

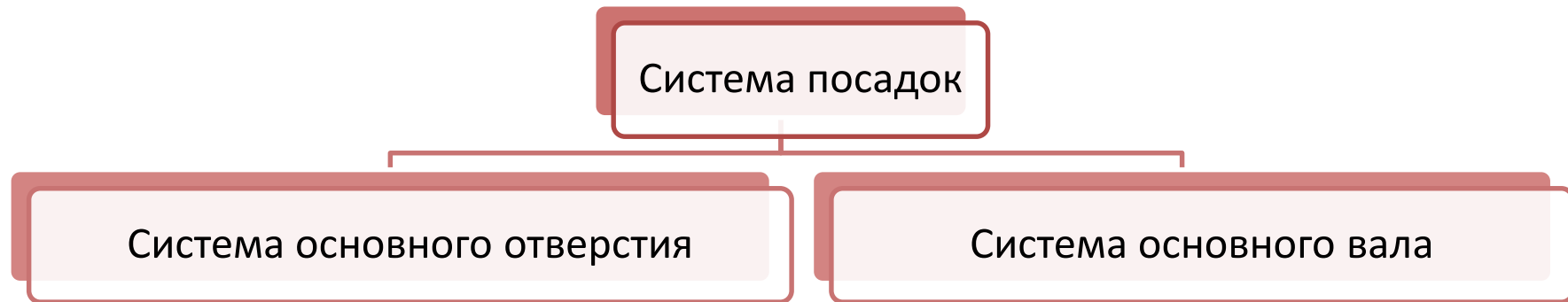
НОРМИРОВАНИЕ ТОЧНОСТИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Лекция 3



НГТУ





Система посадок **основного отверстия** (*система отверстия*) – это **совокупность посадок**, в которых предельные **отклонения отверстий одинаковы** (при одном номинальном размере и качестве), а различные посадки достигаются **изменением предельных отклонений валов**.

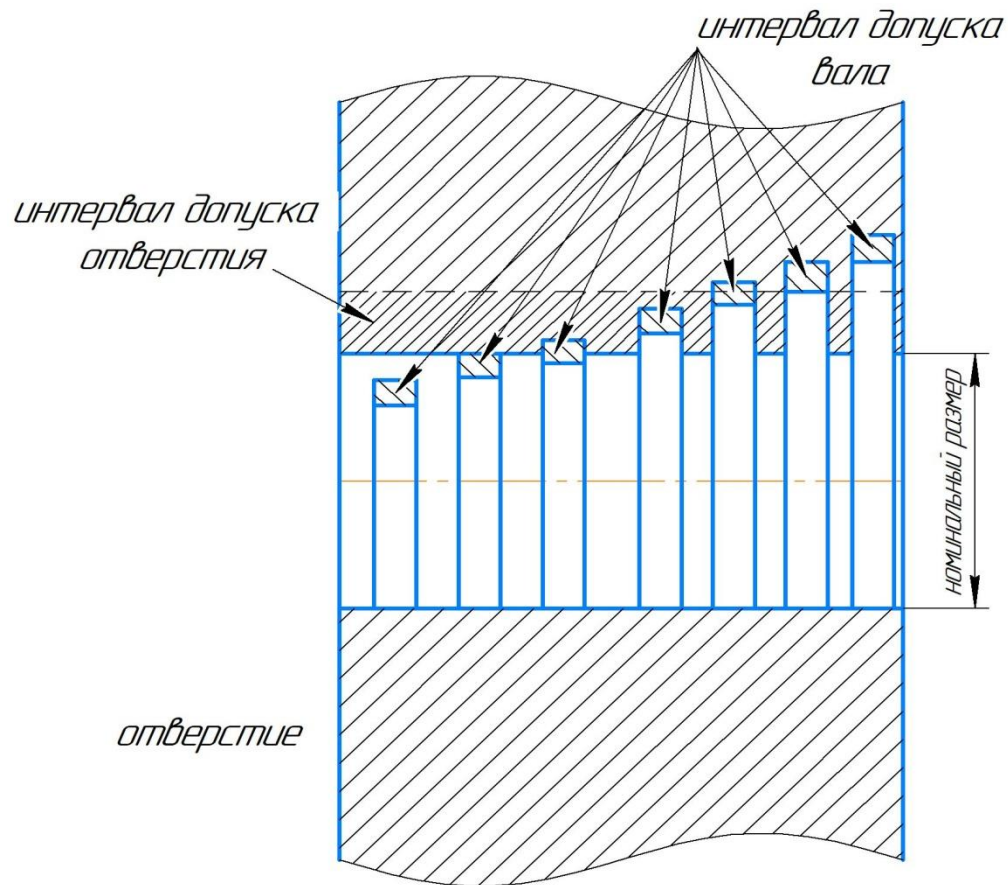
Система посадок **основного вала** (*система вала*) – это **совокупность посадок**, в которых предельные **отклонения валов одинаковы** (при одном номинальном размере и одном качестве), а различные посадки достигаются путем **изменения предельных отклонений отверстий**.

Основное отверстие – это отверстие, которое имеет основное отклонение **H** и для которого нижнее отклонение равно нулю (**$EI = 0$**).

При обозначении посадок в системе отверстия **в числителе** всегда будет стоять основное отверстие « **H** », а в знаменателе – основное отклонение вала, предназначенное для образования той или иной посадки.

$$\begin{array}{ccc} H \longrightarrow EI=0 \\ \hline a - h & j - n & p - z \\ \text{зазор} & \text{переходные} & \text{натяг} \end{array}$$

Посадка в системе отверстия – посадка, в которой основное отклонение (нижнее предельное отклонение) отверстия равно нулю.

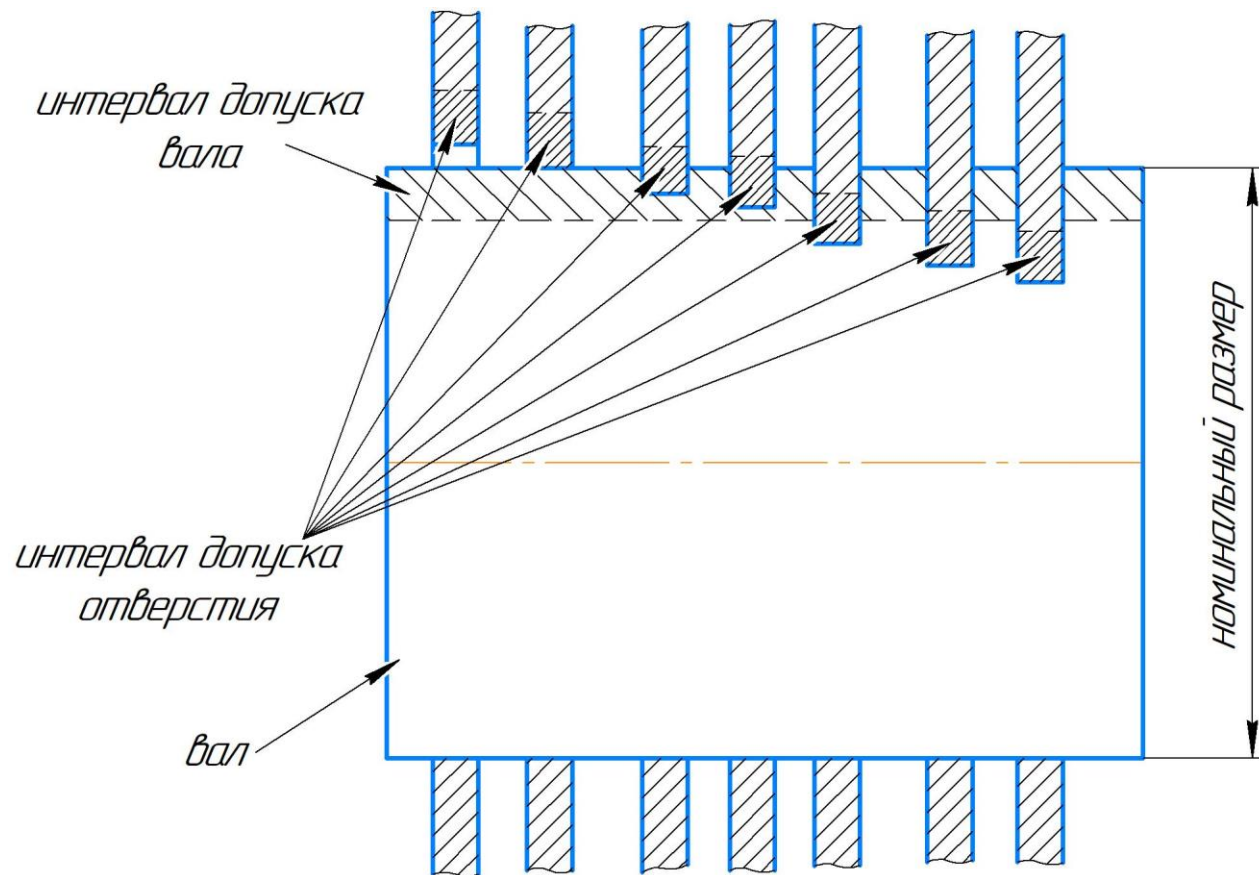


Основной вал – это вал, который имеет основное отклонение h и у которого верхнее отклонение равно нулю ($es = 0$)

При обозначении посадок в системе вала **в знаменателе** (где пишется всегда поле допуска вала) будет стоять основной вал « h », а в числителе основное отклонение отверстия, предназначенное для образования той или иной посадки

зазор	переходные	натяг
A – H	J – N	P – Z
$h \rightarrow es = 0$		

Посадка в системе вала – посадка, в которой основное отклонение (верхнее предельное отклонение) вала равно нулю.



И в то же время для всех диапазонов размеров **установлены рекомендуемые посадки** и для размеров **1 – 500 мм** из них выделены **предпочтительные**, например: **H7/f7; H7/n6**; и т.п.

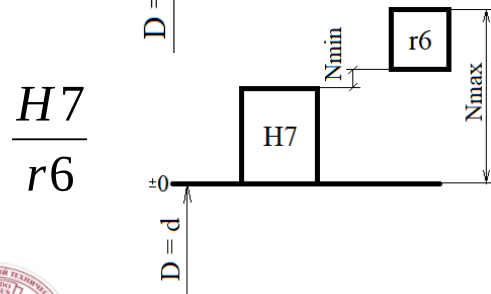
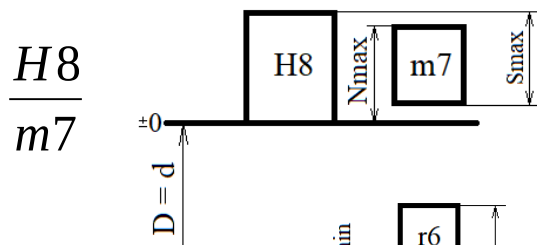
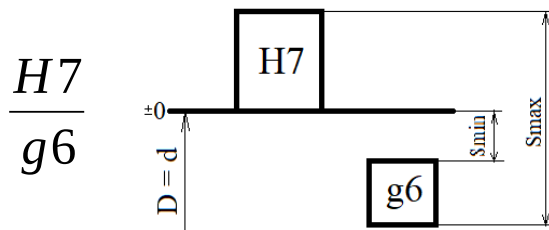
ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ ГЛАДКИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Основное отверстие	классы допусков валов для посадки																
	с зазором							переходной				с натягом					
H6						g5	h5	js5	k5	m5	n5	p5					
H7					f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6	p6	r6	s6	t6	u6	x6
H8				e7	f7		h7	js7	k7	m7				s7		u7	
			d8	e8	f8		h8										
H9			d8	e8	f8		h8										
H10	b9	c9	d9	e9			h9										
H11	b11	c11	d10				h10										

Основной вал	классы допусков отверстий для посадки																
	с зазором							переходной				с натягом					
h5						G6	H6	Js6	K6	M6	N6	P6					
h6				F7	G7	H7	Js7	K7	M7	N7		P7	R7	S7	T7	U7	X7
h7			E8	F8		H8											
h8		D9	E9	F9		H9											
h9			E8	F8		H8											
		D9	E9	F9		H9											
	B11	C10	D10			H10											



Система отверстия

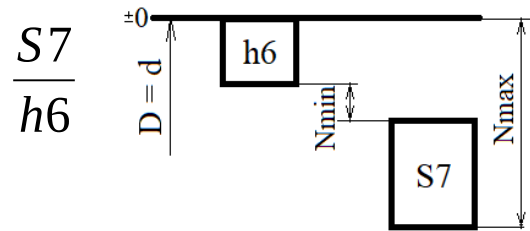
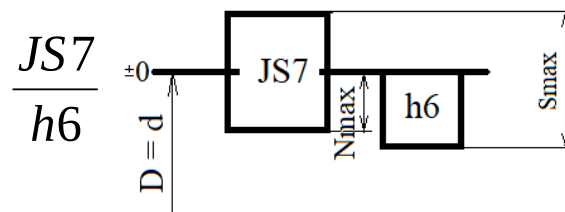
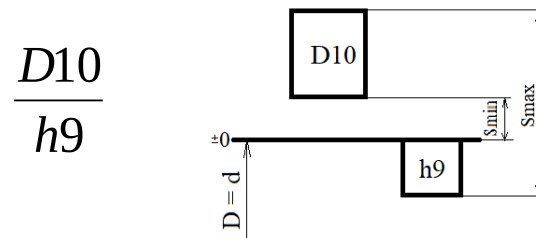


Посадки с зазором

Посадки переходные

Посадки с натягом

Система вала



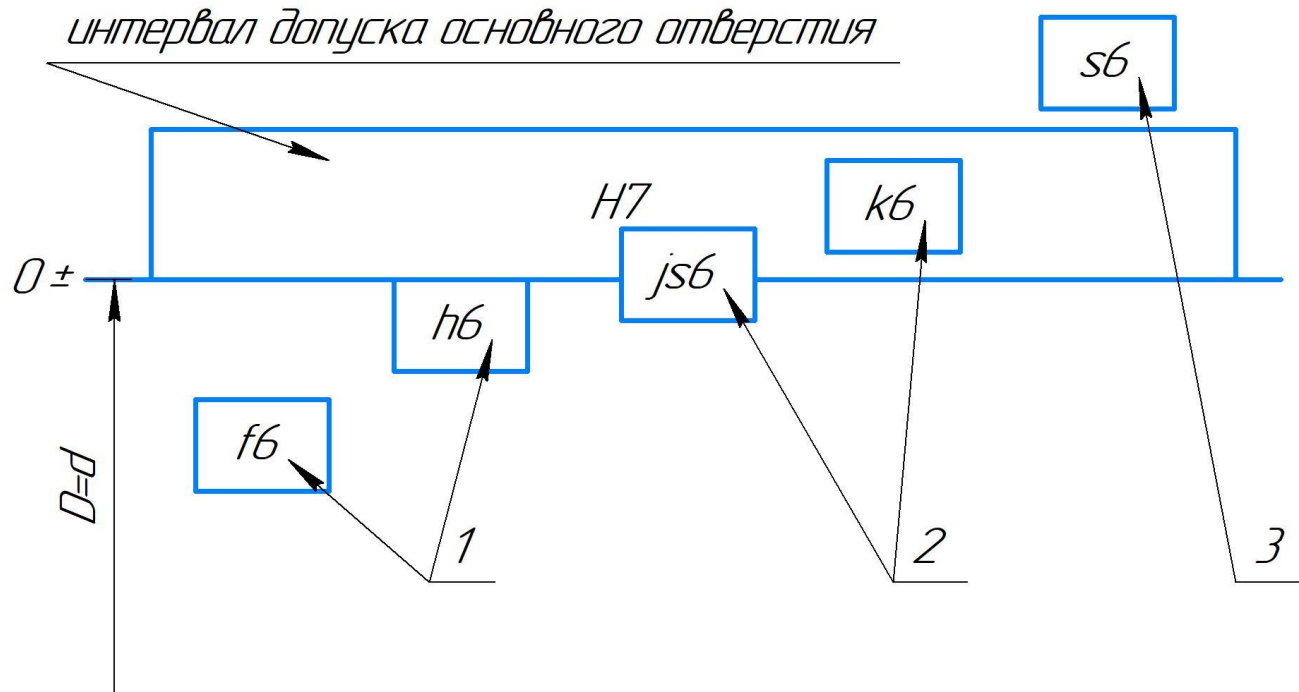
Унификация посадок позволяет обеспечить однородность конструктивных требований к соединениям и облегчить работу конструкторов по назначению посадок. Комбинируя различные варианты предпочтительных классов допусков валов и отверстий, можно значительно расширить возможности системы по созданию различных посадок без увеличения набора инструментов, калибров и другой технологической оснастки. В каждой отрасли можно сократить число классов допусков и посадок, введя ограничительный стандарт (отраслевой или стандарт организации)

*По экономическим соображениям посадки следует назначать, главным образом, **в системе отверстия и режее в системе вала.*** Это сокращает номенклатуру режущих и измерительных инструментов, предназначенных для обработки и контроля отверстий. **Точные отверстия обрабатывают дорогостоящим режущим инструментом** (зенкерами, развертками, протяжками). Каждый из них применяют для обработки **только одного размера** с определенным классом допуска. **Валы независимо от их размеров обрабатывают одним и тем же** резцом или шлифовальным кругом. **В системе отверстия** различных по предельным размерам отверстий меньше, чем в системе вала, а, следовательно, **меньше номенклатура режущего инструмента**, необходимого для обработки отверстий

Однако в некоторых случаях **по конструктивным соображениям** приходится применять **систему вала**, например,

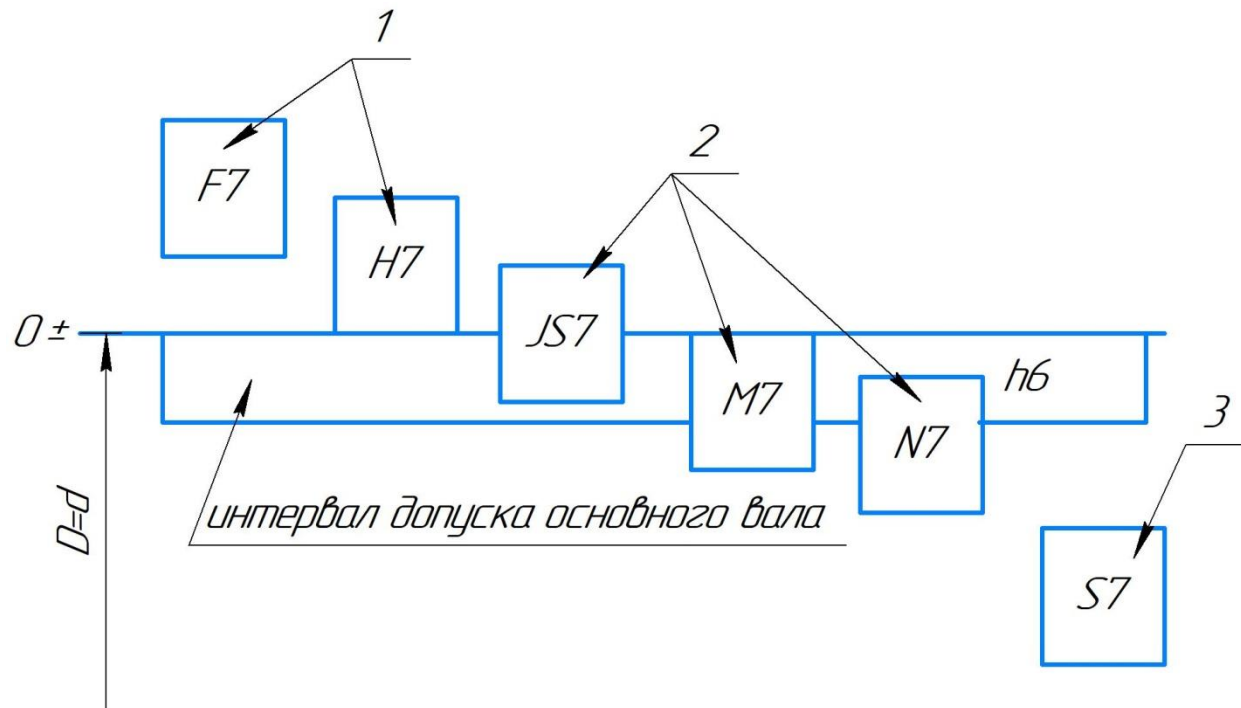
- в конструкциях машин и механизмов, когда детали могут быть изготовлены из пруткового калиброванного материала без обработки резанием сопрягаемых поверхностей;
- при наличии длинных валов, а также трубчатых деталей, особенно тогда, когда на отдельных участках вала одного номинального размера необходимо поместить несколько деталей с разными посадками;
- в случае применения стандартных деталей и узлов, например в соединениях наружных колец подшипников качения с отверстиями корпусов, шпонки с пазами во втулке и на валу

Расположение интервалов допусков отверстий и валов в системе отверстия: 1 - с зазорами; 2 – переходных; 3 – с натягами



Расположение интервалов допусков отверстий и валов в системе вала:

1- с зазорами; 2 – переходных; 3 – с натягами



Назначение посадок с зазором

Скользящие посадки H/h применяют в **неподвижных соединениях**:

- при необходимости частой разборки (сменные детали);
- если требуется легко передвигать или поворачивать детали одну относительно другой при настройке или регулировании;
- для центрирования неподвижно скрепляемых деталей.

Скользящие посадки при средних значениях дают соединения с зазором, пригодные для подвижных соединений центрирующих втулок, плунжеров, направляющих штоков, уплотнений неподвижных ниппельных соединений и т.п.

Посадка **H7/h6** применяется в неподвижных соединениях при высоких требованиях к точности центрирования часто разбираемым деталям:

- для сменных зубчатых колес в станках;
- в соединениях с короткими рабочими ходами;
- для соединения деталей, которые должны легко передвигаться при затяжке;
- для точного направления при возвратно-поступательных перемещениях;
- для центрирования корпусов под подшипники качения в оборудовании и различных машинах

Посадку ***H8/h7*** используют для центрирующих поверхностей при пониженных требованиях к соосности

Посадки ***H8/h8, H9/h8, H9/h9*** применяют:

для неподвижно закрепляемых деталей при невысоких требованиях к точности механизмов, небольших нагрузках и необходимости обеспечить легкую сборку (зубчатые колеса муфты, шкивы и другие детали, соединяющиеся с валом шпонкой; корпуса подшипников качения, центрирование фланцевых соединений);

в подвижных соединениях при медленных или редких поступательных и вращательных перемещениях

Посадки ***H/g, G/h*** – «движения». Установлены только при относительно высоких точностях изготовления деталей (валы 4 – 6-го квалитетов, 5 – 7-го квалитетов) и в диапазоне этих точностей характеризуются минимальными по сравнению с другими посадками гарантированными зазорами. Применяются в основном для особо точных и точных подвижных соединений, в которых требуется обеспечить плавность и точность перемещений и ограничить зазор во избежание нарушений соосности, возникновения ударов (при реверсивных движениях) или для сохранения герметичности.

Посадка ***H7/g6*** характеризуется минимальной по сравнению с остальными величиной гарантированного зазора.

Применяют в подвижных соединениях для обеспечения герметичности, точного направления или при коротких ходах.

В особо точных механизмах применяют посадки ***H6/g5*** и ***H5/g4***

Посадку ***H7/f7*** применяют

- в подшипниках скольжения при умеренных и постоянных скоростях и нагрузках, в том числе в коробках скоростей, центробежных насосах;
- для вращающихся свободно на валах зубчатых колес, а также колес, включаемых муфтами;
- для направления толкателей в двигателях внутреннего сгорания.

Более точную посадку ***H6/f6*** используют для точных подшипников, распределителей гидравлических передач легковых автомобилей

Посадки *H8/e7*, *H8/e8* и *H9/e8* применяют

- в подшипниках при высокой частоте вращения (в электродвигателях, в механизме передач двигателя внутреннего сгорания),
- при разнесенных опорах или большой длине сопряжения, например, для блока зубчатых колес в станках

Посадка ***H9/d9*** применяют

- для поршней в цилиндрах паровых машин и компрессоров,
- в соединениях клапанных коробок с корпусом компрессора (для их демонтажа необходим большой зазор из-за образования нагара и значительной температуры).

Более точные посадки ***H8/d8*** применяют для крупных подшипников при высокой частоте вращения

Посадка ***H11/d10*** применяется для подвижных соединений, работающих в условиях пыли и грязи (узлы сельскохозяйственных машин, железнодорожных вагонов), в шарнирных соединениях тяг, рычагов, для центрирования крышек паровых цилиндров с уплотнением стыка кольцевыми прокладками

Назначение переходных посадок

Переходные посадки предназначены для образования неподвижных соединений деталей, подвергающихся при ремонтах или по условиям эксплуатации сборке и разборке.

Взаимная неподвижность деталей обеспечивается шпонками, штифтами, нажимными винтами.

Переходные посадки предусматриваются в точных квалитетах (4 – 7 квалитеты):

Плотные H/js применяются в легкоразъемных неподвижных центрирующих соединениях, подвергающихся частой разборке.

Напряженные H/k Применяются в неподвижных разъемных соединениях для точного центрирования соединяемых деталей в тех случаях, когда охватывающая деталь вместе с охватываемой является подвижной сборочной единицей

Тугая H/m обеспечивает точное центрирование с эксцентриситетом, равным в большинстве соединений нулю, что усложняет сборку и разборку соединения по сравнению с посадками типа H/k

Глухие H/n могут передавать усилия и моменты средней величины без дополнительного крепления при спокойных условиях работы. Разборка таких соединений проводится редко

Менее тугие посадки назначают при необходимости в частых разборках соединения, при неудобствах разборки и возможности повреждения соседних деталей;

более тугие — если требуется высокая точность центрирования, при ударных нагрузках и вибрациях

Посадка ***H7/n6*** дает наиболее прочные соединения.

Примеры применения:

- для зубчатых колес, муфт, кривошипов и других деталей при больших нагрузках, ударах или вибрациях в соединениях, разбираемых обычно только при капитальном ремонте;
- посадка установочных колец на валах малых и средних электромашин;
- посадка кондукторных втулок, установочных пальцев, штифтов

Посадка ***H7/k6*** в среднем дает незначительный зазор (1-5 мкм) и обеспечивает хорошее центрирование, не требуя значительных усилий для сборки и разборки.

Применяется наиболее часто:

для посадки шкивов, зубчатых колес, муфт, маховиков (на шпонках), втулок подшипников

Посадка ***H7/js6*** имеет большие средние зазоры, чем ***H7/k6***, и применяется взамен ее при необходимости облегчить сборку

Назначение посадок с натягом

Посадки с натягом предназначены для неподвижных неразъёмных (или разбираемых лишь в отдельных случаях при ремонте) соединений деталей, как правило, без дополнительного крепления винтами, штифтами, шпонками и т. п. Относительная неподвижность деталей при этих посадках достигается за счёт напряжений, возникающих в материале сопрягаемых деталей вследствие действия деформаций их контактных поверхностей.

Назначение посадок с натягом

Различают следующие основные способы сборки деталей при посадках с натягом:

- 1) Сборка под прессом за счёт осевого усилия при нормальной температуре, так называемая продольная запрессовка;
- 2) Сборка с предварительным разогревом охватывающей детали (отверстия) или охлаждением охватываемой детали (вала) до определённой температуры (способ термических деформаций, или поперечная запрессовка).

Прессовые тяжелые посадки Тяжелые и особо тяжелые посадки типа Н/у, Н/х и Н/з, характеризуются большим гарантированным натягом и значительным его колебанием. Они предназначены для передачи больших усилий и моментов при тяжелых условиях работы без дополнительного крепления. С целью уменьшения колебания натяга в соединении применяется сортировка деталей по размерам и селективная сборка.

Посадки прессовые средние Посадки Н/г, Н/с и Н/т гарантируют получение натяга средней величины. Соединение деталей способно передать довольно значительные крутящие моменты и усилия без дополнительного крепления. Средние посадки применяются при запрессовки втулок в шкивы и зубчатые колеса на валах коробок скоростей, для установки бронзовых венцов червячных колес, при запрессовке колец пар трения в стальные обоймы торцевых уплотнений валов, а также при установке втулок щелевых уплотнений валов в корпуса насосов, специальных уплотнительных комплексов и т.п.

Посадки легкопрессовые Посадки типа Н/р обеспечивают минимальный гарантированный натяг и применяются для соединения тонкостенных деталей при передаче небольших моментов и усилий. Посадки очень чувствительны к изменению натяга, поэтому встречаются в более точных квалитетах.

Назначение посадок с натягом

Посадку ***H7/p6*** применяют при сравнительно небольших нагрузках, например, посадка на вал уплотнительного кольца, фиксирующего положение внутреннего кольца подшипника у крановых и тяговых двигателей

Посадки ***H7/r6***, ***H7/s6***, ***H8/s7*** используют в соединениях без крепежных деталей при небольших нагрузках (например, втулка в головке шатуна пневматического двигателя) и с крепежными деталями при больших нагрузках (посадка на шпонке зубчатых колес и муфт в прокатных станах, нефтебуровом оборудовании)

Посадки *H7/u7* и *H8/u8* применяют в соединениях без крепежных деталей при значительных нагрузках, в том числе знакопеременных (например, соединение пальца с эксцентриком в режущем аппарате уборочных сельскохозяйственных машин); с крепежными деталями при очень больших нагрузках (посадка крупных муфт в приводах прокатных станов), при небольших нагрузках, но малой длине сопряжения (седло клапана в головке блока цилиндров грузового автомобиля, втулка в рычаге очистки зерноуборочного комбайна)

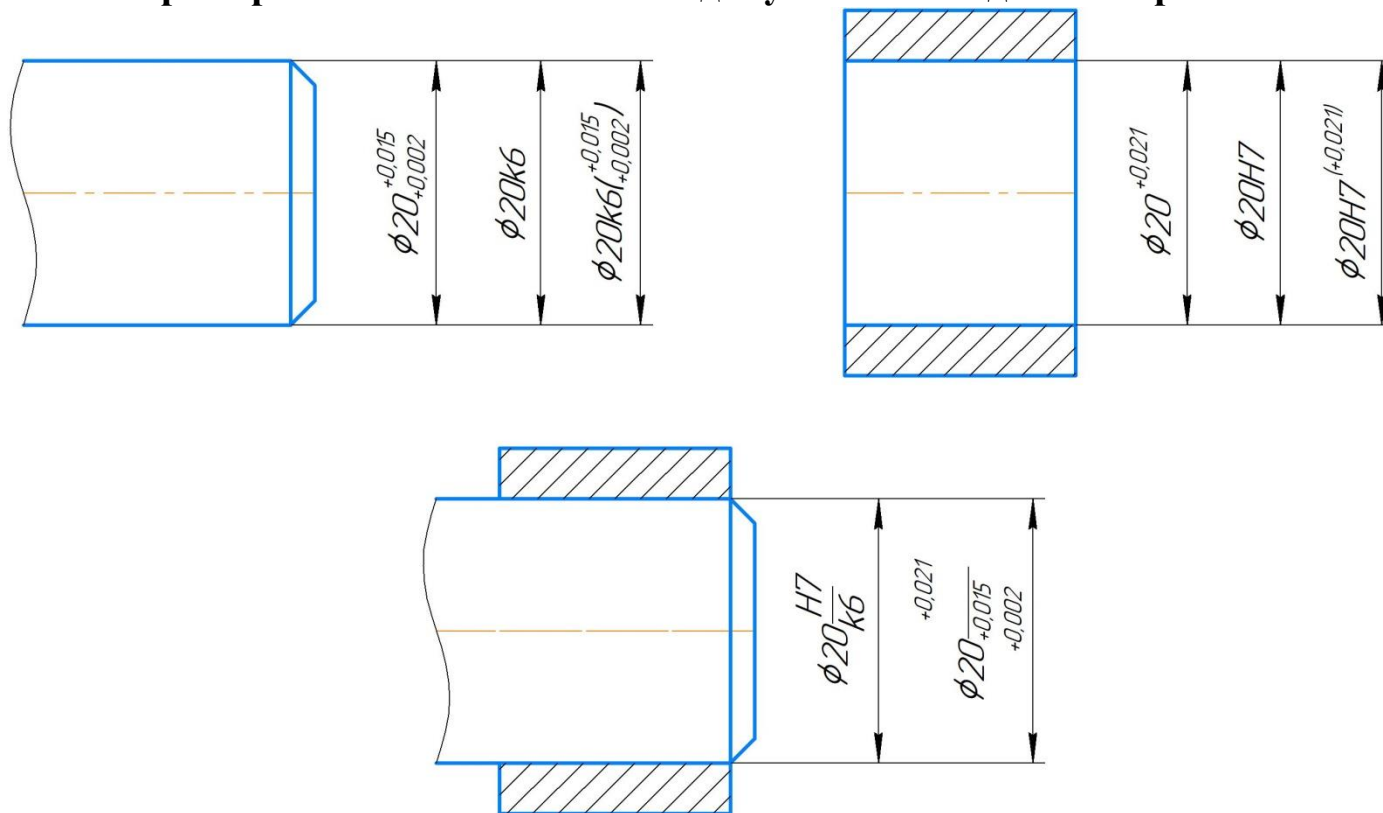
ОБОЗНАЧЕНИЕ РАЗМЕРОВ И ПОСАДОК



Предельные отклонения размеров указывают на чертежах **условными (буквенными) обозначениями классов допусков** или **числовыми значениями предельных отклонений**, а также буквенными обозначениями классов допусков с одновременным указанием справа в скобках числовых значений предельных отклонений.

Посадки и предельные отклонения размеров деталей, изображенных на чертеже **в собранном виде, указывают дробью: в числителе** – буквенное обозначение или числовое значение предельного **отклонения отверстия** либо буквенное обозначение с указанием справа в скобках его числового значения, **в знаменателе** – аналогичное **обозначение класса допуска вала**. Иногда для обозначения посадки указывают предельные отклонения **только одной из сопрягаемых деталей**.

Примеры обозначения классов допусков и посадок на чертежах



В условных обозначениях классов допусков нужно **обязательно указывать числовые значения предельных отклонений** в следующих случаях:

- для размеров, **не включенных в ряд нормальных линейных размеров**, например, $41,5 \text{ H7}^{(+0,025)}$;
- при назначении предельных отклонений, условные обозначения которых **не предусмотрены ГОСТ 25347 – 2013***, например, для пластмассовой детали.

Предельные отклонения следует назначать для всех размеров, проставленных на рабочих чертежах, включая несопрягаемые и неответственные размеры. Если предельные отклонения для размера не назначены, возможны лишние затраты (когда стремятся получить этот размер более точным, чем нужно) или увеличение массы детали.

Для линейных размеров 1 – 10000 мм
неуказанные предельные отклонения назначают по
квалитетам *IT12, IT13, IT14, IT15, IT16, IT17*, либо
по специально установленным классам точности:
точному, среднему, грубому и очень грубому.

Допуски по классам точности обозначают на чертежах буквой, например:

$f(t_1)$ - точный класс (округление по 12 квалитету),

$m(t_2)$ - средний класс (приблизительно 14 квалитет),

$c(t_3)$ - грубый класс (приблизительно 16 квалитет),

$v(t_4)$ - очень грубый класс (приблизительно 17 квалитет).

При указании допусков по классам точности в технических требованиях чертежа записывают:

- Общие допуски по ГОСТ 30893.1 - m

или

- ГОСТ 30893.1 – m,

где буква «m» указывает на класс точности.

5.1 Предельные отклонения линейных размеров, кроме размеров притупленных кромок (наружных радиусов скругления и высот фасок), по классам точности общих допусков приведены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Размеры в миллиметрах

Класс точности	Предельные отклонения для интервалов номинальных размеров										
	от 0,5 до 3	св. 3 до 6	св. 6 до 30	св. 30 до 120	св. 120 до 400	св. 400 до 1000	св. 1000 до 2000	св. 2000 до 4000	св. 4000 до 6000	св. 6000 до 8000	св. 8000 до 10000
Точный f	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	—	—	—	—
Средний m	$\pm 0,10$	$\pm 0,10$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	± 2	± 3	± 5	± 8
Грубый c	$\pm 0,20$	$\pm 0,30$	$\pm 0,5$	$\pm 0,80$	$\pm 1,2$	$\pm 2,0$	$\pm 3,0$	± 4	± 8	± 12	± 20
Очень грубый v	—	$\pm 0,50$	$\pm 1,0$	$\pm 1,5$	$\pm 2,5$	$\pm 4,0$	$\pm 6,0$	± 8	± 12	± 20	± 30
Пр и м е ч а н и е — Для размеров менее 0,5 мм предельные отклонения следует указывать непосредственно у номинального размера.											

Неуказанные предельные отклонения для **размеров валов** назначают **в «тело» материала**, т.е. односторонними (от номинального размера в минус), например: **$-IT14$ (минус $IT14$)**. Это соответствует предельным отклонениям основного вала 14-го качества ($h14$).

Аналогично для **размеров отверстий** неуказанные предельные отклонения назначают **в «тело» материала** тоже односторонними (от номинального размера в плюс), например: **+IT14**. Это соответствует основному отверстию указанного качества (H14).

Все изложенное относится к размерам валов и отверстий, неуказанные предельные размеры которых заданы по классам точности. Например, для среднего класса точности предельные отклонения условно записывают:

$-t_2$ (минус t_2) — для вала;

$+t_2$ — для отверстия;

$\pm t_2/2$ — для размеров элементов, не относящихся к валам или отверстиям.

Неуказанные предельные отклонения размеров металлических деталей, обработанных резанием, назначают **по среднему классу точности или по 14-му качеству.**

В технических требованиях запись будет иметь вид:

- Общие допуски по ГОСТ 30893.1: $H14, h14, \pm IT14/2$
или
- Общие допуски по ГОСТ 30893.1: $H14, h14, \pm t_2/2$
или
- Общие допуски по ГОСТ 30893.1: $+t_2, -t_2, \pm t_2/2$