

***Допуски и посадки
цилиндрических
соединений.***

Взаимозаменяемость в машиностроении

Взаимозаменяемостью называется свойство конструкции составной части изделия, обеспечивающее возможность ее применения вместо другой без дополнительной обработки, с сохранением заданного качества изделия, в состав которого она входит.

Точность в машиностроении — это степень приближения истинного значения параметра, процесса, предмета к его заданному значению.

Вместе с термином «точность» более часто для аналогичной оценки используют термин «погрешность». Этот термин используют для количественной оценки точности. Погрешность — это разность между результатом измерения некоторой величины и ее действительным значением.

Точность изготовления деталей

Изготовить абсолютно точно элементы детали невозможно, да и не нужно потому что:

- 1) в зависимости от назначения элемента детали требования к его точности должны быть разные;
- 2) чем точнее требуется изготовить элемент детали, тем дороже будет это изготовление, так как стоимость изготовления с повышением требований к точности увеличивается.

В машиностроении речь идет о точности геометрических параметров четырех элементов.

- **точность размера**
- **точность формы**
- **точность расположения поверхностей**
- **точность по шероховатости поверхности**

Точность изготовления деталей

Причины, по которым невозможно изготовить детали абсолютно точно:

- *Состояние оборудования и его точность*
- *Качество и состояние технологической оснастки*
- *Режимы обработки*
- *Неоднородность материала заготовки и неодинаковость припуска на обработку*
- *Температурные условия*
- *Упругие деформации детали, станка и инструмента*
- *Квалификация и субъективные ошибки рабочего*

Поверхности деталей

Сопрягаемые — это поверхности, по которым детали соединяются в сборочные единицы.

Несопрягаемые (или свободные) — это поверхности конструктивно необходимые, но не предназначенные для соединения с поверхностями других деталей.

Внутренние цилиндрические поверхности, а также поверхности с внутренними плоскими поверхностями называются охватывающими. Их условно называют **отверстиями** и обозначают заглавными буквами латинского алфавита.

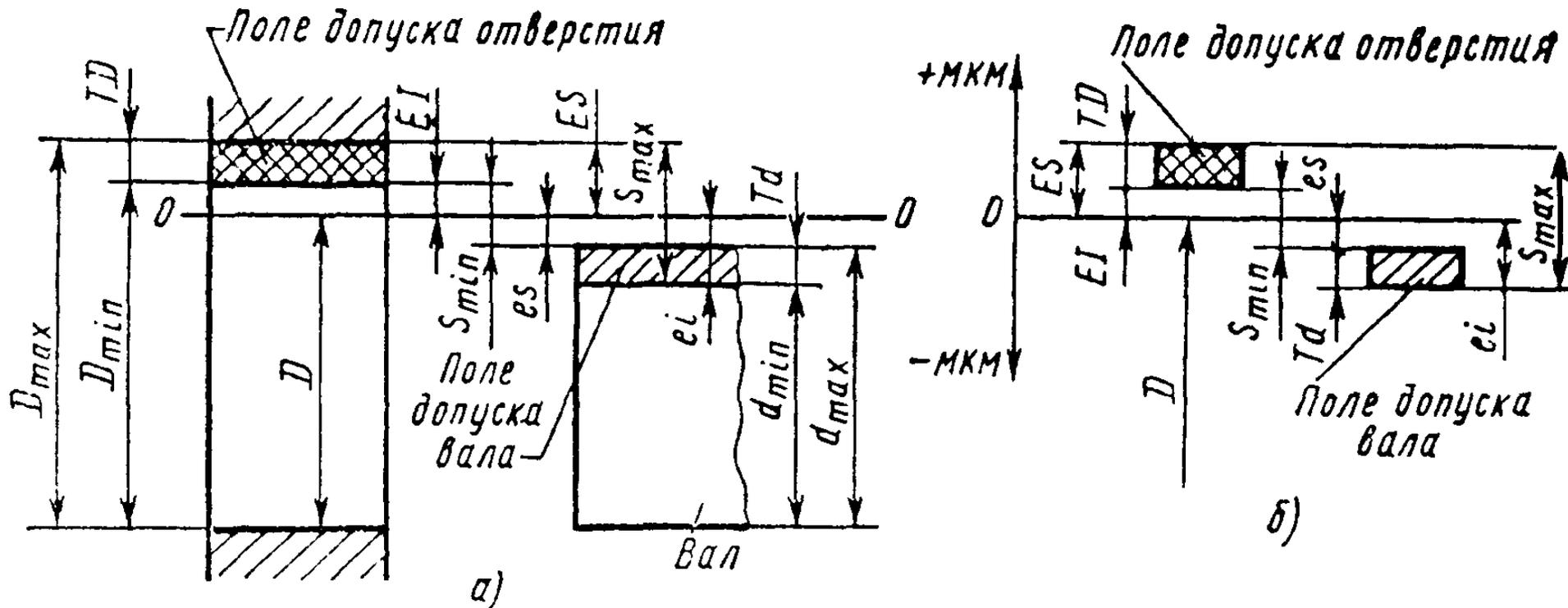
Наружные цилиндрические поверхности, а также плоские наружные поверхности называются охватываемыми. Их условно называют **валами** и обозначают строчными буквами латинского алфавита.

Размеры деталей

- **Номинальный размер** — размер, который служит началом отсчета отклонений и относительно которого определяются предельные размеры.
- **Действительный размер** — это размер, установленный измерением с допустимой погрешностью.
- **Предельный размер** — два предельно допустимых размера, между которыми должен находиться или которому должен быть равен действительный размер годной детали. Границы предельных размеров, т.е. диапазон рассеивания действительных размеров, определяются наименьшим предельным размером (D_{min}, d_{min}) и наибольшим предельным размером (D_{max}, d_{max}) . Сравнение действительного размера с предельными дает возможность судить о годности деталей.

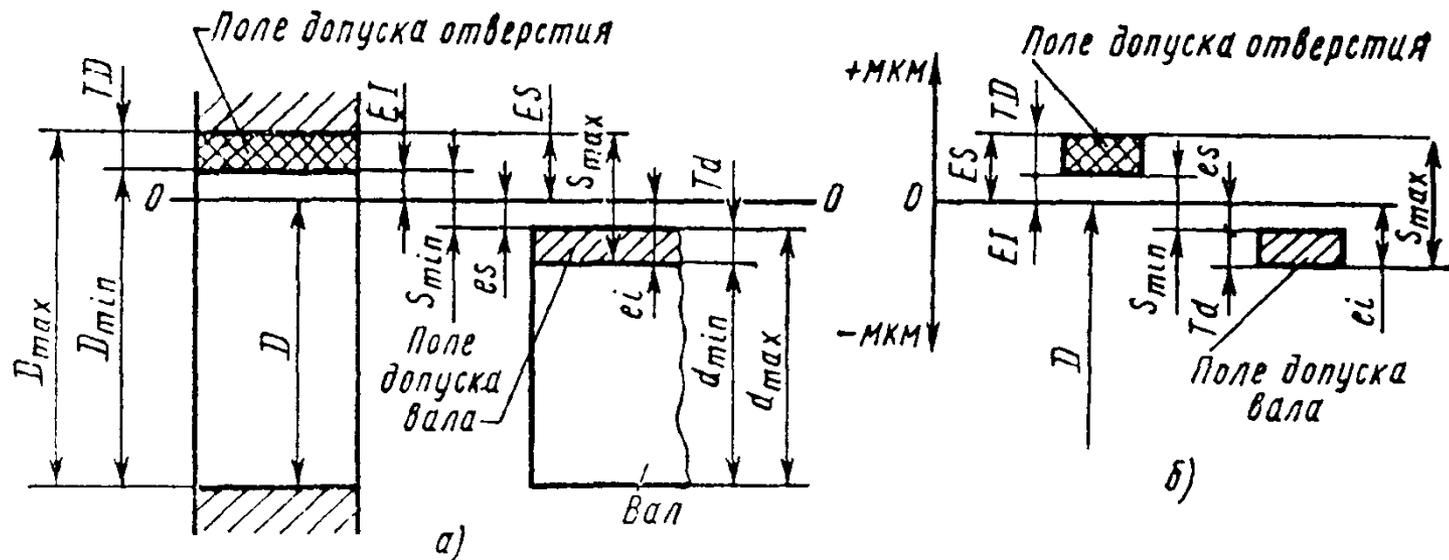
Размеры деталей

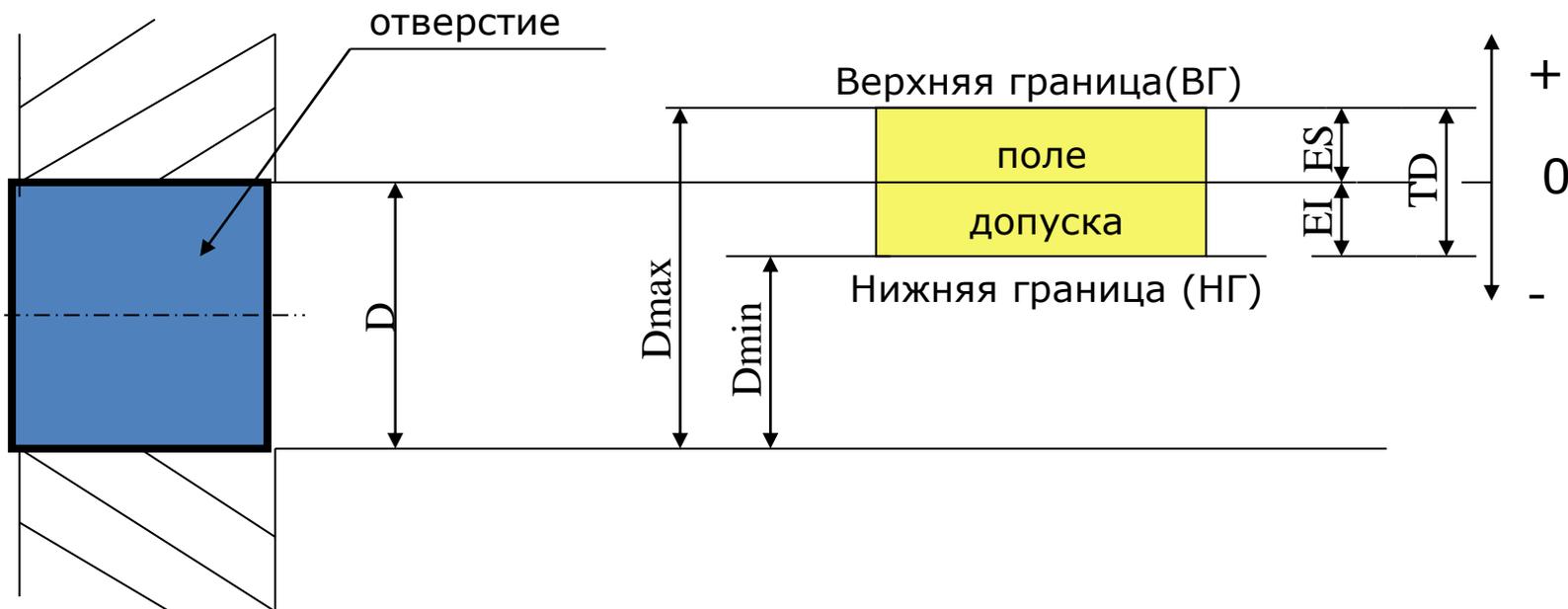
- **Предельное отклонение размера** — это алгебраическая разность между предельным и номинальным размерами. Различают верхнее и нижнее предельное отклонение.



Размеры деталей

- **Верхнее отклонение** (ES — для отверстия, es — для вала) — алгебраическая разность между наибольшим предельным и номинальным размерами: $ES = D_{max} - D$, $es = d_{max} - D$
- **Нижнее отклонение размера** (EI — для отверстия, ei — для вала) — алгебраическая разность между наименьшим предельным и номинальным размерами: $EI = D_{min} - D$, $ei = d_{min} - D$.





D – номинальный диаметр отверстия

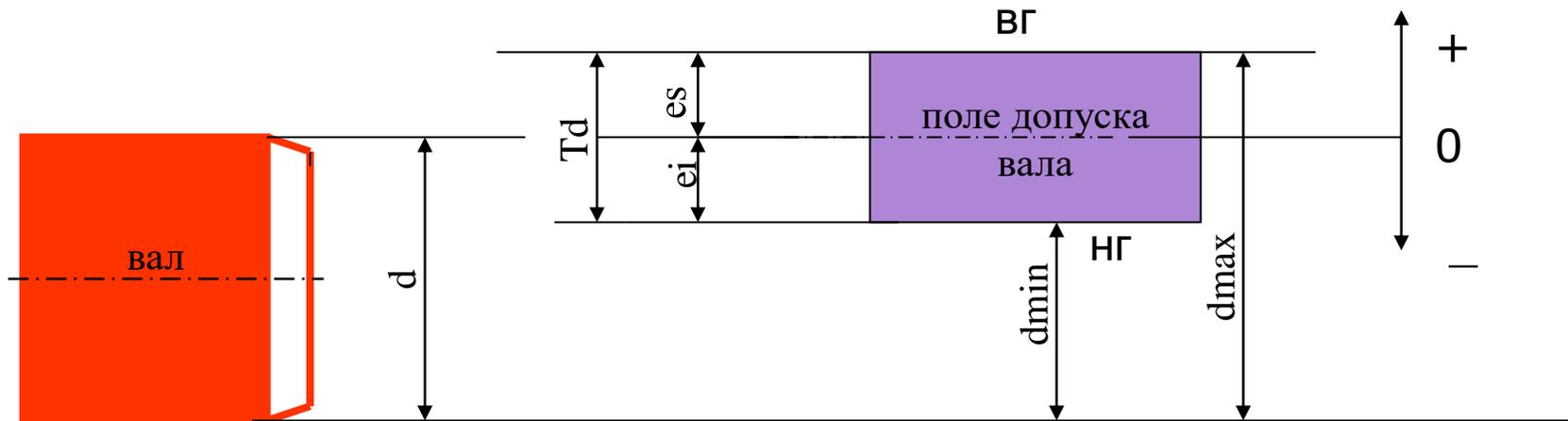
ES – верхнее предельное отклонение отверстия

EI – нижнее предельное отклонение отверстия

TD – допуск отверстия

D_{max} – наибольший предельный диаметр отверстия

D_{min} – наименьший предельный диаметр отверстия



d – номинальный диаметр вала

es – верхнее предельное отклонение вала

ei – нижнее предельное отклонение вала

Td – допуск вала

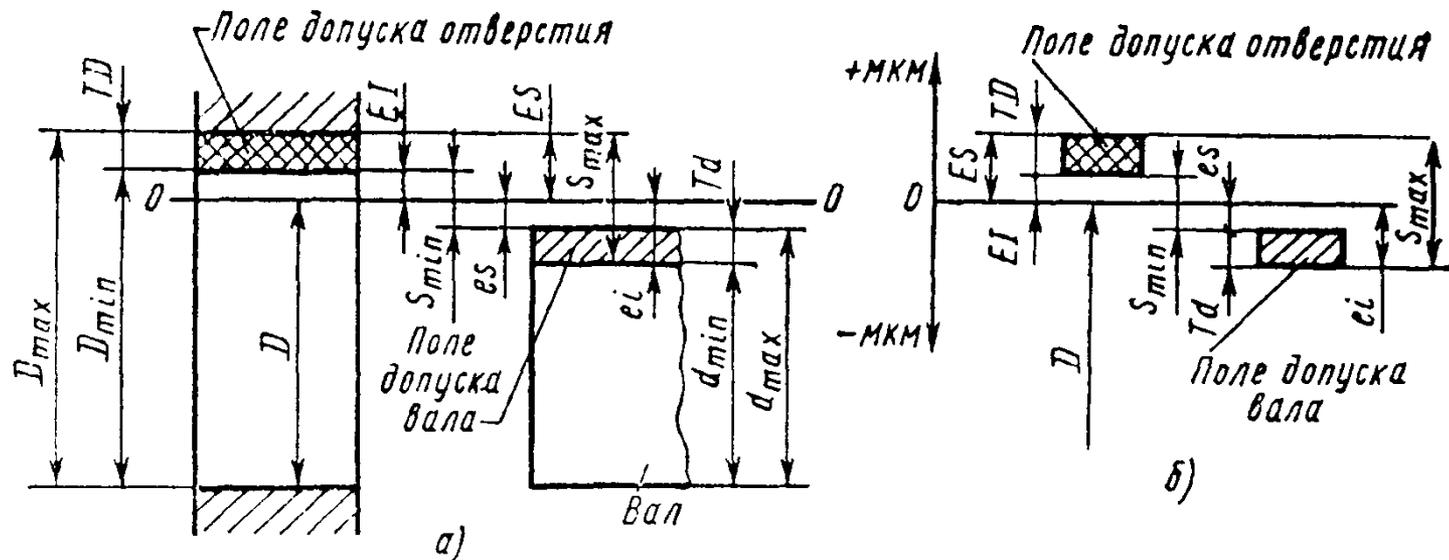
d_{max} – наибольший предельный диаметр вала

d_{min} – наименьший предельный диаметр вала

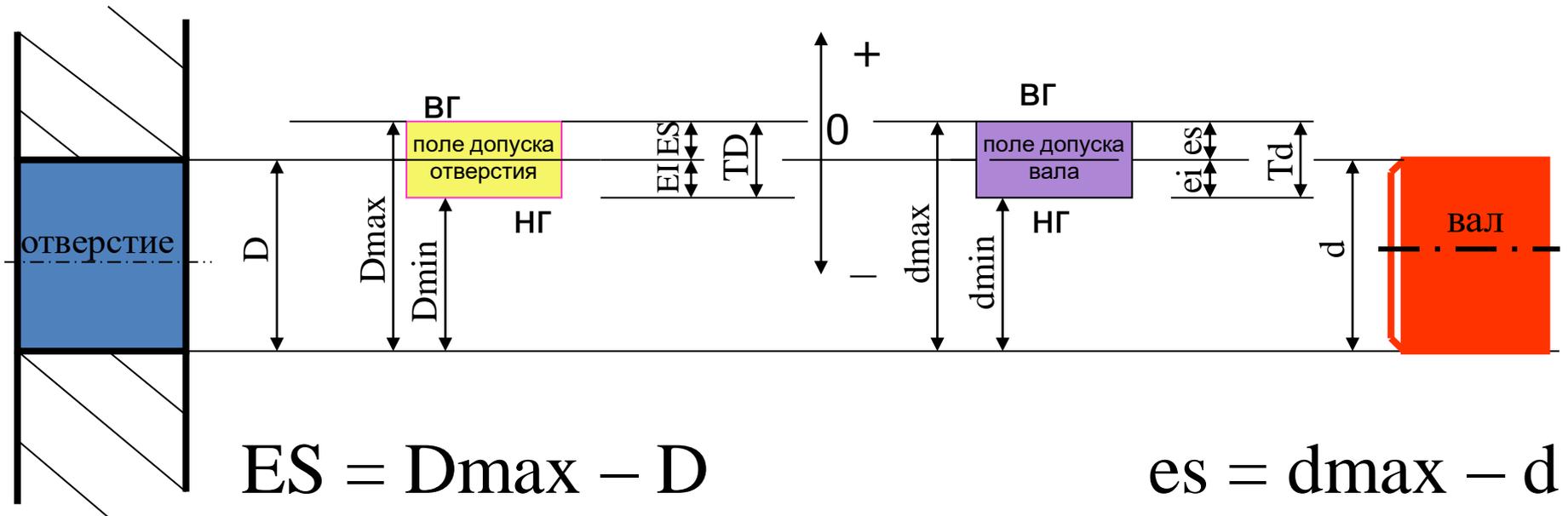
Размеры деталей

Разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами или абсолютное значение алгебраической разности между верхним и нижним отклонениями называется **допуском** на размер. Допуск обозначают буквой T , тогда для отверстия — TD , для вала — Td : ($TD = D_{max} - D_{min}$, $Td = d_{max} - d_{min}$).

Поле допуска — поле, ограниченное верхним и нижним отклонениями



Номинальные и предельные размеры вала и отверстия.



$$ES = D_{max} - D$$

$$EI = D_{min} - D$$

$$TD = D_{max} - D_{min}$$

$$es = d_{max} - d$$

$$ei = d_{min} - d$$

$$Td = d_{max} - d_{min}$$

Посадки

Посадкой называют характер соединения деталей, определяемый разностью между размерами отверстия и вала.

Если размер отверстия больше размера вала, то их разность называется **зазором**. Зазор обозначается буквой S , тогда $S = D - d$.

Если размер отверстия меньше размера вала, то их разность называется **натягом**. Натяг обозначается буквой N , тогда $N = d - D$.

Зазор может быть выражен как натяг, только со знаком минус ($S = -N$), а натяг — как зазор со знаком минус ($N = -S$).

В зависимости от взаимного расположения полей допусков отверстия и вала посадка может быть с зазором, с натягом или переходной, при которой возможно получение как зазора, так и натяга.

Посадки

➤ **Посадка с зазором** характеризуется наибольшим, наименьшим и средним зазором, которые определяются по формулам:

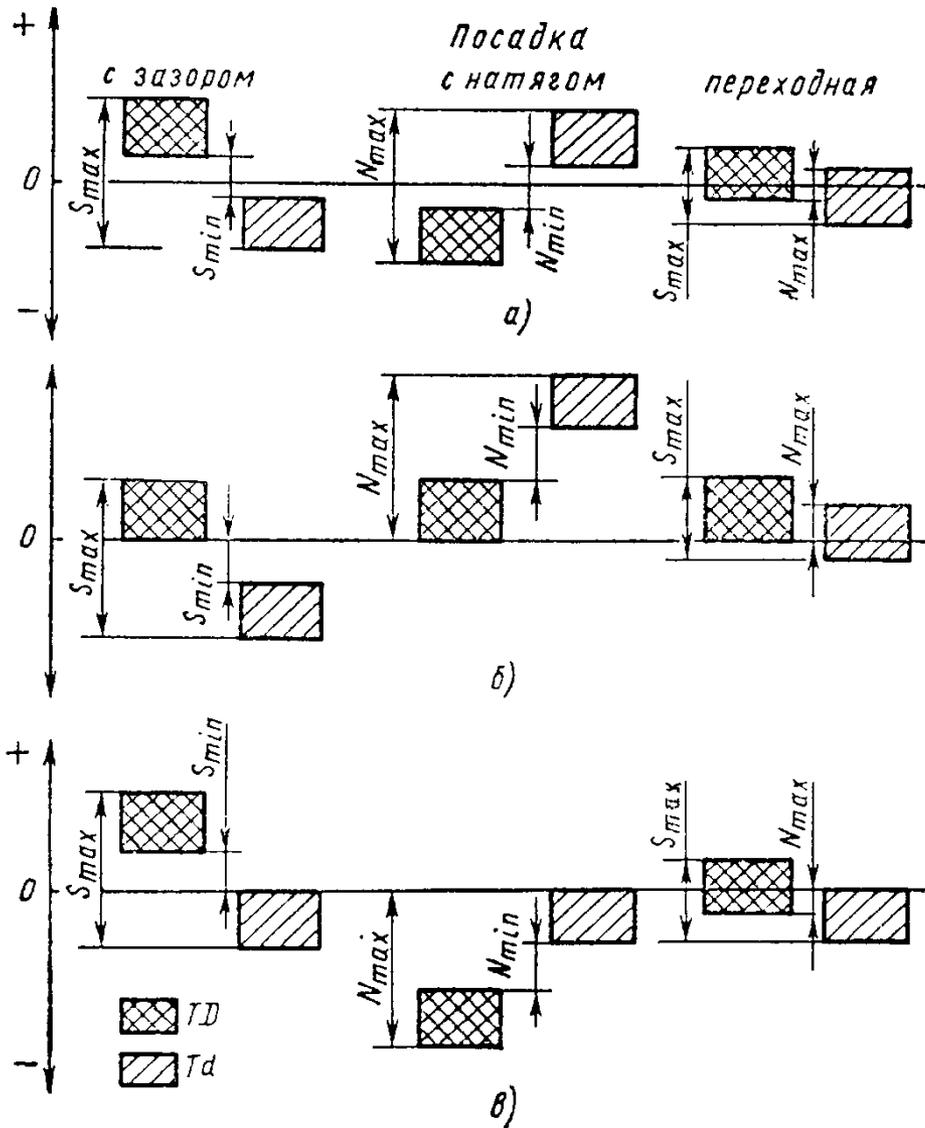
$$S_{max} = D_{max} - d_{min} = ES - ei, S_{min} = D_{min} - d_{max} = EI - es, S_{cp} = (S_{max} - S_{min})/2.$$

➤ **Посадка с натягом** характеризуется: наибольшим, наименьшим и средним натягом, которые определяются по формулам:

$$N_{max} = d_{max} - D_{min} = es - EI; N_{min} = d_{min} - D_{max} = ei - ES; N = (N_{max} - N_{min})/2.$$

➤ **Переходная посадка** характеризуется наибольшим зазором и натягом. В переходной посадке поля допусков отверстия и вала перекрываются частично или полностью.

Посадки



Допуск посадки — разность между наибольшим и наименьшим допускаемыми зазорами (допуск зазора TS в посадках с зазором) или наибольшим и наименьшим допускаемыми натягами (допуск натяга TN в посадках с натягом), в переходных посадках допуск посадки — сумма наибольшего натяга и наибольшего зазора, взятых по абсолютному значению:

$$TS = S_{max} - S_{min}; \quad TN = N_{max} - N_{min};$$

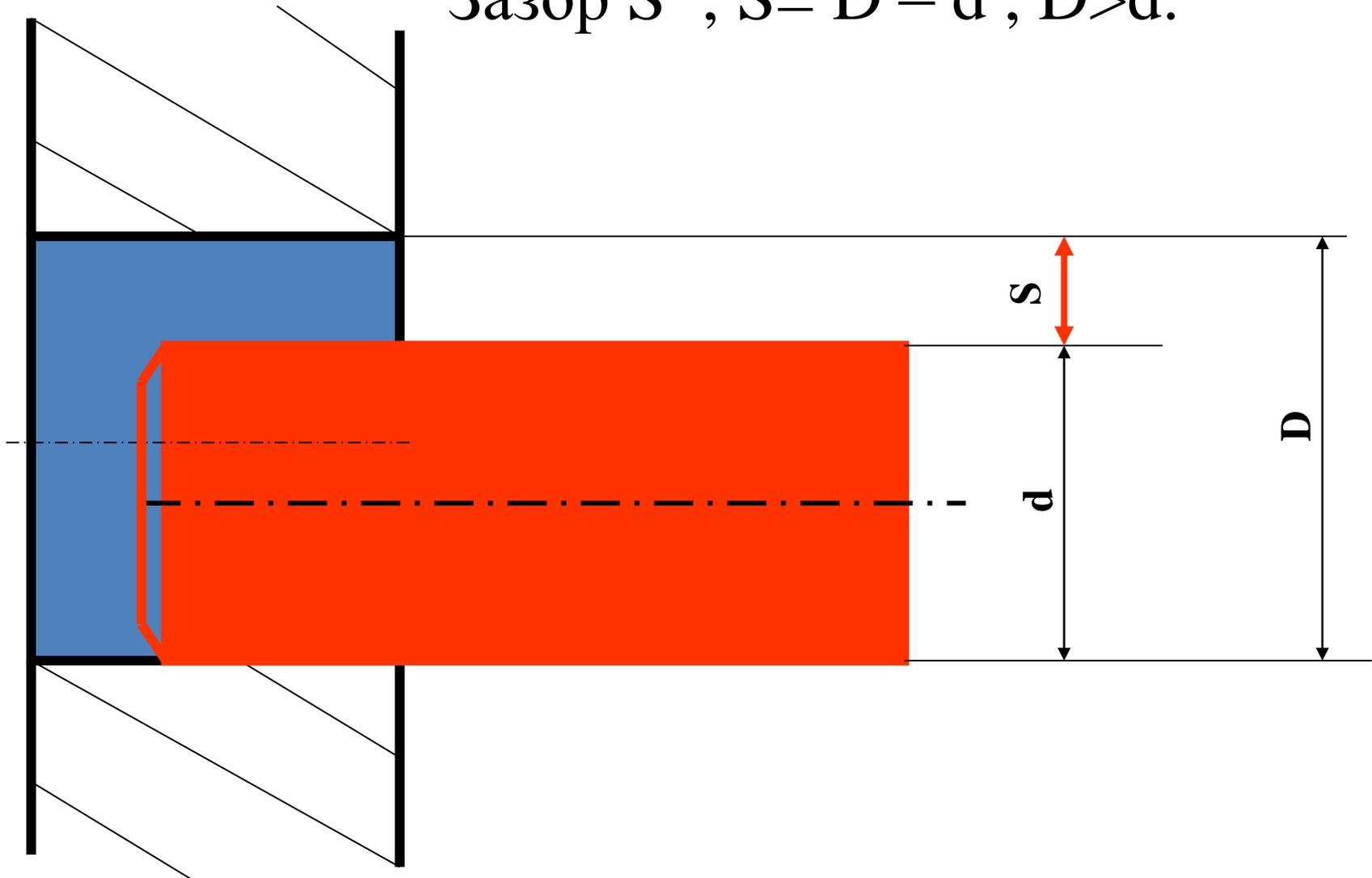
$$Tn = N_{max} + S_{max}$$

или

$$TS = TD + Td; \quad TN = TD + Td; \quad Tn = TD + Td + Td.$$

Понятие зазора.

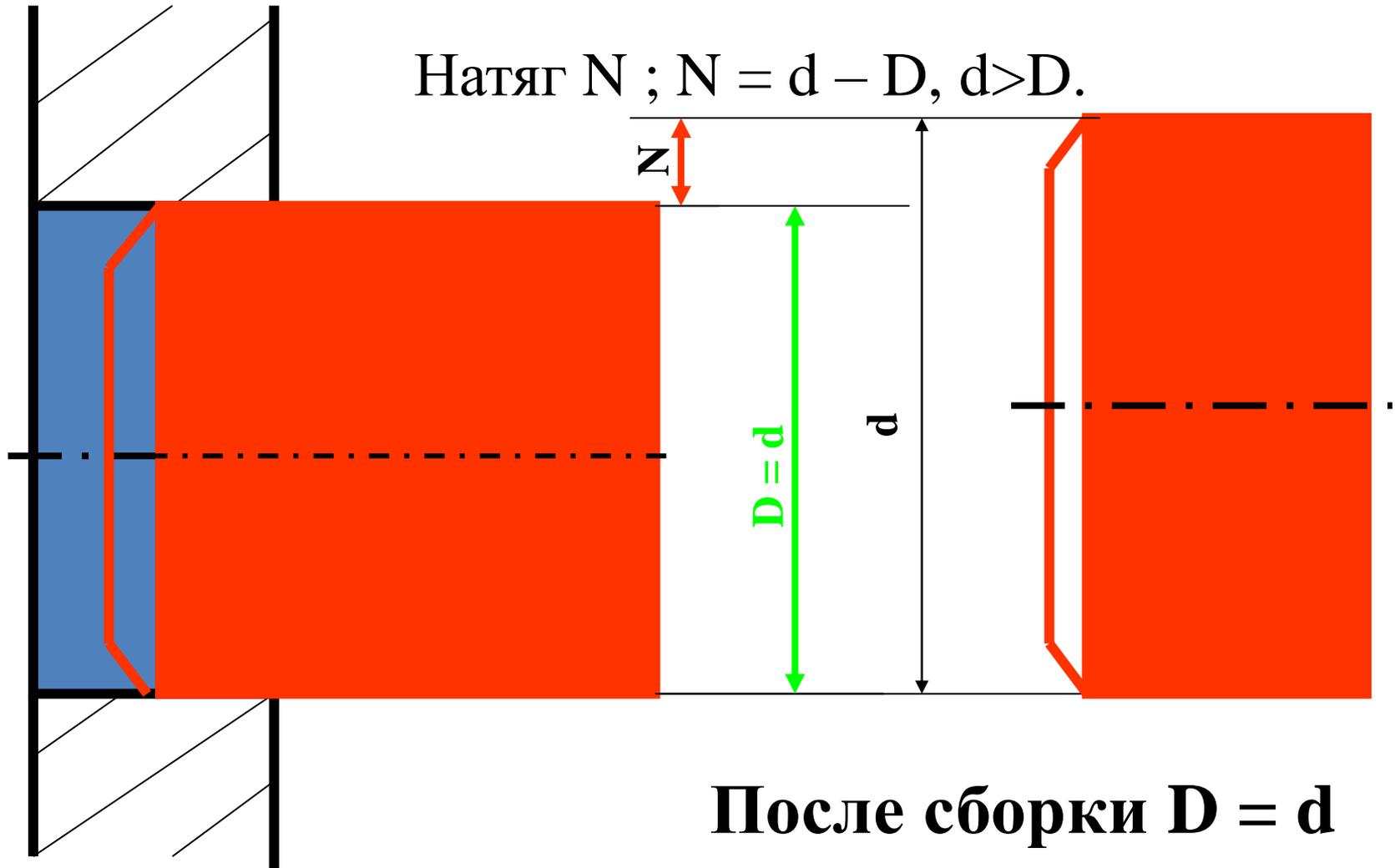
Зазор S ; $S = D - d$, $D > d$.



Понятие натяга.

До сборки.

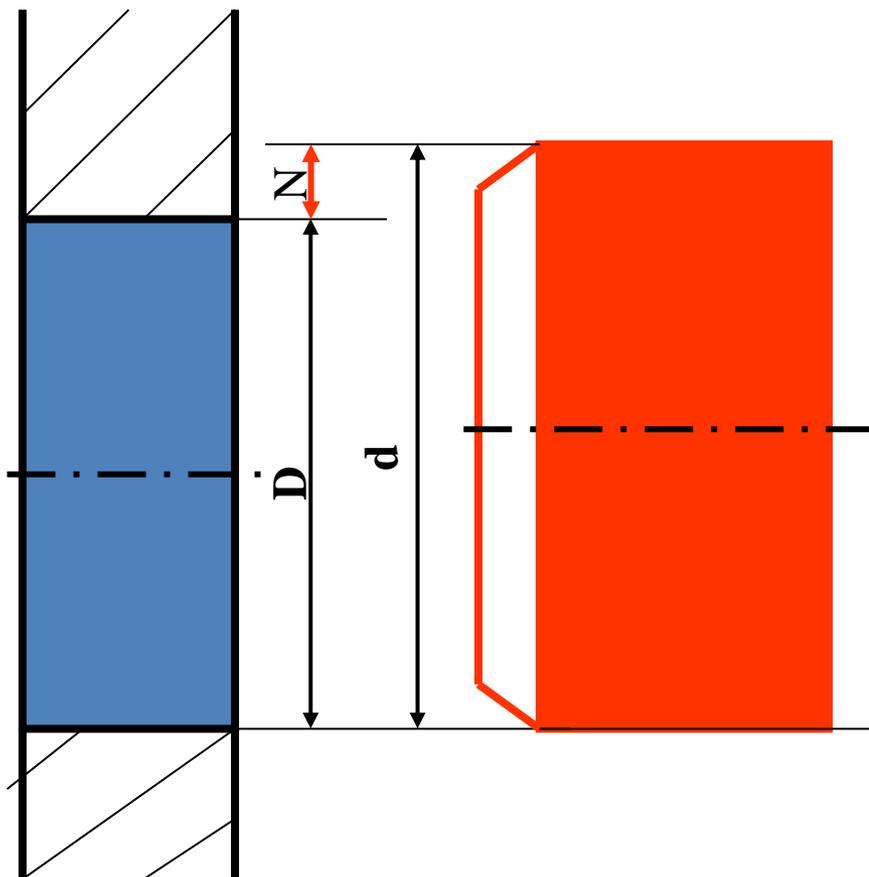
Натяг N ; $N = d - D$, $d > D$.



Понятие натяга

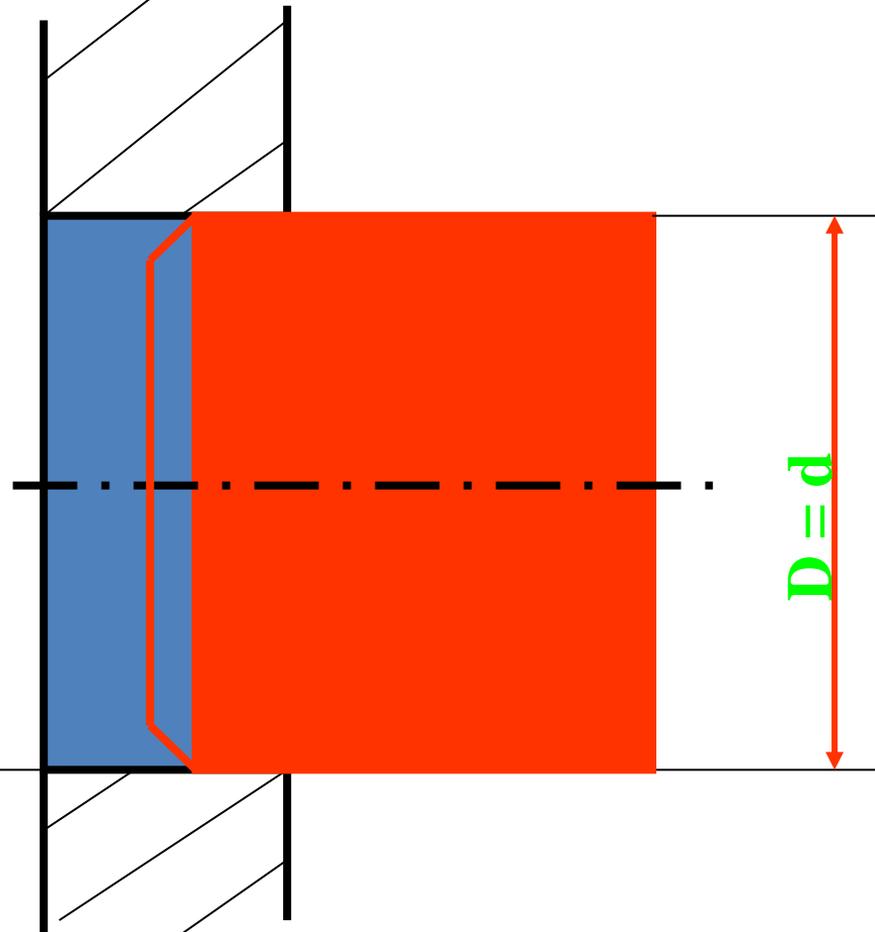
До сборки:

$$d > D$$



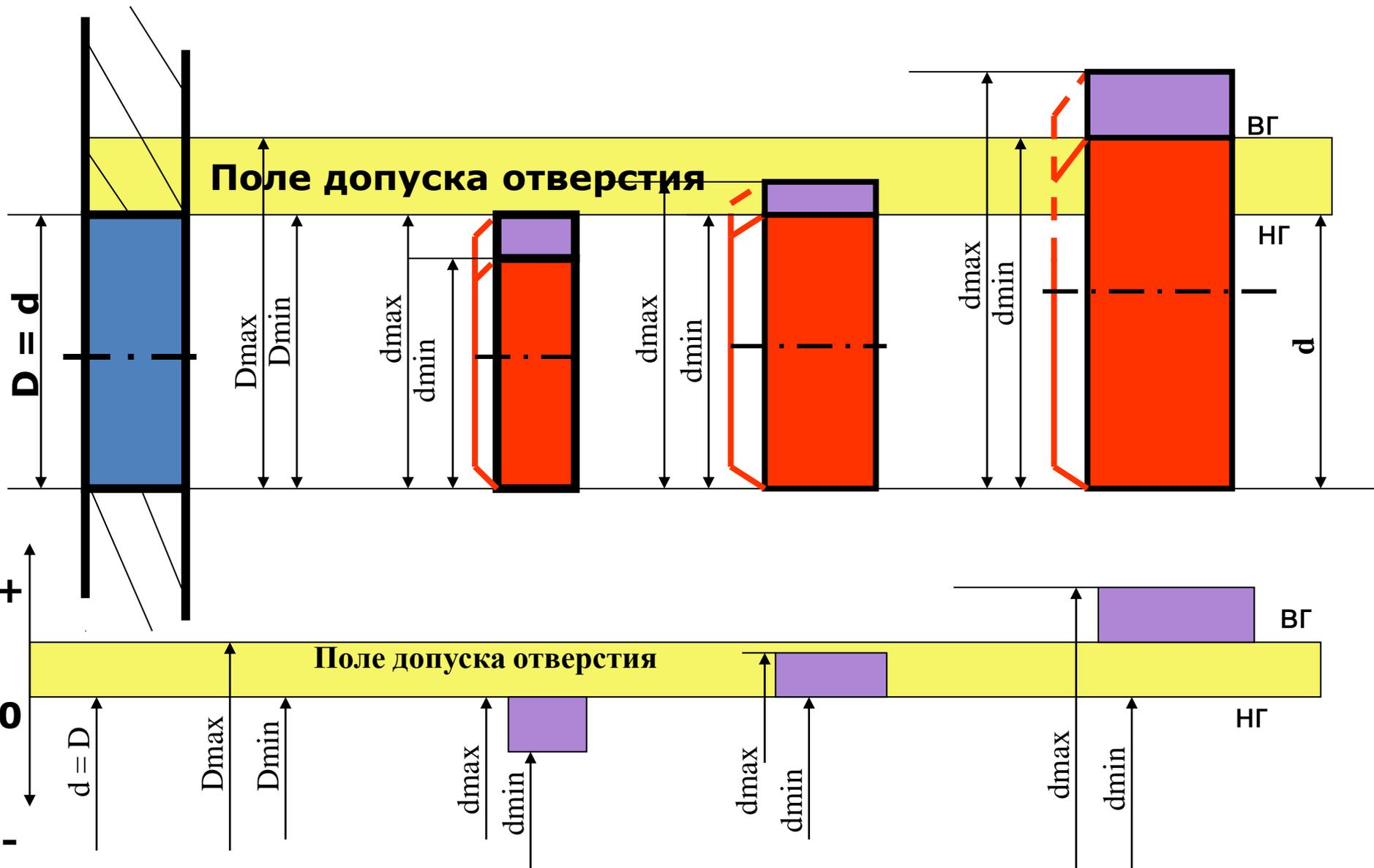
После сборки

$$D = d$$

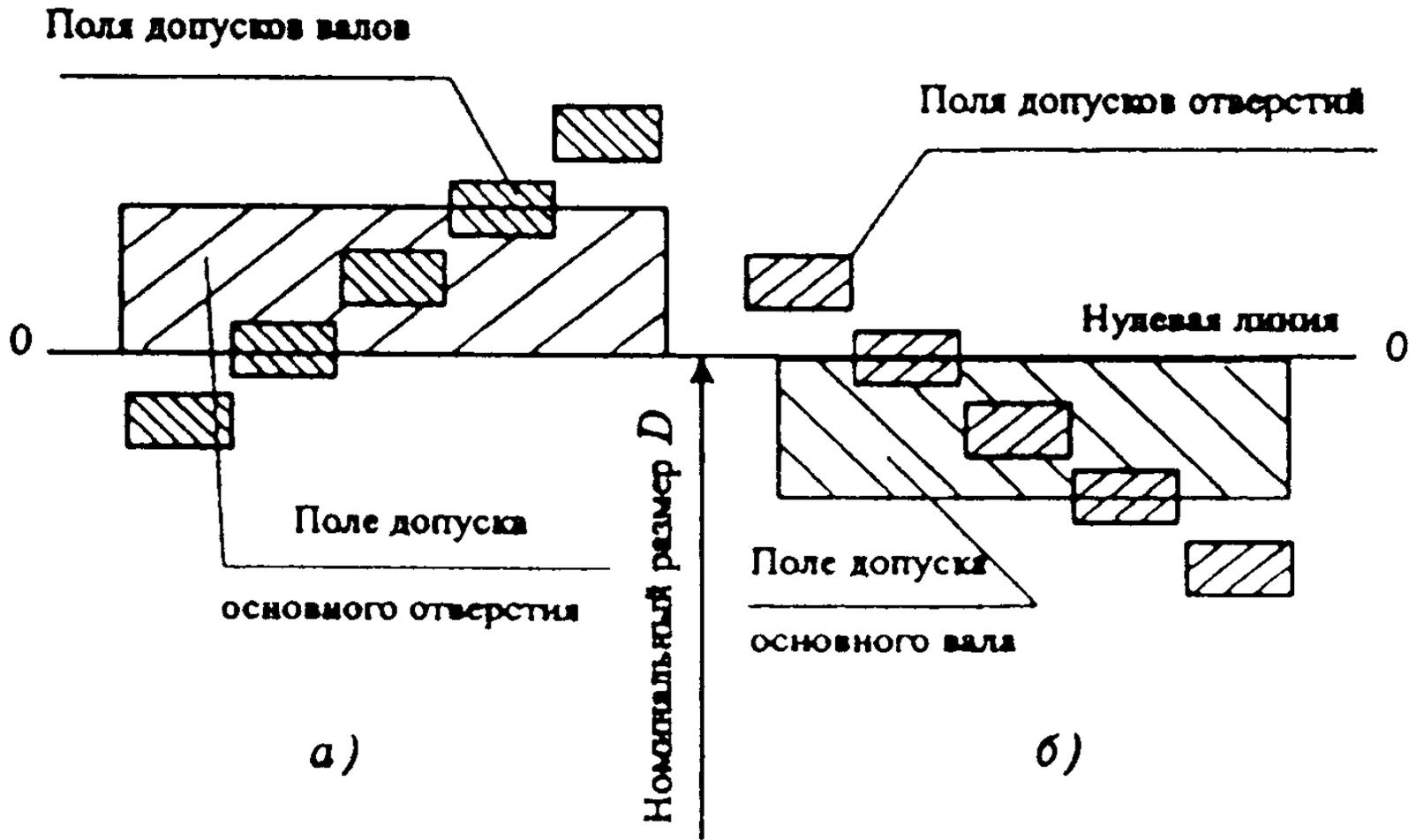


Система отверстия

 - поля допуска вала



Поля допусков для посадок в системе отверстия (а) и в системе вала (б)



Системы допусков и посадок

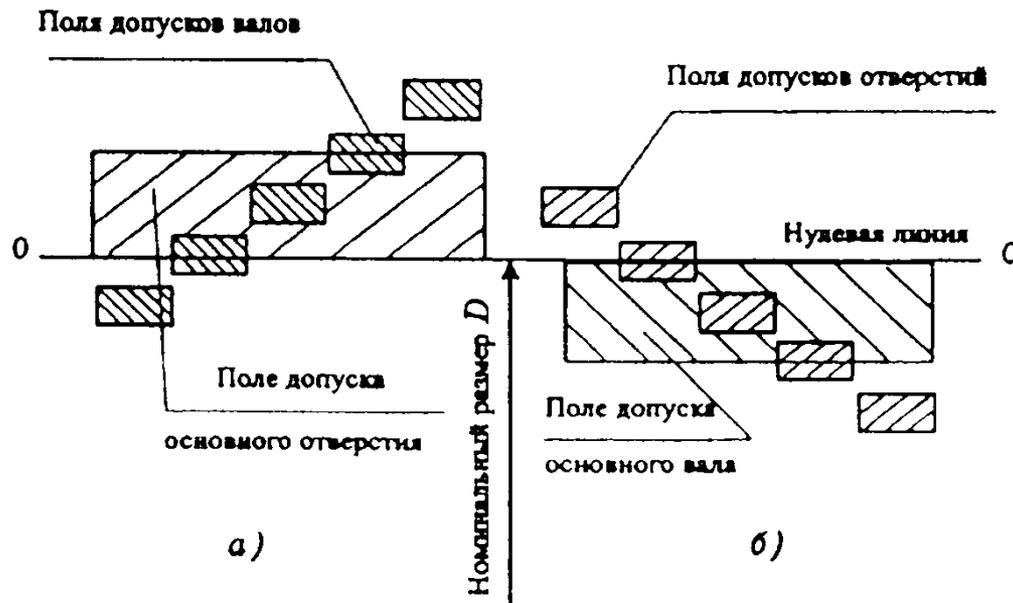
Системой допусков и посадок называют совокупность рядов допусков и посадок, закономерно построенных на основе опыта, теоретических и экспериментальных исследований и оформленных в виде стандартов. Система предназначена для выбора минимально необходимых, но достаточных для практики вариантов допусков и посадок типовых соединений деталей машин.

Системы допусков и посадок

- ▶ охватывают определенные диапазоны размеров, которые для упрощения таблиц допусков разбивают на интервалы размеров;
- ▶ содержат единицы допусков, выражающие зависимость допуска от размера;
- ▶ содержат необходимое число квалитетов, в которых установлены допуски разной величины для одинаковых номинальных размеров;
- ▶ содержат необходимое разнообразие посадок двух рядов — в системе отверстия и в системе вала;
- ▶ являются предельными асимметричными системами, в которых точность размеров задана двумя предельными размерами, а поля допусков основного отверстия и основного вала расположены асимметрично относительно нулевой линии;
- ▶ имеют определенную температуру для проведения точных измерений, равную 20 °С.

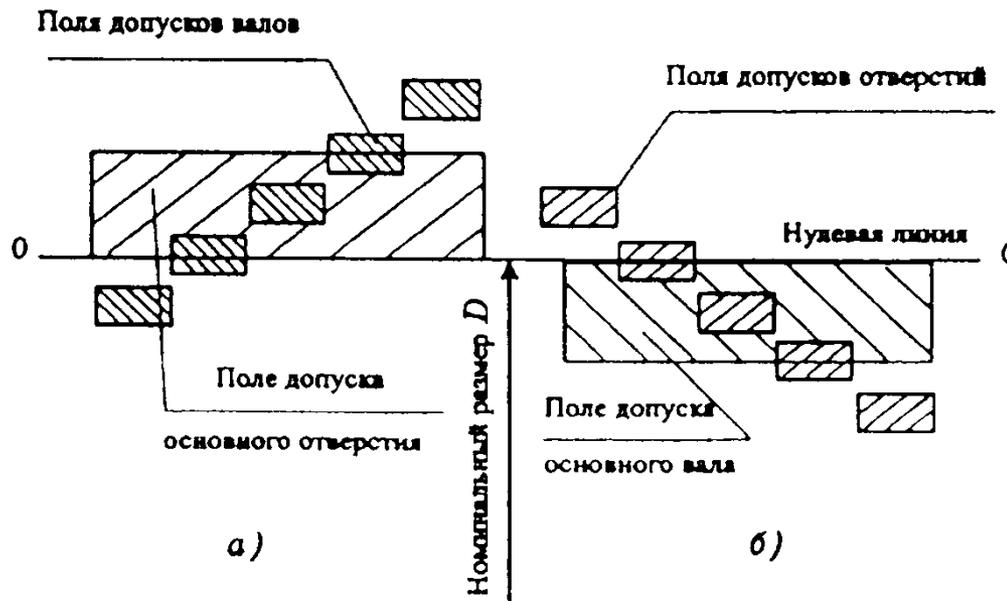
Системы допусков и посадок

Посадки в системе отверстия — посадки, в которых различные зазоры и натяги получаются соединением различных валов с основным отверстием обозначаемым **H**. Для всех посадок в системе отверстия нижнее отклонение отверстия $EI = 0$, т.е. нижняя граница поля допуска основного отверстия всегда совпадает с нулевой линией, верхнее отклонение ES всегда положительное и равно цифровому значению допуска, т.е. $TD = ES - EI = ES - 0 = ES$. Поле допуска основного отверстия откладывают вверх, т.е. в материал детали.



Системы допусков и посадок

Посадки в системе вала — посадки, в которых различные зазоры и натяги получаются соединением различных отверстий с основным валом (рис. 2.4,б), который обозначают h . Для всех посадок в системе вала верхнее отклонение основного вала $es = 0$, т.е. верхняя граница поля допуска вала всегда совпадает с нулевой линией, нижнее отклонение отрицательное и равно цифровому значению допуска по модулю, т.е. допуск основного вала, как и все допуски, положительный ($Td = es - ei = 0 - (-ei) = |ei|$).



Системы допусков и посадок

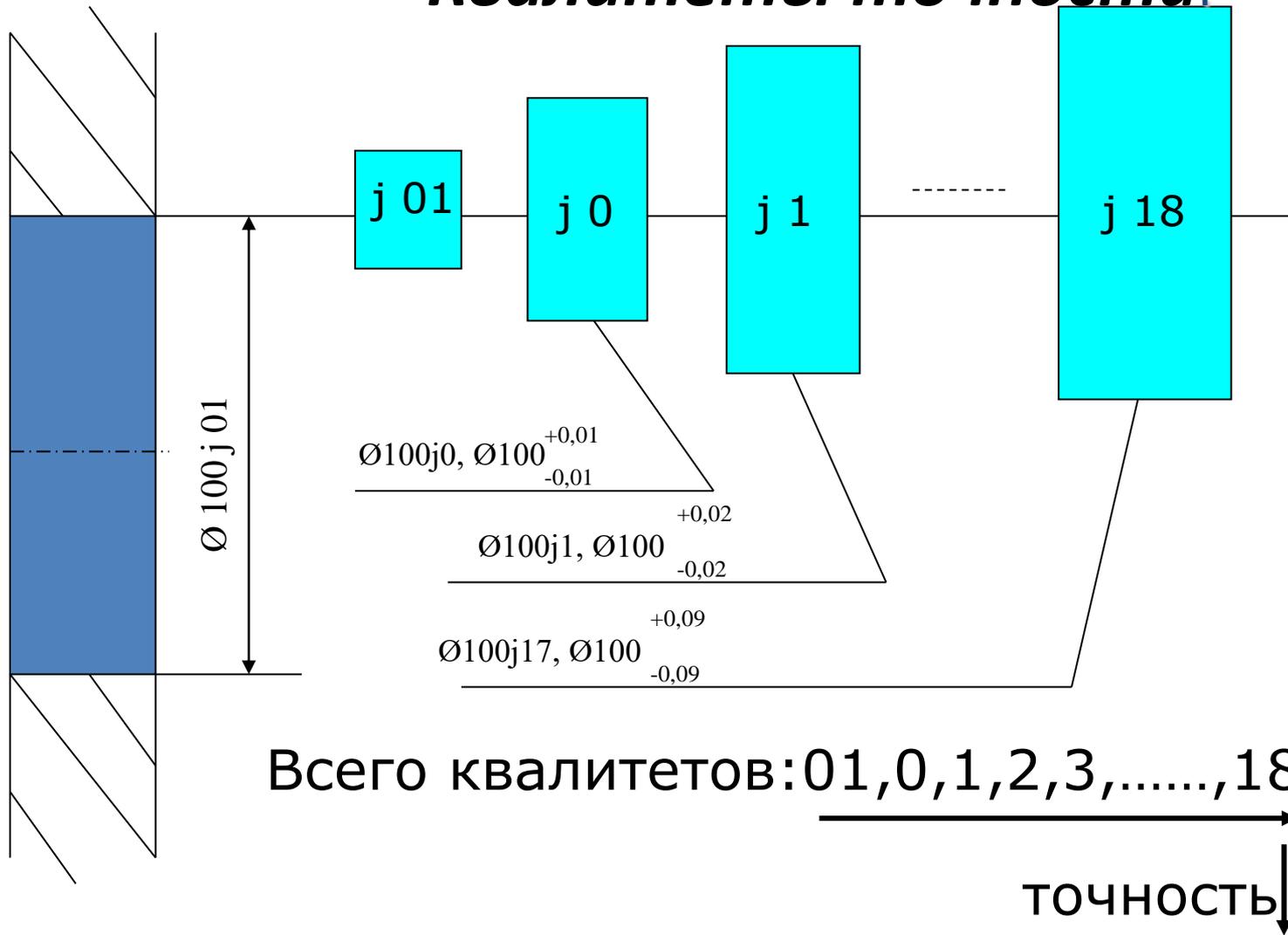
В системе ЕСП установлены допуски и посадки для размеров

- менее 1 мм и до 500 мм,
- свыше 500 до 3150 мм,
- свыше 3150 до 10000 мм.

Квалитет — это совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных размеров. Порядковый номер квалитета возрастает с увеличением допуска: 01; 0; 1; 2;...; 17, 18. Допуск по квалитету обозначается через *IT* с порядковым номером, например *IT 14*.

Для построения рядов допусков каждый из диапазонов размеров, в свою очередь, разделен на несколько интервалов. Для номинальных размеров от 1 до 500 мм установлено 13 интервалов: до 3 мм, свыше 3 до 6 мм, свыше 6 до 10 мм, ..., свыше 400 до 500 мм.

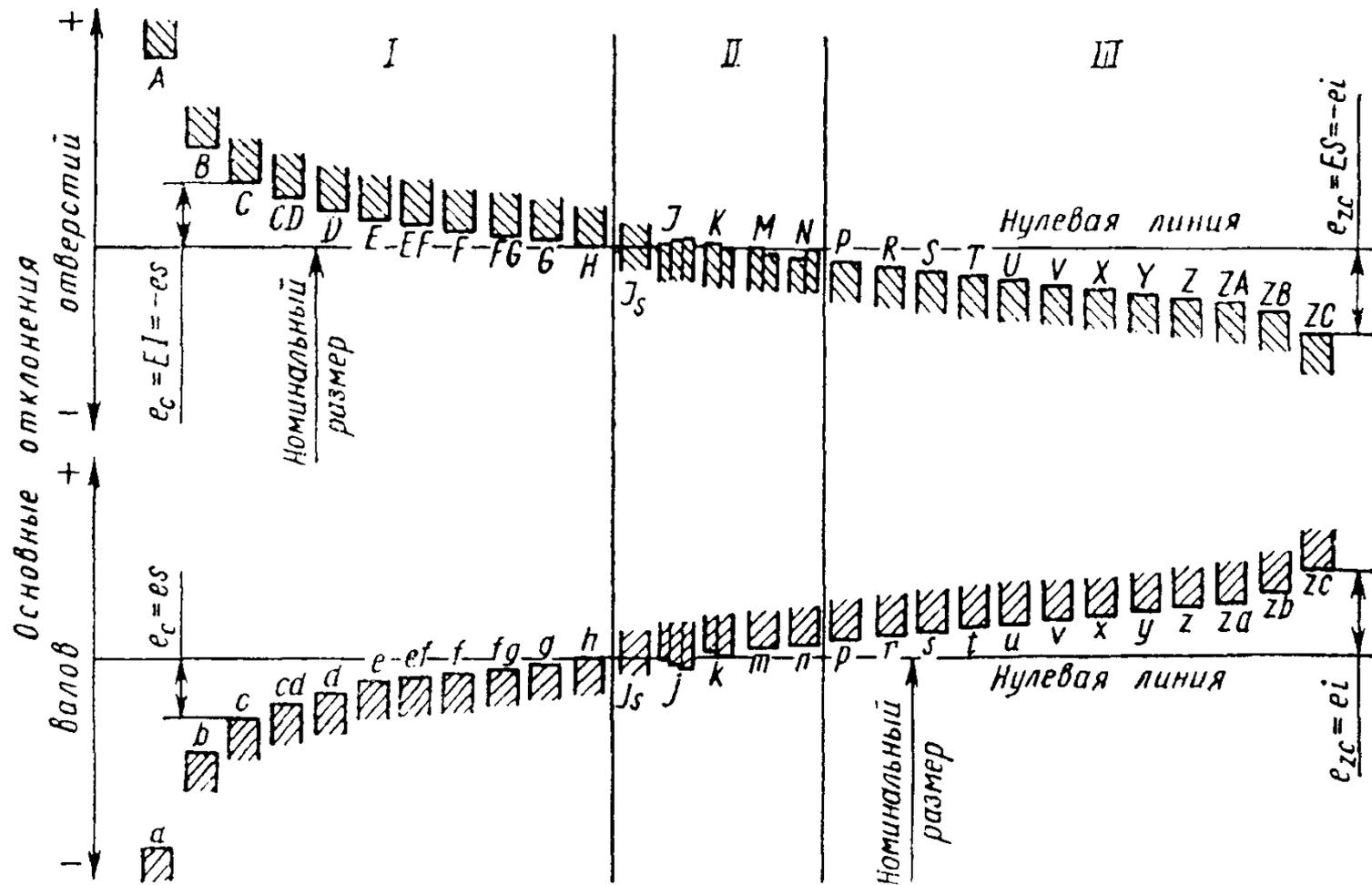
Квалитеты точности.



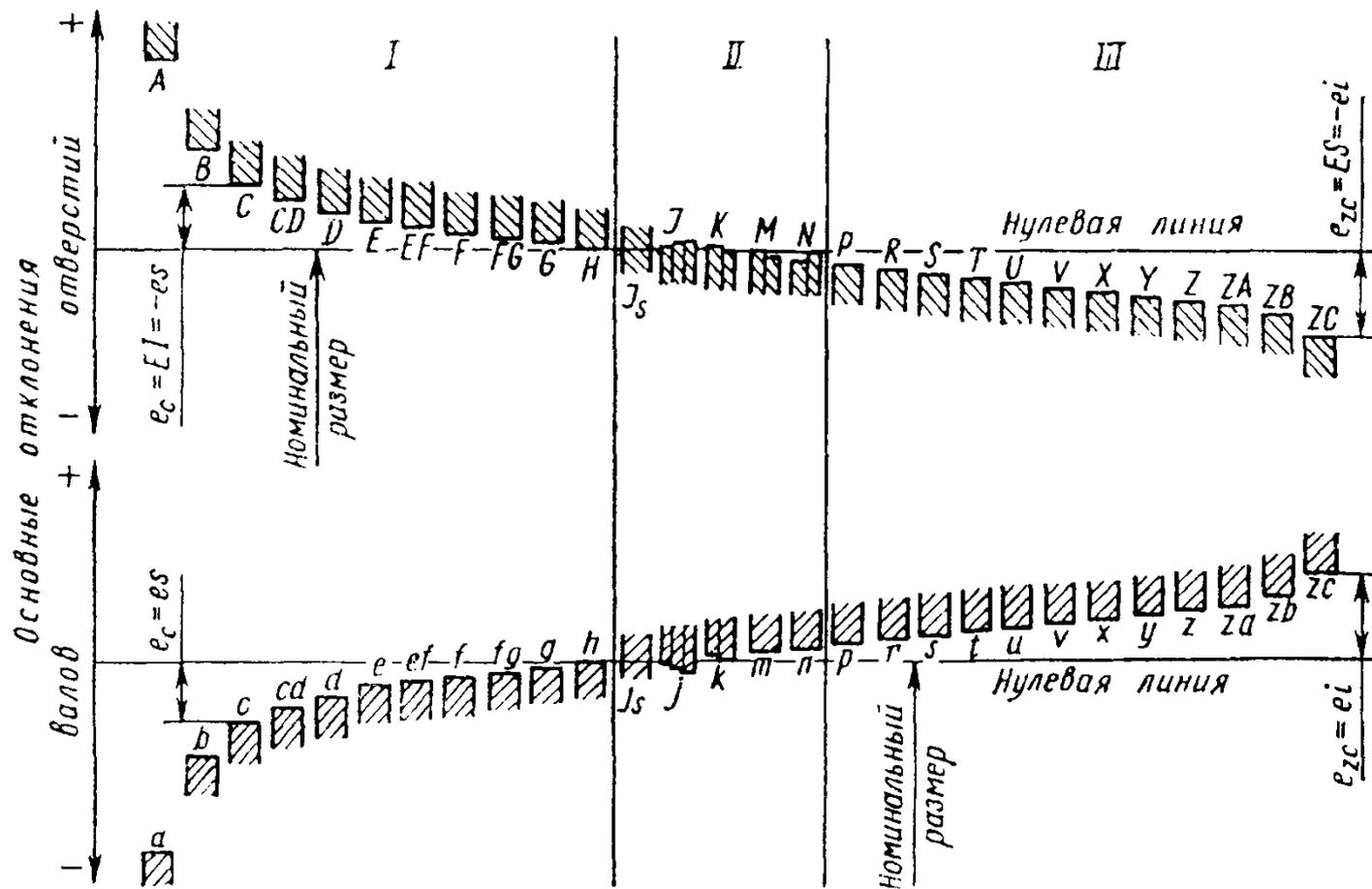
Квалитет – это совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных размеров.

Значения допусков для размеров до 500 мм (ГОСТ 25346-82)

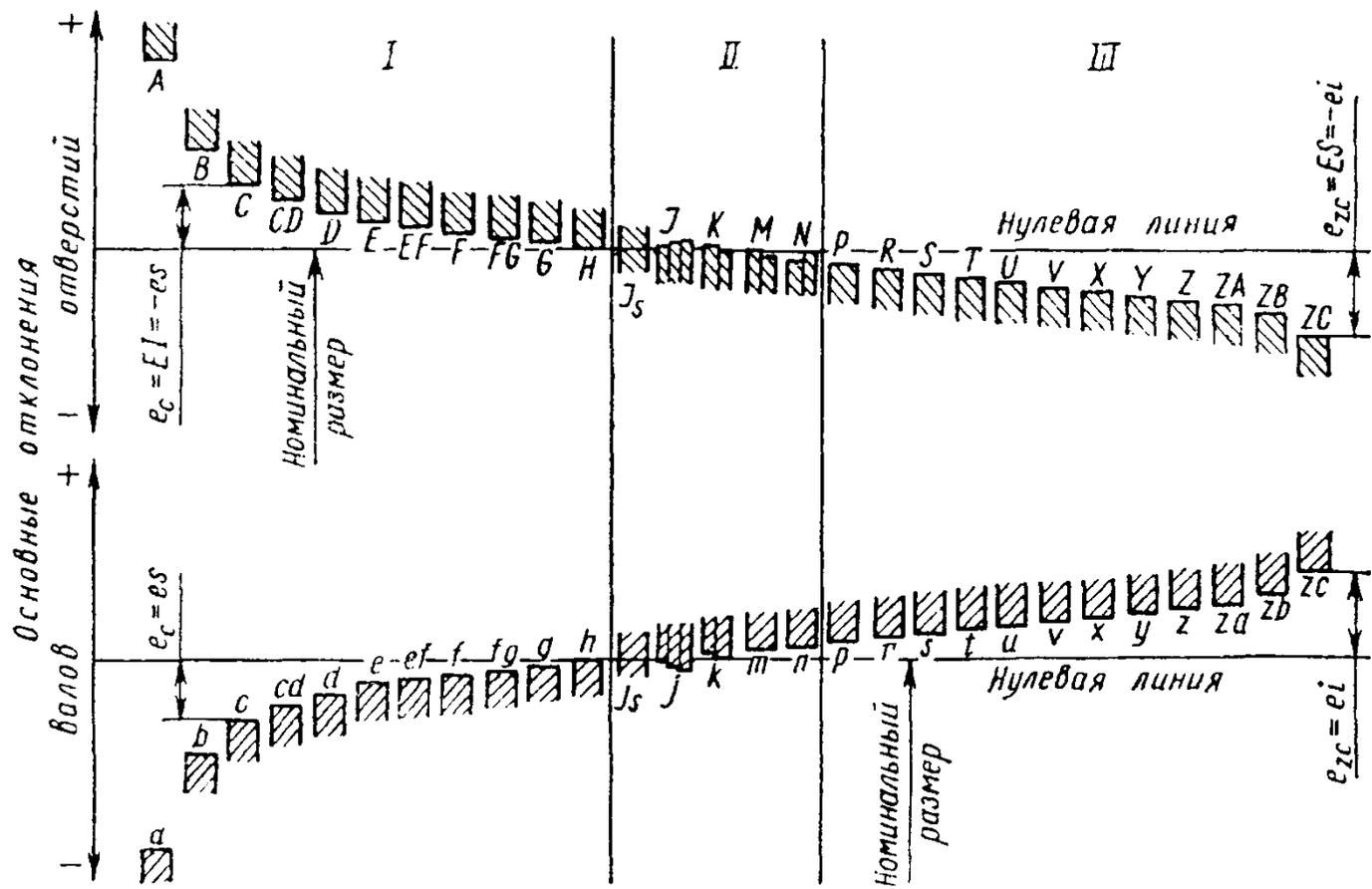
Номинальный размер, мм	Квалитеты									
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Допуск, IT, мкм									
До 3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250
Св. 3 до 6	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300
Св. 6 до 10	6	8	15	22	36	58	90	150	220	360
Св. 10 до 18	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430
Св. 18 до 30	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520
Св. 30 до 50	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620
Св. 50 до 80	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740
Св. 80 до 120	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870
Св. 120 до 180	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000
Св. 180 до 250	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150
Св. 250 до 315	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300
Св. 315 до 400	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400
Св. 400 до 500	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550



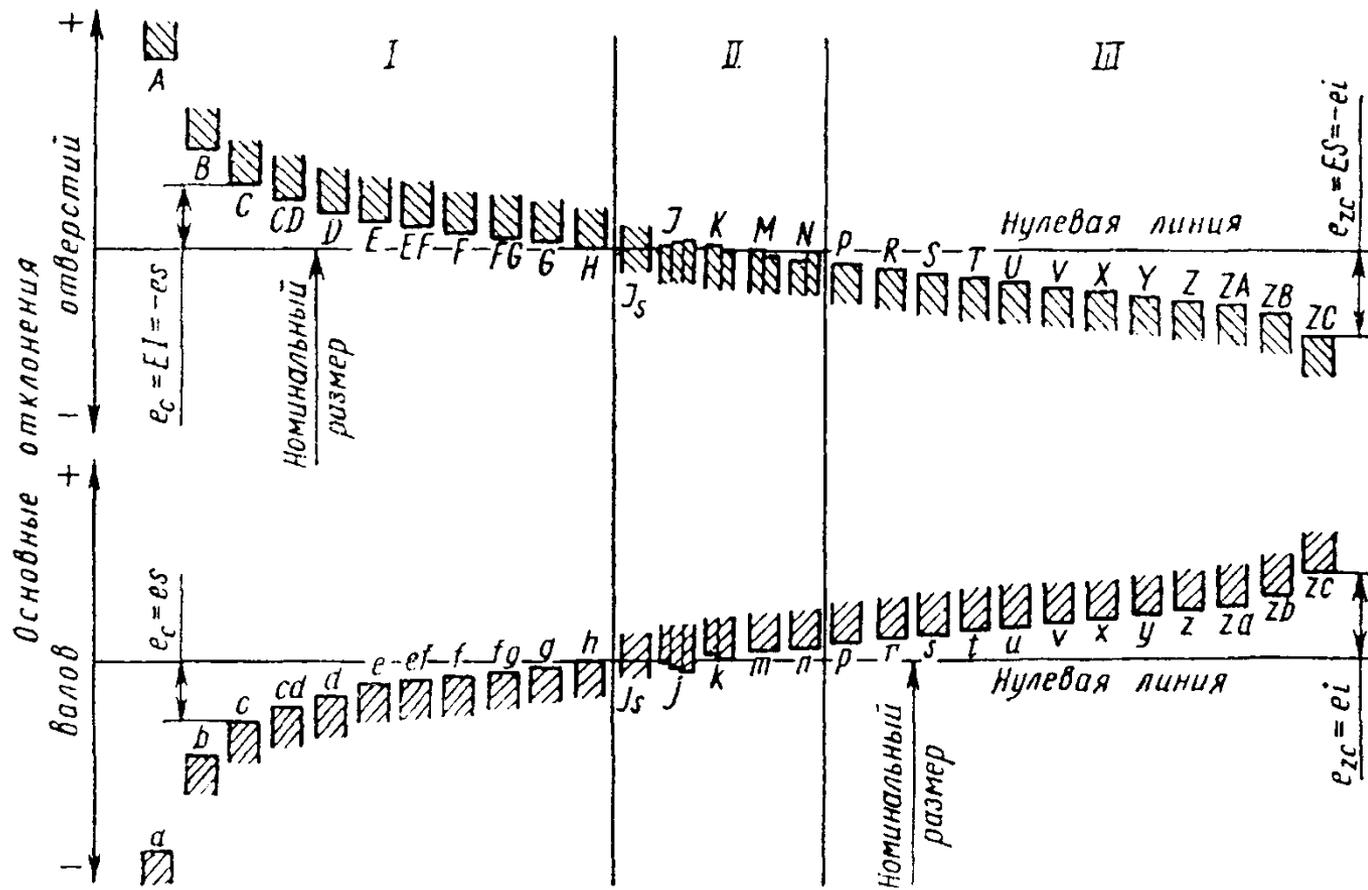
Положение поля допуска относительно нулевой линии (номинального размера) определяется основным отклонением. Для образования посадок с различными зазорами и натягами для размеров до **500 мм** предусмотрено **28 вариантов** основных отклонений валов и отверстий.



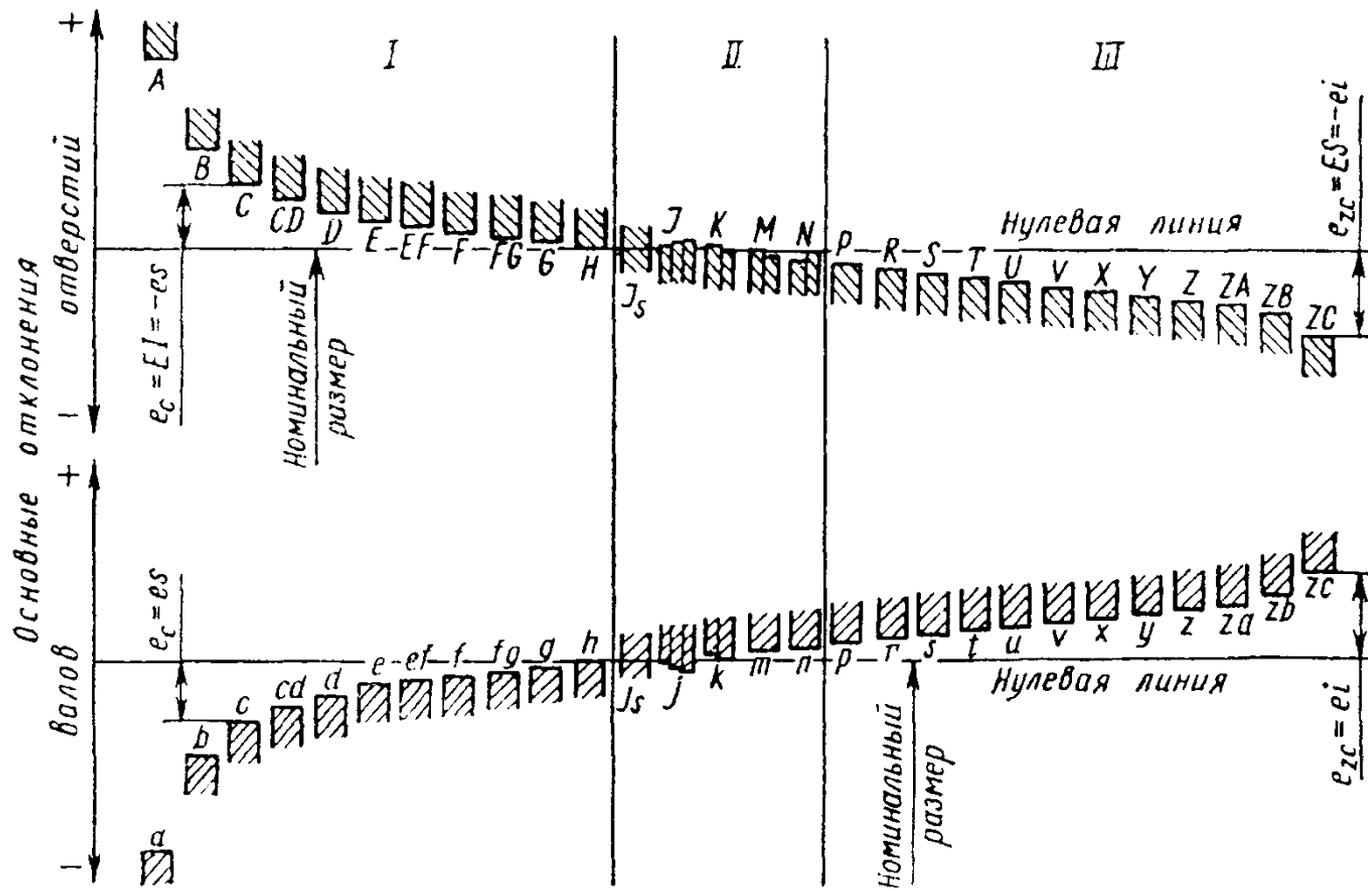
Основное отклонение — это расстояние от ближней границы поля допуска до нулевой линии. Основные отклонения обозначают одной или двумя прописными буквами латинского алфавита (A, B, C, CD и т.д.) для отверстий для всех квалитетов. Исключение составляют основные отклонения отверстий J, K, M, N и валов j и k, которые при одинаковых номинальных размерах в разных квалитетах имеют разные значения.



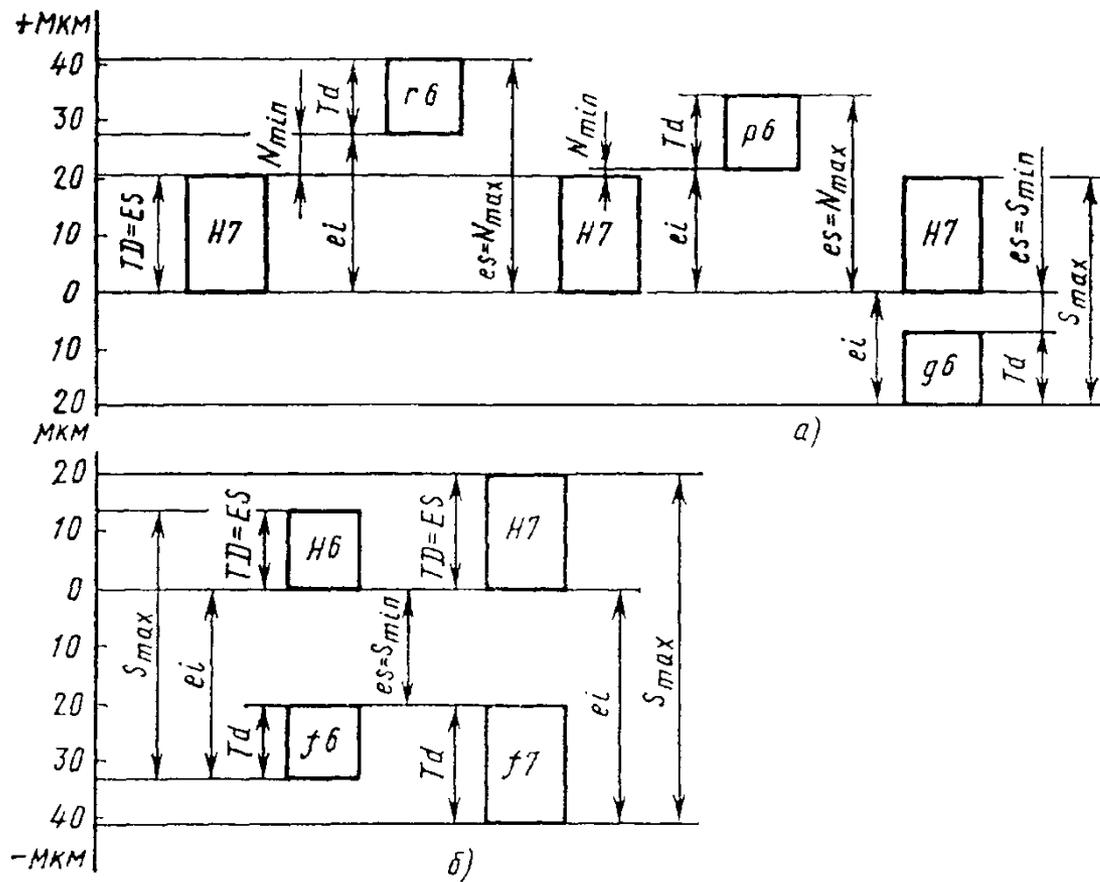
Все поля допусков (кроме J_s и j_s , которые расположены симметрично относительно нулевой линии) ограничены горизонтальными линиями только с одной стороны: с нижней, если поле допуска расположено выше нулевой линии, или верхней, если оно расположено ниже нулевой линии. Это объясняется тем, что при одном и том же номинальном размере для всех квалитетов допуск имеет различные значения, а основные отклонения не изменяются.



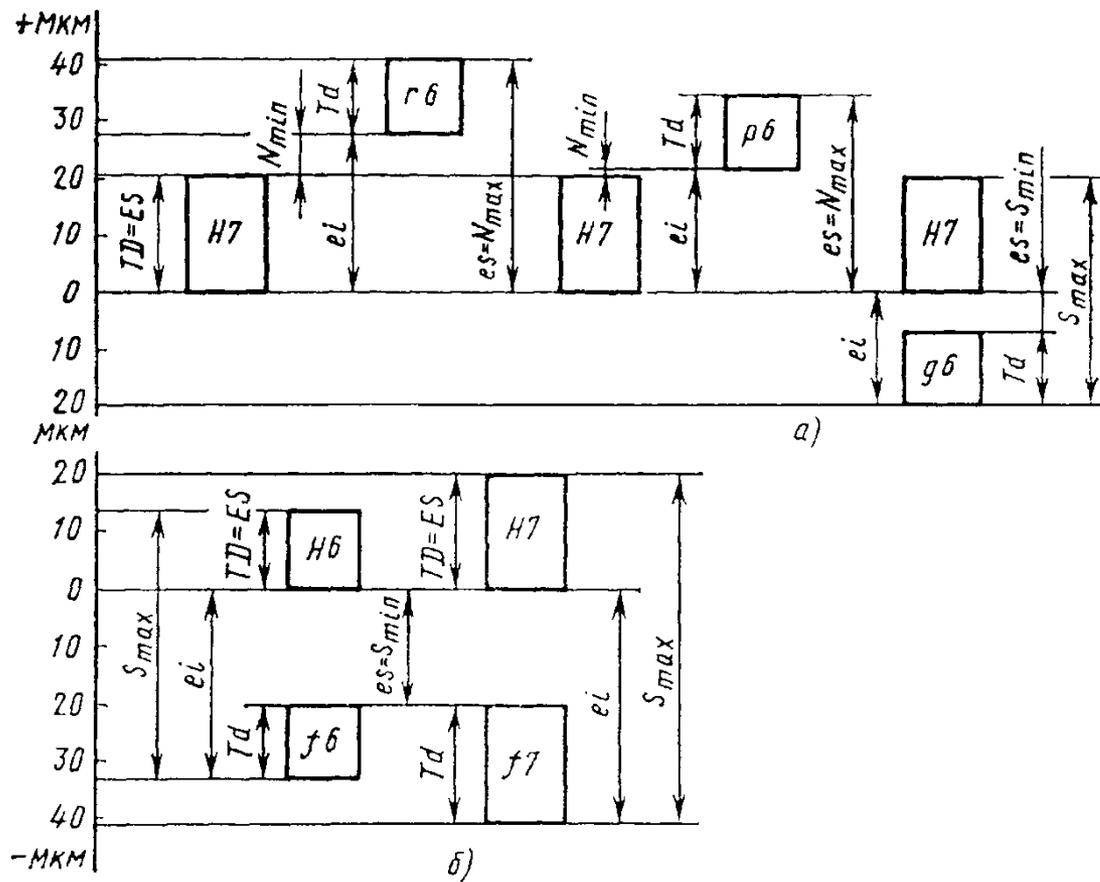
Основные отклонения обозначают буквой H, основной вал — h. Отклонения A–H (a–h) предназначены для образования полей допусков в посадках с зазором; отклонения J_s, \dots, N (j_s, \dots, n) — переходных посадках, отклонения P, ..., ZC (p, ..., zc) — в посадках с натягом.



Каждая буква обозначает ряд основных отклонений, значение которых зависит от номинального размера. Основные отклонения отверстий построены так, чтобы обеспечить посадки в системе вала, аналогичные посадки в системе отверстия. Они равны по абсолютному значению и противоположны по знаку основным отклонениям валов, обозначаемых той же буквой.



Поля допусков образуют сочетанием одного из основных отклонений с допуском по одному из квалитетов. Например, обозначения r6, p6, g6 обозначают, что на схеме показаны поля допусков валов квалитета 6 с основными отклонениями r, p и g; обозначение H7 соответствует полю допуска отверстия квалитета 7 (IT7) с основным отклонением H; EF8 — поле допуска отверстия IT8 с основным отклонением EF.



Допуск определяет точность деталей, а величина и знак основного отклонения — характер соединения, следовательно, сочетая различные поля допусков, можно получить любую необходимую посадку.

Независимо от способа записи в числителе дроби или на первом месте строки помещают условное обозначение поля допуска отверстия, а в знаменателе или на втором месте строки — условное обозначение поля допуска вала. Это правило является общим для обозначения посадок в системе отверстия и в системе вала. Если основное отклонение вала обозначено символом основного вала — буквой h , то посадка выполнена в системе вала. Например, посадки **F7/h7** и **F6/h6** относятся к системе вала. Таким образом, условные обозначения показывают принятую систему посадок, намеченные квалитеты, основные отклонения и характер соединения, а также дают представление об относительной величине зазоров и натягов.

Предельные отклонения отверстий

Поля допусков	Номинальные размеры, мм										
	св. 3 до 6	св. 6 до 10	св.10 до 18	св.18 до 30	св.30 до 50	св.50 до 80	св. 80 до 120	св.120 до 180	св.180 до 250	св.250 до 315	св.315 до 400
	Предельные отклонения отверстий, мкм										
Основные отверстия											
H5	+5 0	+6 0	+8 0	+9 0	+11 0	+13 0	+15 0	+18 0	+20 0	+23 0	+25 0
H6	+8 0	+9 0	+11 0	+13 0	+16 0	+19 0	+22 0	+25 0	+29 0	+32 0	+36 0
H7	+12 0	+15 0	+18 0	+21 0	+25 0	+30 0	+35 0	+40 0	+46 0	+52 0	+57 0
H8	+18 0	+22 0	+27 0	+33 0	+39 0	+46 0	+54 0	+63 0	+72 0	+81 0	+89 0
H9	+30 0	+36 0	+43 0	+52 0	+62 0	+74 0	+87 0	+100 0	+115 0	+130 0	+140 0
H11	+75 0	+90 0	+110 0	+130 0	+160 0	+190 0	+220 0	+250 0	+290 0	+320 0	+360 0
H12	+120 0	+150 0	+180 0	+210 0	+250 0	+300 0	+350 0	+400 0	+460 0	+520 0	+570 0
H14	+300 0	+360 0	+430 0	+520 0	+620 0	+740 0	+870 0	+1000 0	+1150 0	+1300 0	+1400 0
H15	+480 0	+580 0	+700 0	+840 0	+1000 0	+1200 0	+1400 0	+1600 0	+1850 0	+2100 0	+2300 0
F7	+22 +10	+28 +13	+34 +16	+41 +20	+50 +25	+60 +30	+71 +36	+83 +43	+96 +50	+108 +56	+119 +62
F8	+28 +10	+35 +13	+43 +16	+53 +20	+64 +25	+76 +30	+90 +36	+106 +43	+122 +50	+137 +56	+151 +62
F9	+40 +10	+49 +13	+59 +16	+72 +20	+87 +25	+104 +30	+123 +36	+143 +43	+165 +50	+186 +56	+202 +62
G7	+16 +4	+20 +5	+14 +6	+28 +7	+34 +9	+40 +10	+47 +12	+54 +14	+61 +15	+69 +17	+75 +18
J6	+5 -3	+5 -4	+6 -5	+8 -5	+10 -6	+13 -6	+16 -6	+18 -7	+22 -7	+25 -7	+29 -7

Предельные отклонения отверстий

J7	+6 -6	+8 -7	+10 -8	+12 -9	+14 -11	+18 -12	+22 -13	+26 -14	+30 -16	+36 -16	+39 -18
J _s 6	+4,0 -4,0	+4,5 -4,5	+5,5 -5,5	+6,5 -6,5	+8,0 -8,0	+9,5 -9,5	+11,0 -11,0	+12,5 -12,5	+14,5 -14,5	+16,0 -16,0	+18,0 -18,0
J _s 7	+6 -6	+7 -7	+9 -9	+10 -10	+12 -12	+15 -15	+17 -17	+20 -20	+23 -23	+26 -26	+28 -28
J _s 8	+9 -9	+11 -11	+13 -13	+16 -16	+19 -19	+23 -23	+27 -27	+31 -31	+36 -36	+40 -40	+44 -44
J _s 9	+15 -15	+18 -18	+21 -24	+26 -26	+31 -31	+37 -37	+43 -43	+50 -50	+57 -57	+65 -65	+70 -70
K6	+2 -6	+2 -7	+2 -9	+2 -11	+3 -13	+4 -15	+4 -18	+4 -21	+5 -24	+5 -27	+7 -29
K7	+3 -9	+5 -10	+6 -12	+6 -15	+7 -18	+9 -21	+10 -25	+12 -28	+13 -33	+16 -36	+17 -40
K8	+5 -13	+6 -16	+8 -19	+10 -23	+12 -27	+14 -32	+16 -38	+20 -43	+22 -50	+25 -56	+28 -61
M6	-1 -9	-3 -12	-4 -15	-4 -17	-4 -20	-5 -24	-6 -28	-8 -33	-8 -37	-9 -41	-10 -46
M7	0 -12	0 -15	0 -18	0 -21	0 -25	0 -30	0 -35	0 -40	0 -46	0 -52	0 -57
M8	+2 -16	+1 -21	+2 -25	+4 -29	+5 -34	+5 -41	+6 -48	+8 -55	+9 -63	+9 -72	+11 -78
N6	-5 -13	-7 -16	-9 -20	-11 -24	-12 -28	-14 -33	-16 -38	-20 -45	-22 -51	-25 -57	-26 -62
N7	-4 -16	-4 -19	-5 -23	-7 -28	-8 -33	-9 -39	-10 -45	-12 -52	-14 -60	-14 -66	-16 -73
N8	-2 -20	-3 -25	-3 -30	-3 -36	-3 -42	-4 -50	-4 -58	-4 -67	-5 -77	-5 -86	-5 -94
N9	0 -30	0 -36	0 -43	0 -52	0 -62	0 -74	0 -87	0 -100	0 -115	- -	- -
P7	-8 -20	-9 -27	-11 -29	-14 -35	-17 -42	-21 -51	-24 -59	-28 -68	-33 -79	-36 -88	-41 -98
P9	-12 -42	-15 -51	-18 -61	-22 -74	-26 -88	-32 -106	-37 -124	-43 -143	-50 -165	- -	- -

Предельные отклонения валов

Поля допусков	Номинальные размеры, мм										
	св. 3 до 6	св. 6 до 10	св.10 до 18	св.18 до 30	св.30 до 50	св.50 до 80	св. 80 до 120	св.120 до 180	св.180 до 250	св.250 до 315	св.315 до 400
	Предельные отклонения валов, мкм										
Основные валы											
h5	0 -5	0 -6	0 -8	0 -9	0 -11	0 -13	0 -15	0 -18	0 -20	0 -23	0 -25
h6	0 -8	0 -9	0 -11	0 -13	0 -16	0 -19	0 -22	0 -25	0 -29	0 -32	0 -36
h7	0 -12	0 -15	0 -18	0 -21	0 -25	0 -30	0 -35	0 -40	0 -46	0 -52	0 -57
h8	0 -18	0 -22	0 -27	0 -33	0 -39	0 -46	0 -54	0 -63	0 -72	0 -81	0 -89
h9	0 -30	0 -36	0 -43	0 -52	0 -62	0 -74	0 -87	0 -100	0 -115	0 -130	0 -140
h10	0 -48	0 -58	0 -70	0 -84	0 -100	0 -120	0 -140	0 -160	0 -185	0 -210	0 -230
h11	0 -75	0 -90	0 -110	0 -130	0 -160	0 -190	0 -220	0 -250	0 -290	0 -320	0 -360
h12	0 -120	0 -150	0 -180	0 -210	0 -250	0 -300	0 -350	0 -400	0 -460	0 -520	0 -570
h13	0 -180	0 -220	0 -270	0 -330	0 -390	0 -460	0 -540	0 -630	0 -720	0 -810	0 -890
h14	0 -300	0 -360	0 -430	0 -520	0 -620	0 -740	0 -870	0 -1000	0 -1150	0 -1300	0 -1400
d8	-30 -48	-40 -62	-50 -77	-65 -98	-80 -119	-100 -146	-120 -174	-145 -208	-170 -242	-190 -271	-210 -299
d9	-30 -60	-40 -76	-50 -93	-65 -117	-80 -142	-100 -174	-120 -207	-145 -245	-170 -285	-190 -320	-210 -350
d10	-30 -78	-40 -98	-50 -120	-65 -149	-80 -180	-100 -220	-120 -260	-145 -305	-170 -355	-190 -400	-210 -440
d11	-30 -105	-40 -130	-50 -160	-65 -195	-80 -240	-100 -290	-120 -340	-145 -395	-170 -460	-190 -510	-210 -570
e7	-20 -32	-25 -40	-32 -50	-40 -61	-50 -75	-60 -90	-72 -107	-85 -125	-100 -146	-110 -162	-125 -182
e8	-20 -38	-25 -47	-32 -59	-40 -73	-50 -89	-60 -106	-72 -126	-85 -148	-100 -172	-110 -191	-125 -214

Пределные отклонения валов

e9	-20 -50	-25 -61	-32 -75	-40 -92	-50 -112	-60 -134	-72 -159	-85 -185	-100 -215	-110 -240	-125 -265
f6	-10 -18	-13 -22	-16 -27	-20 -33	-25 -41	-30 -49	-36 -58	-43 -68	-50 -79	-56 -88	-62 -98
f7	-10 -22	-13 -28	-16 -34	-20 -41	-25 -50	-30 -60	-36 -71	-43 -83	-50 -96	-56 -108	-62 -119
f8	-10 -28	-13 -35	-16 -43	-20 -53	-25 -64	-30 -76	-36 -90	-43 -106	-50 -122	-56 -137	-62 -151
f9	-10 -40	-13 -49	-16 -59	-20 -72	-25 -87	-30 -104	-36 -123	-43 -143	-50 -165	-56 -186	-62 -202
g6	-4 -12	-5 -14	-6 -17	-7 -20	-9 -25	-10 -29	-12 -34	-14 -39	-15 -44	-17 -49	-18 -54
js6	+4,0 -4,0	+4,5 -4,5	+5,5 -5,5	+6,5 -6,5	+8,0 -8,0	+9,5 -9,5	+11,0 -11,0	+12,5 -12,5	+14,5 -14,5	+16,0 -16,0	+18,0 -18,0
js7	+6 -6	+7 -7	+9 -9	+10 -10	+12 -12	+15 -15	+17 -17	+20 -20	+23 -23	+26 -26	+28 -28
j6	+6 -2	+7 -2	+8 -3	+9 -4	+11 -5	+12 -7	+13 -9	+14 -11	+16 -13	+16 -13	+18 -18
j7	+8 -4	+10 -5	+12 -6	+13 -8	+15 -10	+18 -12	+20 -15	+22 -18	+25 -21	+26 -26	+29 -28
k5	+6 +1	+7 +1	+9 +1	+11 +2	+13 +2	+15 +2	+18 +3	+21 +3	+24 +4	+27 +4	+29 +4
k6	+9 +1	+10 +1	+12 +1	+15 +2	+18 +2	+21 +2	+25 +3	+28 +3	+33 +4	+36 +4	+40 +4
k7	+13 +1	+16 +1	+19 +1	+23 +2	+27 +2	+32 +3	+38 +3	+43 +3	+50 +4	+56 +4	+61 +4
m6	+12 +4	+15 +6	+18 +7	+21 +8	+25 +9	+30 +11	+35 +12	+40 +15	+46 +17	+52 +20	+57 21
m7	+16 +4	+21 +6	+25 +7	+29 +8	+34 +9	+41 +11	+48 +13	+55 +15	+63 +17	+72 +20	+78 +21
n6	+16 +8	+19 +10	+23 +12	+28 +15	+33 +17	+39 +20	+45 +23	+52 +27	+60 +31	+66 +34	+73 +37
n7	+20 +8	+25 +10	+30 +12	+36 +15	+42 +17	+50 +20	+58 +23	+67 +27	+77 +31	+86 +34	+94 +37
p6	+20 +12	+24 +15	+29 +18	+35 +22	+42 +26	+51 +32	+59 +37	+68 +43	+79 +50	+88 +56	+98 +62