Лекция 7

2.8. Обозначение предельных отклонений размеров на чертежах деталей

При обозначении размеров на чертежах необходимо выполнять следующие основные правила:

1. Линейные размеры и их предельные отклонения на чертежах указываются в миллиметрах без обозначения единицы измерения.

2. На рабочих чертежах деталей предельные отклонения должны быть указаны для всех размеров, кроме справочных размеров, размеров, определяющих зоны шероховатости, термообработки, покрытия, и для размеров деталей, задаваемых с припуском, для которых предельные отклонения можно не указывать.

3. На сборочных чертежах предельные отклонения проставляются для параметров, которые должны быть выполнены и проконтролированы по данному чертежу, а также для размеров деталей, изображенных на сборочном чертеже, на которые рабочие чертежи не выпускаются.

Предельные отклонения деталей указываются на чертежах за номинальным размером либо условными буквенными обозначениями (рис. 2.7), либо числовыми величинами отклонений.

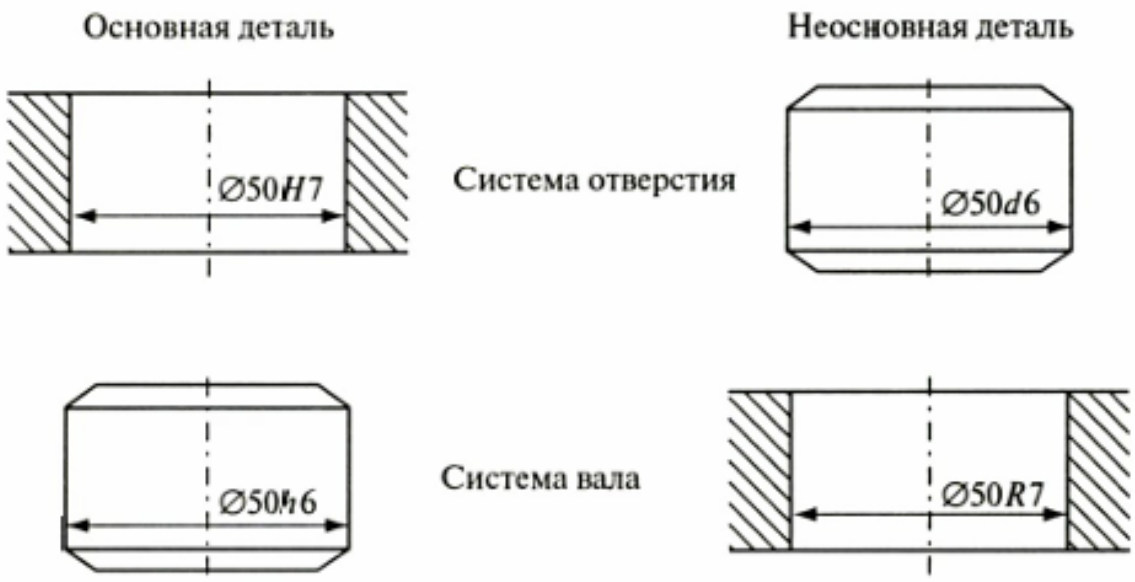


Рис. 2.7. Буквенное обозначение отклонений размеров деталей

Предельные отклонения основных отверстий при буквенных обозначениях обозначаются *H* и *h* – основных валов. Номер квалитета указывается за условным обозначением основного отклонения.

При применении числовых величин отклонений они должны быть равны размеру цифр номинальных размеров и указываются вверху или внизу симметрично по высоте в долях миллиметра. Количество значащих цифр после запятой должно быть одинаковым. Если одно из отклонений равно нулю, на чертеже оно не обозначается, а второе отклонение указывается на своем месте. При симметричном расположении полей допусков они указываются рядом с номинальным размером со знаком плюс-минус:

$\text{ø}50^{+0,05}$; $\text{ø}50^{+0,20}_{+0,09}$; $\text{ø}50_{-0,05}$; $\text{ø}50^{-0,01}_{-0,25}$; $\text{ø}50 \pm 0,02$;

$\text{ø}35F8\left(^{+0,064}_{+0,025}\right)$; $\text{ø}70h9\left(_{-0,074}\right)$; $\text{ø}16z8\left(^{+0,087}_{+0,060}\right)$; $\text{ø}50J_s8\left(\pm 0,012\right)$;

$\text{ø}120H11\left(^{+0,022}\right)$; $\text{ø}25n6\left(^{+0,028}_{+0,015}\right)$; $\text{ø}65F7\left(^{-0,06}_{-0,03}\right)$; $\text{ø}35P7\left(^{-0,017}_{-0,042}\right)$.

Предельные отклонения посадок также могут указываться в виде условных буквенных или цифровых обозначений и состоять из номинального размера сопряжения и дроби. В числителе указыва-

ются условным обозначением или величинами предельных отклонений допуски отверстия, в знаменателе – допуски вала:

$$\text{ø}50\frac{R7}{h6} \quad \text{система вала} \quad \text{ø}50\frac{^{+0,20}_{+0,08}}{_{-0,05}};$$

$$\text{ø}50\frac{H7}{d6} \quad \text{система отверстия} \quad \text{ø}50\frac{^{+0,25}_{-0,015}}{_{-0,025}};$$

$$\text{ø}50\frac{H8}{s7}\left(\frac{^{+0,039}_{+0,068}}{_{+0,043}}\right); \quad \text{ø}35\frac{H7}{k8}\left(\frac{^{+0,025}_{+0,018}}{_{+0,002}}\right); \quad \text{ø}65\frac{H8}{d9}\left(\frac{^{+0,046}_{-0,100}}{_{-0,174}}\right);$$

$$18\frac{N7}{h6}\left(\frac{^{-0,005}_{-0,023}}{_{-0,013}}\right); \quad 75\frac{U8}{h7}\left(\frac{^{-0,102}_{-0,158}}{_{-0,030}}\right); \quad 85\frac{H8}{h7}\left(\frac{^{+0,054}}{_{+0,035}}\right).$$

При обозначении посадок условными буквенными обозначениями допускается их написание в виде косой дроби: ø50*H*7/*d*6.

2.9. Предпочтительные классы допусков и посадок

Рекомендуется выбирать класс допуска отверстий и валов из числа тех, которые изображены на рис. 2.8. В первую очередь следует применять предпочтительные классы допусков отверстий и валов (их обозначение заключено в рамки). Система допусков и посадок имеет широкий набор классов допусков. Ограничение числа классов допуска позволяет избежать существования ненужного количества инструментов и калибров, используемых при изготовлении изделий. Классы допусков на рис. 2.8 относятся к классам общего применения, когда не требуется выбор из специальных классов допусков (например, для шпоночного соединения).

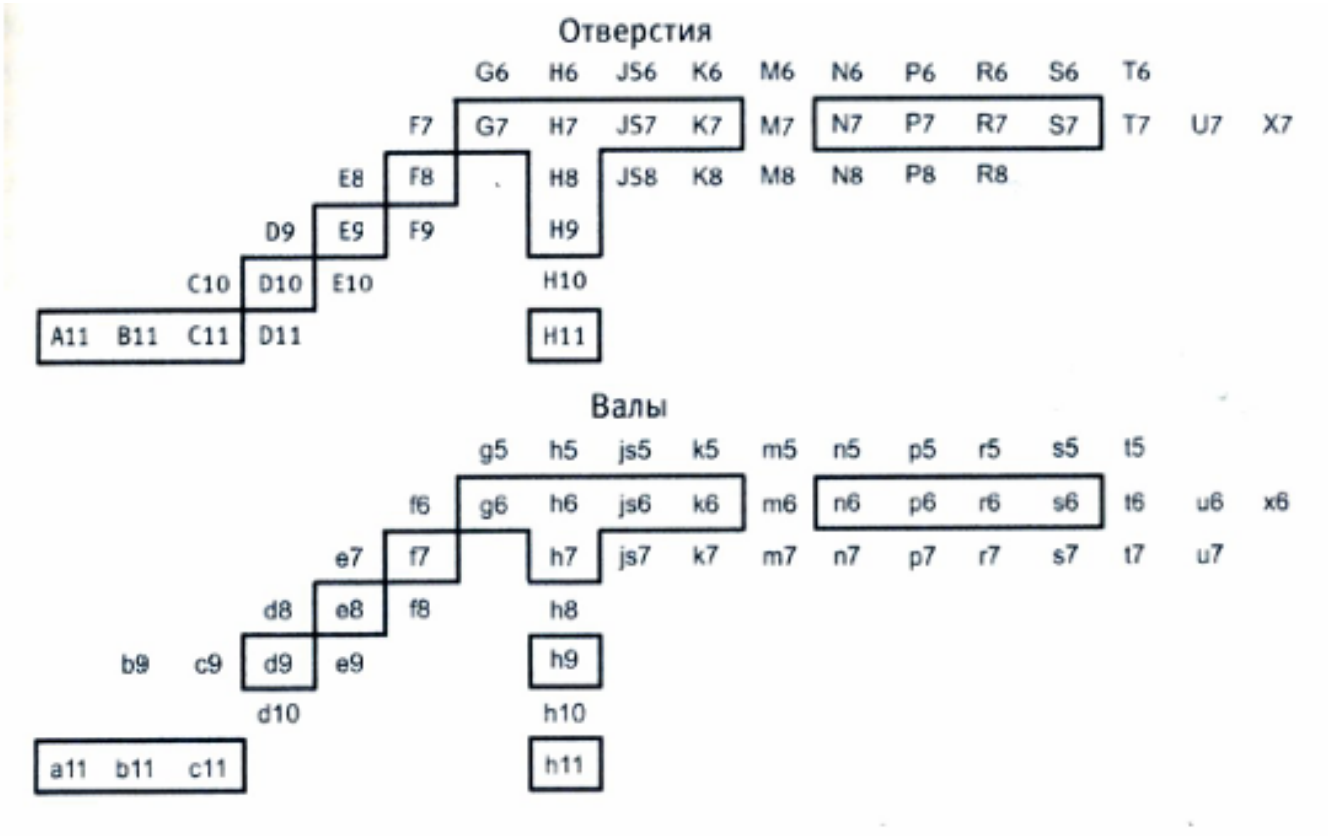


Рис. 2.8. Рекомендуемые и предпочтительные (заключены в рамки) классы допусков

Для общего применения требуется не все количество посадок из всей совокупности возможных. Посадки общего применения приведены на рис. 2.9. В первую очередь выбор следует производить из посадок предпочтительного применения, обозначение которых заключено в рамки, что диктуется экономическими соображениями.

Предельные отклонения, не указанные непосредственно после номинальных размеров на чертежах, а оговоренные общей записью в технических требованиях чертежа, называются *неуказанными предельными отклонениями*.

Предельные отклонения линейных размеров с неуказанными допусками должны назначаться в соответствии с ГОСТ 30893.1-2003.

Предпочтительные допуски и посадки (см. рис. 2.8 и 2.9) представляют собой совокупность отобранных из числа наиболее часто применяемых в производстве изделий.

Предпочтительные посадки в системе отверстия

Основное отверстие	Классы допусков валов																	
	Посадки с зазором							Переходные посадки				Посадки с натягом						
H 6						g5	h5	js5	k5	m5		n5	p5					
H 7					f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6		p6	r6	s6	t6	u6	x6
H 8				e7	f7		h7	js7	k7	m7					s7		u7	
			d8	e8	f8		h8											
H 9			d8	e8	f8		h8											
H 10	b9	c9	d9	e9			h9											
H 11	b11	c11	d10				h10											

Предпочтительные посадки в системе вала

Основной вал	Классы допусков отверстий																	
	Посадки с зазором							Переходные посадки				Посадки с натягом						
h 5						G6	H6	JS6	K6	M6		N6	P6					
h 6					F7	G7	H7	JS7	K7	M7	N7		P7	R7	S7	T7	U7	X7
h 7				E8	F8		H8											
h 8			D9	E9	F9		H9											
h 9				E8	F8		H8											
			D9	E9	F9		H9											
	B11	C10	D10				H10											

Рис. 2.9. Предпочтительные посадки в системе отверстия и в системе вала

2.10. Предельные отклонения размеров с неуказанными допусками

Предельные отклонения линейных размеров, притупленных кромок, наружных радиусов скруглений и высот фасок, угловых размеров должны назначаться по классам точности общих допусков (табл. 2.4).

Таблица 2.4

Классы точности и их обозначения

Класс точности	Обозначение	Класс точности	Обозначение
Точный	*f*	Грубый	*c*
Средний	*m*	Очень грубый	*v*

На чертеже делается запись:

«Общие допуски по ГОСТ 30893.1 – *m*»

или

«ГОСТ 30893.1 – *m*».

Кроме симметричных предельных отклонений, установленных в основной части ГОСТ 30893.1-2003, допускается применение дополнительных вариантов односторонних предельных отклонений для размеров отверстий и валов по квалитетам ГОСТ 25346-89 и ГОСТ 25348-82 или классам точности ГОСТ 30893.1-2003.

Назначение дополнительных вариантов предельных отклонений линейных размеров с неуказанными допусками (табл. 2.5) при новом проектировании рекомендуется ограничивать.

Таблица 2.5

Дополнительные варианты неуказанных предельных отклонений линейных размеров с допусками

Дополнительный вариант	Класс точности	Обозначение предельных отклонений		
		размеров отверстий	размеров валов	размеров элементов, не относящихся к отверстиям и валам
1	Точный	*H*12	*h*12	$\pm t_1/2$ (или ± IT12/2)
	Средний	*H*14	*h*14	$\pm t_2/2$ (или ± IT14/2)
	Грубый	*H*16	*h*16	$\pm t_3/2$ (или ± IT16/2)
	Очень грубый	*H*17	*h*17	$\pm t_3/2$ (или ± IT17/2)
2	Точный	$+t_1$	$-t_1$	$\pm t_1/2$
	Средний	$+t_2$	$-t_2$	$\pm t_2/2$
	Грубый	$+t_3$	$-t_3$	$\pm t_3/2$
	Очень грубый	$+t_4$	$-t_{14}$	$\pm t_4/2$

Симметричные предельные отклонения по классам точности *(± t/2)* должны соответствовать приведенным в ГОСТ 30893.1-2003 значениям, при этом обозначение $\pm t_1/2$ соответствует обозначению *f*, $(\pm t_2/2) – m$, $(\pm t_3/2) – c$, $(\pm t_4/2) – v$.

На чертеже делается запись:

«Общие допуски по ГОСТ 30893.1: *H*14; *h*14; $\pm t_2/2$»

или

«Общие допуски по ГОСТ 30893.1: *H*14; *h*14; ±*IT*14/2».

2.11. Методы расчета и выбора допусков и посадок

В первую очередь необходимо выбрать систему, в которой будет назначена посадка, – систему отверстия (отверстие *H)* или систему вала (вал *h).* Следует отметить, что технической разницы, касающейся выполнения деталями своих функций, нет. Посадки могут назначаться как в системе отверстия, так и в системе вала. Однако в большинстве случаев применение системы отверстия оказывается более предпочтительным. Выбор системы отверстия позволяет избежать ненужного количества специальных дорогостоящих инструментов, например, сверл, разверток, протяжек, калибров, используемых при изготовлении изделия.

Систему вала следует применять в тех случаях, когда это оправдано конструктивными особенностями и связанными с ними экономическими условиями, например, если необходимо получить разные посадки нескольких деталей с отверстиями на одном гладком валу или если валом является стандартная деталь, например, наружное кольцо подшипника. Стандартные штифты и шпонки, изготавливаемые в массовом производстве, являются основными валами, т. е. выполняются с основным отклонением *h,* и, следовательно, все сопряженные с ними внутренние размерные элементы детали выполняются в системе вала, за исключением случая соединения с отверстием *H*.

Экономические преимущества применения посадок в системе отверстия обоснованы технологическими условиями обработки валов и отверстий. Обработка валов в большинстве случаев производится на универсальном оборудовании (токарные и шлифовальные станки) универсальным инструментом (резцы, шлифовальные круги) и не требует для каждого размера детали специальных условий. При обработке отверстий сверлением, развертыванием или протягиванием в каждом случае требуется специальный инструмент необходимого размера. Кроме того, контрольные калибры для отверстий (предельные калибры – пробки) являются более дорогостоящими, чем для контроля валов (предельные калибры – скобы). Все

это в случае применения системы отверстия приводит к значительному сокращению режущего и контрольного инструмента.

Основными методами расчета и выбора допусков являются: *метод прецедентов, метод подобия* и *расчетный метод.*

Метод прецедентов (метод аналогов) заключается в том, что конструктор отыскивает в однотипных или аналогичных изделиях, ранее изготовленных и находящихся в эксплуатации, случаи применения деталей и сборочных единиц, подобных проектируемым. В этом случае допуски и посадки назначаются такие же или аналогичные. Применение этого метода может привести к принятию неправильных решений из-за предшествующих ошибок, а также переносу устаревших требований на вновь создаваемые изделия.

Метод подобия по существу является развитием метода прецедентов. Он основан на классификации деталей машин по конструктивным и эксплуатационным признакам и закреплен типовыми решениями, содержащимися в справочной литературе. Для выбора допусков и посадок этим методом устанавливают аналогию конструктивных признаков и условий эксплуатации проектируемой сборочной единицы с признаками, указанными в справочниках. Общим недостатком методов прецедентов и подобия являются субъективность оценки признаков однотипности и подобия и, как следствие, возможность принятия ошибочных решений.

Расчетный метод является наиболее обоснованным методом выбора допусков и посадок.

Это объясняется тем, что на функционирование посадки оказывают влияние гораздо больше параметров, чем только размеры сопрягаемых деталей и их допуски. Наиболее полное обоснование выбора посадки требует учета и других факторов влияния, например: отклонений формы, ориентации и месторасположения, структуры поверхности, удельного веса материала, термической обработки и материала деталей, образующих посадку.

Выбирая расчетным методом допуски и посадки при проектировании и производстве машин и других изделий, стремятся удо-

влетворить эксплуатационно-конструктивные требования, предъявляемые к деталям, сборочным единицам и изделиям в целом, одновременно учитывая экономические условия.

Изготовление деталей с малыми допусками связано с повышением себестоимости. Но при этом обеспечиваются высокая точность сопряжений, постоянство характера сопряжений в большой партии и более высокие эксплуатационные показатели изделия в целом. Изготовление деталей по расширенным допускам проще, не требует точного оборудования и отделочных технологических процессов, но снижает точность и, следовательно, эксплуатационные показатели машин. Таким образом, перед конструкторами, технологами и метрологами стоит задача оптимизации с целью разрешения противоречий между эксплуатационными требованиями и технологическими возможностями. В этой задаче целевой функцией является необходимость выполнения эксплуатационных требований в условиях ограничений по стоимости производства. Необходимо учитывать также технические ограничения, например, связанные с обеспечением достаточно точными и надежными контрольно-измерительными средствами. Задача оптимизации точности должна решаться на основе технико-экономических расчетов с использованием современных информационных технологий.

Поскольку наличие риска присутствует при решении любых технических вопросов, необходим некоторый *гарантированный запас точности,* который должен создать *гарантированный запас работоспособности изделий.* В результате эксплуатации потеря работоспособности может быть вызвана снижением точности рабочих органов, связанным, например, с износом деталей, изменением свойств материалов и другими причинами. *Динамическая точность* характеризуется *функциональным допуском,* состоящим из допуска на изготовление детали, и *эксплуатационного допуска,* равного предельному отклонению функционального параметра, допустимому в конце срока эксплуатации.

На функциональные размеры несопрягаемых поверхностей, например, диаметры сопел пневмо- и гидросистем, жиклеров карбюраторов, кондукторных втулок и т. п., также как и посадки ответственных соединений, методика расчета запаса точности идентична. Допуски и основные отклонения назначают, исходя из допускаемых отклонений эксплуатационных показателей изделия, и называют соответственно функциональным допуском размера T_F и функциональным допуском посадки $T_F\ S(N)$.