

**ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ**

**ДОПУСКИ И ПОСАДКИ  
ГЛАДКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

**ДОПУСКИ ФОРМЫ И  
РАСПОЛОЖЕНИЯ  
ПОВЕРХНОСТЕЙ**

# Понятие о взаимозаменяемости и ее видах

- **Взаимозаменяемость** – это возможность сборки независимо изготовленных деталей в узел, а узлов в машину без дополнительных операций обработки и пригонки. При этом должна обеспечиваться нормальная работа механизма.
- Первоначально взаимозаменяемости добивались с целью быстрой замены вышедших из строя деталей новыми или отремонтированными. Это ускоряло, облегчало и удешевляло эксплуатацию и ремонт машин.
- С развитием крупносерийного и массового производства преимущества взаимозаменяемости стали шире использовать и при производстве машин. В настоящее время сборка большинства машин осуществляется на конвейере, а это возможно лишь при изготовлении взаимозаменяемых деталей.
- Каждый рабочий на конвейере выполняет комплекс закрепленных за ним сборочных работ за определенное время, после чего все машины перемещаются к очередным рабочим постам, а с последнего рабочего поста с конвейера сходит собранная машина. Эта согласованность может быть выдержана только при условии, что на сборку будут исключены операции подгонки, т.е. на сборку будут поступать взаимозаменяемые детали, узлы.

**ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОС  
ТЬ**

По классификационным признакам можно выделить несколько видов взаимозаменяемости.

- **Полная взаимозаменяемость** – это взаимозаменяемость, которая обеспечивает сборку независимо изготовленных с заданной точностью изделий, без дополнительной обработки, подбора, подгонки при соблюдении технологических требований к ним по всем показателям качества.
- **Неполная (ограниченная) взаимозаменяемость** – это взаимозаменяемость, для обеспечения которой могут быть использованы операции подбора, регулировки, подгонки, дополнительной обработки.
- **Внешняя взаимозаменяемость** – это взаимозаменяемость по присоединительным размерам и эксплуатационным параметрам.
- **Внутренняя взаимозаменяемость** – это взаимозаменяемость деталей, входящих в узел, или узлов, входящих в изделие.
- Примером всех видов взаимозаменяемости может служить подшипник качения, узел, который обладает полной внешней взаимозаменяемостью по наружному и внутреннему диаметру колец и неполной внутренней взаимозаменяемостью. Зазор, соответствующий точности подшипника между телами качения и кольцами, обеспечивается подбором тел качения.

- Главная цель взаимозаменяемости – обеспечение качества продукции и повышение производительности труда. Но качество не обеспечивается только точностью размера и геометрическими параметрами, поэтому более полным будет определение функциональной взаимозаменяемости.
- **Функциональная взаимозаменяемость** – это принцип конструирования, производства, эксплуатации и ремонта изделий, обеспечивающий не только сборку и замену при ремонте любых деталей и узлов, но и их экономически оптимальные служебные функции.
- Например, подшипник качения при замене должен обеспечить не только соединение по наружному и внутреннему кольцу, но и точность вращения, долговечность, грузоподъемность.
- Для функциональной взаимозаменяемости очень важно обеспечить взаимозаменяемость исходного сырья, материала, заготовок, однородность и стабильность механических, физических, химических и других свойств. Функциональная взаимозаменяемость начинается со стадии проектирования изделий.

## **Обеспечение взаимозаменяемости в машиностроении:**

1. применять и соблюдать стандарты;
2. грамотная разработка и оформление чертежей;
3. разработка обоснованной технологии производства деталей;
4. точность измерения и качество сырья и полуфабрикатов;
5. конструкция изделий, точность размеров и форм деталей должна отвечать современным требованиям.

# **Взаимозаменяемость и точность обработки.**

1. Точность изготовленной детали оценивают:
2. по точности размеров;
3. геометрической формы;
4. шероховатости поверхности;
5. взаимного расположения сопрягающихся поверхностей.

# Стандартизация и унификация, и их роль в развитии взаимозаменяемости.

- В наше время развитие и повышение уровня взаимозаменяемости немыслимо без стандартизации и унификации.
- **Стандартизация** – установление и применение правил с целью ускорения деятельности в определённой области на пользу и при участии всех заинтересованных сторон. ( Т.е упорядочение всех процессов и отношений, возникающее при решении повторяющихся задач).
- Основными задачами стандартизации являются:
  1. Определение единой системы показателей качества продукции.
  2. Установление единых систем документации, норм и требований, в области проектирования и производства изделий.
  3. Установление единых научно-технических терминов и обозначений, ед. измерений и т. д.
- Целями стандартизации являются :
  1. Улучшение качества продукции и обеспечение его оптимального уровня.
  2. Рациональное использование производственных фондов и экономия материальных ресурсов.
  3. Развитие международного экономического и технического сотрудничества

# Стандарты

- Нормативно техническим документом по стандартизации, устанавливающим комплекс норм правил и требований к объекту стандартизации является стандарт.
- Главный орган по стандартизации в стране – Государственный комитет по стандартам (Госстандарт).
- Существуют следующие категории стандартов:
  1. государственный (Гост)
  2. отраслевой (Ост)
  3. республиканский (Рст)
  4. Стандарты организаций или предприятий (СТО или СТП)
  5. Госты -обязательны во всех областях народного хозяйства.
  6. Осты -для всех предприятий и организаций данной отрасли, а также для предприятий и организаций других отраслей, применяющих продукцию этой отрасли.
  7. Рст –для всех предприятий и организаций республиканского местного подчинения данной республики.
  8. СТО(СТП)- устанавливает нормы, правила, требования имеющие применение в данной организации(данном предприятии).

# Унификация

- Унификация – приведение к единообразию ( к единой форме или системе).
- Унификация распространяется на детали, агрегаты, машины, приборы, имеющие конструктивное подобие и общность работы.
- В результате унификации группа близких конструкций заменяется одним оптимальным типоразмером. Унификация наиболее просто осуществить по изделиям с небольшим числом параметров, таких как болты гайки.
- Унификация даёт возможность организовать массовое производство на специализированных заводах с высокопроизводительным оборудованием, что обеспечивает высокое качество изделий и снижение их стоимости.

# **ДОПУСКИ И ПОСАДКИ ГЛАДКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

# Предельные отклонения и поля допусков

- **Номинальный размер (НР)** – размер который служит началом отсчёта отклонений и относительно которого определяются предельные размеры.
- Номинальный размер для деталей, составляющих соединение, является общим.
- Номинальный размер, определяющий величину детали, находят при помощи расчётов на прочность и жёсткость. Далее эту величину округляют до ближайшего большего нормального размера.
- В производстве невозможно выполнить абсолютно точно требуемый размер детали. Поэтому существует такое понятие как **действительный размер** – это размер установленный непосредственно измерением детали.
- Действительный размер в работающей машине будет отличаться от размера определённого в статическом состоянии. Т/к присутствует износ, остаточная деформация.
- Нулевая линия – линия, соответствующая номинальному размеру, от которой откладываются отклонения размеров при графическом изображении полей допусков и посадок.

- **Предельными размерами** – называется два предельно допускаемых размера, между которыми должен находиться действительный размер годной детали.
- Деталь считается годной и в том случае, если действительный размер равен предельному.
- Наибольшим предельным размером ( $D_{max}, d_{max}$ ) – называется больший из двух предельных, меньший из них наименьшим предельным размером. ( $D_{min}, d_{min}$ ).
- **Верхнее предельное отклонение (ВПО)**  $ES, es$  – алгебраическая разность между наибольшим и номинальным размерами.  

$$ES = D_{max} - D ; es = d_{max} - D$$
- **Нижнее предельное отклонение (НПО)**  $EI, ei$  – алгебраическая разность между наименьшим и номинальным размерами.  

$$EI = D_{min} - D ; ei = d_{min} - D$$
- **Поле допуска** – это поле, ограниченное верхним и нижним отклонениями. Характеризуется своей величиной и расположением относительно номинального размера.

Для упрощения чертежей введены предельные отклонения от номинального размера, представленные рядом с этим размером со знаком + или -

- Верхний предельный размер определяется так;
- $VPR = NR + VPO$
- Нижний предельный размер определяется так;
- $NPR = NR + NPO$

# Понятие о системе допусков и посадок

- Две или несколько подвижно или неподвижно соединённых детали называют сопрягаемыми.
- Поверхности, по которым происходит соединение деталей, называют **сопрягаемыми поверхностями**.
- **Вал** – термин, применяемый для обозначения наружных (охватываемых) элементов деталей.
- **Отверстие** – термин, условно применяемый для обозначения внутренних (охватывающих) элементов деталей.
- При соединении двух деталей образуется посадка.
- **Посадкой** – называется характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся зазоров и натягов.
- Характеризует свободу относительного перемещения соединяемых деталей.
- В зависимости от взаимного расположения полей допусков отверстия и вала, посадка может быть с зазором, натягом и переходной

- **Зазор** – разность размеров отверстия и вала, при котором размер отверстия больше размера вала.
- Зазор обеспечивает возможность относительного перемещения собранных деталей.
- **Натяг** – разность размеров вала и отверстия до сборки, при котором размер вала больше размера отверстия.
- Натяг обеспечивает взаимную неподвижность детали после их сборки.
- **Посадка с зазором** – посадка, при которой обеспечивается зазор в соединении.
- **Посадка с натягом** – посадка, при которой обеспечивается натяг в соединении.
- **Переходная посадка** – посадка, при которой возможно получение, как зазора, так и натяга.
- В машиностроении используются посадки всех трёх групп; с зазором, натягом, переходные. Посадки любой группы можно получить, либо изменяя размеры обеих сопрягаемых деталей либо, либо одной сопряжённой детали.

# Единая система допусков и посадок. (ЕСДП)

- Системой допусков и посадок называется построенная на основе опыта, теоретических и экспериментальных исследований совокупность допусков, предельных отклонений размеров, посадок отверстий и валов, оформленных в виде стандарта.
- Она даёт возможность стандартизации того же режущего инструмента и калибров, обеспечивает конструирование, производство и достижение взаимозаменяемости изделий, и их частей, а также повышает их качество.
- Введение ЕСДП обеспечивает единое оформление всей технической документации.
- Система устраняет произвол в выборе посадок и допусков на обработку. Строится по определённым признакам (это интервалы размеров, единица допуска, ряды допусков, нормальный температурный режим при контроле и образовании посадок).

- Всего для валов и отверстий предусмотрено 28 рядов основных отклонений, которые обозначаются буквами латинского алфавита.
- (A, B, C, CD, D, E, EF, F, G, H, J, Js, K, M, N, P, R, S, T, U, V, X, Y, Z, ZA, ZB, ZC) – для отверстий.
- Для валов используются маленькие буквы (a, b, c и т.д.)
- (A – H) – отклонения для посадок с зазором.
- (J, K, M, N) – отклонения для переходных посадок.
- (P – ZC) – отклонения для посадок с натягом.
- Поле допуска ЕСДП образуется сочетанием основного отклонения и качества.

# Квалитет

- **Квалитет** – степень точности.  
(01,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18)
- **(01-5)** - применяются в точном машиностроении.(Мерительный инструмент).
- **(6-12)** - применяются для деталей в соединении.
- ЕСДП распространяется на сопрягаемые и несопрягаемые цилиндрические элементы, и элементы ограниченные параллельными плоскостями.
- Если кратко, то модель системы построена по «фасетному» (ячеистому) принципу. Она образует вертикальный элемент (который содержит интервалы размеров), горизонтальный элемент (содержит квалитеты точности). В их пересечении находятся допуски). Имеет три диапазона размеров:
  - до 500(мм),
  - 500 - 3150(мм),
  - 3150 - 10000(мм).

# Единицы допуска

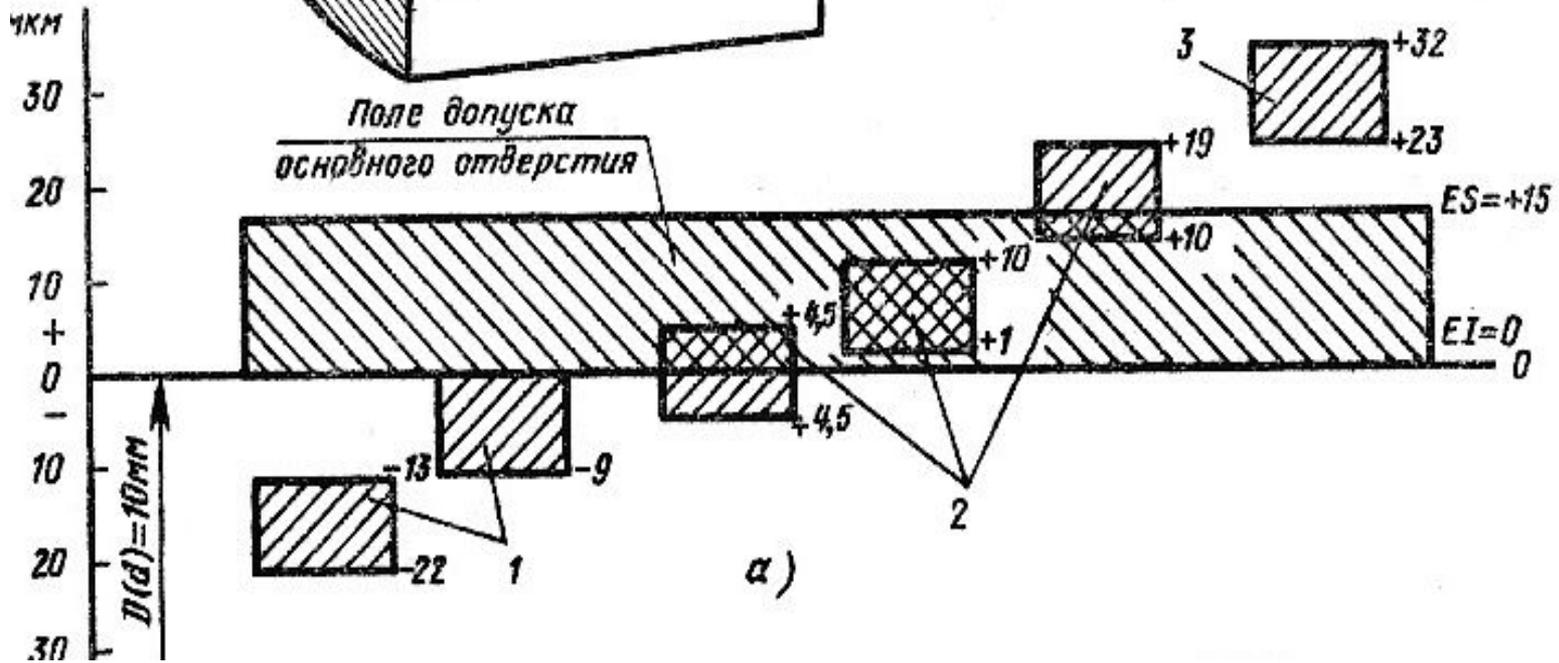
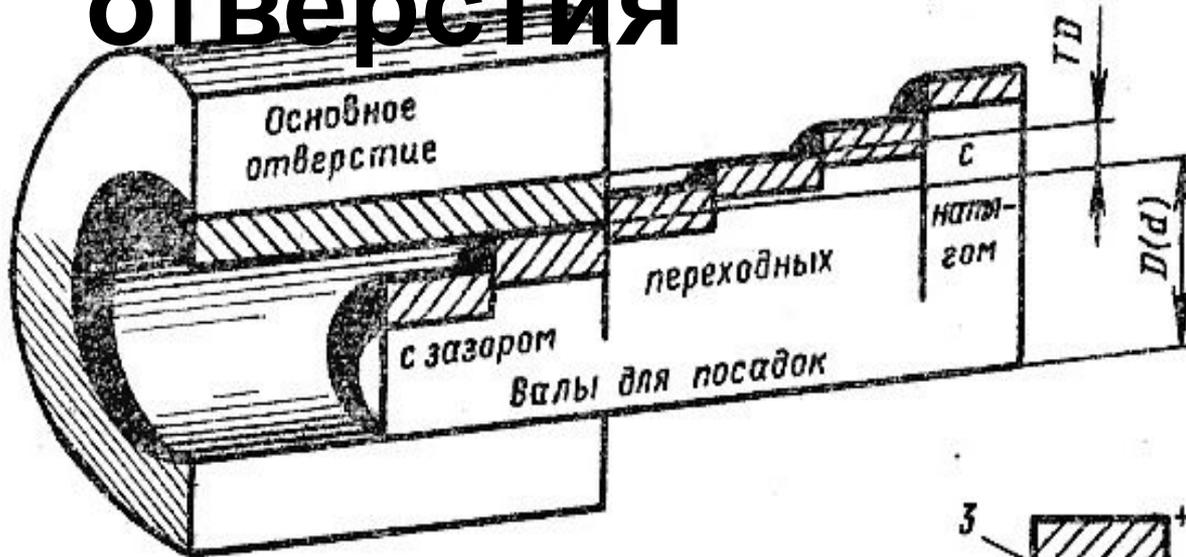
- Единицы допуска ( $i$ )
- $i = 0,45 \times \sqrt[3]{D_{cp}} + 0,001 \times D_{cp}$  (1) для размеров до 500мм.
- $D_{cp} = \sqrt{D_{min} \times D_{max}}$  (2)
- Пример; размер 24 это интервал 18÷30 - ( $D_{min}$  и  $D_{max}$ )
- Подставляем в формулу (2) в мм.
- И затем подставляем в (1) , ответ получаем в микрометрах.
- Далее определяем величину допуска.
- $T = a \times i$
- Где  $a$ - коэффициент определяющий количество единиц поля допуска (коэф. точности).
- $i$ -единица допуска.
- $T$ -допуск.

Квали тет	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
$a$	7	10	16	25	40	64	100	160	250	400	640	1000	1600

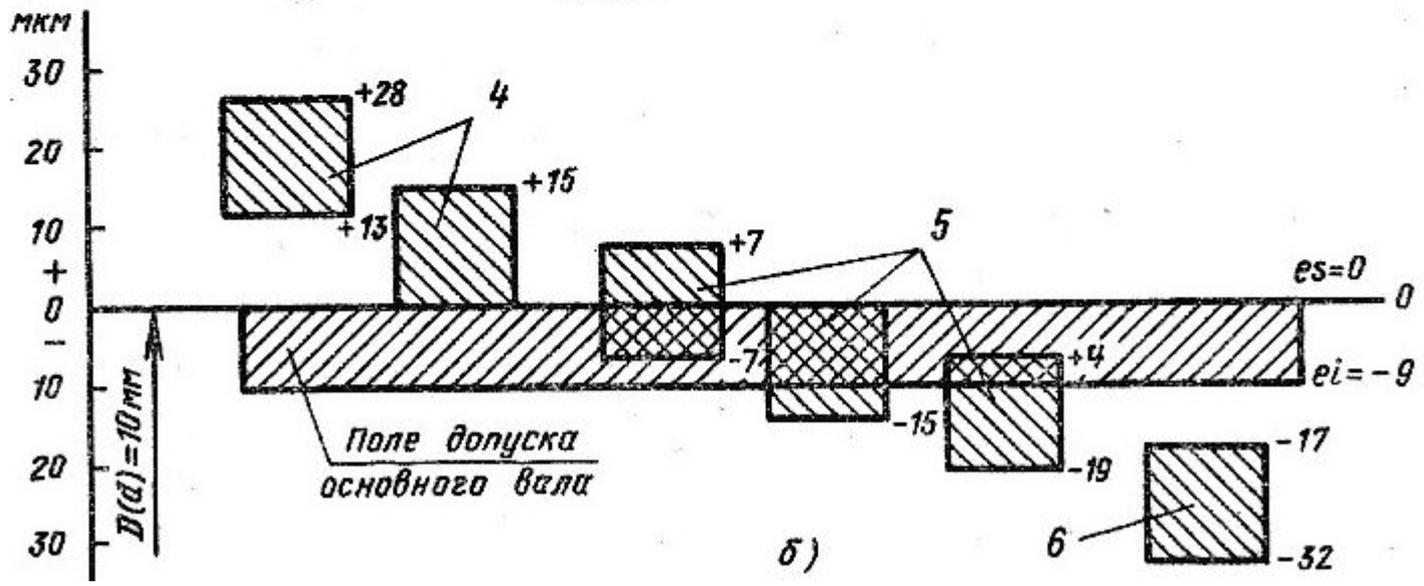
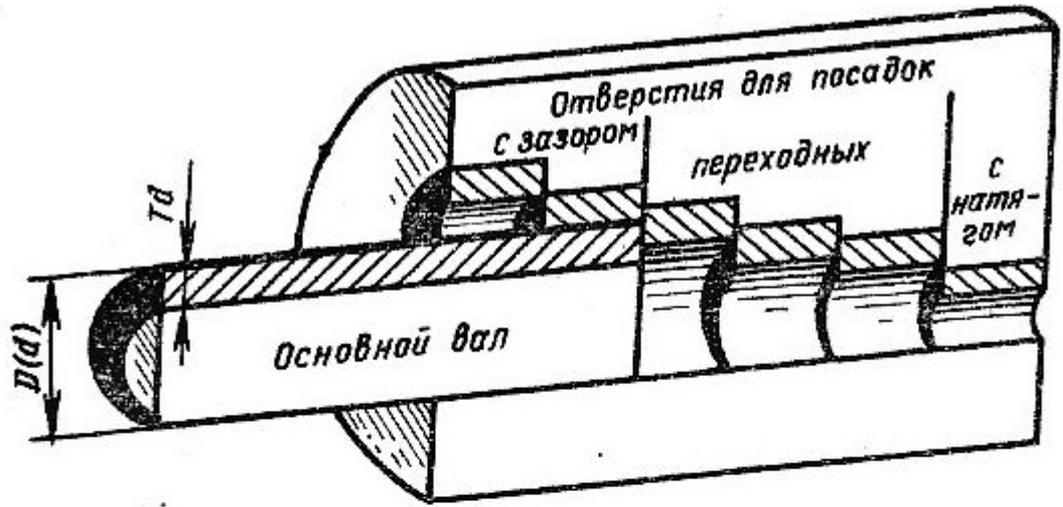
# Система отверстия, Система вала

- **Система отверстия** – это совокупность посадок, в которых предельные отклонения отверстий одного номинального размера и одной точности одинаковы, а различные посадки достигаются изменением предельных отклонений валов. Посадки в системе отверстия – посадки в которых различные зазоры и натяги получают соединением различных валов, с основным отверстием.
- **Система вала** - Совокупность посадок, в которых предельные отклонения вала одного номинального размера и одной точности одинаковы, а различные посадки получают изменением предельных отклонений отверстий. Посадки в системе вала – посадки в которых различные зазоры и натяги получают соединением различных отверстий, с основным валом.

# Система отверстия



# Система вала



- Вообще обе системы равноправны. В каждом конкретном случае на выбор той или иной системы оказывают влияние конструкторские, технологические и экономические соображения.
- **Пример.1** Точные валы могут получаться одним инструментом, при соответствующей наладке станка.
- Точные отверстия обрабатываются мерным инструментом( зенкер, развёртка протяжка и т.п.) и для каждого размера отверстия требуется свой комплект инструментов.
- **Поэтому в основном используется система отверстия.**
- **Пример.2** Система вала используется при ремонте, когда имеется готовый вал, и под него делается отверстие. При использовании стандартных узлов и деталей ( наружный диаметр подшипника изготавливается в системе вала). Когда на один вал одного диаметра, необходимо установить несколько отверстий с разным видом посадок.

# Предпочтительные поля допусков и посадок

- Для размеров от 1 до 500 мм содержит большое количество различных полей допусков, которые делятся на поля допусков основного отбора (81 для валов и 72 для отверстий) и дополнительные поля допусков (36 для валов и 32 для отверстий).
- То есть неограниченное использование всех стандартных полей допусков приводит к появлению на производстве большого количества различных размеров отверстий и валов, требующих обработки, а следовательно, и большого количества разнообразных размерных режущих инструментов. Всё это усложняет инструментальное хозяйство завода, увеличение стоимости производства машин и так же увеличивает сроки подготовки производства для выпуска новых изделий, конструкций.
- Чтобы уменьшить на производстве количество типоразмеров изготавливаемых деталей и упростить производство, в основном отборе полей допусков, выделены для предпочтительного применения 16 полей допусков валов и 10 для отверстий.
- При выборе полей допусков на обработку рекомендуется в первую очередь применять предпочтительные поля допусков.

- Поля допусков отверстий и валов для размеров от 1-500

Основные.		С симметричным расположением допуска (для переходных посадок.		Для подвижных посадок.		Для переходных посадок с натягом.	
отв.	вал	отв.	вал	отв.	вал	отв.	вал
H01	H01	Js01	js01	A11	a11	K5	k4
H0	h0	Js0	js0	B11	b11	K6	k5
H1	h1	Js1	js1	B12	c8	K7	k6
H2	h2	Js2	js2	C11	c11	K8	k7
H3	h3	Js3	js3	D8	d8	M5	m4
H4	h4	Js4	js4	D9	d9	M6	m5
H5	h5	Js5	js5	D10	d10	M7	m6
H6	h6	Js6	js6	D11	d11	M8	m7
H7	h7	Js7	js7	E8	e7	N5	n4
H8	h8	Js8	js8	E9	e8	N6	n5
H9	h9	Js9	js9	F7	e9	N7	n6
H10	h10	Js10	js10	F8	f6	N8	n7
H11	h11	Js11	js11	F9	f7	P6	p5
H12	h12	Js12	js12	G5	f8	P7	p6
H13	h13	Js13	js13	G6	f9	R7	r5
H14	h14	Js14	js14	G7	g4	S7	r6
H15	h15	Js15	js15		g5	T7	s5
H16	h16	Js16	js16		g6	U8	s6
H17	h17	Js17	js17				

Выделенные являются предпочтительными полями допусков

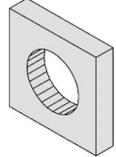
# Предпочтительные посадки

Предпочтительные посадки для размеров 1-500мм	
В системе отверстия	В системе вала
H7/e8; H7/f7; H7/g6; H7/h6; H7/Js6; H7/k6; H7/n6; H7/p6; H7/r6; H7/s6; H8/e8; H8/h7; H8/h8; H8/d9; H9/d9; H11/d11; H11/h11	F8/h6; H7/h6; Js7/h6; k7/h6; N7/h6; P7/h6; H8/h7; E9/h8; H8/h8; H11/h11

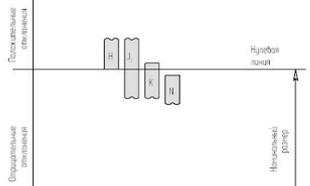
# ТАБЛИЦА ДОПУСКОВ И ПОСАДОК ГЛАДКИХ СОЕДИНЕНИЙ

## СИСТЕМА ОТВЕРСТИЯ

Диаметр	Посадочные отверстия																		Посадочные посадки																	
	A1	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	h11	h12	h13	h14	h15	h16	h17	h18	h19	h20	h21	h22	h23					
От 1 до 3	+0.015	0	-0.008	-0.015	-0.025	-0.040	-0.060	-0.090	-0.130	-0.180	-0.250	-0.350	-0.500	-0.700	-1.000	-1.400	-2.000	-0.015	-0.025	-0.040	-0.060	-0.090	-0.130	-0.180	-0.250	-0.350	-0.500	-0.700	-1.000	-1.400	-2.000					
3 до 6	+0.020	0	-0.010	-0.020	-0.035	-0.055	-0.085	-0.125	-0.180	-0.250	-0.350	-0.500	-0.700	-1.000	-1.400	-2.000	-2.800	-0.020	-0.035	-0.055	-0.085	-0.125	-0.180	-0.250	-0.350	-0.500	-0.700	-1.000	-1.400	-2.000	-2.800					
6 до 10	+0.030	0	-0.015	-0.030	-0.050	-0.075	-0.115	-0.170	-0.240	-0.330	-0.450	-0.600	-0.800	-1.100	-1.500	-2.000	-2.800	-0.030	-0.050	-0.075	-0.115	-0.170	-0.240	-0.330	-0.450	-0.600	-0.800	-1.100	-1.500	-2.000	-2.800					
10 до 14	+0.040	0	-0.020	-0.040	-0.065	-0.100	-0.145	-0.210	-0.290	-0.390	-0.520	-0.700	-0.900	-1.200	-1.600	-2.000	-2.800	-0.040	-0.065	-0.100	-0.145	-0.210	-0.290	-0.390	-0.520	-0.700	-0.900	-1.200	-1.600	-2.000	-2.800					
14 до 18	+0.050	0	-0.025	-0.050	-0.080	-0.120	-0.175	-0.250	-0.340	-0.450	-0.600	-0.800	-1.100	-1.500	-2.000	-2.800	-3.600	-0.050	-0.080	-0.120	-0.175	-0.250	-0.340	-0.450	-0.600	-0.800	-1.100	-1.500	-2.000	-2.800	-3.600					
18 до 24	+0.060	0	-0.030	-0.060	-0.100	-0.150	-0.220	-0.310	-0.420	-0.550	-0.750	-1.000	-1.300	-1.700	-2.200	-2.800	-3.600	-0.060	-0.100	-0.150	-0.220	-0.310	-0.420	-0.550	-0.750	-1.000	-1.300	-1.700	-2.200	-2.800	-3.600					
24 до 30	+0.070	0	-0.035	-0.070	-0.120	-0.180	-0.260	-0.360	-0.480	-0.620	-0.850	-1.100	-1.400	-1.800	-2.300	-2.800	-3.600	-0.070	-0.120	-0.180	-0.260	-0.360	-0.480	-0.620	-0.850	-1.100	-1.400	-1.800	-2.300	-2.800	-3.600					
30 до 40	+0.080	0	-0.040	-0.080	-0.135	-0.200	-0.290	-0.400	-0.530	-0.680	-0.900	-1.200	-1.500	-1.900	-2.400	-2.800	-3.600	-0.080	-0.135	-0.200	-0.290	-0.400	-0.530	-0.680	-0.900	-1.200	-1.500	-1.900	-2.400	-2.800	-3.600					
40 до 50	+0.090	0	-0.045	-0.090	-0.150	-0.220	-0.320	-0.440	-0.580	-0.750	-1.000	-1.300	-1.700	-2.100	-2.600	-2.800	-3.600	-0.090	-0.150	-0.220	-0.320	-0.440	-0.580	-0.750	-1.000	-1.300	-1.700	-2.100	-2.600	-2.800	-3.600					
50 до 65	+0.100	0	-0.050	-0.100	-0.170	-0.250	-0.360	-0.490	-0.650	-0.850	-1.100	-1.400	-1.800	-2.300	-2.800	-3.600	-4.500	-0.100	-0.170	-0.250	-0.360	-0.490	-0.650	-0.850	-1.100	-1.400	-1.800	-2.300	-2.800	-3.600	-4.500					
65 до 80	+0.110	0	-0.055	-0.110	-0.190	-0.280	-0.400	-0.540	-0.720	-0.950	-1.200	-1.500	-1.900	-2.400	-2.800	-3.600	-4.500	-0.110	-0.190	-0.280	-0.400	-0.540	-0.720	-0.950	-1.200	-1.500	-1.900	-2.400	-2.800	-3.600	-4.500					
80 до 100	+0.120	0	-0.060	-0.120	-0.210	-0.310	-0.440	-0.600	-0.800	-1.050	-1.300	-1.700	-2.100	-2.600	-2.800	-3.600	-4.500	-0.120	-0.210	-0.310	-0.440	-0.600	-0.800	-1.050	-1.300	-1.700	-2.100	-2.600	-2.800	-3.600	-4.500					
100 до 120	+0.130	0	-0.065	-0.130	-0.230	-0.340	-0.480	-0.650	-0.860	-1.150	-1.400	-1.800	-2.300	-2.800	-3.600	-4.500	-5.500	-0.130	-0.230	-0.340	-0.480	-0.650	-0.860	-1.150	-1.400	-1.800	-2.300	-2.800	-3.600	-4.500	-5.500					
120 до 160	+0.140	0	-0.070	-0.140	-0.250	-0.370	-0.520	-0.700	-0.920	-1.200	-1.500	-1.900	-2.400	-2.800	-3.600	-4.500	-5.500	-0.140	-0.250	-0.370	-0.520	-0.700	-0.920	-1.200	-1.500	-1.900	-2.400	-2.800	-3.600	-4.500	-5.500					
160 до 180	+0.150	0	-0.075	-0.150	-0.270	-0.400	-0.560	-0.750	-1.000	-1.300	-1.700	-2.100	-2.600	-2.800	-3.600	-4.500	-5.500	-0.150	-0.270	-0.400	-0.560	-0.750	-1.000	-1.300	-1.700	-2.100	-2.600	-2.800	-3.600	-4.500	-5.500					
180 до 200	+0.160	0	-0.080	-0.160	-0.290	-0.430	-0.600	-0.800	-1.050	-1.350	-1.700	-2.100	-2.600	-2.800	-3.600	-4.500	-5.500	-0.160	-0.290	-0.430	-0.600	-0.800	-1.050	-1.350	-1.700	-2.100	-2.600	-2.800	-3.600	-4.500	-5.500					
200 до 225	+0.170	0	-0.085	-0.170	-0.310	-0.460	-0.640	-0.860	-1.100	-1.400	-1.800	-2.200	-2.700	-2.800	-3.600	-4.500	-5.500	-0.170	-0.310	-0.460	-0.640	-0.860	-1.100	-1.400	-1.800	-2.200	-2.700	-2.800	-3.600	-4.500	-5.500					
225 до 250	+0.180	0	-0.090	-0.180	-0.330	-0.490	-0.680	-0.920	-1.150	-1.450	-1.900	-2.300	-2.800	-2.800	-3.600	-4.500	-5.500	-0.180	-0.330	-0.490	-0.680	-0.920	-1.150	-1.450	-1.900	-2.300	-2.800	-2.800	-3.600	-4.500	-5.500					
250 до 280	+0.190	0	-0.095	-0.190	-0.350	-0.520	-0.720	-0.980	-1.250	-1.550	-2.000	-2.400	-2.800	-2.800	-3.600	-4.500	-5.500	-0.190	-0.350	-0.520	-0.720	-0.980	-1.250	-1.550	-2.000	-2.400	-2.800	-2.800	-3.600	-4.500	-5.500					
280 до 315	+0.200	0	-0.100	-0.200	-0.370	-0.560	-0.760	-1.050	-1.350	-1.700	-2.100	-2.500	-2.800	-2.800	-3.600	-4.500	-5.500	-0.200	-0.370	-0.560	-0.760	-1.050	-1.350	-1.700	-2.100	-2.500	-2.800	-2.800	-3.600	-4.500	-5.500					
315 до 355	+0.210	0	-0.105	-0.210	-0.390	-0.590	-0.800	-1.100	-1.400	-1.800	-2.200	-2.600	-2.800	-2.800	-3.600	-4.500	-5.500	-0.210	-0.390	-0.590	-0.800	-1.100	-1.400	-1.800	-2.200	-2.600	-2.800	-2.800	-3.600	-4.500	-5.500					
355 до 400	+0.220	0	-0.110	-0.220	-0.410	-0.620	-0.840	-1.150	-1.450	-1.900	-2.300	-2.700	-2.800	-2.800	-3.600	-4.500	-5.500	-0.220	-0.410	-0.620	-0.840	-1.150	-1.450	-1.900	-2.300	-2.700	-2.800	-2.800	-3.600	-4.500	-5.500					
400 до 450	+0.230	0	-0.115	-0.230	-0.430	-0.650	-0.880	-1.200	-1.500	-1.950	-2.400	-2.800	-2.800	-3.600	-4.500	-5.500	-6.500	-0.230	-0.430	-0.650	-0.880	-1.200	-1.500	-1.950	-2.400	-2.800	-2.800	-3.600	-4.500	-5.500	-6.500					
450 до 500	+0.240	0	-0.120	-0.240	-0.450	-0.680	-0.920	-1.250	-1.550	-2.000	-2.400	-2.800	-2.800	-3.600	-4.500	-5.500	-6.500	-0.240	-0.450	-0.680	-0.920	-1.250	-1.550	-2.000	-2.400	-2.800	-2.800	-3.600	-4.500	-5.500	-6.500					



Основные отклонения отверстий

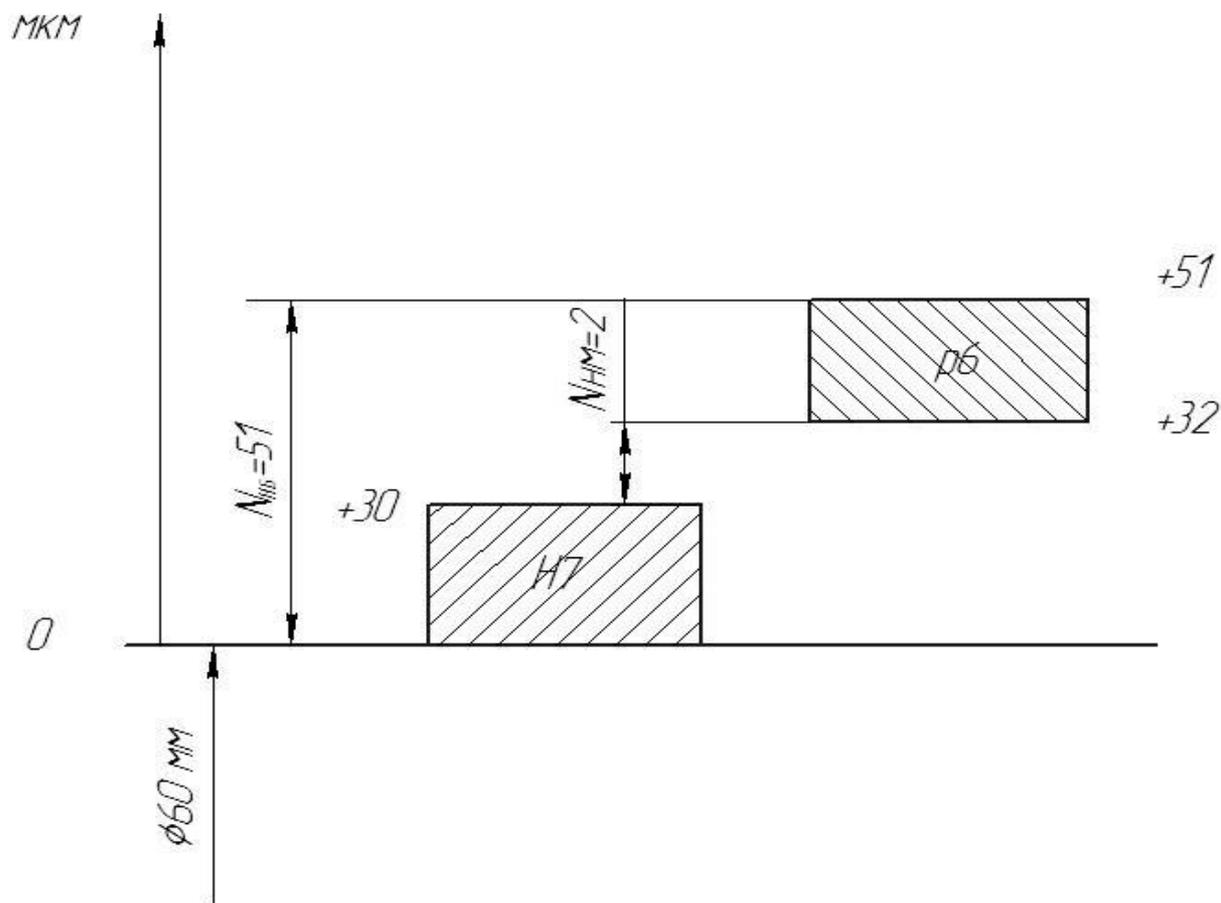


## СИСТЕМА ВАЛА

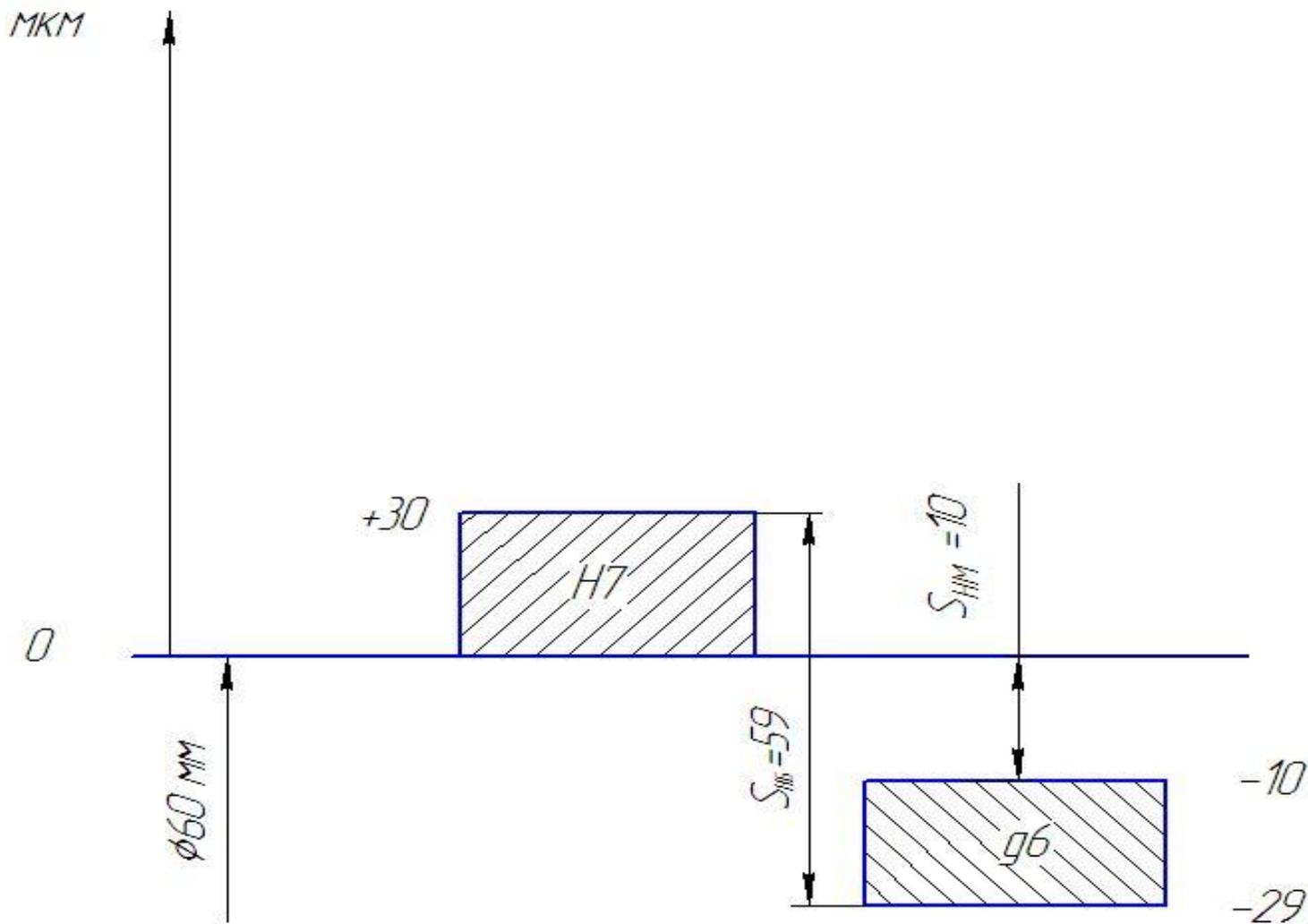
Диаметр	Посадочные отверстия																		Посадочные посадки																	
	a1	f7	f8	f9	f10	f11	f12	f13	f14	f15	f16	f17	f18	f19	f20	f21	f22	h11	h12	h13	h14	h15	h16	h17	h18	h19	h20	h21	h22	h23						
От 1 до 3	0	-0.015	-0.025	-0.040	-0.060	-0.090	-0.130	-0.180	-0.250	-0.350	-0.500	-0.700	-1.000	-1.400	-2.000	-2.800	-0.015	-0.025	-0.040	-0.060	-0.090	-0.130	-0.180	-0.250	-0.350	-0.500	-0.700	-1.000	-1.400	-2.000	-2.800					
3 до 6	0	-0.020	-0.035	-0.055	-0.085	-0.125	-0.180	-0.250	-0.350	-0.500	-0.700	-1.000	-1.400	-2.000	-2.800	-3.600	-0.020	-0.035	-0.055	-0.085	-0.125	-0.180	-0.250	-0.350	-0.500	-0.700	-1.000	-1.400	-2.000	-2.800	-3.600					
6 до 10	0	-0.030	-0.050	-0.075	-0.115	-0.170	-0.240	-0.330	-0.450	-0.600	-0.800	-1.100	-1.500	-2.000	-2.800	-3.600	-0.030	-0.050	-0.075	-0.115	-0.170	-0.240	-0.330	-0.450	-0.600	-0.800	-1.100	-1.500	-2.000	-2.800	-3.600					
10 до 14	0	-0.040	-0.065	-0.100	-0.145	-0.210	-0.290	-0.390	-0.520	-0.700	-0.900	-1.200	-1.600	-2.000	-2.800	-3.600	-0.040	-0.065	-0.100	-0.145	-0.210	-0.290	-0.390	-0.520	-0.700	-0.900	-1.200	-1.600	-2.000	-2.800	-3.600					
14 до 18	0	-0.050	-0.080	-0.120	-0.175	-0.250	-0.340	-0.450	-0.600	-0.800	-1.100	-1.500	-2.000	-2.800	-3.600	-4.500	-0.050	-0.080	-0.120	-0.175	-0.250	-0.340	-0.450	-0.600	-0.800	-1.100	-1.500	-2.000	-2.800	-3.600	-4.500					
18 до 24	0	-0.060	-0.100	-0.150	-0.220	-0.310	-0.420	-0.550	-0.750	-1.000	-1.300	-1.700	-2.200	-2.800	-3.600	-4.500	-0.060	-0.100	-0.150	-0.220	-0.310	-0.420	-0.550	-0.750	-1.000	-1.300	-1.700	-2.200	-2.800	-3.600	-4.500					
24 до 30	0	-0.070	-0.120	-0.180	-0.260	-0.360	-0.480	-0.620	-0.850	-1.100	-1.400	-1.800	-2.300	-2.800	-3.600	-4.500	-0.070	-0.120	-0.180	-0.260	-0.360	-0.480	-0.620	-0.850	-1.100	-1.400	-1.800	-2.300	-2.800	-3.600	-4.500					
30 до 40	0	-0.080	-0.135	-0.200	-0.290	-0.400	-0.530	-0.680	-0.900	-1.200	-1.500	-1.900	-2.400	-2.800	-3.600	-4.500	-0.080	-0.135	-0.200	-0.290	-0.400	-0.530	-0.680	-0.900	-1.200	-1.500	-1.900	-2.400	-2.800	-3.600	-4.500					
40 до 50	0	-0.090	-0.150	-0.220	-0.320	-0.440	-0.580	-0.750	-1.000	-1.300	-1.700	-2.100	-2.600	-2.800	-3.600	-4.500	-0.090	-0.150	-0.220	-0.320	-0.440	-0.580	-0.750	-1.000	-1.300	-1.700	-2.100	-2.600	-2.800	-3.600	-4.500					
50 до 65	0	-0.100	-0.170	-0.250	-0.360	-0.490	-0.650	-0.850	-1.100	-1.400	-1.800	-2.300	-2.800	-3.600	-4.500	-5.500	-0.100	-0.170	-0.250	-0.360	-0.490	-0.650	-0.850	-1.100	-1.400	-1.800	-2.300	-2.800	-3.600	-4.500	-5.500					
65 до 80	0	-0.110	-0.190	-0.280	-0.400	-0.540	-0.720	-0.950	-1.200	-1.500	-1.900	-2.400	-2.800	-3.600																						

# Графическое изображение посадок в системе отверстия

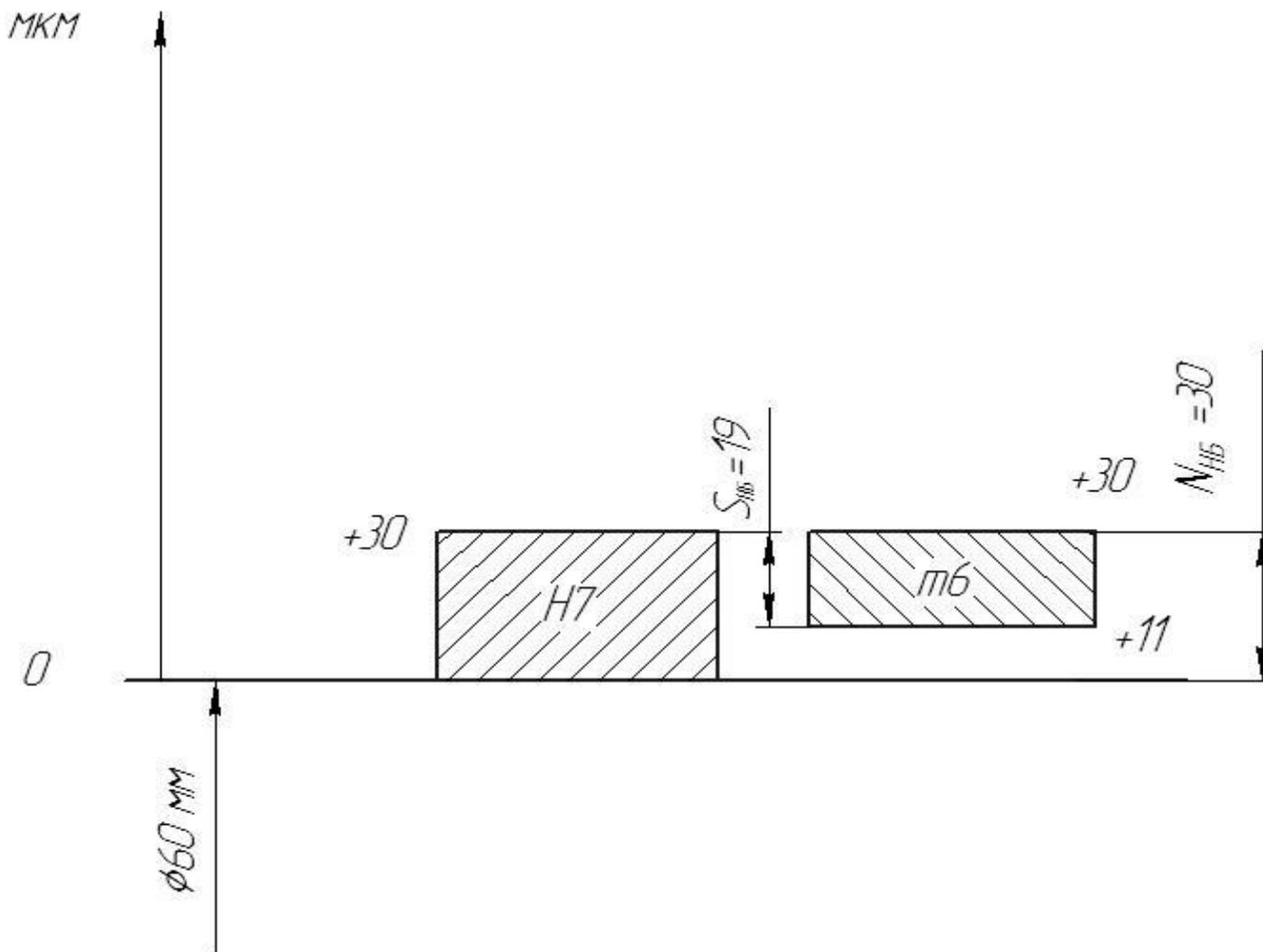
$\varnothing 60$  H7/p6.- посадка с натягом,  
H-это натяг.



Ø60 H7/g6.- посадка с зазором  
S-это зазор.

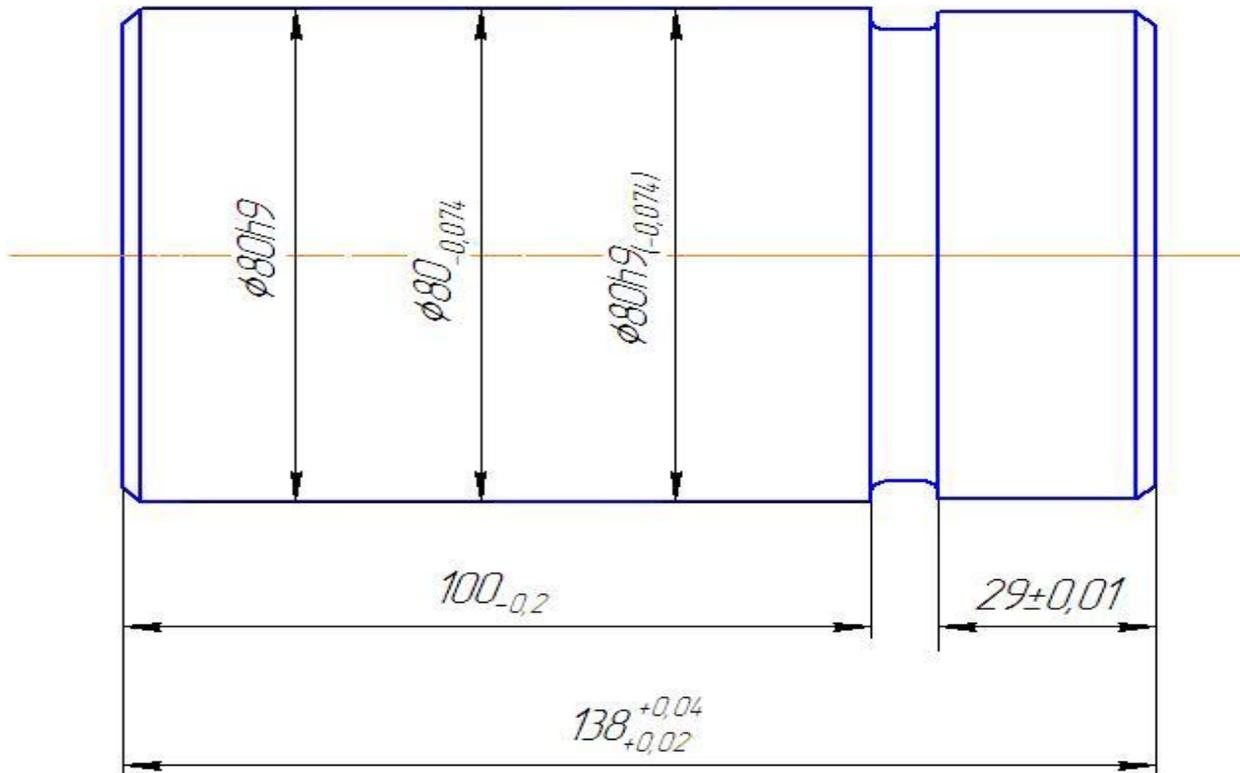


Ø60 H7/m6.- переходная посадка  
N-натяг, S- зазор.

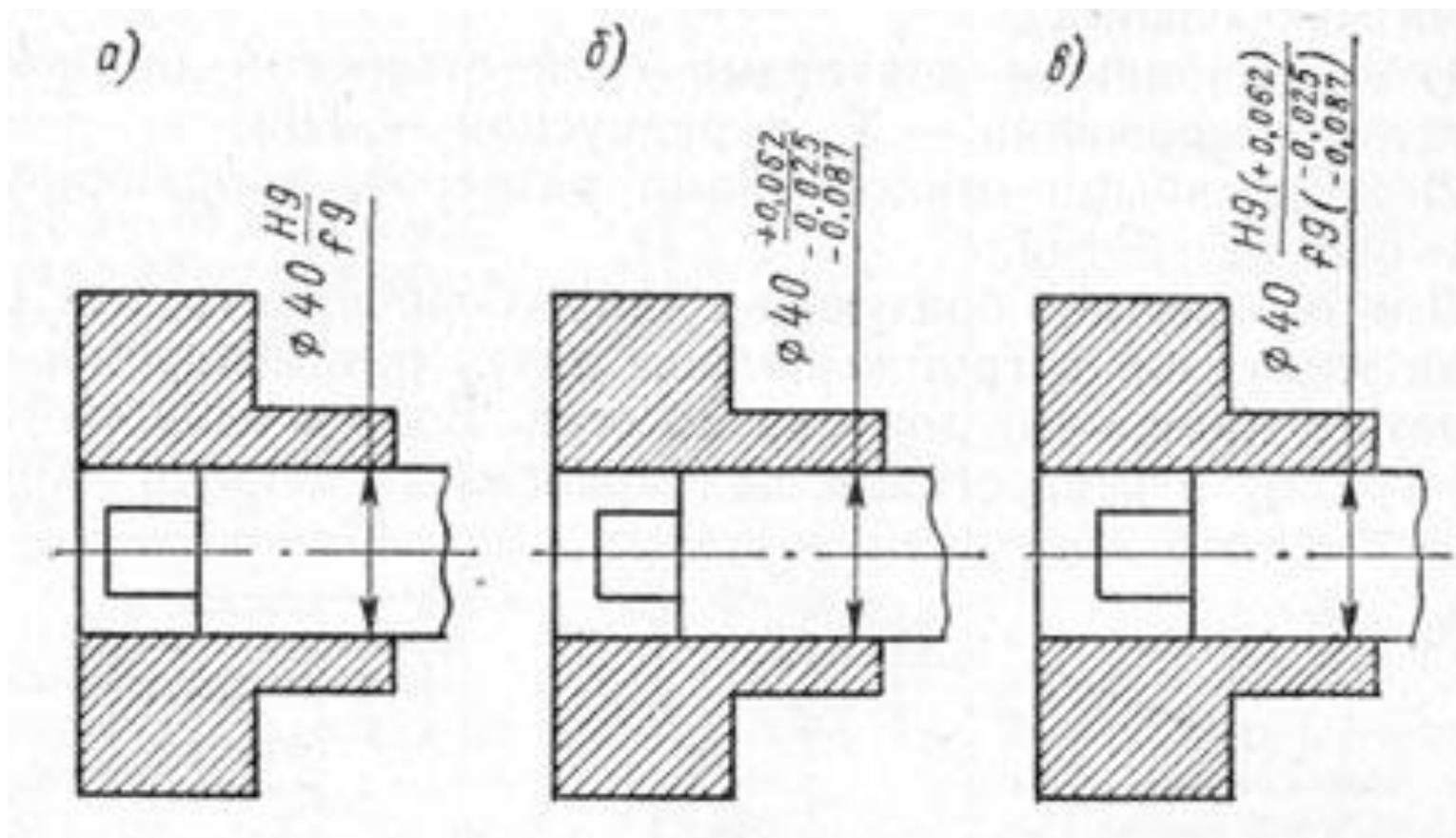


# Обозначение предельных отклонений и посадок на чертежах

- Стандарт предусматривает три способа нанесения предельных отклонений линейных размеров в рабочих чертежах
  1.  $\varnothing 80h6$  - **условное (буквенное)** обозначение полей допусков и посадок.
  2.  $\varnothing 80-0,074$  - **числовые** обозначение полей допусков и посадок.
  3.  $\varnothing 80h6(-0,074)$  - **комбинированный** способ обозначение полей допусков и посадок.



- На сборочных чертежах предельные отклонения размеров деталей или условные обозначения указываются в виде дроби.
- Пример;  $\varnothing 40 \frac{H9}{f9}$ , в числителе всегда указывается или условное или числовое отклонение отверстий, а в знаменателе отклонения вала.



# ДОПУСКИ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Допуски формы и расположения поверхностей регламентируются следующими стандартами.

1. ГОСТ 24642-81. Допуски формы и расположения поверхностей. Основные термины и определения.
2. ГОСТ 24643-81. Числовые значения отклонений формы и взаимного положения.
3. ГОСТ 25069-81. Неуказанные допуски формы и расположения поверхностей.
4. ГОСТ 2.308-79\*. Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей

# Влияние отклонений формы и расположения поверхностей на качество изделий

Точность геометрических параметров деталей характеризуется не только точностью размеров её элементов, но и точностью формы и взаимного расположения её поверхностей.

Причинами возникновения отклонений формы и расположения поверхностей деталей являются:

- а) неточности и деформация станка, инструмента;
- б) деформация обрабатываемого изделия;
- в) неравномерность припуска на обработку;
- г) неоднородность материала заготовки и т.д.

Всё это приводит к следующим негативным последствиям:

- а) в подвижных соединениях к уменьшению износостойкости деталей, нарушению плавности хода, шумообразованию и т.д.
- б) в неподвижных и плотных подвижных соединениях возникает неравномерность натягов и зазоров, что приводит к снижению прочности соединения, герметичности, точности центрирования.

При увеличении нагрузок, скоростей, рабочих температур, характерных для современных машин, влияние отклонений формы и расположения поверхностей усиливается.

- в) существенно влияют на точности и трудоёмкость сборки, повышают объём пригоночных операций, снижают точность измерения размеров, влияют на точность базирования деталей при изготовлении и контроле.

Таким образом, для обеспечения точности параметров изделия, его работоспособности и долговечности на чертежах необходимо указывать не только отклонение размеров, но и при необходимости допуски формы и расположения поверхностей. Это способствует повышению качества машин и приборов.

# Геометрические параметры деталей. Основные понятия

При анализе точности геометрических параметров деталей оперируют следующими понятиями:

***Номинальная поверхность - идеальная поверхность, размеры и форма которой***

соответствуют заданным номинальным размерам и номинальной форме.

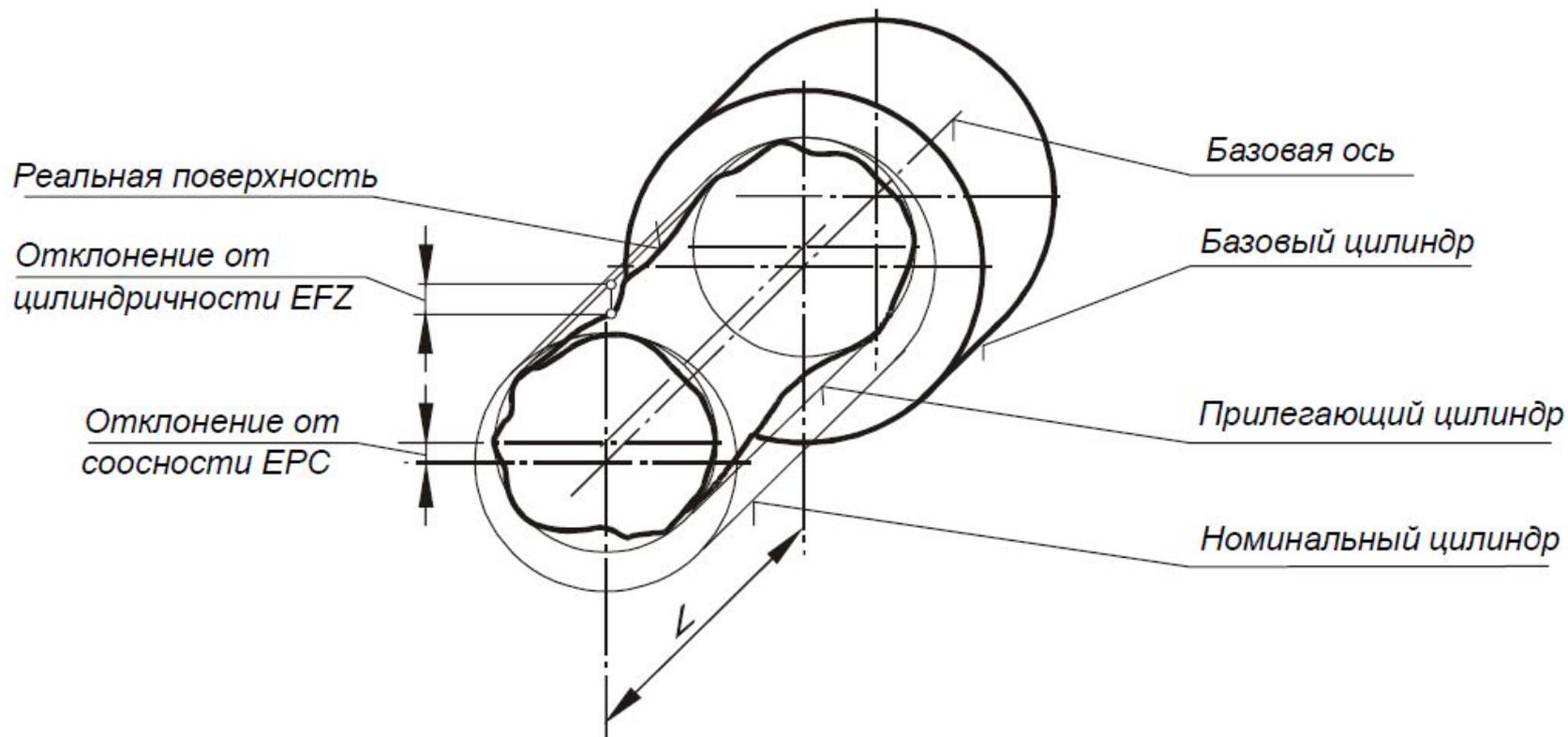
***Реальная поверхность - поверхность, ограничивающая деталь и отделяющая ее от***

окружающей среды.

***Профиль - линия пересечения поверхности с плоскостью или с заданной поверхностью***

(существуют понятия реального и номинального профилей, аналогичные понятиям номинальной и реальной поверхностей).

***Нормируемый участок  $L$  - участок поверхности или линии, к которому относится допуск*** формы, допуск расположения или соответствующее отклонение. Если нормируемый участок не задан, то допуск или отклонение относится ко всей рассматриваемой поверхности или длине рассматриваемого элемента. Если расположение нормируемого участка не задано, то он может занимать любое расположение в пределах всего элемента.



- Прилегающая поверхность** – поверхность, имеющая форму номинальной поверхности, соприкасающаяся с реальной поверхностью и расположенная вне материала детали так, чтобы отклонение от нее наиболее удаленной точки реальной поверхности в пределах нормируемого участка имело минимальное значение. Прилегающая поверхность применяется в качестве базовой при определении отклонений формы и расположения. Вместо прилегающего элемента для оценки отклонений формы или расположения допускается использовать в качестве базового элемента **средний элемент, имеющий** номинальную форму и проведенный методом наименьших квадратов по отношению к реальному.
- База** - элемент детали или сочетание элементов, по отношению к которым задается допуск расположения рассматриваемого элемента, а также определяются соответствующие отклонения.

# Отклонения и допуски формы поверхностей

- **Отклонением формы EF** называется отклонение формы реальной поверхности (ограничивающей тело и отделяющей его от окружающей среды) от формы номинальной поверхности.
- **Допуском формы TF** называется наибольшее допускаемое значение отклонения формы.
- Требования, определяемые допуском формы геометрически могут быть представлены в виде поля допуска.
- **Поле допуска формы** – это область в пространстве или на плоскости, внутри которой должны находиться все точки реальной поверхности или реального профиля в пределах нормируемого участка.

# Виды допусков формы

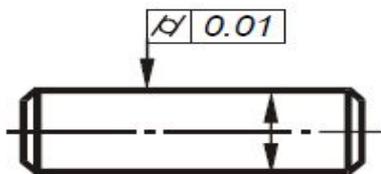
1. **Отклонение от цилиндричности** – это наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до прилегающего цилиндра.
2. **Отклонение от круглости** – это наибольшее расстояние от точек реального профиля до прилегающей окружности.
3. **Отклонение профиля продольного сечения** – наибольшее расстояние от точек образующих реальной поверхности, лежащих в плоскости, проходящей через её ось, до соответствующей стороны прилегающего профиля
4. **Отклонение от плоскости** – наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до прилегающей плоскости .
5. **Отклонение от прямолинейности** – наибольшее

№ п/п	Вид допуска и его обозначение по ГОСТ 24642-81	Изображение на чертеже
1	Допуск цилиндричности <i>TFZ</i>	
2	Допуск круглости <i>TFK</i>	
3	Допуск профиля продольного сечения цилиндрической поверхности <i>TFP</i>	
4	Допуск плоскостности <i>TFE</i>	
5	Допуск прямолинейности <i>TFL</i>	

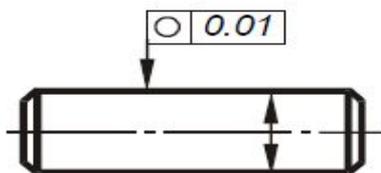
Пример нанесения допуска на чертеже по ГОСТ 2.308-79

Изображение допуска и отклонения

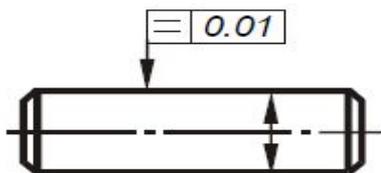
### 1. Допуск и отклонение от цилиндричности



### 2. Допуск и отклонение от круглости



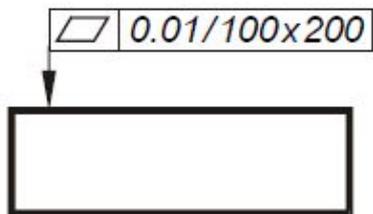
### 3. Допуск и отклонение профиля продольного сечения



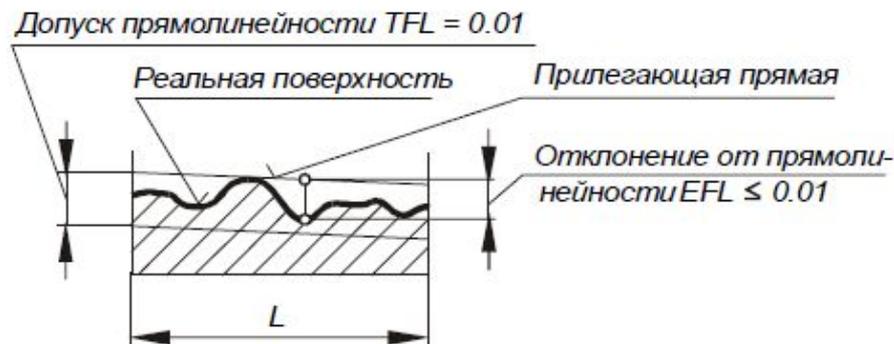
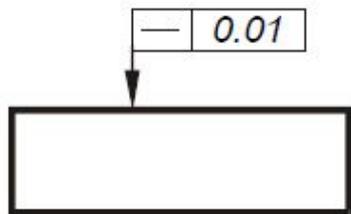
Пример нанесения допуска на чертеже по ГОСТ 2.308-79

Изображение допуска и отклонения

#### 4. Допуск и отклонение от плоскостности



#### 5. Допуск и отклонение от прямолинейности



# Отклонения и допуски расположения поверхностей

- **Отклонением расположения** называется отклонение реального расположения рассматриваемого элемента от номинального его расположения.
- Под **номинальным** понимается расположение, определяемое номинальными линейными и угловыми размерами между рассматриваемым элементом и базами.
- **Допуском расположения** называется предел, ограничивающий допускаемое значение отклонения расположения поверхностей.
- **Полем допуска расположения** называется область в пространстве или на заданной плоскости, внутри которой должны находиться прилегающая поверхность нормируемого элемента или ось, центр, плоскость симметрии нормируемого элемента.
- Для оценки точности расположения поверхностей назначают базы. **Базой** может быть поверхность, её образующая или точка. Если базой является поверхность вращения или резьба, то в качестве базы рассматривают их ось.

1. **Отклонение от параллельности** – это разность наибольшего и наименьшего расстояний между плоскостями (прилегающими).
2. **Отклонение от перпендикулярности плоскостей** – это отклонение угла между плоскостями от прямого угла ( $90^\circ$ ), выраженное в линейных единицах.
3. **Отклонение наклона** – отклонение угла между плоскостью и базовой плоскостью, или базовой осью от номинального угла
4. **Отклонение от соосности относительно оси базовой поверхности** – это наибольшее расстояние между осью рассматриваемой поверхности вращения и осью базовой поверхности.
5. **Отклонение от симметричности** относительно базовой плоскости – это наибольшее расстояние  $\Delta$  между плоскостью симметрии рассматриваемой поверхности и базовой плоскостью симметрии.
6. **Позиционное отклонение** – (смещение оси от номинального расположения) это есть наибольшее расстояние между реальным расположением элемента (его центра, оси или плоскости симметрии) и его номинальным расположением .
7. **Отклонение от пересечения осей** - это наименьшее расстояние между осями, номинально пересекающимися

# Условные обозначения допусков расположения поверхностей

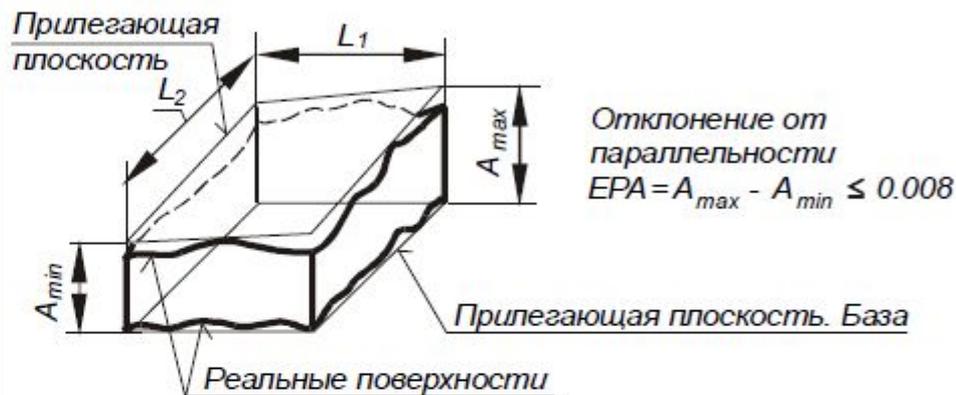
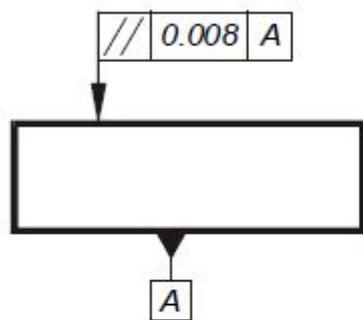
	Плоскость			Цилиндр		
	Вид допусков расположения, ГОСТ 24642-81	Изображение	Примечание	Вид допусков расположения, ГОСТ 24642-81	Изображение	Примечание
Плоскость	Параллельности <i>TPA</i>	//				
	Перпендикулярности <i>TPR</i>	⊥				
	Наклона <i>TPN</i>	∠				
	Симметричности <i>TPS</i>	≡	<i>T, T/2</i>			
Цилиндр	Параллельности <i>TPA</i>	//		Параллельности осей <i>TPAx</i>	//	
	Перпендикулярности <i>TPR</i>	⊥		Перекося осей <i>TPAy</i>	//	
	Наклона <i>TPN</i>	∠		Перпендикулярности <i>TPR</i>	⊥	
	Симметричности <i>TPS</i>	≡	<i>T, T/2</i>	Наклона <i>TPN</i>	∠	
	Позиционный <i>TPP</i>	⊕	$\varnothing, R$	Соосности <i>TPC</i>	⊙	$\varnothing, R$
				Позиционный <i>TPP</i>	⊕	$\varnothing, R$
				Пересечения <i>TPX</i>	×	<i>T, T/2</i>

Пример нанесения допуска на чертеже  
по ГОСТ 2.308-79

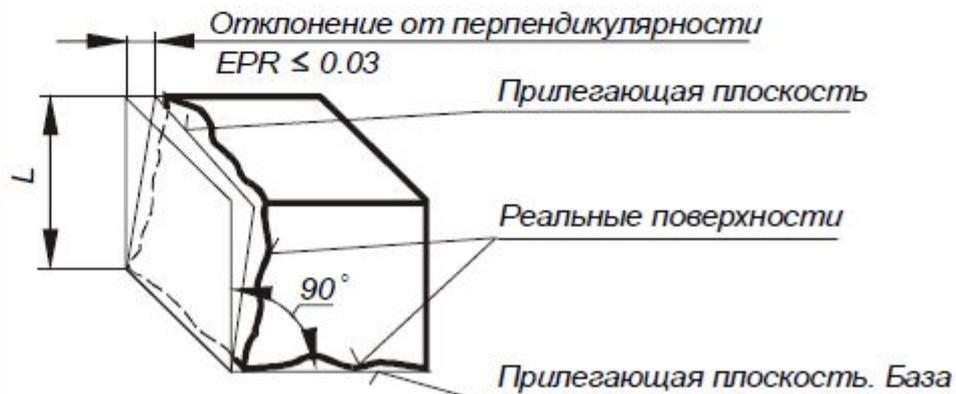
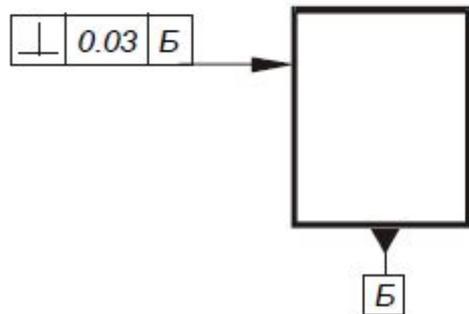
Изображение отклонений

### Допуски взаимного положения при сочетании поверхностей плоскость - плоскость

#### 1. Допуск параллельности



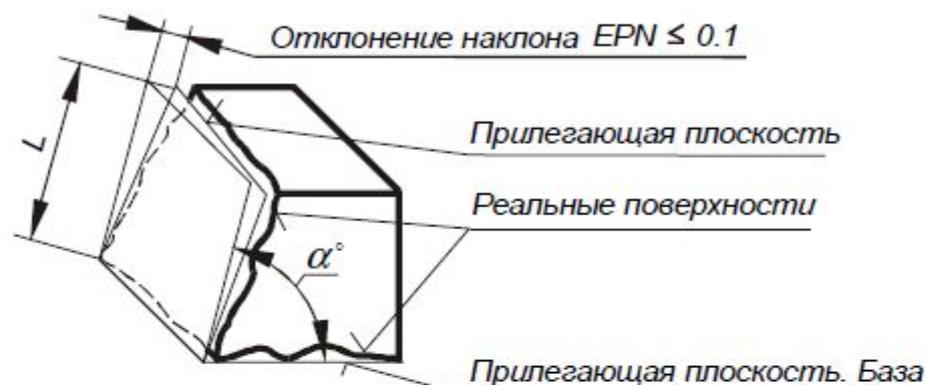
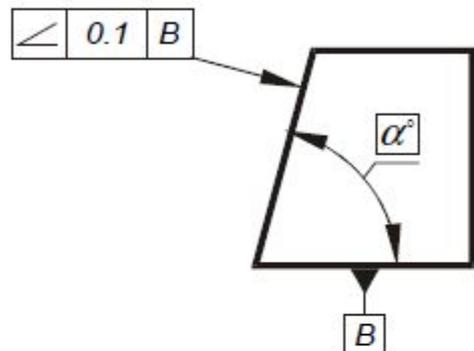
#### 2. Допуск перпендикулярности



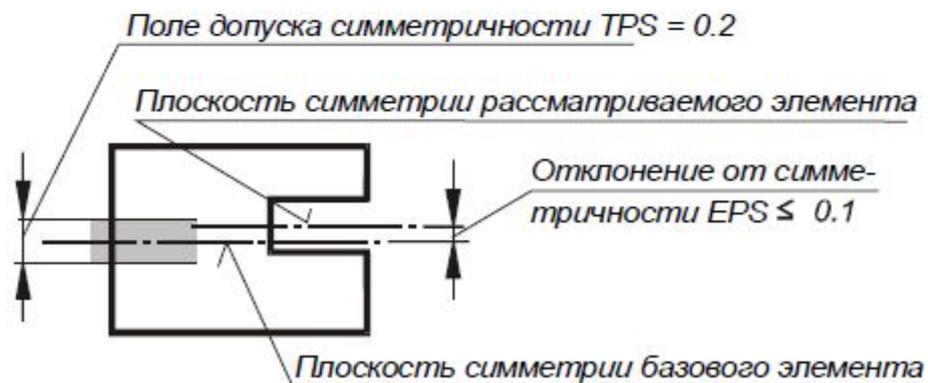
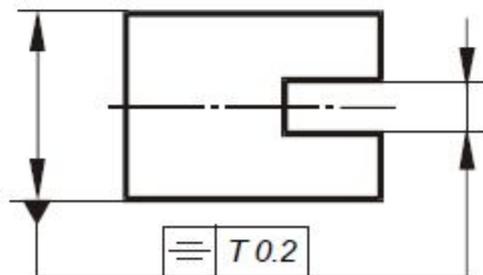
Пример нанесения допуска на чертеже по ГОСТ 2.308-79

Изображение отклонений

### 3. Допуск наклона

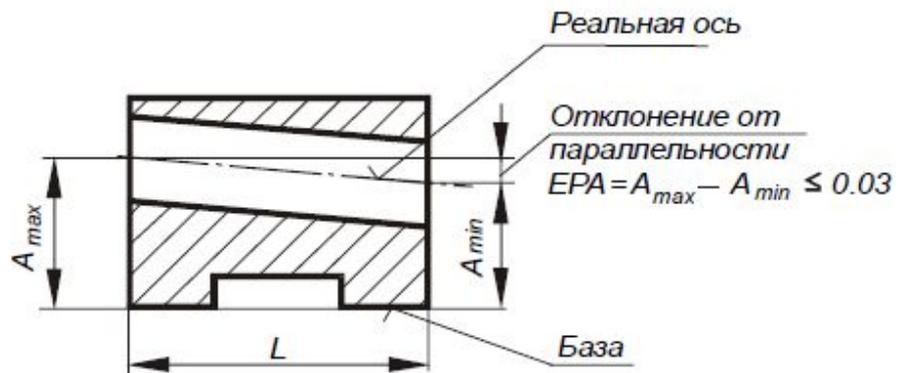
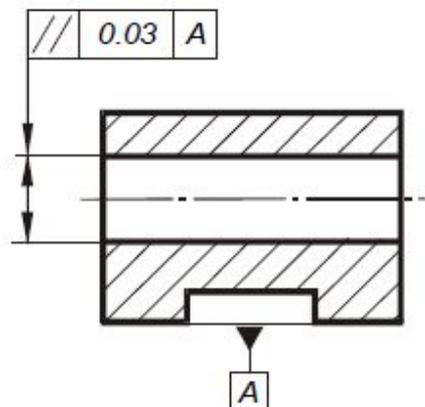


### 4. Допуск симметричности

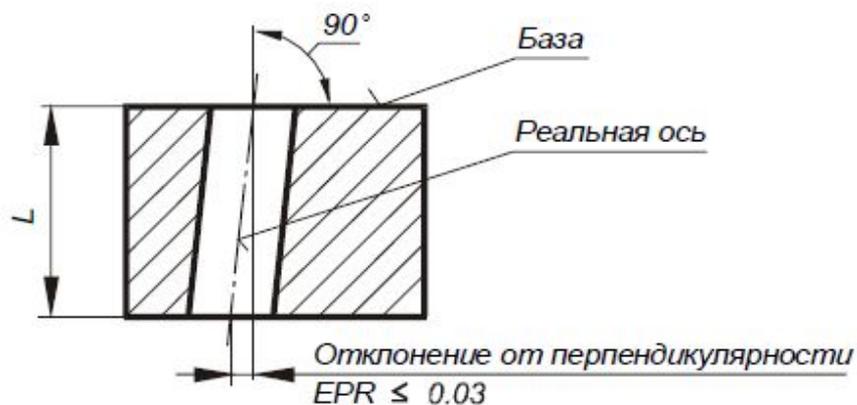
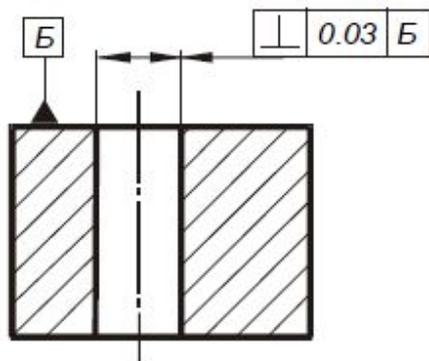


# Допуски взаимного положения при сочетании поверхностей плоскость - цилиндр

## 5. Допуск параллельности



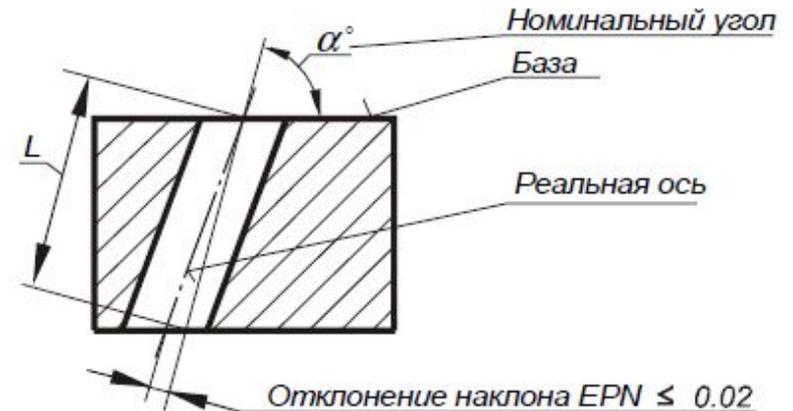
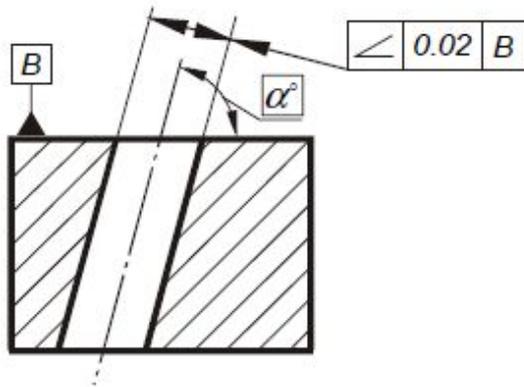
## 6. Допуск перпендикулярности



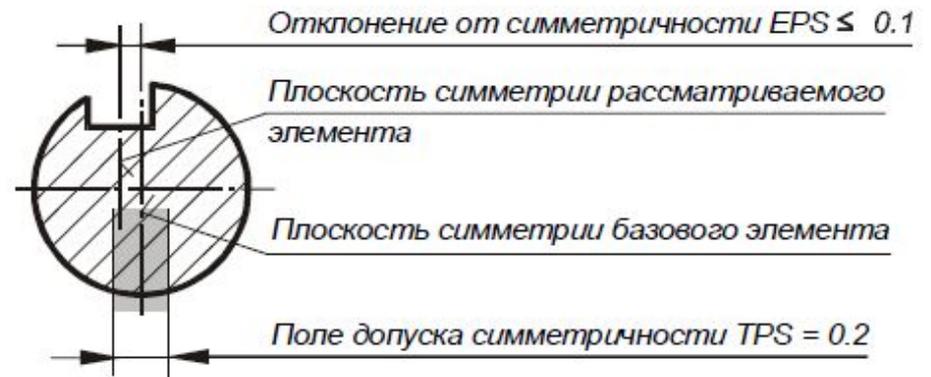
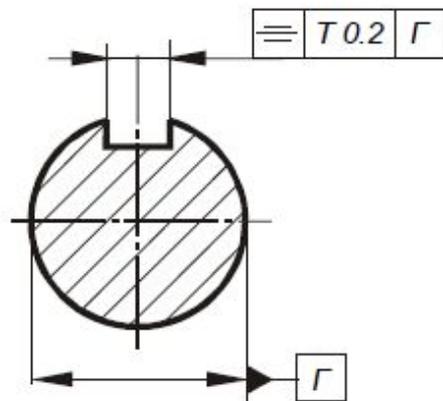
Пример нанесения допуска на чертеже  
по ГОСТ 2.308-79

Изображение отклонений

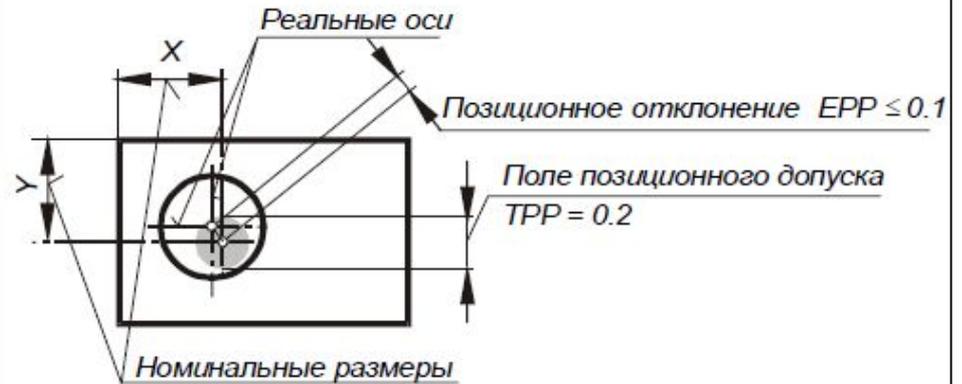
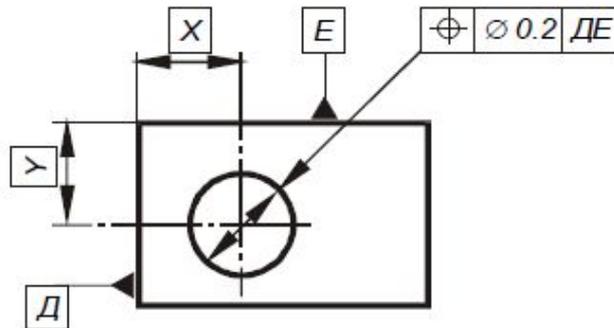
### 7. Допуск наклона



### 8. Допуск симметричности

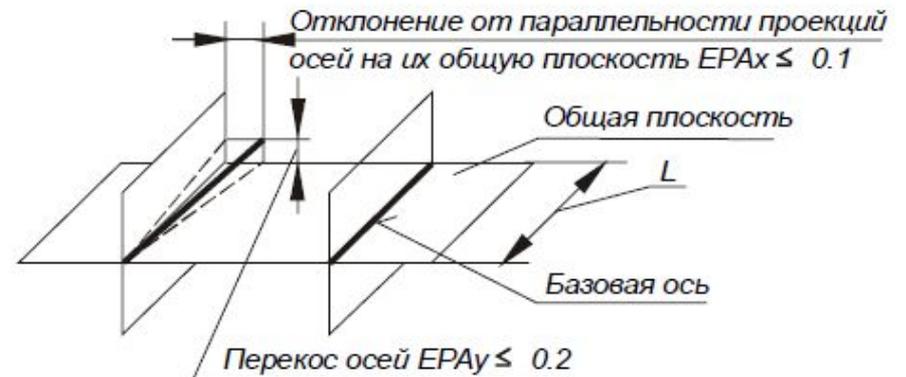
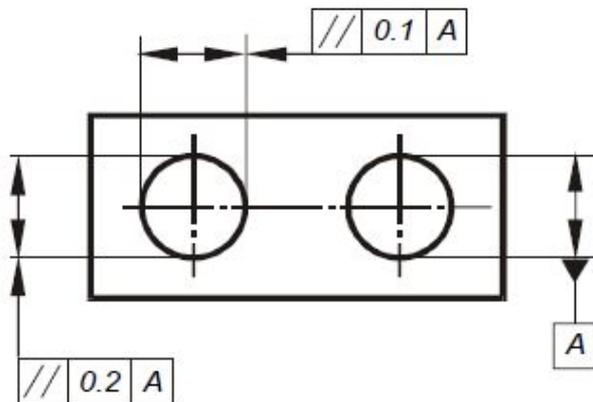


## 9. Позиционный допуск



**Допуски взаимного положения при сочетании поверхностей цилиндр - цилиндр**

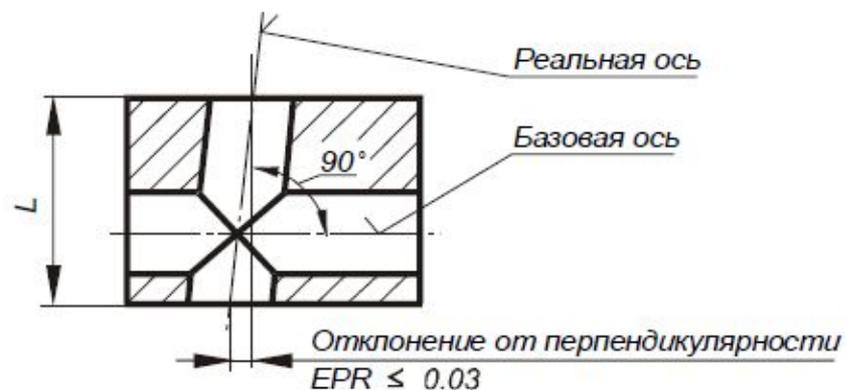
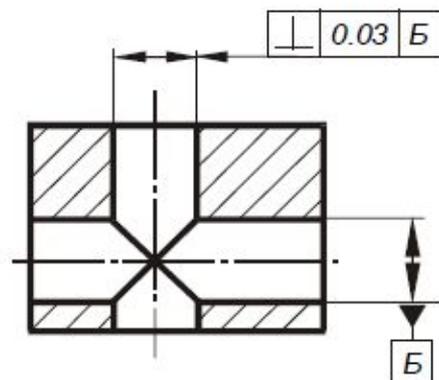
10. Допуск параллельности, 11. Допуск перекоса



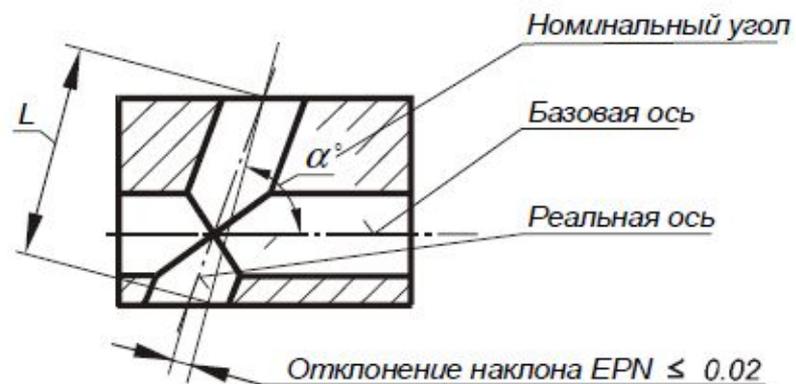
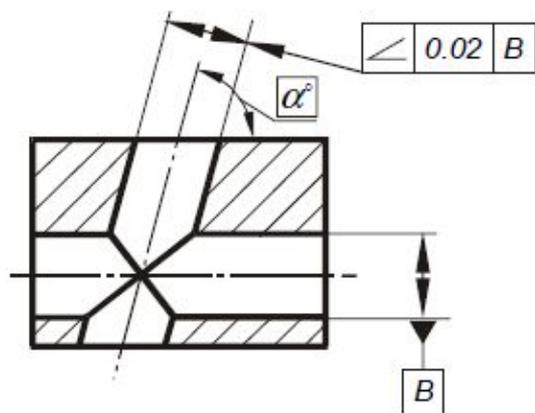
Пример нанесения допуска на чертеже  
по ГОСТ 2.308-79

Изображение отклонений

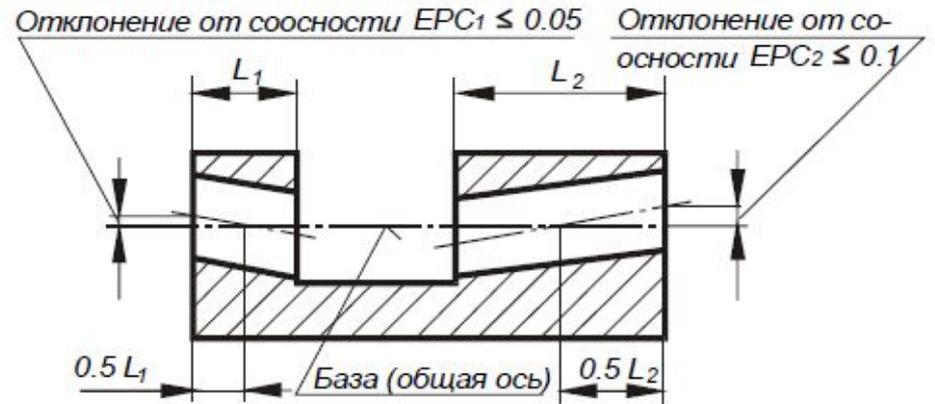
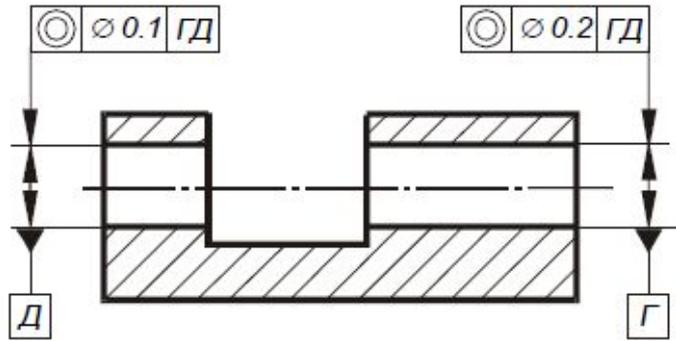
### 12. Допуск перпендикулярности



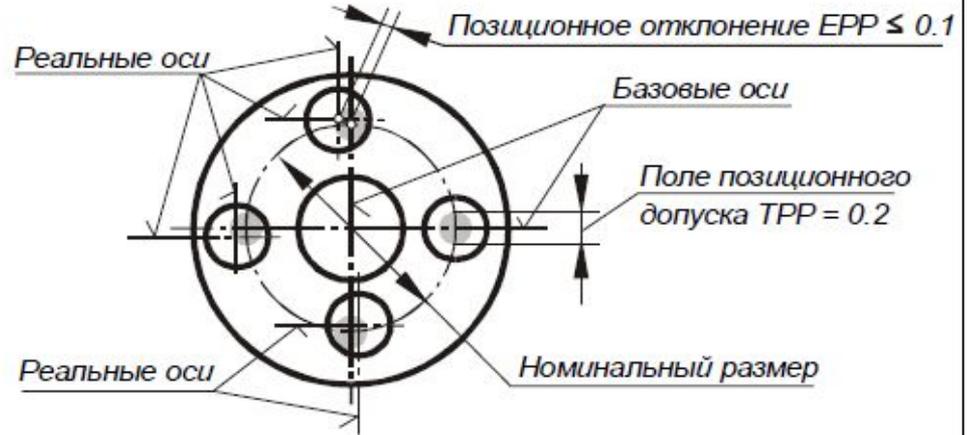
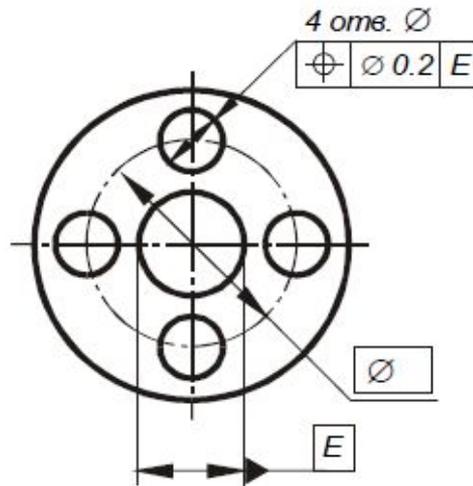
### 13. Допуск наклона



### 14. Допуск соосности



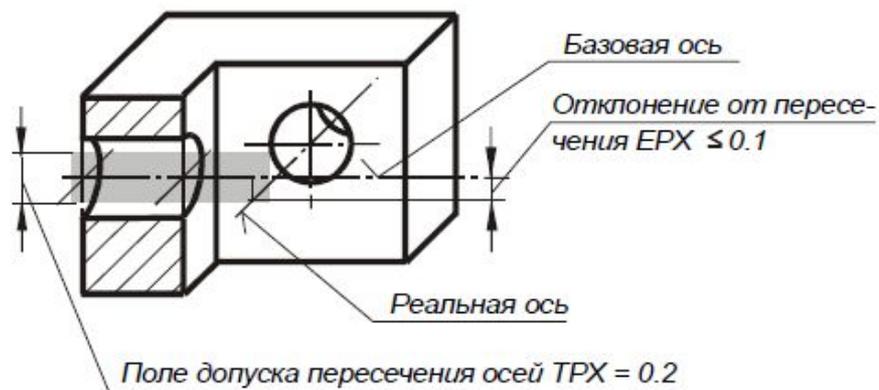
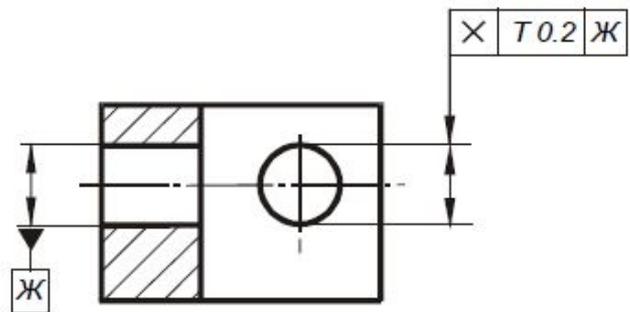
### 15. Позиционный допуск



Пример нанесения допуска на чертеже  
по ГОСТ 2.308-79

Изображение отклонений

16. Допуск пересечения осей



# Суммарные отклонения и допуски формы и расположения

№ п/п	Вид допуска и его обозначение по ГОСТ 24642-81	Изображение на чертеже
1	Допуск торцового биения <i>TCA</i>	
2	Допуск полного торцового биения <i>TCTA</i>	
3	Допуск радиального биения <i>TCR</i>	
4	Допуск полного радиального биения <i>TCTR</i>	
5	Допуск биения в заданном направлении <i>TCD</i>	
6	Допуск формы заданного профиля <i>TCL</i>	
7	Допуск формы заданной поверхности <i>TCE</i>	

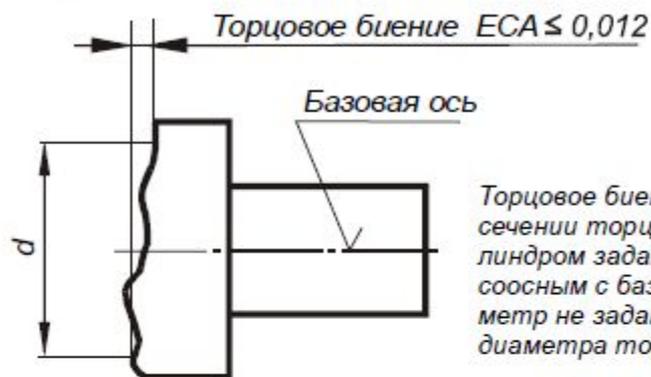
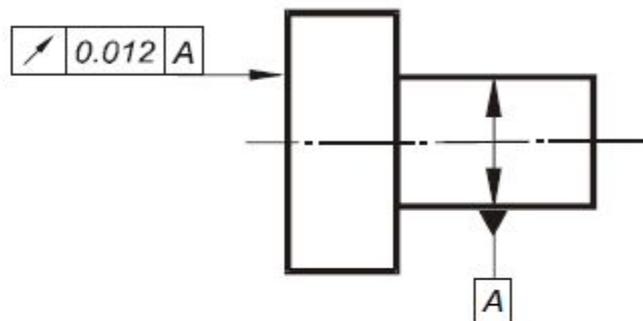
К суммарным отклонениям формы и расположения относят все виды биения.

1. **Радиальное биение** – разность наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля поверхности вращения до базовой оси в сечении плоскостью, перпендикулярной базовой оси. (результат проявления эксцентриситета и отклонений от круглости)
2. **Торцевое биение** – разность наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля торцевой поверхности до плоскости, перпендикулярной базовой оси. Является результатом проявления отклонений от перпендикулярности торцевой поверхности, относительно базовой оси и отклонений от плоскостности на измеряемом диаметре.
3. **Полное радиальное биение** – разность наибольшего и наименьшего расстояний от всех точек реальной поверхности в пределах нормируемого участка до базовой оси. (Полное радиальное биение является результатом совместного проявления отклонения от цилиндричности рассматриваемой поверхности и отклонения от ее соосности относительно базы)
4. **Полное торцевое биение** – Применяется к плоским торцевым элементам и суммарно ограничивает отклонения их от плоскостности и перпендикулярности. (Полное торцевое биение является результатом совместного проявления отклонения от плоскостности рассматриваемой поверхности и отклонения от ее перпендикулярности относительно базы).
5. **Биение в заданном направлении** - разность наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля поверхности вращения в сечении рассматриваемой поверхности конусом, ось которого совпадает с базовой осью, а образующая имеет заданное направление, до вершины этого конуса.  
( Биение является результатом совместного проявления в заданном направлении отклонений формы профиля рассматриваемого сечения и отклонений расположения оси рассматриваемой поверхности относительно базы)
6. **Отклонение формы заданного профиля** - наибольшее отклонение точек реального профиля от номинального профиля, определяемое по нормали к номинальному профилю в пределах нормируемого участка.
7. **Отклонение формы заданной поверхности** - наибольшее отклонение точек реальной поверхности от номинальной поверхности, определяемое по нормали к номинальной поверхности в пределах нормируемого участка

Пример нанесения допуска на чертеже  
по ГОСТ 2.308-79

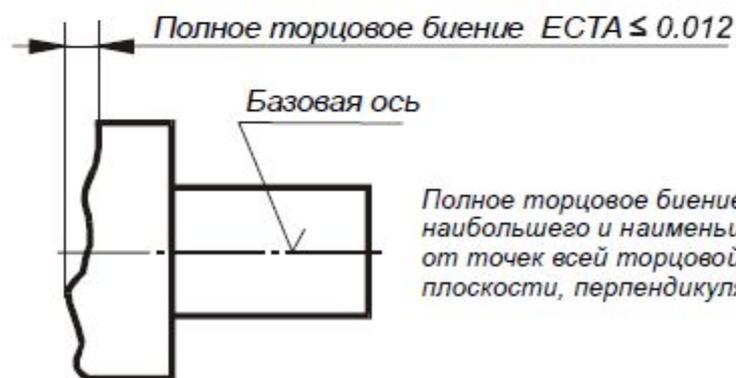
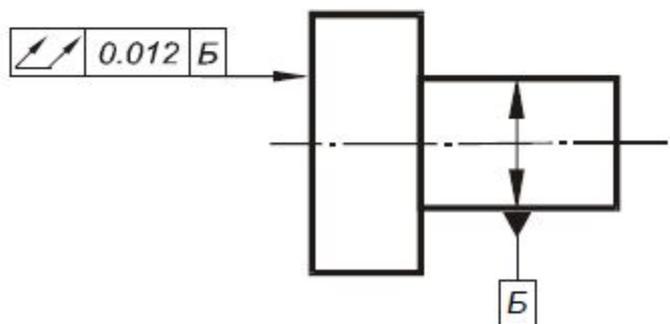
Изображение отклонения

### 1. Допуск торцового биения



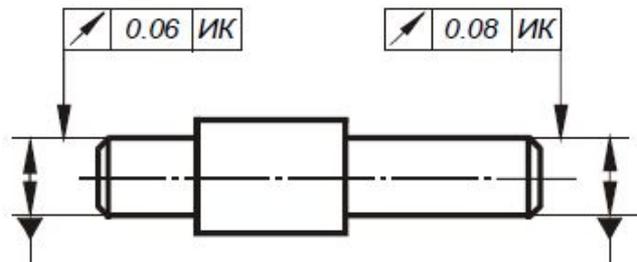
Торцовое биение определяется в сечении торцовой поверхности цилиндром заданного диаметра  $d$ , соосным с базовой осью, а если диаметр не задан, то в сечении любого диаметра торцовой поверхности

### 2. Допуск полного торцового биения

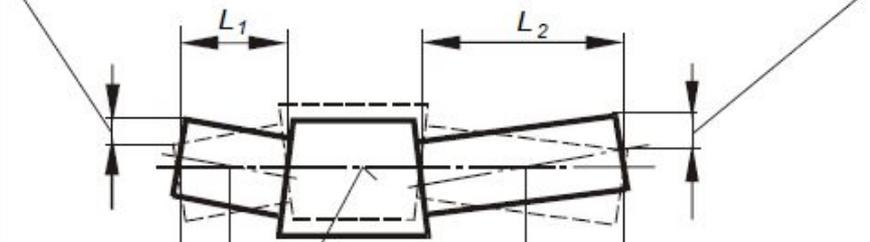


Полное торцовое биение - это разность наибольшего и наименьшего расстояний от точек всей торцовой поверхности до плоскости, перпендикулярной базовой оси

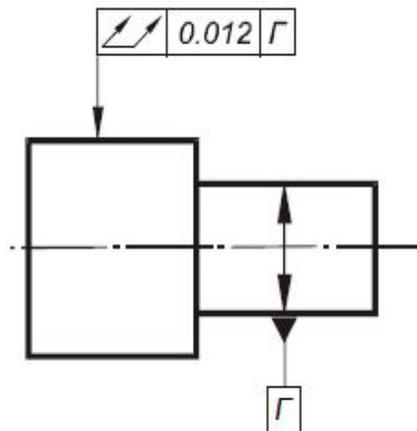
### 3. Допуск радиального биения



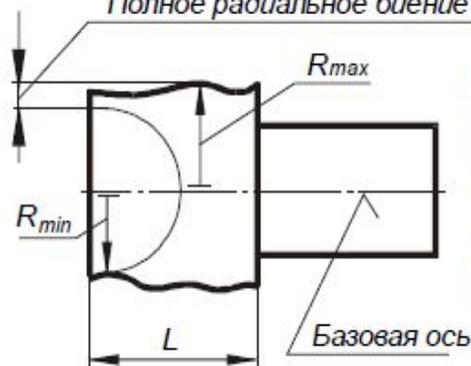
Радиальное биение  $ECR_1 \leq 0.06$  Радиальное биение  $ECR_2 \leq 0.08$



### 4. Допуск полного радиального биения

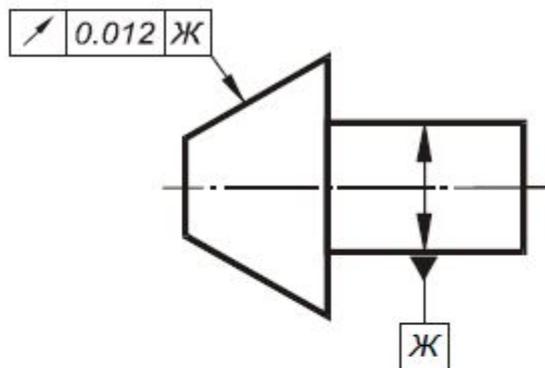


Полное радиальное биение  $E_{CTR} = R_{max} - R_{min} \leq 0.012$

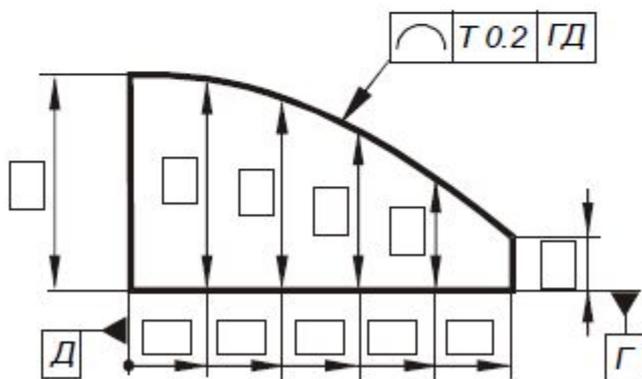


Полное радиальное биение - это разность наибольшего и наименьшего расстояний от всех точек реальной поверхности в пределах нормируемого участка до базовой оси

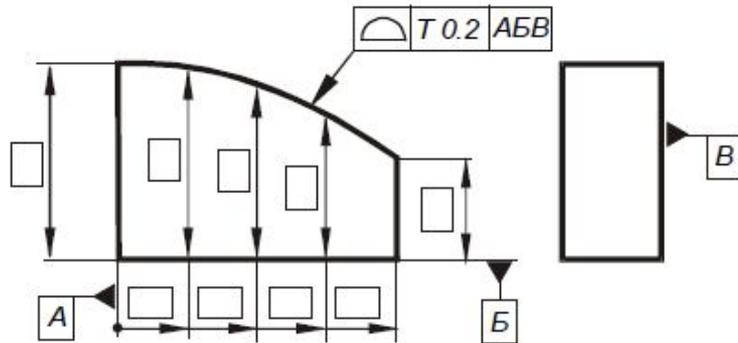
## 5. Допуск биения в заданном направлении



## 6. Допуск формы заданного профиля

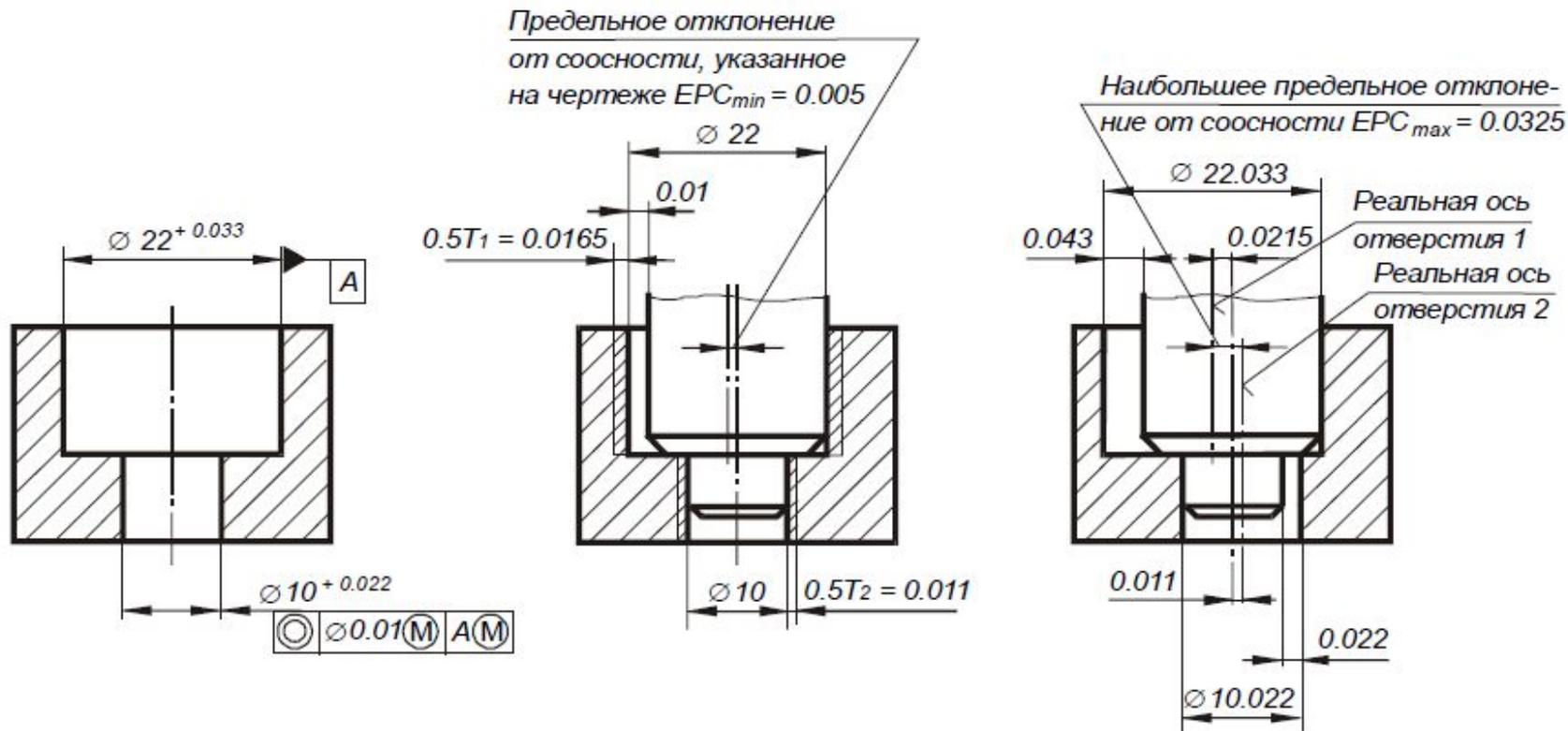


## 7. Допуск формы заданной поверхности



# Зависимые и независимые допуски

- Допуски расположения или формы могут быть зависимыми или независимыми.
- **Зависимый допуск** — это допуск расположения или формы, указываемый на чертеже в виде значения, которое допускается превышать на величину, зависящую от отклонения действительного размера рассматриваемого элемента от максимума материала.
- Зависимый допуск - переменный допуск, его минимальное значение указывается в чертеже и допускается превышать за счет изменения размеров рассматриваемых элементов, но так, чтобы их линейные размеры не выходили за пределы предписанных допусков.
- Зависимые допуски расположения, как правило, назначают в тех случаях, когда необходимо обеспечить собираемость деталей, сопрягающихся одновременно по нескольким поверхностям. В отдельных случаях при зависимых допусках имеется возможность перевести деталь из брака в годные путем дополнительной обработки, например, развертыванием отверстий. Как правило, зависимые допуски рекомендуется назначать для тех элементов деталей, к которым предъявляются только требования собираемости.
- Зависимые допуски обычно контролируют комплексными калибрами, которые являются прототипами сопрягаемых деталей. Эти калибры только проходные, они гарантируют беспригоночную сборку изделий.
- Буква “М” показывает, что допуск зависимый, а способ указания - что значение допуска соосности можно превышать за счет изменения размеров обоих отверстий.



Для зависимых допусков возможно назначение в чертежах их нулевых значений. Такой способ указания допусков означает, что отклонения допустимы только за счет использования части допуска на размер элементов.

**Независимый допуск - это допуск расположения или формы, числовое значение которого постоянно для всей совокупности деталей и не зависит от действительных размеров рассматриваемых поверхностей.**

