклона	∠		Наклон	Да
					Форма заданного профиля	Да
					Форма заданной поверхности	Да
◎		Допуск соосности	◎	Допуски месторасположения	Концентричность (для точек)	Да
≡	Допуск симметричности	≡	Соосность (для осей)		Да	
⊕	Позиционный допуск	⊕	Симметричность		Да	
×	Допуск пересечения осей		Позиционирование		Да или нет	
					Форма заданного профиля	Да
				Форма заданной поверхности	Да	
	Суммарные допуски формы и расположения	Допуск радиального биения		Допуски биения	Биение	Да
		Допуск торцевого биения				
		Допуск биения в заданном направлении				
		Допуск полного радиального биения			Полное биение	Да
		Допуск полного торцевого биения				
		Допуск формы заданного профиля				
		Допуск формы заданной поверхности				

В этой лекции изложены некоторые правила указания геометрических допусков, наиболее часто применяемые при выполнении чертежей радиоэлектронных средств. В тех случаях, когда правила стандартов [1] и [4] отличаются, предпочтение отдается правилам стандарта [1].

Определения основных понятий, относящиеся к геометрическим элементам, установлены стандартом [5]. Некоторые из этих определений приведены в лекции 01.05 «Деталь – техническая система».

3 Основные правила указания геометрических допусков на чертежах

На чертежах геометрические допуски могут указываться текстом в технических требованиях или условными обозначениями. При условном обозначении данные о геометрических допусках приводят в прямоугольной рамке, разделенной на две и более части (рисунок 1), в которых помещают:

- в первой – знак допуска по таблице 1;
- во второй – числовое значение допуска;
- в третьей и последующих при необходимости (см. таблицу 1) – буквенное обозначение базы (баз) или буквенное обозначение поверхности с которой связан допуск.

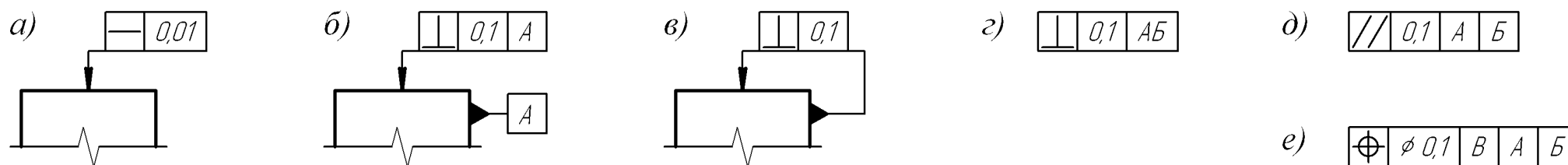


Рисунок 1

Рамку соединяют с элементом, к которому относится допуск, сплошной тонкой прямой или ломаной линией, заканчивающей стрелкой (рисунок 1, а). Базы обозначают зачерненным треугольником с рамкой, в которую вписывают буквенное обозначение базы (рисунок 1, б). По стандарту [1] базы буквами можно не обозначать, а зачерненный треугольник соединять непосредственно с рамкой допуска (рисунок 1, в).

Если два или несколько элементов образуют объединенную базу и их последовательность не имеет значения (например, они имеют общую ось или плоскость симметрии), то каждый элемент обозначают самостоятельно и все буквы вписывают подряд в третью часть рамки (рисунок 1, г).

Если необходимо задать допуск относительно комплекта баз, то буквенные обозначения баз указывают в самостоятельных частях (третьей и далее) рамки (рисунки 1, *д* 1; *е*). В этом случае базы записывают в порядке убывания числа степеней свободы, лишаемых ими.

Соединение рамок с элементами, к которым относятся допуски, выполняют по следующим правилам [1]:

5.5 Если допуск относится к поверхности или ее профилю, то рамку соединяют с контурной линией поверхности или ее продолжением; при этом соединительная линия **не должна быть продолжением размерной линии** (рисунок 2, *а*).

5.6 Если допуск относится к оси или плоскости симметрии, то соединительная линия **должна быть продолжением размерной линии** (рисунок 2, *б*).

5.8 Если допуск относится к **общей** оси (плоскости симметрии) и из чертежа **ясно**, для каких поверхностей данная ось (плоскость симметрии) является общей, то рамку соединяют с *осью (плоскостью симметрии)* (рисунок 2, *в*).

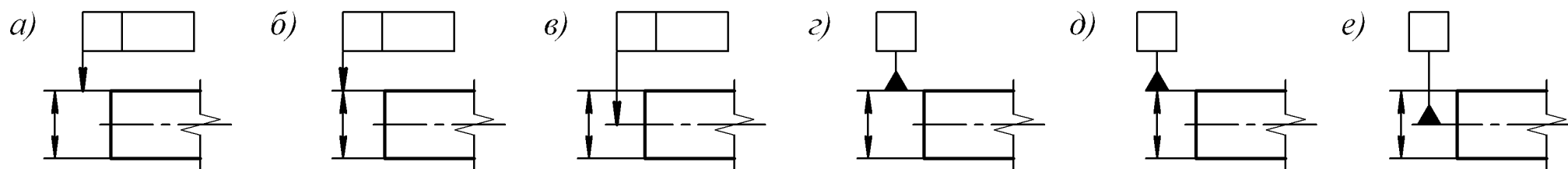


Рисунок 2

Аналогично:

6.2 Если базой является поверхность или ее профиль, то основание треугольника (обозначающего базу) располагают на контурной линии поверхности или на ее продолжении. При этом соединительная линия **не должна быть продолжением размерной линии** (рисунок 2, *г*).

6.3.1 Если базой является ось или плоскость симметрии, то треугольник располагают **на конце размерной линии** (рисунок 2, *д*).

6.3.2 Если базой является **общая** ось или плоскость симметрии и из чертежа **ясно**, для каких поверхностей данная ось (плоскость симметрии) является общей, то треугольник располагают на *оси* (рисунок 2, *е*).

Примечания

1 Для удобства ссылок единый в стандарте [1] пункт 6.3 здесь разделен на два подпункта 6.3.1 и 6.3.2.

2 В стандарте [4] правила, изложенные в пунктах 5.8 и 6.3.2, не предусмотрены; их применение лучше избегать.

В приведенных выше положениях стандарта [1] полужирным шрифтом выделены слова, невнимательное отношение к которым является причиной ошибок при указании геометрических допусков. В стандарте [1] также допущена терминологическая ошибка. Слова «ось» и «плоскость симметрии» используются как для обозначения элементов деталей, так и для обозначения осевых линий, изображающих эти элементы на чертеже. В приведенных здесь формулировках пунктов 5.8 и 6.3 стандарта [1] слова «ось» и «плоскость симметрии» в значении «линия, изображающая ось или плоскость симметрии на чертеже» набраны курсивом.

Из требований стандарта [1] следует, что существует принципиальная разница между изображенными на рисунке 2 способами соединения рамок с нормируемыми элементами и базами. При указании на чертежах выбор одного из этих способов должен осуществляться на основе тщательного анализа требований к изделию и определения вида допуска по стандарту [4].

Рассмотрим несколько примеров.

На рисунке 3, *a* задан допуск прямолинейности образующей цилиндрической поверхности. Размер f на реальной детали (рисунки 3, *б* и 3, *в*) не должен превышать $0,1$ мм. На рисунках 3, *б* и 3, *в* изображены частные случаи отклонения от прямолинейности, когда детали при непрямолинейных образующих имеют прямолинейные средние линии.

На рисунке 3, *г* задан допуск прямолинейности выявленной средней линии (реальной оси) цилиндрической поверхности. Все точки этой линии должны находиться внутри цилиндрической поверхности диаметром $d = 0,1$ мм (рисунки 3, *д* и 3, *е*).

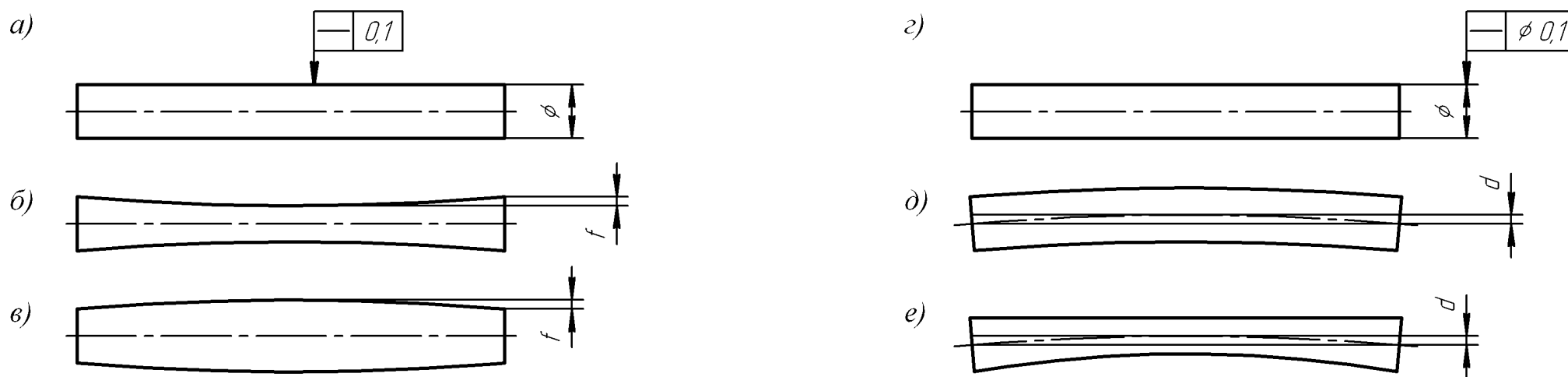
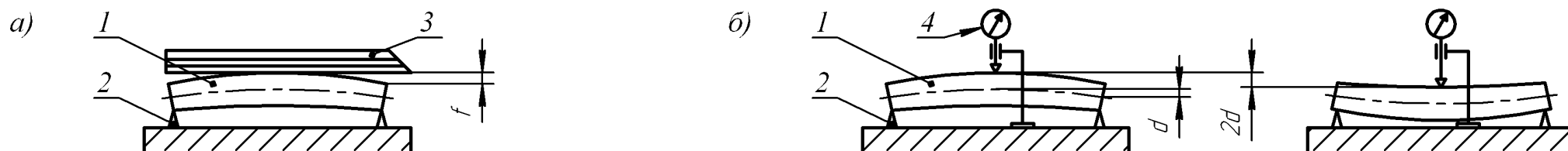


Рисунок 3

На рисунке 4, *а* показана схема измерения отклонений от прямолинейности образующих номинально цилиндрической детали, на рисунке 4, *б* – схема измерения отклонения от прямолинейности средней линии такой детали.



1 – деталь, 2 – ножевые опоры, 3 – линейка, 4 – измерительная головка

Рисунок 4

На рисунках 5, *а* и 5, *в* показаны два варианта указания допуска перпендикулярности паза. В первом случае (рисунок 5, *а*) при контроле в изготовленной детали измеряется размер *i* (рисунок 5, *б*), представляющий собой отклонение от перпендикулярности стенки паза; во втором случае (рисунок 5, *в*) измеряется размер *j* (рисунок 5, *г*), представляющий собой отклонение от перпендикулярности плоскости симметрии стенок паза. Отклонения от перпендикулярности *i* и *j* совпадают между собой только тогда, когда стенки паза в изготовленной детали не имеют отклонений от параллельности.

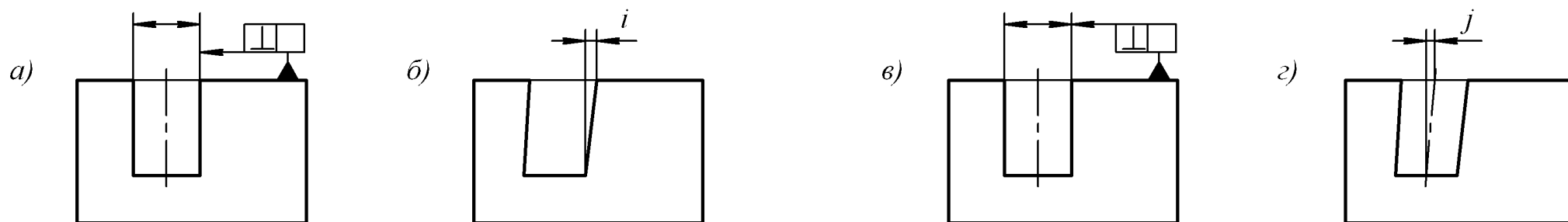


Рисунок 5

На рисунках 6, *а*, и 6, *в* показаны два варианта указания допуска параллельности оси отверстия относительно базовой плоскости. В первом случае (рисунок 6, *а*) базой является плоская поверхность А детали. Отклонение от параллельности в изготовленной детали в этом случае измеряется разностью $d - b$ (рисунок 6, *б*). Во втором случае (рисунок 6, *в*) базой являет-

ся плоскость симметрии двух плоских поверхностей детали А и Б. Отклонение от параллельности в этом случае измеряется разностью $g - f$ (рисунок 6, з).

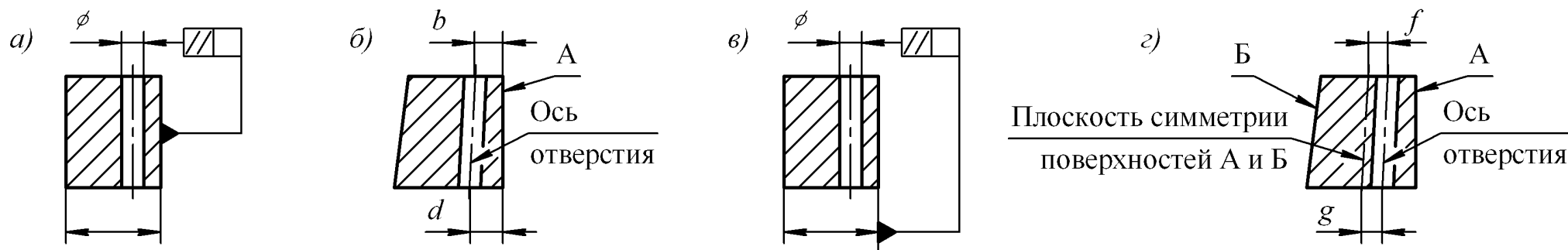


Рисунок 6

На рисунке 7, а показано, как должна указываться база при простановке допуска симметричности. Контур детали должен располагаться симметрично относительно плоскости симметрии прямоугольного отверстия (рисунок 7, б). В чертежах в подобных случаях очень часто база ошибочно указывается так, как изображено на рисунке 7, в. Но согласно п. 6.2 стандарта [1] такая простановка допуска означает, что контур детали должен быть симметричен относительно края отверстия, то есть деталь, симметричная на изображении, должна быть изготовлена так, как показано на рисунке 7, з, то есть совершенно несимметричной.

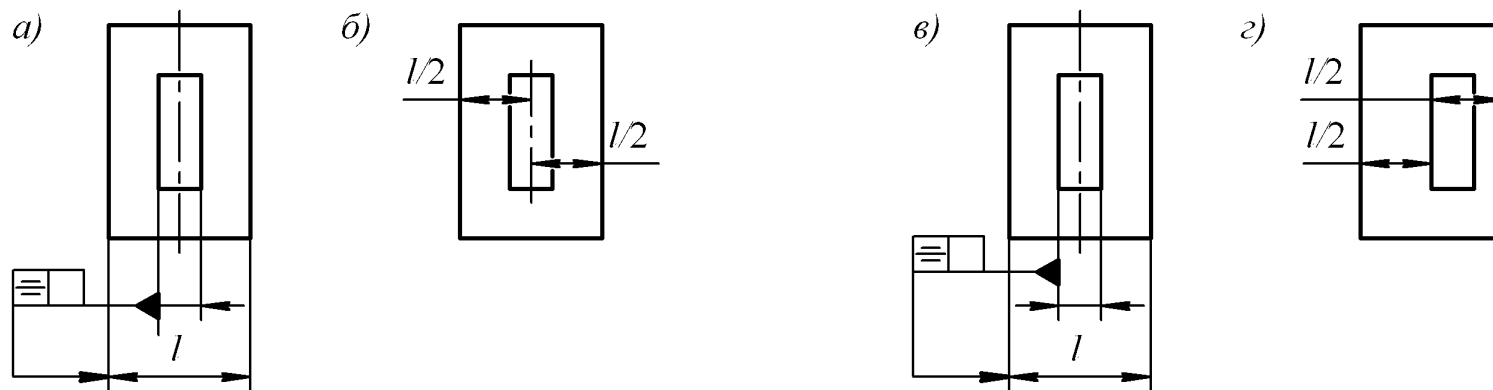


Рисунок 7

Из установленных в стандарте [4] определений понятий можно вывести следующие правила:

1 Допуски формы (кроме допусков прямолинейности цилиндрических и конических поверхностей), как правило, относятся только к поверхностям или профилям.

2 Допуск прямолинейности для цилиндрических и конических поверхностей можно отнести как к профилю поверхности, так и к средней линии (реальной оси).

3 Допуски соосности и симметричности могут относиться только к осям или плоскостям симметрии (общим осям или общим плоскостям симметрии). Базами для этих допусков могут быть только оси или плоскости симметрии (общие оси или общие плоскости симметрии).

4 Допуски биений могут относиться только к поверхностям. Базами для этих допусков могут быть только оси или общие оси.

5 Допуски формы заданного профиля или заданной поверхности могут относиться только к профилям поверхностей или к поверхностям.

Руководствуясь этими правилами и приведенными выше пунктами 5.5, 5.6, 5.8, 6.2 и 6.3 стандарта [1], в большинстве практических случаев можно легко проверить правильность выбора расположения линий, соединяющих рамку с элементом, к которому относится допуск, и с базой.

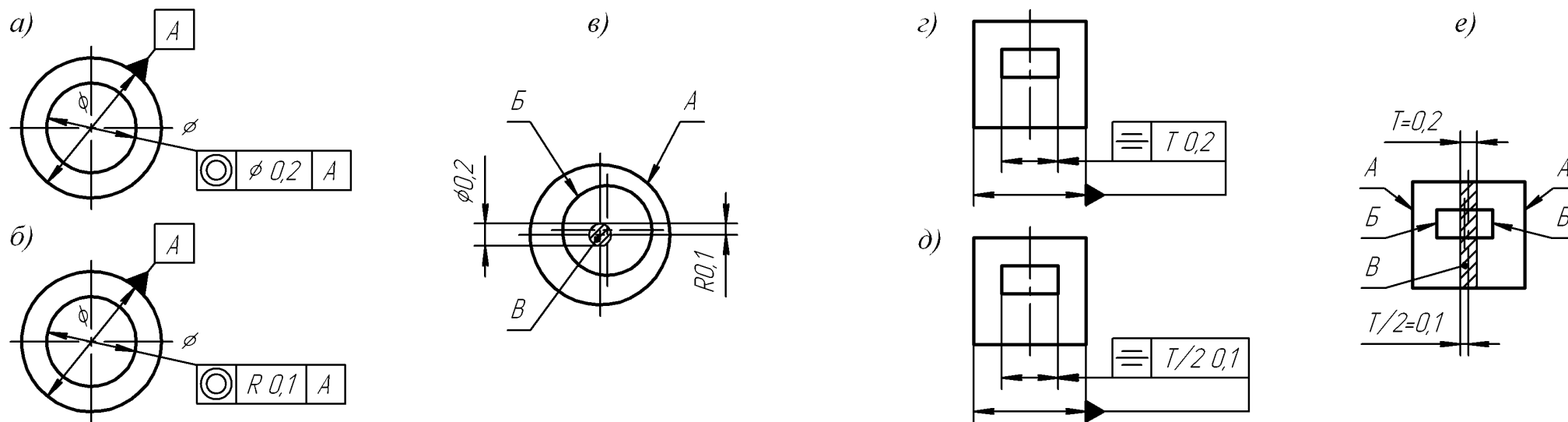


Рисунок 8

По стандарту [1] во второй части рамки перед числовым значением допуска следует указывать:

- символ \varnothing , если круговое или цилиндрическое поле допуска указывают диаметром (рисунок 8, а);
- символ R , если круговое или цилиндрическое поле допуска указывают радиусом (рисунок 8, б).

Различие между этими способами указания иллюстрирует рисунок 8, в. На нем обозначено: A – базовый элемент, B – элемент, к которому относится допуск соосности, B – поле допуска диаметром $\varnothing 0,2$ мм или радиусом $R 0,1$ мм.

Если допуски симметричности, пересечения осей, формы заданного профиля (заданной поверхности), позиционный допуск (для случая, когда поле позиционного допуска ограничено двумя параллельными прямыми или плоскостями) указывают в диаметральном выражении, то во второй части рамки перед числовым значением допуска помещают символ T (рисунок 8, з), если в радиусном – символ $T/2$ (рисунок 8, д).

Различие между этими способами указания иллюстрирует рисунок 8, е. На нем обозначено: A – базовый элемент, B – элемент, к которому относится допуск соосности, B – поле допуска шириной T .

Если поле допуска сферическое, то во второй части рамки перед числовым значением допуска помещают слово «сфера» и символ \varnothing или R .

В ранее выпущенной документации допуски соосности, симметричности, смещения осей от номинального расположения (позиционный допуск), обозначенные соответственно знаками $\text{—} \text{—} \text{—}$, $\text{—} \text{—} \text{—}$, $\text{—} \text{—} \text{—}$ или текстом в технических требованиях, следует понимать как допуски в радиальном выражении.

По стандарту [4] геометрические допуски указывают только в диаметральном выражении, и символы R , T , $T/2$ в стандарте [4] не предусмотрены.

В настоящее время во избежании недоразумений целесообразно проставлять на чертежах геометрические допуски только в диаметральном выражении по стандарту [1] с указанием символов \varnothing и T .

В таблицах 2 – 5 приведены примеры указания геометрических допусков условными обозначениями и пояснения к ним.

Таблица 2 – Примеры указания условных обозначений допусков формы поверхностей

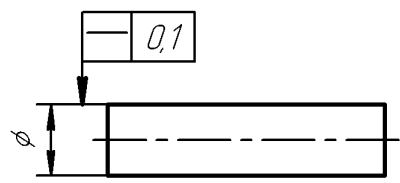
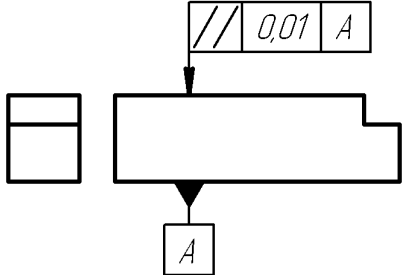
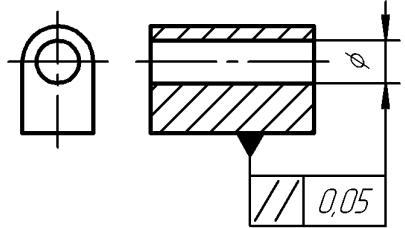
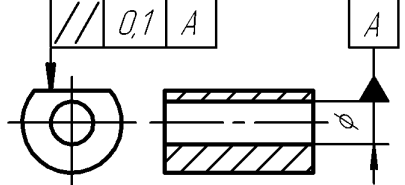
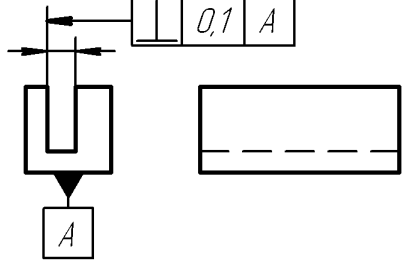
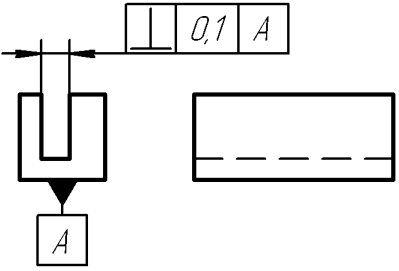
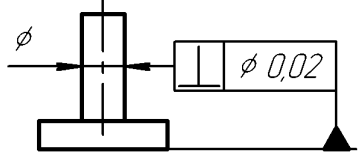
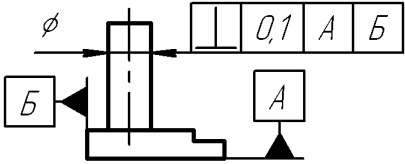
№ при- мера	Вид до- пуска	Указание допусков условным обозначением	Пояснения
1	Допуск прямо- линей- ности		<p>Допуск прямолинейности поверхности – 0,1 мм. Выявленная линия на нормируемой поверхности, параллельной плоскости проекции, на которой указан знак, должна быть расположена между двумя параллельными прямыми, расстояние между которыми равно 0,1 мм</p>
2			<p>Допуск прямолинейности образующей цилиндра – 0,1 мм. Выявленная образующая цилиндрической поверхности должна располагаться между двумя параллельными плоскостями, расстояние между которыми равно 0,1 мм</p>
3			<p>Допуск прямолинейности оси цилиндра – \varnothing 0,08 мм. Выявленная средняя линия (реальная ось) нормируемой цилиндрической поверхности должна быть расположена в пределах цилиндрической области, диаметр которой равен 0,08 мм</p>
4	Допуск плос- костно- сти		<p>Допуск плоскостности поверхности – 0,08 мм. Выявленная нормируемая поверхность должна быть расположена между двумя параллельными плоскостями, расстояние между которыми равно 0,08 мм</p>
5	Допуск цилин- дрично- сти		<p>Допуск цилиндричности поверхности 0,1 мм. Выявленная нормируемая цилиндрическая поверхность должна располагаться между двумя соосными цилиндрами, разность радиусов которых равна 0,1 мм</p>

Таблица 3 – Примеры указания условных обозначений допусков ориентации

№ примера	Вид допуска	Указание допусков условным обозначением	Пояснения
6	Допуск параллельности		<p>Допуск параллельности поверхности относительно поверхности A – 0,01 мм.</p> <p>Выявленная нормируемая поверхность должна быть расположена между двумя параллельными плоскостями, которые находятся друг от друга на расстоянии 0,01 мм и параллельны базовой поверхности A</p>
7			<p>Допуск параллельности оси отверстия относительно основания 0,05 мм.</p> <p>Выявленная средняя линия нормируемого отверстия должна быть расположена между двумя параллельными плоскостями, которые находятся друг от друга на расстоянии 0,05 мм и параллельны плоскости основания</p>
8			<p>Допуск параллельности поверхности относительно оси отверстия 0,1 мм.</p> <p>Выявленная нормируемая поверхность должна быть расположена между двумя параллельными плоскостями, которые находятся друг от друга на расстоянии 0,1 мм и параллельны базовой оси A</p>
9	Допуск перпендикулярности		<p>Допуск перпендикулярности поверхности относительно поверхности A – 0,1 мм.</p> <p>Выявленная нормируемая поверхность должна быть расположена между двумя перпендикулярными к базовой плоскости A параллельными плоскостями, расстояние между которыми равно 0,1 мм</p>

Продолжение таблицы 3

№ примера	Вид допуска	Указание допусков условным обозначением	Пояснения
10	Допуск перпендикулярности		<p>Допуск перпендикулярности плоскости симметрии паза относительно поверхности A – 0,1 мм.</p> <p>Выявленная средняя поверхность должна быть расположена между двумя перпендикулярными к базовой плоскости A параллельными плоскостями, расстояние между которыми равно 0,1 мм</p>
11			<p>Допуск перпендикулярности оси выступа относительно основания – \varnothing 0,02 мм.</p> <p>Выявленная средняя линия нормируемого цилиндра должна быть расположена внутри цилиндрической области, диаметр которой равен 0,02 мм, а ось перпендикулярна основанию</p>
12			<p>Допуск перпендикулярности оси выступа относительно поверхности A – 0,1 мм.</p> <p>Выявленная средняя линия нормируемого цилиндра должна быть расположена между двумя параллельными плоскостями, которые находятся друг от друга на расстоянии 0,1 мм, перпендикулярны базовой плоскости A и параллельны базовой плоскости B</p>

Окончание таблицы 3

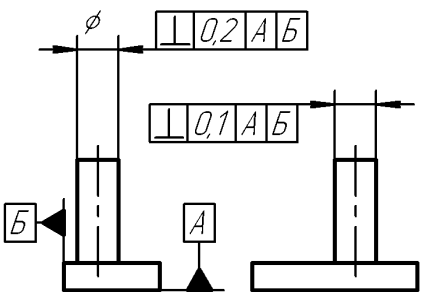
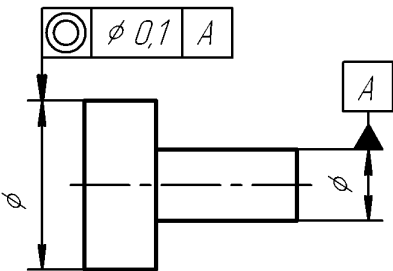
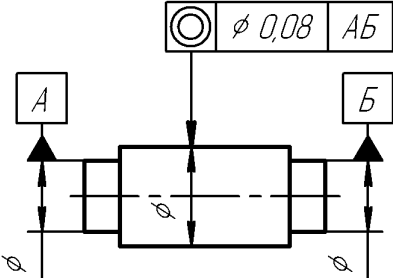
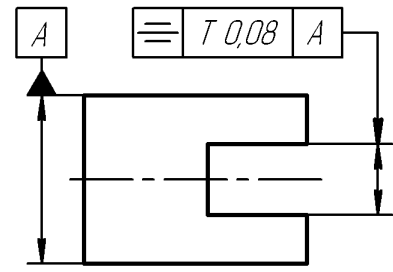
№ примера	Вид допуска	Указание допусков условным обозначением	Пояснения
13	Допуск перпендикулярности		<p>Допуск перпендикулярности оси выступа в поперечном направлении – 0,2 мм, в продольном направлении – 0,1 мм.</p> <p>База – поверхность <i>A</i>.</p> <p>Выявленная средняя линия нормируемого цилиндра должна быть расположена между двумя парами параллельных плоскостей, которые перпендикулярны базовой плоскости <i>A</i>. При этом расстояния между плоскостями равны 0,2 мм (в первой паре) и 0,1 мм (во второй паре). Кроме того, согласно указанным направлениям соединительных линий рамок допуска (совпадают с направлениями ширины соответствующих полей допуска) и вторичной базе, первая пара плоскостей должна быть параллельна, а вторая перпендикулярна базовой плоскости <i>B</i></p>

Таблица 4 – Примеры указания условных обозначений допусков месторасположения

№ примера	Вид допуска	Указание допусков условным обозначением	Пояснения
14	Допуск соосности	 <p>The drawing shows a shaft with a larger diameter section on the left and a smaller diameter section on the right. A feature control frame is attached to the smaller diameter section, containing the concentricity symbol, the diameter $\phi 0,1$, and datum A. Datum A is indicated by a box labeled 'A' with an arrow pointing to the larger diameter section. The diameter of the smaller section is also labeled ϕ.</p>	<p>Допуск соосности нормируемой поверхности относительно оси поверхности $A - \phi 0,1$ мм.</p> <p>Выявленная средняя линия нормируемого цилиндра должна располагаться внутри цилиндрической зоны диаметром $0,1$ мм, ось которой совпадает с базовой осью A</p>
15		 <p>The drawing shows a shaft with a central section of diameter ϕ and two smaller diameter sections on either side. A feature control frame is attached to the central section, containing the concentricity symbol, the diameter $\phi 0,08$, and datum AB. Datum AB is indicated by boxes labeled 'A' and 'B' with arrows pointing to the two smaller diameter sections. The diameter of the central section is also labeled ϕ.</p>	<p>Допуск соосности нормируемой поверхности относительно общей оси поверхностей A и $B - \phi 0,08$ мм.</p> <p>Выявленная средняя линия нормируемого цилиндра должна располагаться внутри цилиндрической зоны диаметром $0,08$ мм, ось которой совпадает с общей базовой осью $A - B$</p>
16	Допуск симметричности	 <p>The drawing shows a shaft with a central section of diameter ϕ and a smaller diameter section on the right. A feature control frame is attached to the smaller diameter section, containing the symmetry symbol, the tolerance $T 0,08$, and datum A. Datum A is indicated by a box labeled 'A' with an arrow pointing to the larger diameter section. The diameter of the smaller section is also labeled ϕ.</p>	<p>Допуск симметричности паза относительно плоскости симметрии поверхности $A - T 0,08$ мм.</p> <p>Выявленная средняя поверхность должна находиться между двумя параллельными плоскостями, расстояние между которыми равно $0,08$ мм, расположенными симметрично относительно базовой плоскости A</p>

Окончание таблицы 4

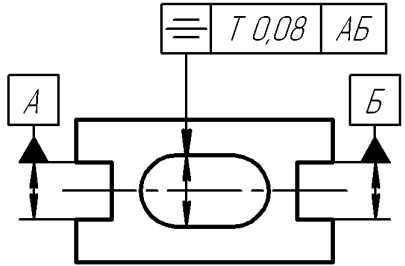
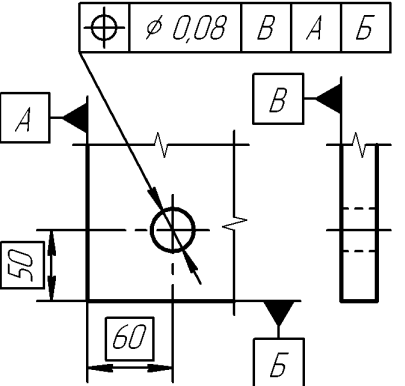
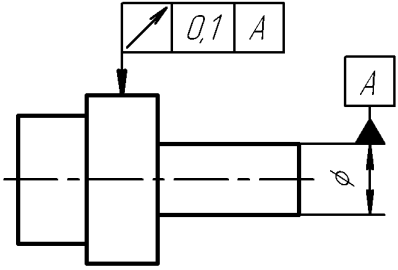
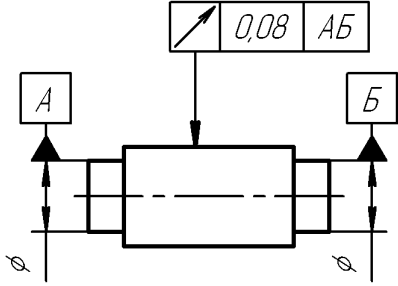
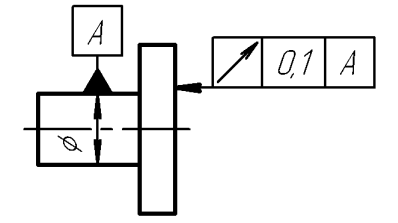
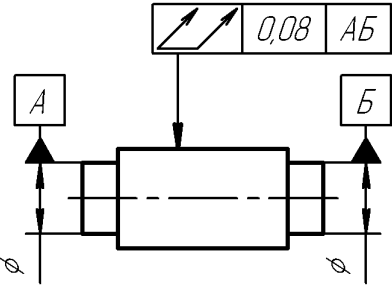
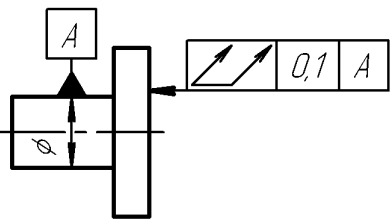
№ примера	Вид допуска	Указание допусков условным обозначением	Пояснения
17	Допуск симметричности		<p>Допуск симметричности паза относительно общей плоскости симметрии поверхностей <i>A</i> и <i>B</i> – $T 0,08$ мм.</p> <p>Выявленная средняя поверхность должна находиться между двумя параллельными плоскостями, расстояние между которыми равно $0,08$ мм, расположенными симметрично относительно общей базовой плоскости <i>A – B</i></p>
18	Позиционный допуск		<p>Позиционный допуск оси отверстия – $\varnothing 0,08$ мм.</p> <p>Выявленная средняя линия нормируемого отверстия должна располагаться в пределах цилиндра диаметром $0,08$ мм, ось которого совпадает с теоретически точным положением оси отверстия относительно базовых плоскостей <i>B</i>, <i>A</i> и <i>B</i></p>

Таблица 5 – Примеры указания условных обозначений допусков биения

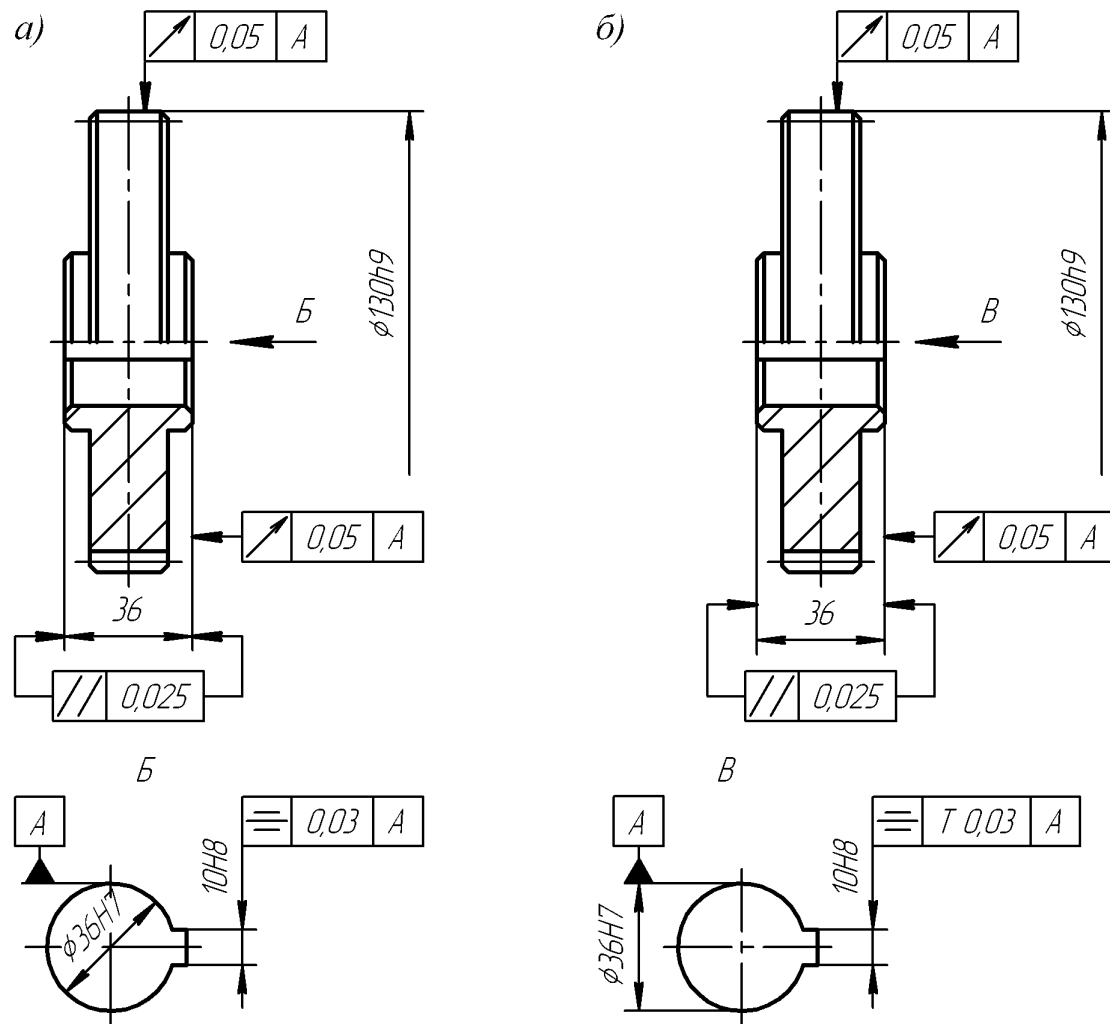
№ примера	Вид допуска	Указание допусков условным обозначением	Пояснения
19	Допуск радиального биения		<p>Допуск радиального биения поверхности относительно оси поверхности $A - 0,1$ мм.</p> <p>Выявленная линия в любой плоскости поперечного сечения, перпендикулярной базовой оси A, должна располагаться между двумя лежащими в этой плоскости концентрическими окружностями, разность радиусов которых равна $0,1$ мм, а их общий центр лежит на базовой оси A</p>
20			<p>Допуск радиального биения поверхности относительно общей оси поверхностей A и $B - 0,08$ мм.</p> <p>Выявленная линия в любой плоскости поперечного сечения, перпендикулярной общей базовой оси AB, должна располагаться между двумя лежащими в этой плоскости концентрическими окружностями, разность радиусов которых равна $0,08$ мм, а их общий центр лежит на базовой оси AB</p>
21	Допуск торцевого биения		<p>Допуск торцевого биения поверхности относительно оси поверхности $A - 0,1$ мм.</p> <p>Выявленная линия на боковой поверхности любого пересекающего нормируемую поверхность цилиндра, коаксиального с базовой осью A, должна быть расположена между двумя окружностями на этом цилиндре, находящимися на расстоянии $0,1$ мм друг от друга</p>

Окончание таблицы 5

№ примера	Вид допуска	Указание допусков условным обозначением	Пояснения
22	Допуск полного радиального биения		<p>Допуск полного радиального биения поверхности относительно общей оси поверхностей <i>A</i> и <i>B</i> – 0,08 мм.</p> <p>Выявленная нормируемая поверхность должна быть расположена между двумя соосными цилиндрами, разность радиусов которых равна 0,08 мм, а их общая ось совпадает с общей базовой осью <i>AB</i></p>
23	Допуск полного торцевого биения		<p>Допуск полного торцевого биения поверхности относительно оси поверхности <i>A</i> – 0,1 мм.</p> <p>Выявленная нормируемая поверхность должна быть расположена между двумя параллельными плоскостями, расстояние между которыми 0,1 мм, перпендикулярными к базовой оси <i>A</i></p>

Примеры ошибок при указании геометрических допусков на чертежах

В чертежах и технической литературе допускается много ошибок в простановке геометрических допусков. Авторы документов руководствуются исключительно стандартом [1] (или его предыдущими редакциями) и не знают или не учитывают стандарты, устанавливающие систему понятий и терминов, относящихся к геометрическим допускам. Рассмотрим несколько примеров.



Указание допуска параллельности на рисунке 9, а означает, что плоскость симметрии торцов колеса должна быть параллельна самой себе! Кроме того, в допуске симметричности на этом рисунке отсутствуют указания на то, в каком (радиальном или диаметральном) выражении проставлено числовое значение допуска. С ошибкой обозначена и база для этого допуска. На рисунке 9, б показано, как должны быть указаны геометрические допуски на чертеже этой детали.

Рисунок 9

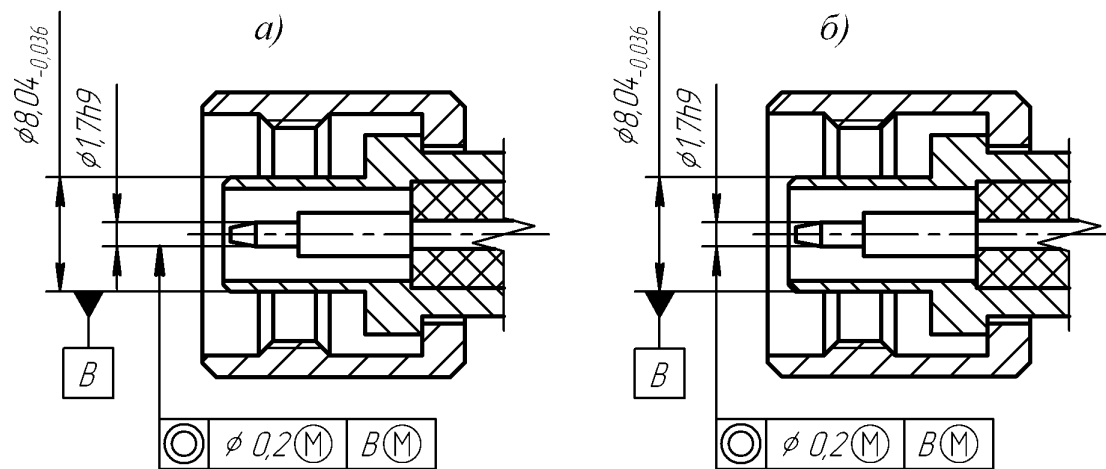


Рисунок 10

На рисунке 10, а неправильно указан допуск соосности. Допуски соосности всегда относятся к осям, базами для допусков соосности могут быть только оси или общие оси. Правильное указание этого допуска и базы приведено на рисунке 10, б.

Примечание – Символ \textcircled{M} означает, что допуск зависимый [6].

Из п. 5.8 и 6.3 стандарта [1] следует, что для того, чтобы при простановке допуска на чертеже соединить рамку с линией, изображающей ось, или поставить треугольник, обозначающий базу, на эту линию, необходимо выполнение двух обязательных условий:

- ось (плоскость симметрии), к которой относится допуск или которая является базой, должна быть общей осью (плоскостью симметрии) двух или более элементов;
- из чертежа должно быть ясно, для каких элементов эта ось (плоскость симметрии) является общей, и что именно эту ось (плоскость симметрии) изображает осевая линия на чертеже.

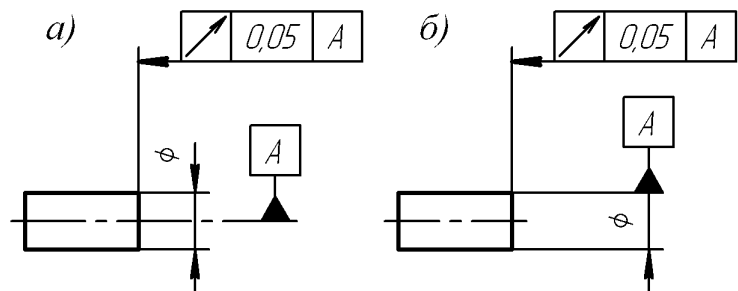


Рисунок 11

Ошибка в указании базы для допуска торцевого биения на рисунке 11, *а* состоит в том, что базой для торцевого биения в этом случае является ось цилиндрической поверхности детали. Поскольку других осей у детали нет, у нее нет и общих осей. Базой в данном случае является не общая ось, а просто ось, т. е. не выполняется первое условие, необходимое для постановки треугольника, обозначающего базу, на осевую линию.

Правильное указание допуска торцевого биения для такого случая приведено на рисунке 11, *б*.

Неправильно указана база для допуска радиального биения для детали на рисунке 12, *а*. Деталь имеет следующие общие оси (рисунок 12, *б*): 1 – для поверхностей А и Б, 2 – для поверхностей А и В, 3 – для поверхностей Б и В, а также общую ось для всех трех поверхностей А, Б и В. Если согласно чертежу деталь должна иметь центровые отверстия, то деталь будет еще иметь общую ось центровых отверстий. В изготовленной детали из-за неизбежных погрешностей изготовления эти оси не будут совпадать между собой. Из чертежа на рисунке 12, *а* неясно, какую из перечисленных пяти общих осей изображает осевая линия на чертеже, и какая из этих осей является базой. Треугольник, обозначающий базу, на осевую линию поставлен неправильно.

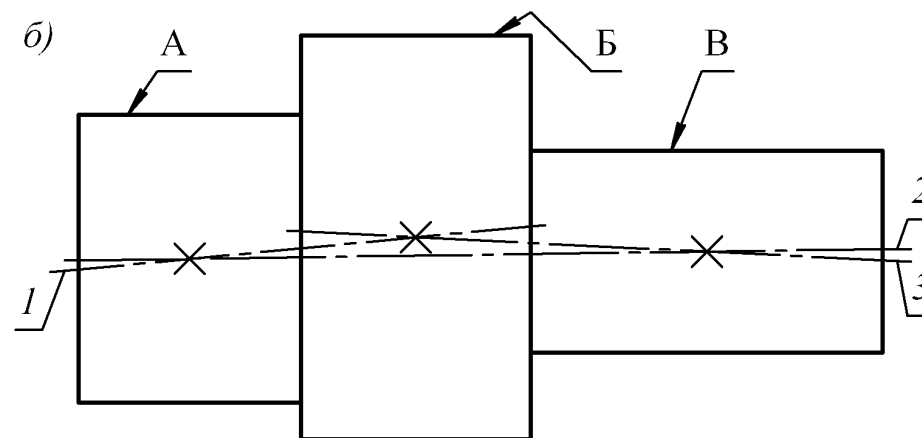
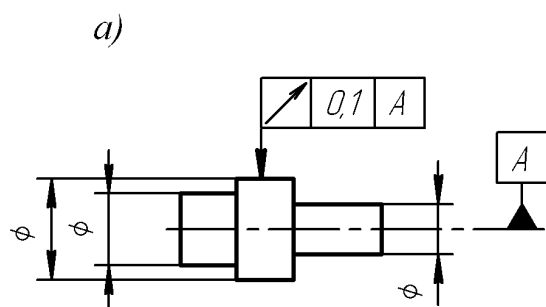


Рисунок 12

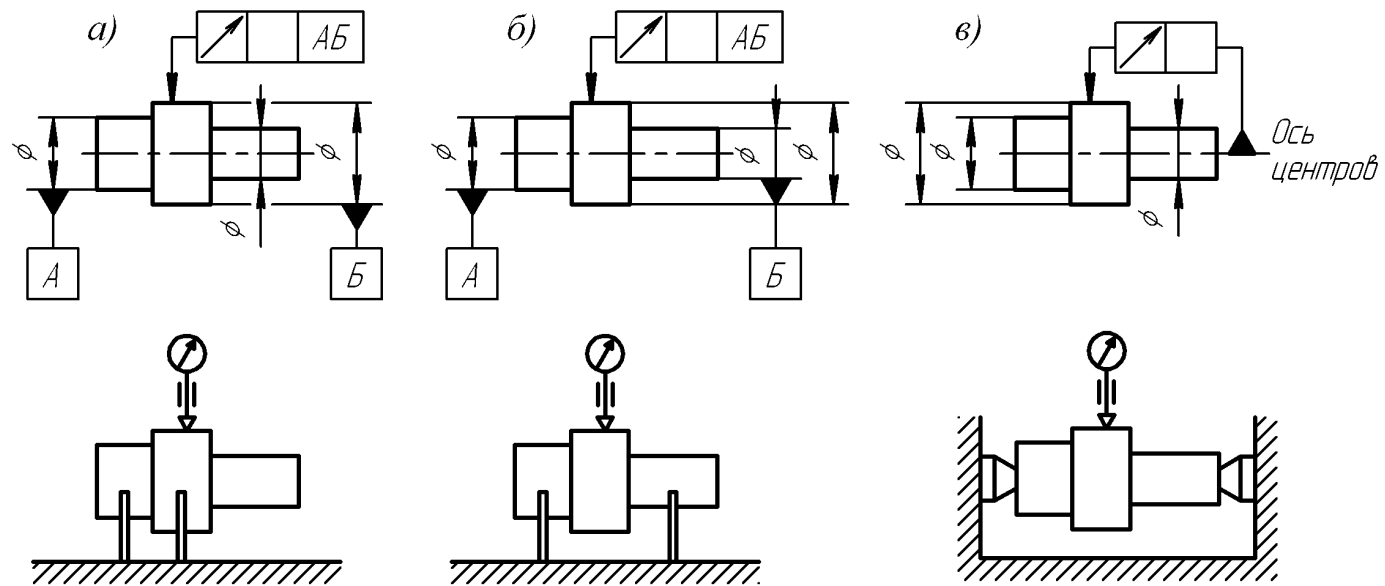


Рисунок 13

На верхних рисунках 13, а; 13, б; 13, в приведены некоторые из возможных правильных вариантов указаний допуска радиального биения на чертеже детали по рисунку 12, а. Этим вариантам соответствуют разные схемы измерения биений (нижние рисунки 13, а; 13, б и 13, в). Результаты измерений тоже будут разные.

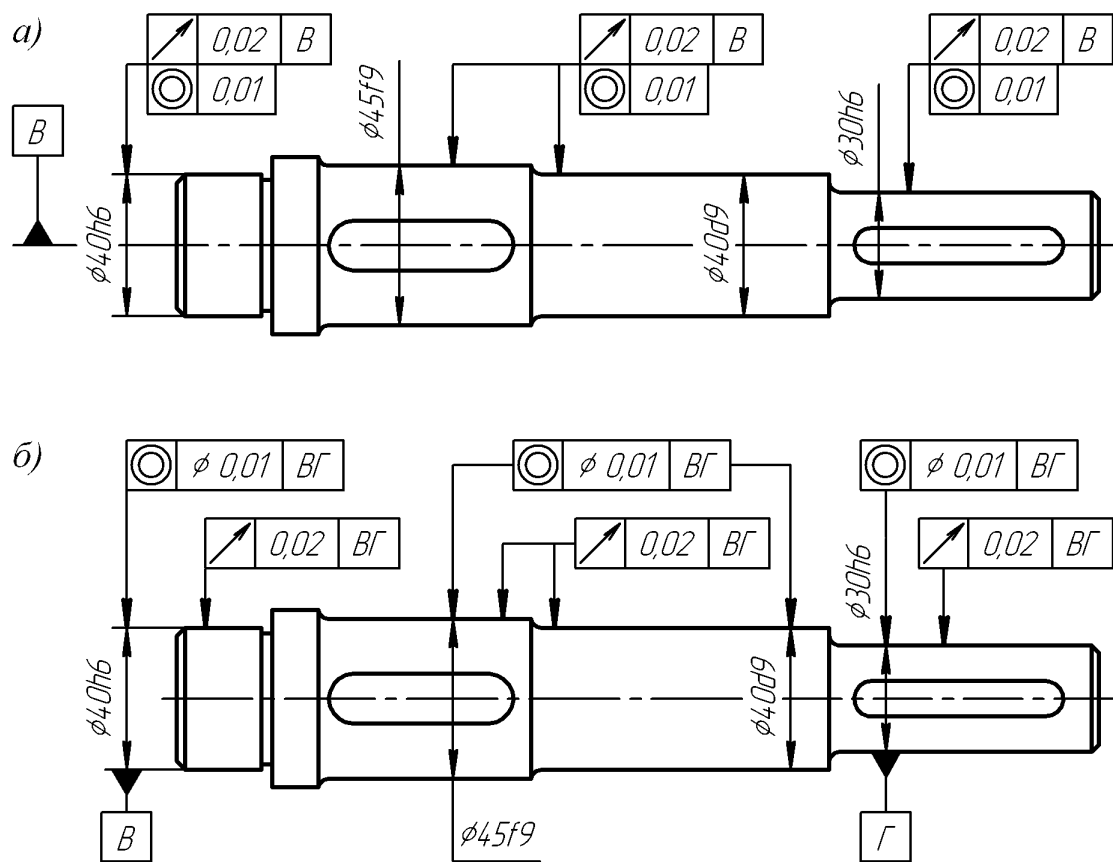


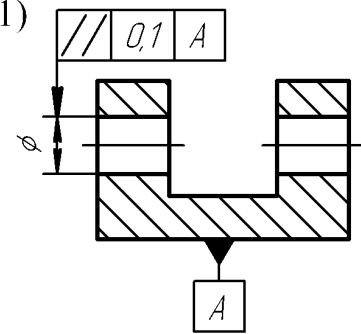
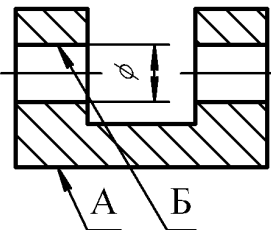
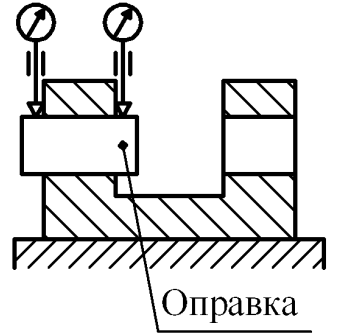
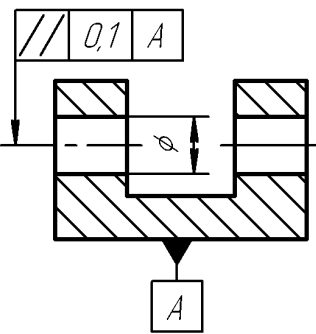
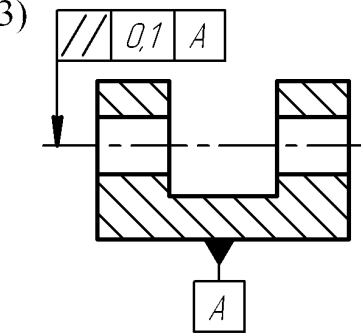
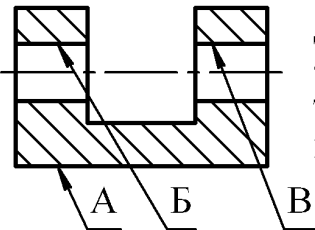
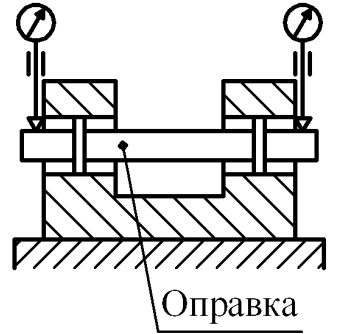
Рисунок 14

Большое количество ошибок в простановке допусков соосности и биений допущено на рисунке 14, а. Допуски соосности всегда относятся к осям, допуски биений никогда не относятся к осям. Деталь имеет много общих осей. Любые две, три, и т. д. цилиндрические поверхности имеют общие оси, которые в реальной детали из-за неизбежных погрешностей изготовления не совпадают между собой. Из чертежа неясно, какая из них является базой, поэтому треугольник, обозначающий базу, на осевую линию поставлен неправильно. В допусках соосности на рисунке 14, а отсутствуют указания на радиальную или диаметрально-форму его задания. Одновременное указание допусков соосности и радиального биения с заданными на рисунке 14, а значениями для одной и той же поверхности лишено технического смысла. Если при изготовлении детали будет выдержан допуск радиального биения $0,2$ мм, то и отклонение от соосности не будет превышать $R 0,1$ мм. Правильные указания допусков соосности и радиальных биений приведены на рисунке 14, б.

В таблицах 6 – 8 приведены примеры правильных указаний геометрических допусков, пояснения к ним и типичные ошибки, допускаемые при указании таких допусков.

В таблице 6 для примеров 4 – 6 графического указания допусков не в стандарте [1] не предусмотрено. Указание допуска параллельности в таких случаях приводят текстом в технических требованиях чертежа по аналогии с текстом в столбце «пояснение» таблицы 6.

Таблица 6

Правильное указание	Пояснение	Схемы измерения отклонений	Типичные ошибки
<p>1)</p> 	 <p>Допуск параллельности оси поверхности Б относительно поверхности А - 0,1 мм</p>	 <p>Оправка</p>	<p>2)</p> 
<p>3)</p> 	 <p>Допуск параллельности общей оси поверхностей Б и В относительно поверхности А - 0,1 мм</p>	 <p>Оправка</p>	

Окончание таблицы 6

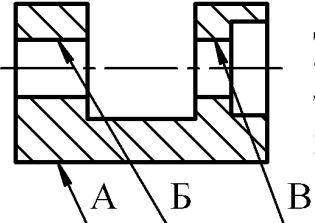
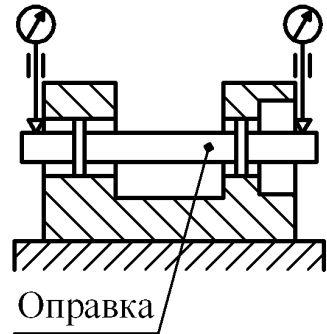
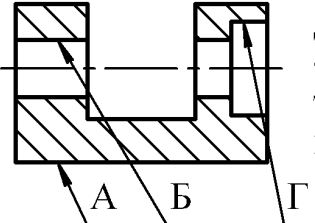
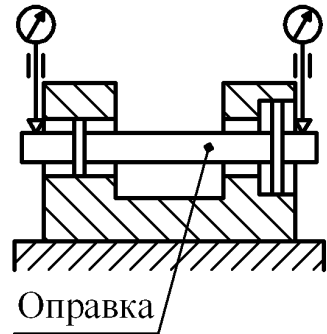
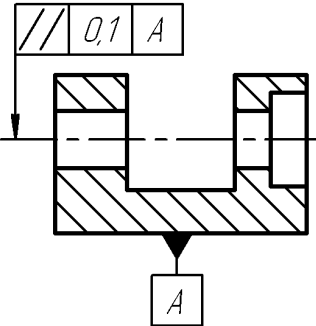
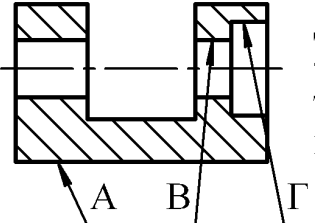
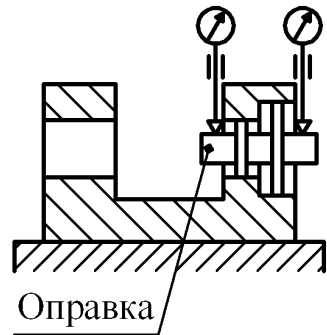
Правильное указание	Пояснение	Схемы измерения отклонений	Типичные ошибки
4)	 <p>Допуск параллельности общей оси поверхностей Б и В относительно поверхности А - 0,1 мм</p>	 <p>Оправка</p>	
5)	 <p>Допуск параллельности общей оси поверхностей Б и Г относительно поверхности А - 0,1 мм</p>	 <p>Оправка</p>	<p>7)</p> 
6)	 <p>Допуск параллельности общей оси поверхностей В и Г относительно поверхности А - 0,1 мм</p>	 <p>Оправка</p>	

Таблица 7

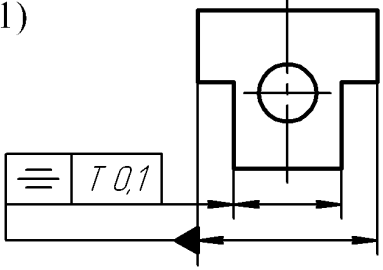
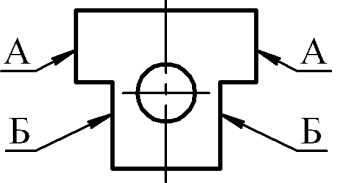
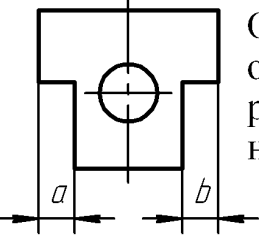
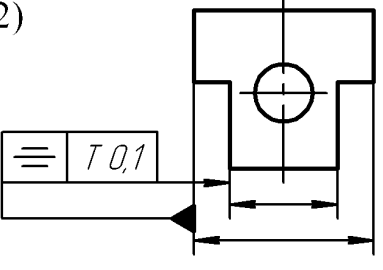
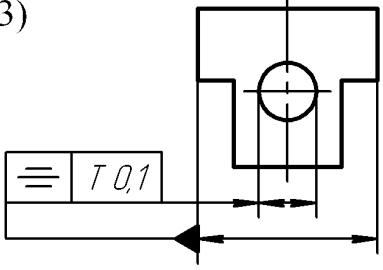
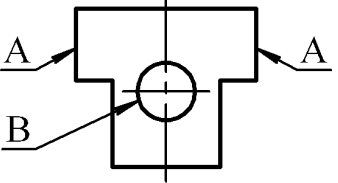
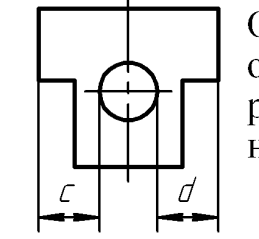
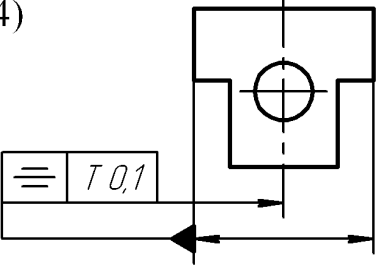
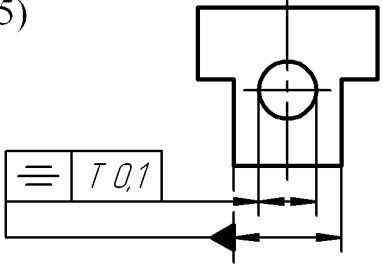
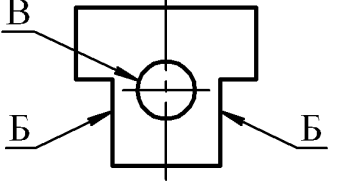
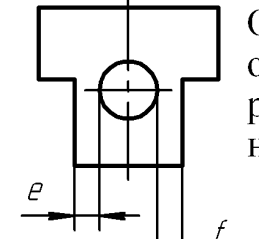
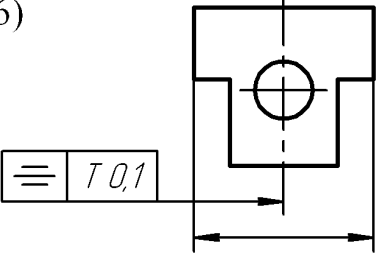
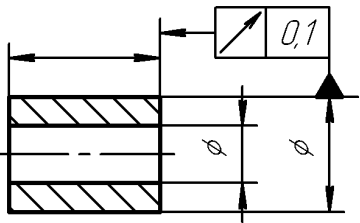
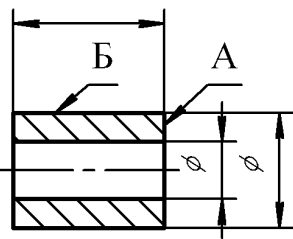
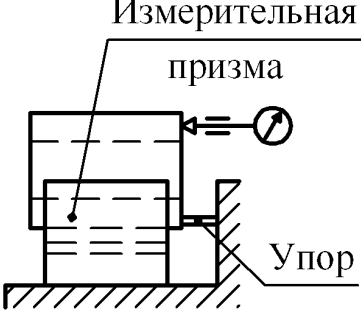
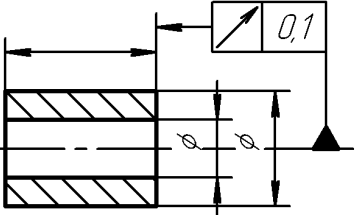
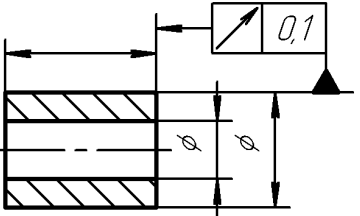
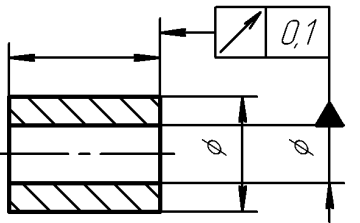
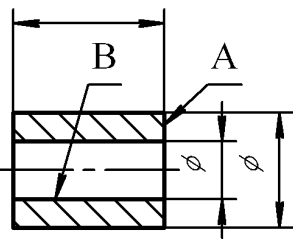
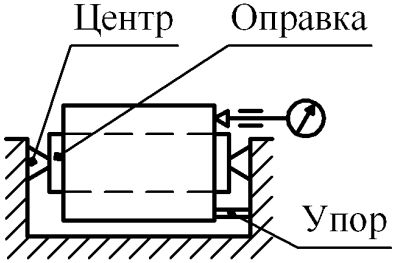
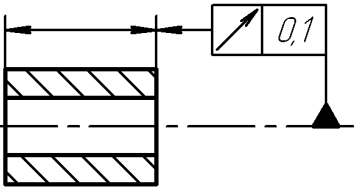
Правильное указание	Пояснение	Схемы измерения отклонений	Типичные ошибки
<p>1)</p> 	 <p>Допуск симметричности поверхностей Б относительно поверхностей А - $T 0,1$ мм</p>	 <p>Отклонение от симметричности равно $a - b$</p>	<p>2)</p> 
<p>3)</p> 	 <p>Допуск симметричности поверхности В относительно поверхностей А - $T 0,1$ мм</p>	 <p>Отклонение от симметричности равно $c - d$</p>	<p>4)</p> 
<p>5)</p> 	 <p>Допуск симметричности поверхности В относительно поверхностей Б - $T 0,1$ мм</p>	 <p>Отклонение от симметричности равно $e - f$.</p>	<p>6)</p> 

Таблица 8

Правильное указание	Пояснение	Схемы измерения отклонений	Типичные ошибки
<p>1)</p> 	 <p>Допуск биения поверхности А относительно оси поверхности В - 0,1 мм</p>	 <p>Измерительная призма Упор</p>	<p>2)</p>  <p>3)</p> 
<p>4)</p> 	 <p>Допуск биения поверхности А относительно оси поверхности В - 0,1 мм</p>	 <p>Центр Оправка Упор</p>	<p>5)</p> 

Список использованных источников

- 1 ГОСТ 2.308 – 2011 ЕСКД. Указание допусков формы и расположения поверхностей.
- 2 ГОСТ 24642 – 81 ОНВ. Допуски формы и расположения поверхностей. Основные термины и определения.
- 3 ГОСТ Р 53442 – 2009 ОНВ. Характеристики изделий геометрические. Допуски формы, ориентации, месторасположения и биения.

4 ГОСТ Р 53442 – 2009 ОНВ. Характеристики изделий геометрические. Установление геометрических допусков. Допуски формы, ориентации, месторасположения и биения.

5 ГОСТ 31254 – 2004 ОНВ. Геометрические элементы. Общие термины и определения.

6 ГОСТ Р 50056 – 92 ОНВ. Зависимые допуски формы, расположения и координирующих размеров. Основные положения по применению.

Николай Михайлович Бобков – преподаватель Нижегородского радиотехнического колледжа, конструктор Нижегородского научно-производственного объединения имени М. В. Фрунзе.

E-mail: n.bobkov@mail.ru