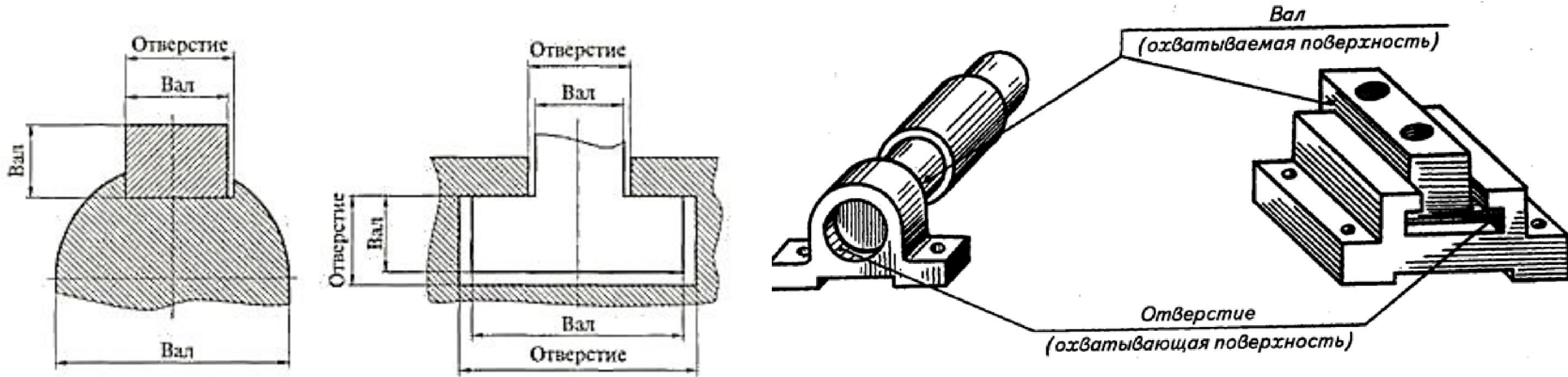


Понятия «отверстие» и «вал»

Отверстие – термин, условно применяемый для обозначения внутренних (охватываемых) элементов деталей, включая и нецилиндрические элементы.

Вал – термин, условно применяемый для обозначения наружных (охватываемых) элементов деталей, включая и нецилиндрические элементы.



Если элемент детали не является «валом» или «отверстием», то его относят к **«остальным размерам»** (например, уступы, расстояния между осями отверстий и т.п.).

Поле допуска образуется сочетанием условного обозначения основного отклонения (используются буквы латинского алфавита) и квалитета (обозначается цифрой).

Основные отклонения для отверстий обозначают заглавными буквами ($A, B, C, \dots$), а для валов строчными ($a, b, c, \dots$).

Примеры: 1. $a6$ – поле допуска на вал,
где a – обозначение основного отклонения, 6 – квалитет.

2. $P7$ – поле допуска на отверстие,
где P – обозначение основного отклонения, 7 – квалитет.

Поле допуска – поле, ограниченное наибольшим и наименьшим предельными размерами и определяемое величиной допуска и его положением относительно нулевой линии, соответствующей номинальному размеру.

Квалитет – совокупность допусков, рассматриваемых как соответствующие одному уровню точности для всех



Основное отклонение – одно из двух отклонений верхнее (ES) или нижнее (ei), определяющее расположение поля допуска относительно нулевой линии и ближайшее к ней.

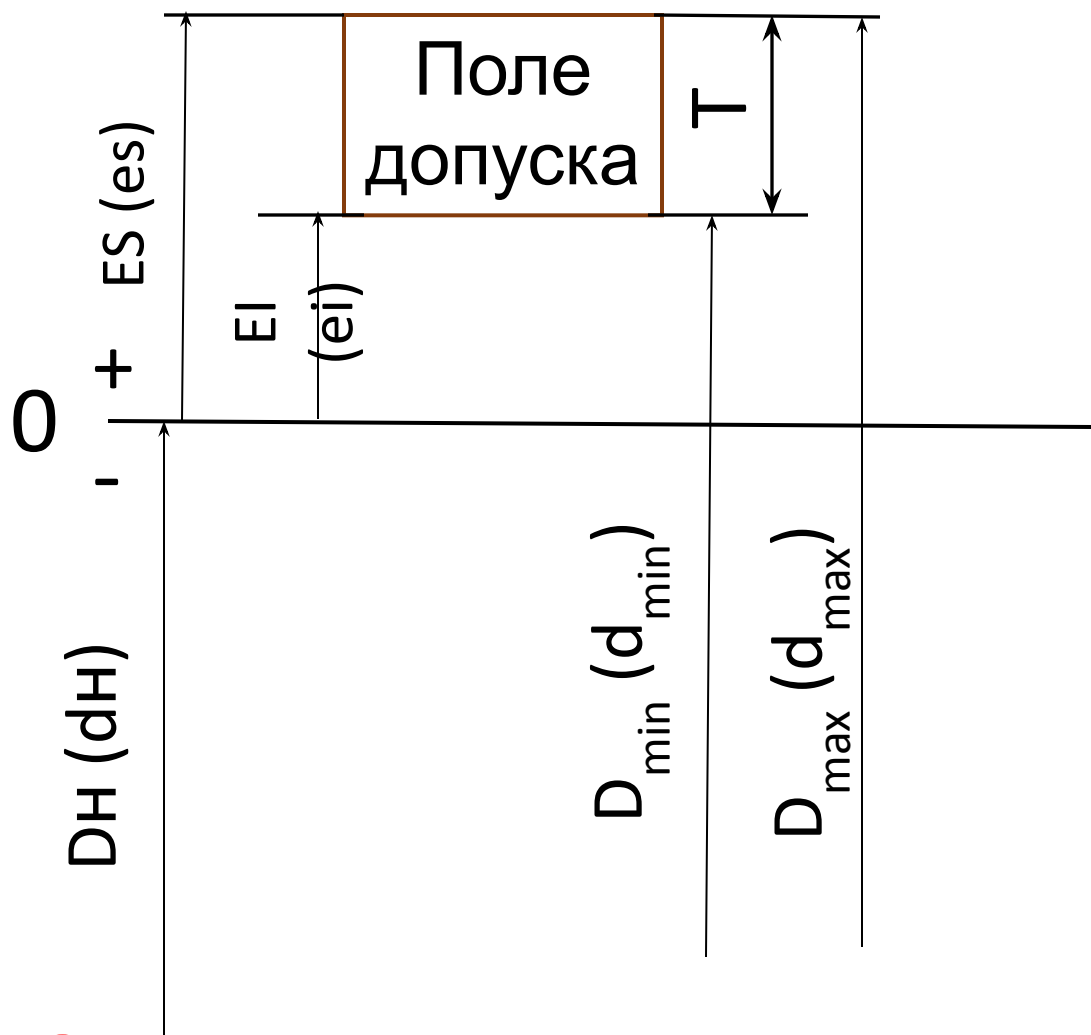
Поля допусков отверстий (пример)

Интервал размеров, мм	Поля допусков												
	G5	H5	J _s 5	K5	M5	N5	G6	H6	J _s 6	K6	M6	N6	P6
	Предельные отклонения, мкм												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
От 1 до 3	+6	+4	+2,0	0	-2	-4	+8	+6	+3,0	0	-2	-4	-6
	+2	0	-2,0	-4	-6	-6	+2	0	-3,0	-6	-8	-10	-12
Свыше 3 до 6	+9	+5	+2,50	0	-3	-7	+12	+8	+4,0	+2	-1	-5	-9
	+4	0	-2,50	-5	-8	-12	+4	0	-4,0	-6	-9	-13	-17
Свыше 6 до 10	+11	+6	+3,0	+1	-4	-8	+14	+9	+4,5	+2	-3	-7	-12
	+5	0	-3,0	-5	-10	-14	+5	0	-4,5	-7	-12	-16	-21
Свыше 10 до 14	+14	+8	+4,0	+2	-4	-9	+17	+11	+5,5	+2	-4	-9	-15
Свыше 14 до 18	+6	0	-4,0	-5	-12	-17	+6	0	-5,5	-9	-15	-20	-26
Свыше 18 до 24	+16	+9	+4,5	+1	-5	-12	+20	+13	+6,5	+2	-4	-11	-18
Свыше 24 до 30	+7	0	-4,5	-8	-14	-21	+7	0	-6,5	-11	-17	-24	-31
Свыше 30 до 40	+20	+11	+5,5	+2	-5	-13	+23	+10	+8,0	+3	-4	-12	-21
Свыше 40 до 50	+9	0	-5,5	-9	-16	-24	+9	0	-8,0	-13	-20	-28	-37
Свыше 50 до 65	+23	+13	+6,5	+3	-6	-15	+29	+19	+9,5	+4	-5	-14	-26
Свыше 65 до 80	+10	0	-6,5	-10	-19	-28	+10	0	-9,5	-15	-24	-33	-45

Поля допусков валов (пример)

Интервал размеров, мм	Поля допусков											
	d10	h10	js10*	a11	b11	c11	d11	h11	js11*	b12	h12	js12*
	Предельные отклонения, мкм											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
От 1 до 3	-20	0	+20	-270	-140	-60	-20	0	+30	-140	0	+50
	-50	-40	-20	-330	-200	-120	-80	-60	-30	-240	-100	-50
Свыше 3 до 6	-30	0	+24	-270	-140	-70	-30	0	+37	-140	0	+60
	-78	-48	-24	-345	-215	-145	-105	-75	-37	-260	-120	-60
Свыше 6 до 10	-40	0	+29	-280	-150	-80	-40	0	+45	-150	0	+75
	-98	-58	-29	-370	-240	-170	-130	-90	-45	-300	-160	-75
Свыше 10 до 14	-50	0	+35	-290	-150	-95	-50	0	+55	-150	0	+90
Свыше 14 до 18	-120	-70	-35	-400	-260	-205	-160	-110	-55	-330	-180	-90
Свыше 18 до 24	-65	0	+42	-300	-160	-110	-65	0	+65	-160	0	+105
Свыше 24 до 30	-149	-84	-42	-430	-290	-240	-195	-130	-65	-370	-210	-105
Свыше 30 до 40	-80	0	+50	-310	-170	-120	-80	0	+80	-170	0	+125
Свыше 40 до 50	-180	-100	-50	-320	-180	-130	-240	-160	-80	-180	-250	-125
				-480	-340	-290			-430			
Свыше 50 до 65	-100	0	+60	-340	-190	-140	-100	0	+95	-190	0	+150
Свыше 65 до 80	-220	-120	-60	-360	-200	-150	-290	-190	-95	-200	-300	-150
				-550	-390	-340			-500			

Графическое изображение полей допусков



$D_H (d_H)$ – номинальный размер;

$ES (es)$ – верхнее отклонение;

$EI (ei)$ – нижнее отклонение;

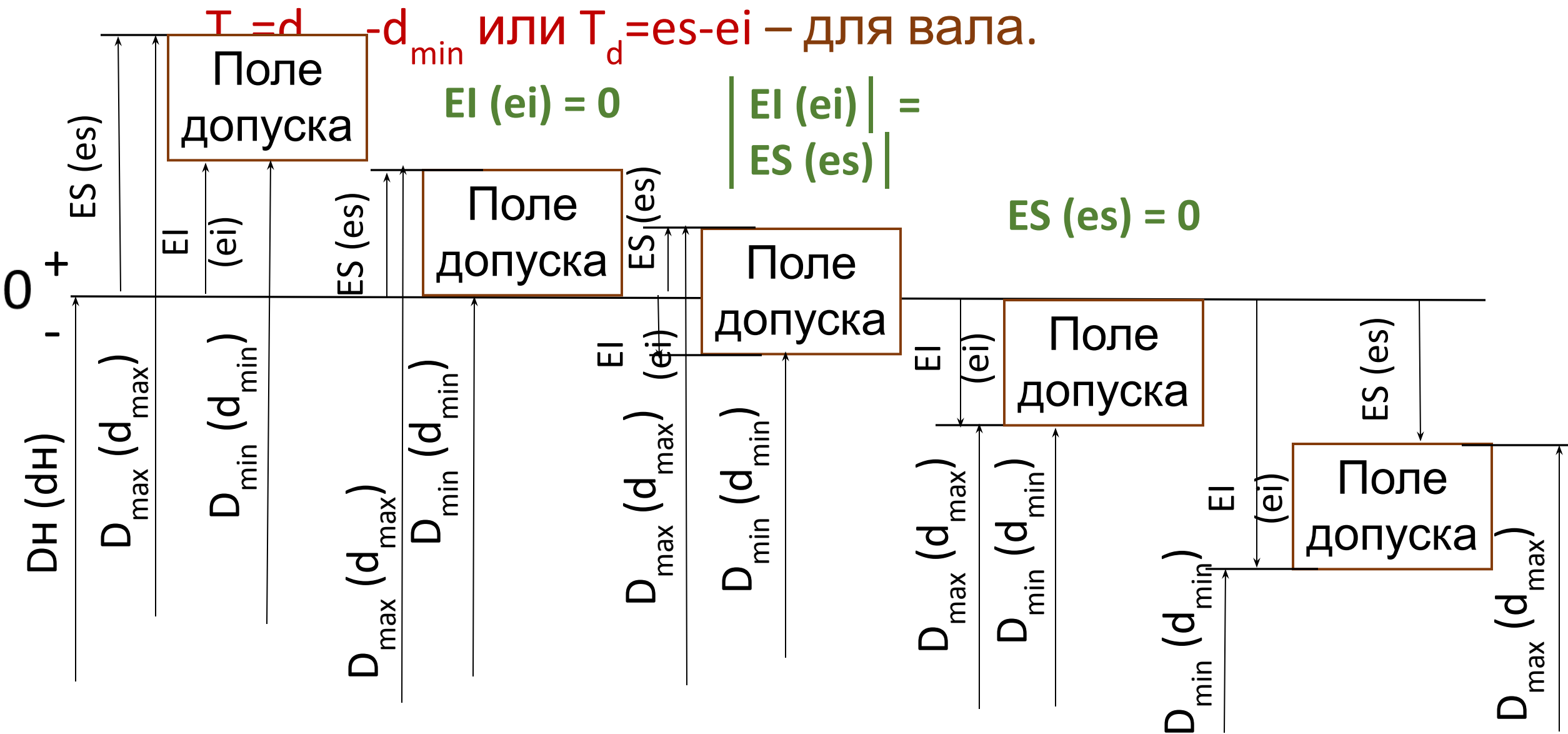
T – величина поля допуска.

$D_{\max} (d_{\max}) = D_H (d_H) + ES (es)$ –
наибольший предельный размер;

$D_{\min} (d_{\min}) = D_H (d_H) + EI (ei)$ –
наименьший предельный размер.

**Отклонения перед своим числовым значением ВСЕГДА
имеют знак «+» или «-» !!!**

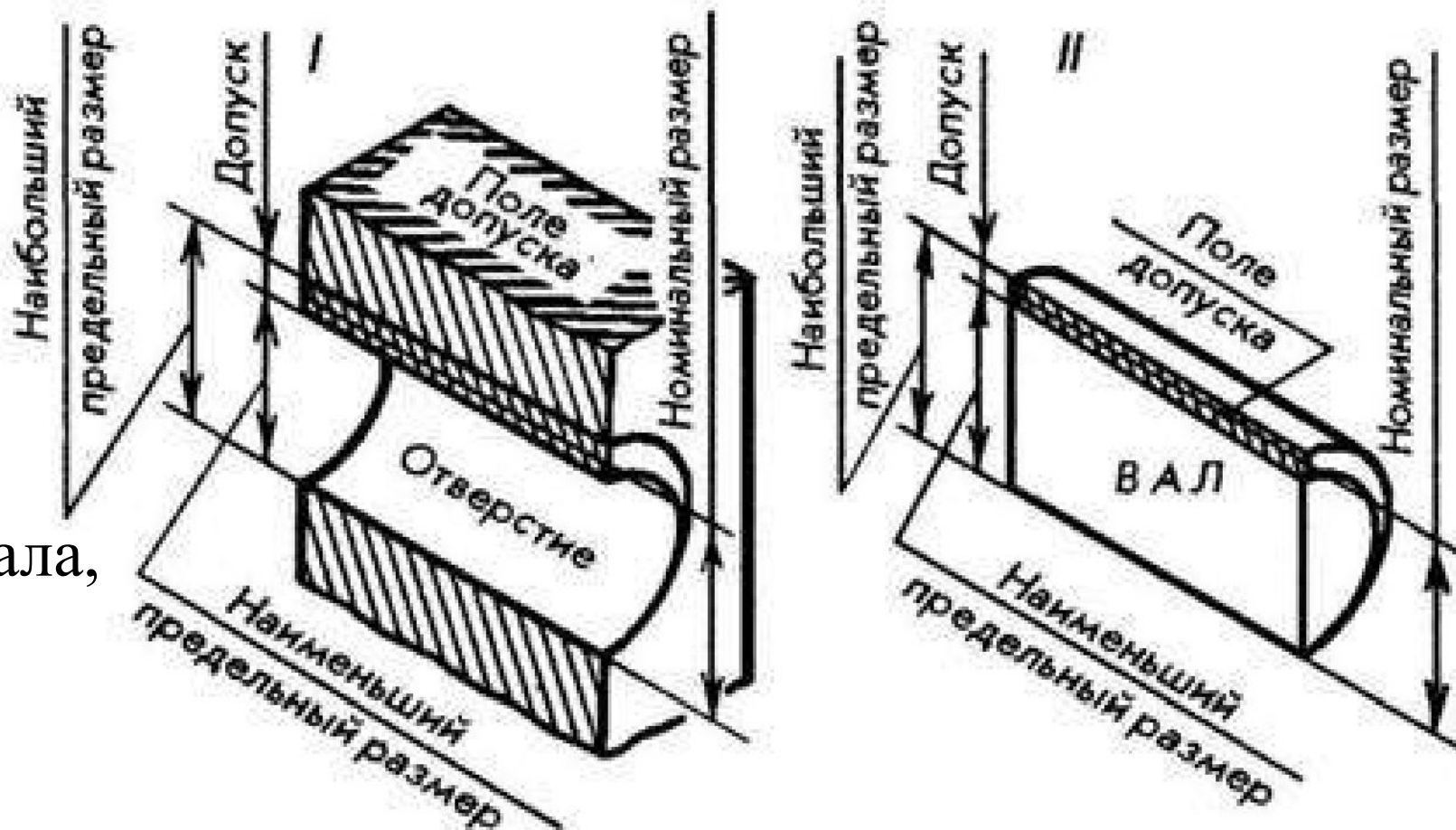
Величина поля допуска: $T_D = D_{\max} - D_{\min}$ или $T_D = ES - EI$ – для отверстия;



Понятия «максимум» и «минимум» материала.

Предел максимума материала – термин, относящийся к тому из предельных размеров, которому соответствует наибольший объем материала, т.е. наибольшему предельному размеру вала (d_{max}) или наименьшему предельному размеру отверстия (D_{min}).

Предел минимума материала – термин, относящийся к тому из предельных размеров, которому соответствует наименьший объем материала, т.е. наименьшему предельному размеру вала (d_{min}) или наибольшему предельному размеру



ПОСАДКИ

Посадкой называется соединение деталей, характеризующееся наличием зазоров или натягов в соединении.

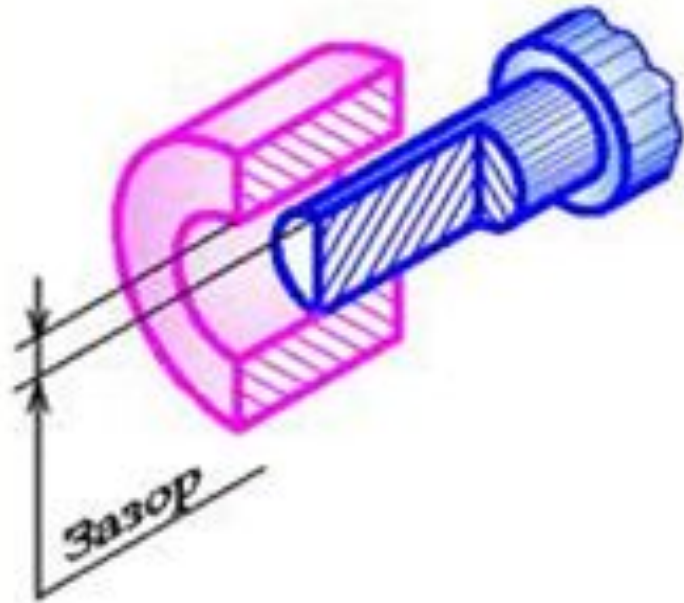
Посадка - это характер соединения, показывающий возможность деталей перемещаться относительно друг друга или оставаться неподвижными под действием внешней нагрузки.

В технике используют следующие виды посадок:

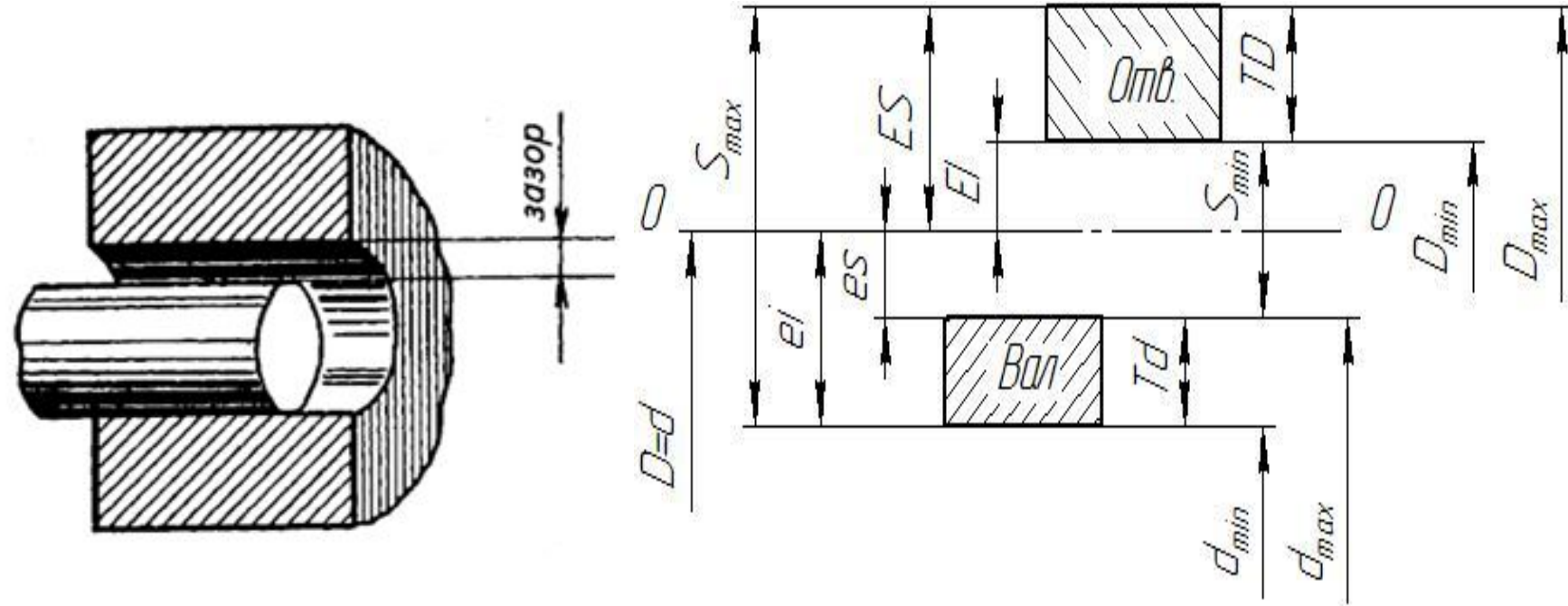
- с зазором,
- с натягом,
- переходные.

Величины зазоров или натягов определяются разностью размеров вала и отверстия.

Посадки с зазором



ПОСАДКА С ЗАЗОРОМ



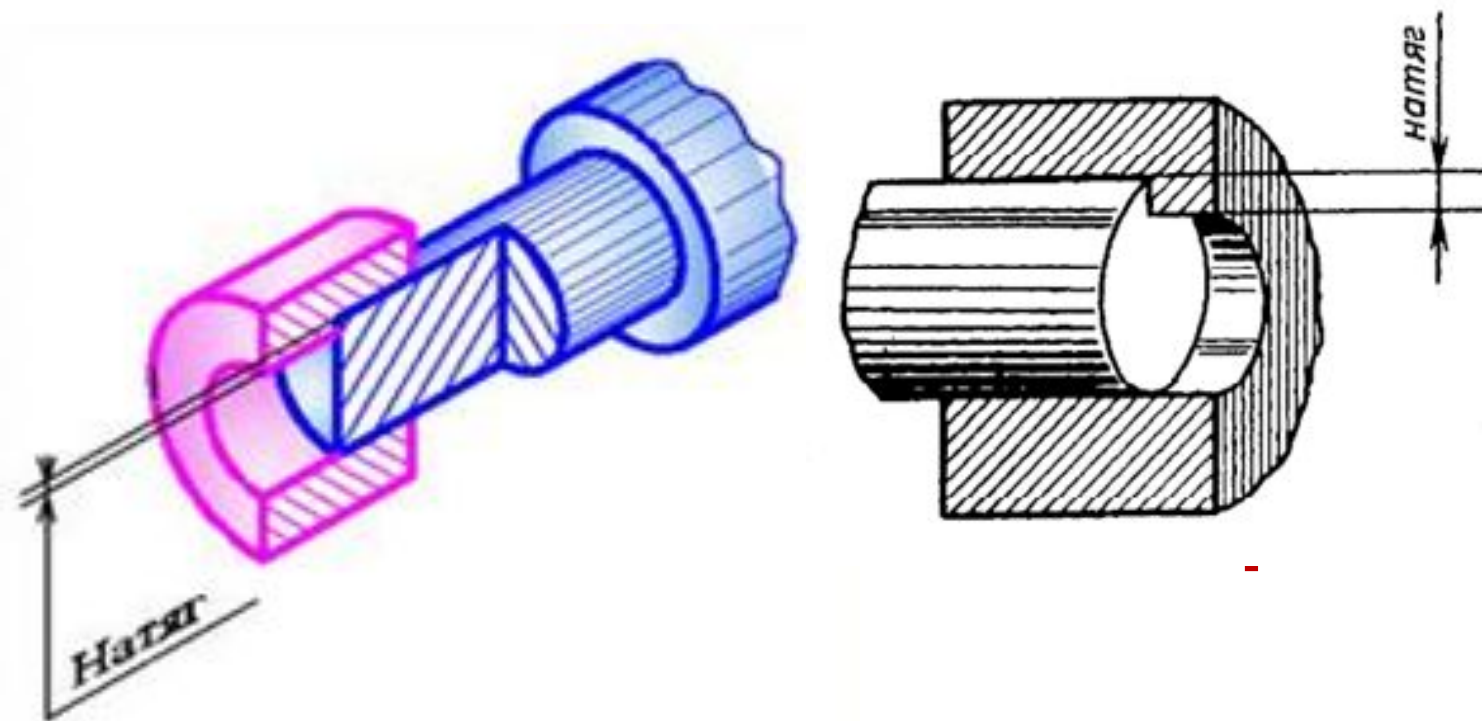
Параметры характеризующие посадку:

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min}, S_{\max} = ES - ei;$$

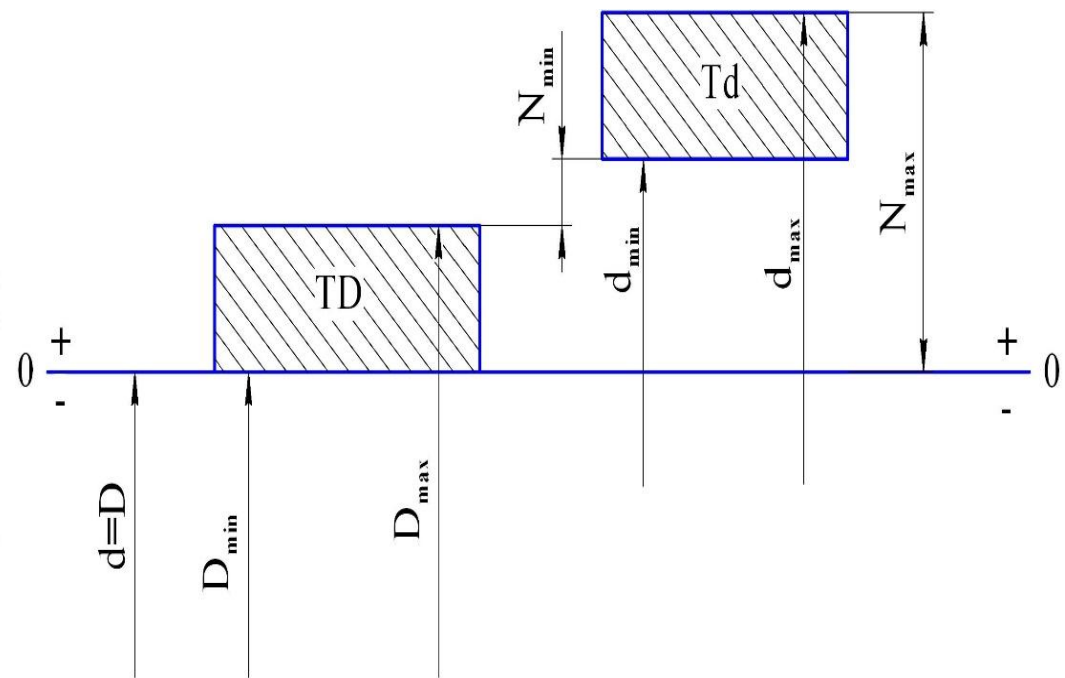
$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max}, S_{\min} = EI - es;$$

$$T_S = S_{\max} - S_{\min}, \quad T_S = T_D + T_d.$$

Посадки с натягом



ПОСАДКА С НАТЯГОМ



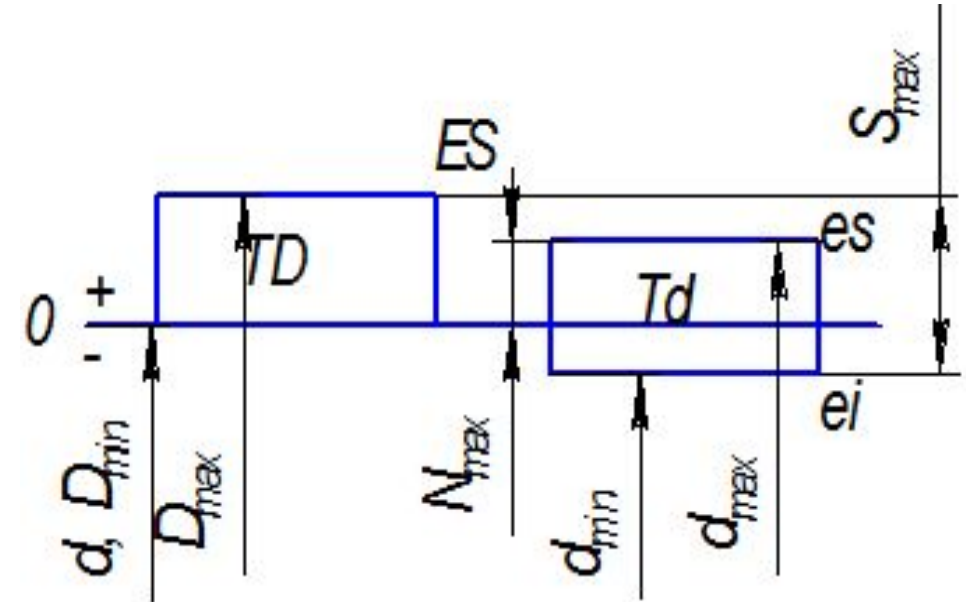
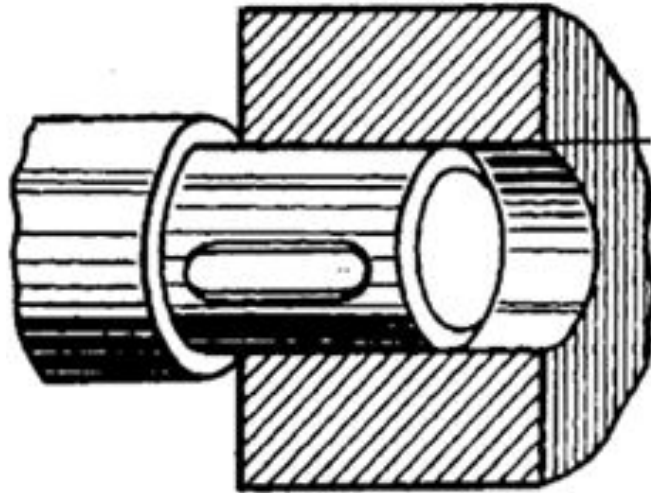
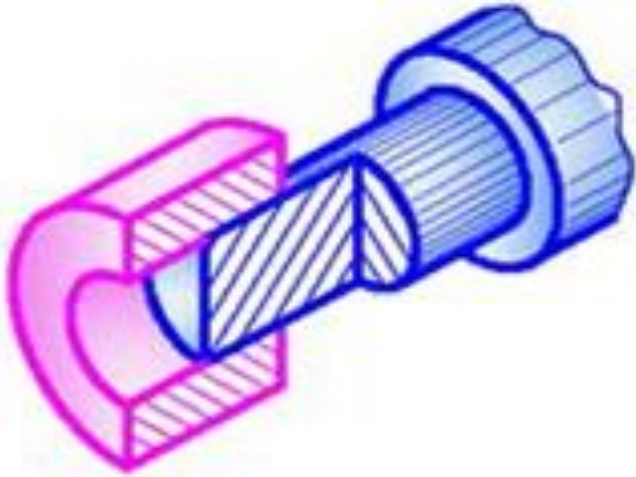
посадку:

$$N_{max} = d_{max} - D_{min}, N_{max} = es - EI;$$

$$N_{min} = d_{min} - D_{max}, N_{min} = ei - ES;$$

$$T_N = N_{max} - N_{min}, T_N = T_D + T_d.$$

Переходные посадки



ПЕРЕХОДНАЯ ПОСАДКА

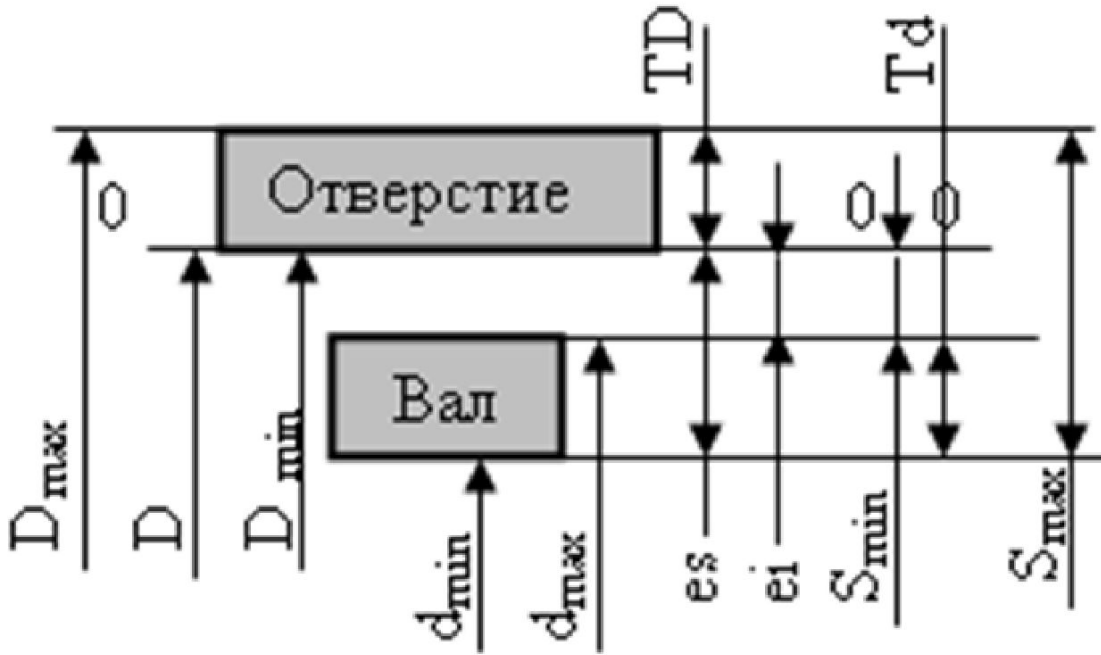
Параметры характеризующие посадку:

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min}, S_{\max} = ES - ei;$$

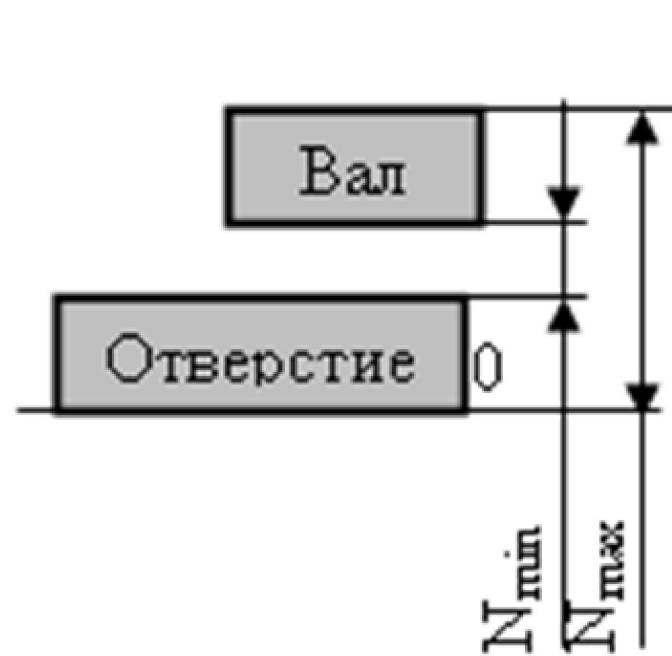
$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min}, N_{\max} = es - EI;$$

$$T_{S+N} = S_{\max} + N_{\max}, T_{S+N} = T_D + T_d.$$

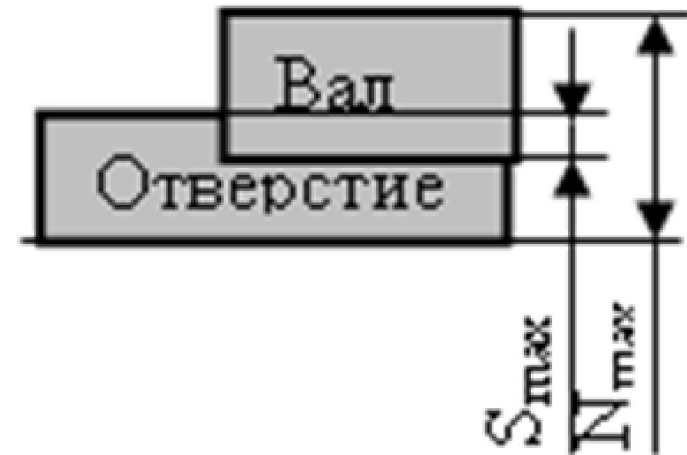
Схемы расположения полей допусков отверстия и вала при различных посадках



Посадка с
зазором



Посадка с
натягом

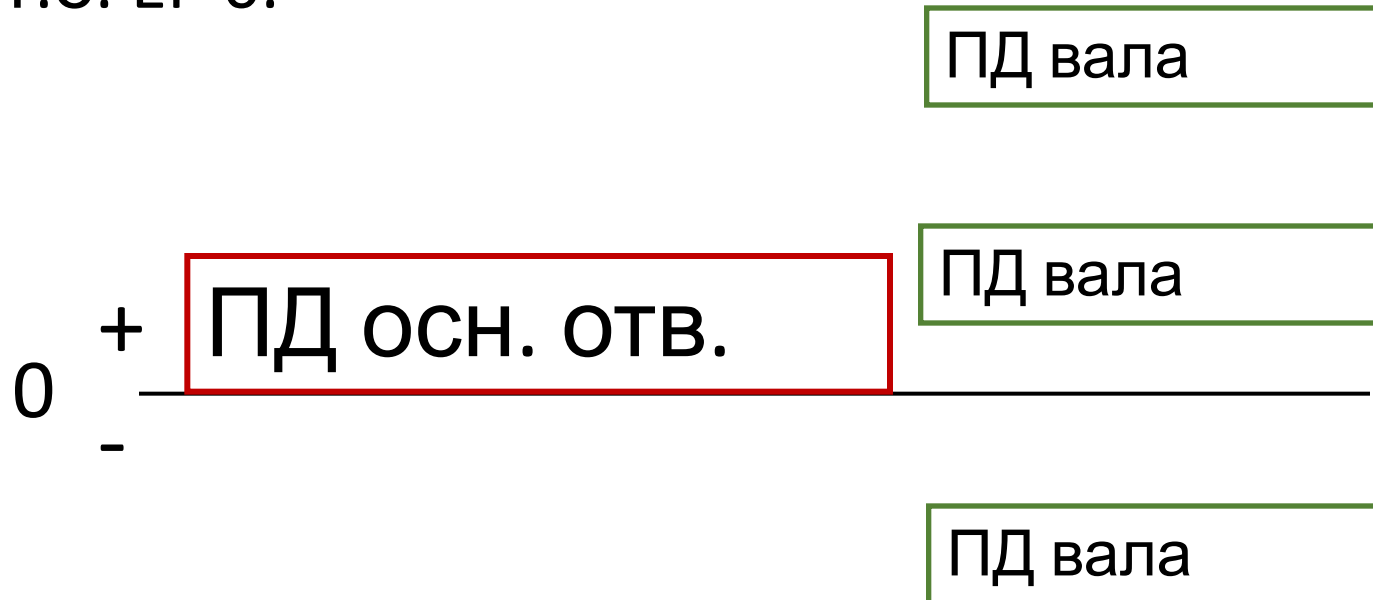


Переходна
я посадка

Системы посадок

1. **Посадки в системе отверстия** – посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются сочетанием различных полей допусков валов с одним полем допуска *основного отверстия*.

Основное отверстие – отверстие нижнее отклонение которого всегда равно нулю, т.е. $EI=0$.



Системы посадок

2. **Посадки в системе вала** – посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются сочетанием различных полей допусков отверстий с одним полем допуска *основного вала*.

Основной вал – вал верхнее отклонение которого всегда равно нулю, т. е. $es=0$.



Интервалы размеров, мм		Поля допусков основных отверстий 5, 6, 7-го квалитетов и валов 4, 5, 6, 7-го квалитетов											
		$H5$	$h4$	$g4$	$H6$	$h5$	$g5$	$f6$	$\overline{H7}$	$\overline{h6}$	$\overline{g6}$	$\overline{f7}$	$e7$
		Отклонения, мкм											
От	1 до 3	$\begin{smallmatrix} +4 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -3 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -2 \\ -5 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +6 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -4 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -2 \\ -6 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -6 \\ -12 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +10 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -6 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -2 \\ -8 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -6 \\ -16 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -14 \\ -24 \end{smallmatrix}$
Св.	3 до 6	$\begin{smallmatrix} +5 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -4 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -4 \\ -8 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +8 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -5 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -4 \\ -9 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -10 \\ -18 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +12 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -8 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -4 \\ -12 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -10 \\ -22 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -20 \\ -32 \end{smallmatrix}$
„	6 „ 10	$\begin{smallmatrix} +6 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -4 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -5 \\ -9 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +9 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -6 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -5 \\ -11 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -13 \\ -22 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +15 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -9 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -5 \\ -14 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -13 \\ -28 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -25 \\ -40 \end{smallmatrix}$
„	10 „ 18	$\begin{smallmatrix} +8 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -5 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -6 \\ -11 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +11 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -8 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -6 \\ -14 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -16 \\ -27 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +18 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -11 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -6 \\ -17 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -16 \\ -34 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -32 \\ -50 \end{smallmatrix}$
„	18 „ 30	$\begin{smallmatrix} +9 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -6 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -7 \\ -13 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +13 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -9 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -7 \\ -16 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -20 \\ -33 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +21 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -13 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -7 \\ -20 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -20 \\ -41 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -40 \\ -61 \end{smallmatrix}$
„	30 „ 50	$\begin{smallmatrix} +11 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -7 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -9 \\ -16 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +16 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -11 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -9 \\ -20 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -25 \\ -41 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +25 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -16 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -9 \\ -25 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -25 \\ -50 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -50 \\ -75 \end{smallmatrix}$
„	50 „ 80	$\begin{smallmatrix} +13 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -8 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -10 \\ -18 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +19 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -13 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -10 \\ -23 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -30 \\ -49 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +30 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -19 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -10 \\ -29 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -30 \\ -60 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -60 \\ -90 \end{smallmatrix}$
„	80 „ 120	$\begin{smallmatrix} +15 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -10 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -12 \\ -22 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +22 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -15 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -12 \\ -25 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -36 \\ -61 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +35 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -25 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -12 \\ -36 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -36 \\ -66 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -72 \\ -108 \end{smallmatrix}$