

## СТАНДАРТИЗАЦИЯ НОРМ, ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ

**Взаимозаменяемость** – принцип конструирования и изготовления деталей, обеспечивающий возможность сборки и замены при ремонтах независимо изготовленных с заданной точностью деталей и сборочных единиц без дополнительной обработки и припасовки и с сохранением соответствия качеству.

Детали и сборочные единицы будут взаимозаменяемые только в случае, когда их размеры, форма и другие параметры находятся в определенных пределах. Параметры деталей оценивают количественно с помощью размеров.

**Размер** – это числовое значение линейной величины в выбранных единицах измерения:

- **номинальный** – это размер, относительно которого определяются пределы, и который используется для отсчета отклонений (определяется во время конструирования на основе расчетов или по конструктивным соображениям и проставляется на чертежах деталей или соединений, после расчетов округляется до стандартного значения по ГОСТ 6636-69);
- **действительный** – размер установленный измерениями с допустимой погрешностью;
- **предельный** – два допустимых размера, т.е. наибольший и наименьший, между которыми должен находиться действительный размер.

На чертежах проставляют номинальные размеры, а каждое из двух предельных определяют по отклонением от номинального.

**Предельные отклонения** – это отклонение от номинального размера, которые проставляются на чертеже.

Различают верхнее и нижнее отклонения:

$D$  – номинальный размер отверстия

$$\varnothing D \begin{pmatrix} ES \\ EI \end{pmatrix} \begin{matrix} \text{верхнее} \\ \text{нижнее} \end{matrix}$$

$d$  – номинальный размер вала

$$\varnothing d \begin{pmatrix} es \\ ei \end{pmatrix} \begin{matrix} \text{верхнее} \\ \text{нижнее} \end{matrix}$$

Предельные отклонения определяются как алгебраическая разность между предельным и номинальными размерами:

$$ES = D_{\max} - D \qquad es = d_{\max} - d$$

$$EI = D_{\min} - D \qquad ei = d_{\min} - d$$

**Отверстие** – охватывающий размер.

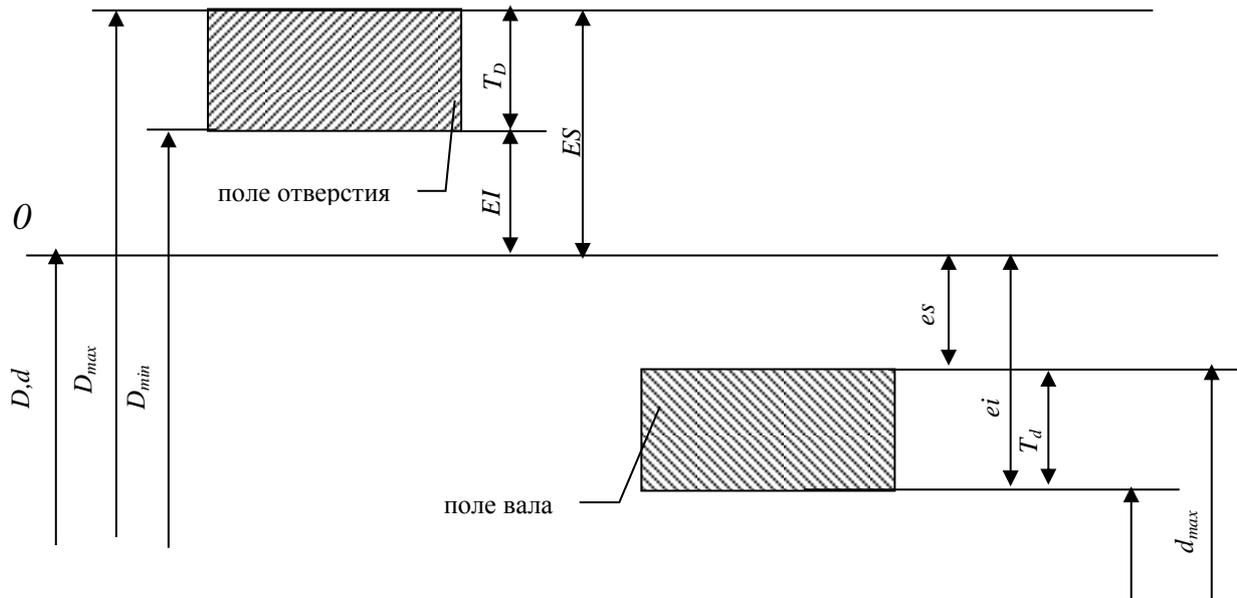
**Вал** – охватываемый размер.

Разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами или абсолютная величина алгебраической разности между верхним и нижним пределами называется **допуском размера  $T$** :

отверстия  $T_D = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI$

вала  $T_d = d_{\max} - d_{\min} = es - ei$ .

**Поле допуска** – поле, ограниченное верхним и нижним отклонениями, которое определяется величиной допуска и располагается относительно номинального размера – нулевой линии. Нулевая линия при графическом изображении полей допусков соответствует номинальному размеру.



## Единая система допусков и посадок (ЕСДП)

**ЕСДП** – это совокупность закономерно построенных рядов допусков и посадок, оформленных в виде стандартов, предназначенная для выбора минимально необходимых, но достаточных для практики вариантов допусков и посадок.

ЕСДП охватывает размеры до 3150мм.

Составной частью в ЕСДП входят стандарты:

- ГОСТ 25346-82 «ЕСДП, общие положения...»;
- ГОСТ 25347-82 «ЕСДП, поля допусков и рекомендуемые посадки» (СТ СЭВ 144-75).

Для нормирования различных уровней точности для размеров до 500мм стандартом предусмотрены 19 квалитетов точности:

- IT01, IT0, IT1, IT2 – для концевых мер;
- IT2 ... IT5 – для калибров;
- IT5 ... IT11 – для сопряженных размеров деталей машин;
- IT12 ... IT18 – для свободных (несопряженных) размеров.

Допуск размера в ЕСДП образуется соединением основного отклонения и квалитета:  $\varnothing 50H7$ ,  $\varnothing 85f8$  и т.п.

**Посадка** – это характер соединения деталей, которая определяется величиной полученных в ней зазоров или натягов, и которая характеризует свободу перемещения соединенных деталей или сопротивление их взаимному перемещению.

**Зазор** – это разность между размерами отверстия и вала, если отверстие больше вала.

**Натяг** – это разность между размерами отверстия и вала, если вал больше отверстия.

**Посадка с зазором** – это посадка, в которой обеспечивается зазор в соединении.

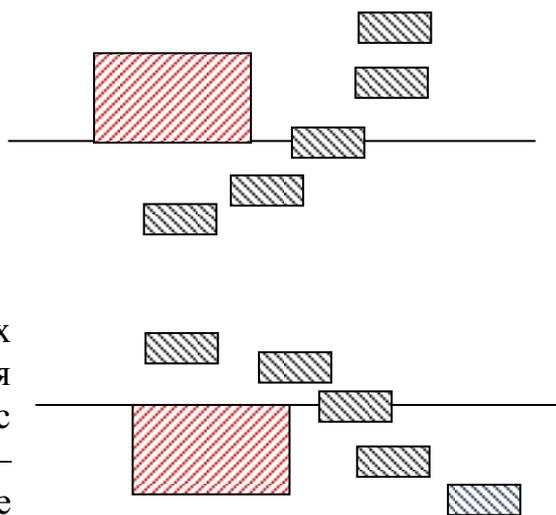
Они предназначены для подвижных и неподвижных соединений. В подвижных соединениях зазор служит для обеспечения свободы движения, размещения слоя смазочного материала, компенсации температурных деформаций, а также компенсации отклонений формы и расположение поверхностей, погрешностей сборки и т.п. В неподвижных соединениях посадки с зазором применяются для обеспечения беспрепятственной сборки деталей.

**Посадка с натягом** – это посадка, при которой обеспечивается натяг соединения. Они используются для неподвижных неразъемных соединений (разъемных ли лишь в отдельных случаях при ремонте) без дополнительного крепления винтами, штифтами, шпонками и т.п.

**Переходная посадка** – это посадка, при которой можно получить как зазор, так и натяг. Они предназначены для неподвижных, но разъемных соединений и обеспечивают хорошее центрирование сопряженных деталей. Для них характерно получение, как небольших зазоров, так и небольших натягов. Их применяют с дополнительным креплением шпонками, штифтами, винтами и т.п., применяют в относительно точных квалитетах (валы 4...7, отверстия 5...8):

В ЕСДП существует:

- система **отверстия** – посадки, в которых зазоры и натяги получаются соединением разных валов с основным отверстием (**основное отверстие** – это отверстие, нижнее отклонение которого равняется 0);
- система **вала** – посадки, в которых зазоры и натяги получаются соединением разных отверстий с основным валом (**основной вал** – это вал, верхнее отклонение которого равняется 0);



Системе отверстия отдают предпочтение как более экономичной.

При расчетах посадок шпоночных соединений рассматривают две посадки:

- шпонка – вал;
- шпонка – ступица.

Предельные отклонения для размера по ширине шпонки  $b$  принимают по  $h9$  (по ГОСТ 253447-82).

Предельные отклонения размеров по ширине паза вала и втулки выбираются по ГОСТ 23360 – 78 в зависимости от типа соединения.

Тип соединения	Предельные отклонения размеров по ширине	
	на валу	во втулке
свободное (для направляющих шпонок)	$H9$	$D10$
нормальное (для крупносерийного и массового производства)	$N9$	$J_s9$
плотное (для единичного и серийного производства)	$P9$	$P9$

Размеры шпонок

- по высоте  $h$  выбирают по  $h11$  (по ГОСТ 253447-82),
- по длине шпонки  $l$  по  $h14$  (по ГОСТ 253447-82),
- по длине шпоночного паза  $H15$  (по ГОСТ 253447-82).

Размер глубины паза в валу  $t_1$  и во втулке  $t_2$ , а также отклонения этих размеров определяются по ГОСТ 23360-78 и зависят от размеров сечения шпонки.

## Отклонение формы и расположение поверхностей

Основой нормирования и количественного отклонения формы и расположение поверхностей является принцип прилегающих прямых, поверхностей и профилей.

**Номинальная поверхность** – это идеальная поверхность, размеры и форма которой соответствуют заданным номинальным размерам и номинальной форме.

**Прилегающая поверхность** - поверхность, имеющая форму номинальной поверхности, соприкасающаяся с реальной поверхностью и расположенная вне материала детали так, чтобы отклонение от ее наиболее удаленной точки до реальной поверхности в пределах нормируемого участка имело минимальное значение.

Для измерения отклонений формы прилегающими поверхностями применяются поверхности контрольных плит, поверочных линеек, калибров.

**Отклонение формы** – это отклонение формы реального элемента от номинальной формы, оцениваемое наибольшим расстоянием от точек реального элемента по нормали до прилегающего элемента.

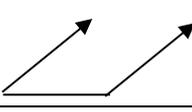
**Допуск формы** – это наибольшее значение отклонения формы, т. е. наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до прилегающей поверхности по нормали.

**Отклонение расположения поверхности** – это отклонение действительного расположения элемента рассматриваемой поверхности, оси или плоскости симметрии от номинального расположения.

Для оценки точности расположения поверхности назначают базу.

**База** – это поверхность, ее образующая или точка, определяющая привязку деталей к плоскости или оси, относительно которой задаются допуски расположения. Если базой является поверхность вращения или резьба, то за базу принимается ось.

**Допуск расположения** – это предел, ограничивающий допустимое значение отклонений расположения поверхностей.

Группа допуска	Виды допуска	Условное обозначение	Примечание
Допуск формы	прямолинейности	–	ограничивает абсолютную величину отклонения
	плоскости		
	круглости		ограничивает отклонение в радиусном выражении
	цилиндричности		
	продольного сечения		
Допуск расположения	параллельности	//	ограничивает предельное отклонение от базы
	перпендикулярности		
	наклона		
	соосности		ограничивает отклонение диаметра (ØT) или в радиус (R±)
	симметричности		
	позиционности		
	пересечение осей	×	
Суммарные допуски форм или расположения	радиальное биение – торцевое биение – биение в заданном направлении		ограничивает суммарное отклонение, которое показывает индикатор при измерениях
	– полное радиальное биение – полное торцевое биение		
	формы заданного профиля		ограничивает суммарное отклонение формы или поверхности
	формы заданной поверхности		

Числовые значения отклонений формы и расположение поверхностей выбирают по ГОСТ 24643-81. Установлено 16 степеней точности формы и расположение поверхностей.

Примеры обозначения на чертеже:



## Шероховатость поверхности

Поверхности, полученные обработкой на металлорежущих станках, или иным путем имеют чередующиеся выступы и впадины разной высоты и формы и сравнительно малых размеров по высоте и шагу. Шероховатость поверхности в сочетании с другими характеристиками определяет состояние поверхности и является наряду с точностью формы одной из основных геометрических характеристик качества поверхности

**Шероховатость поверхности** – это совокупность неровностей поверхности с относительно малыми шагами в пределах базовой длины.

Шероховатость поверхности независимо от материала и способа изготовления можно оценить одним или несколькими параметрами:

- $R_a$  – среднее арифметическое отклонение,
- $R_z$  – высота неровностей профиля по 10 точкам (5 выступлений и 5 впадин),
- $R_{max}$  – наибольшая высота неровностей,
- $S_{min}$  – средний шаг неровностей,
- $S$  – средний шаг местных выступов,
- $t_p$  – относительная опорная длина профиля.

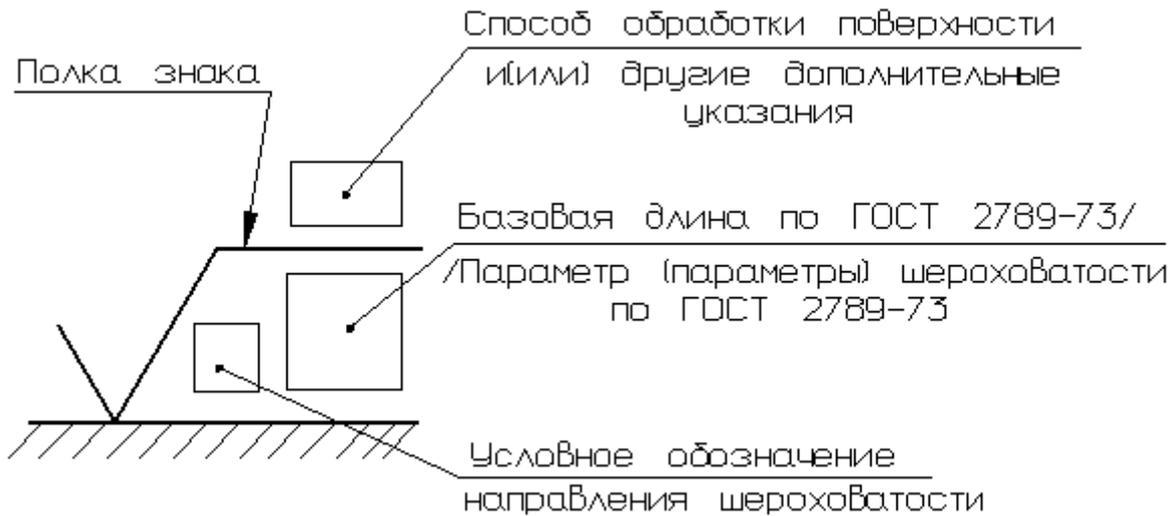
Наиболее полную информацию представляет параметр  $R_a$ , он является основным из высотных параметров шероховатости и его назначают на все сопряженные и чисто обработанные несопряженные поверхности деталей.

Чистовые поверхности с малой шероховатостью повышают прочность и коррозионную устойчивость деталей, уменьшают трение срабатывания в сопряженных подвижных деталях. Однако при этом возрастает стоимость обработки поверхностей. Поэтому выбор параметров шероховатости должен быть экономически обоснованным.

Непосредственной связи между качествами точности размеров и параметрами шероховатости не существует, но не допускается высокая точность со значительной шероховатостью поверхностей, поскольку высота неровностей должна быть соизмерима с допуском на размер. Поверхности деталей, которые предназначены для соединений по стандартным посадкам, должны иметь параметр шероховатости  $R_a$  0,2...3,2 мкм.

Требования к шероховатости поверхности устанавливают путем указания параметра шероховатости (или нескольких параметров), его числового значения (наибольшего, наименьшего, номинального), а также, при необходимости, базовой длины и направления неровностей.

Согласно ГОСТ 2.309-73 (с изменением № 3 2002 г.) шероховатость поверхностей обозначают на чертеже для всех поверхностей детали, которые выполняются по данному чертежу.



Например,  $\sqrt{Ra3,2}$ ,  $\sqrt{Rz40}$

Вид обработки не указан

Шероховатость поверхности определяется снятием слоя материала (шлифование, полирование и другое)

Шероховатость поверхности образуется без снятия слоя материала (чеканка, накатывание роликами и др.) и необработанных поверхностей.

Если преобладающее число поверхностей не обрабатывается, шероховатость показывают в правом верхнем углу  $\sqrt{Ra6,3}(\sqrt{\quad})$ .

