

# Нормирование точности линейных и угловых размеров на примере гладких цилиндрических соединений

**Размер** – числовое значение линейной величины (диаметр, длина и т.п.) в выбранных единицах измерения. Под размером элемента в цилиндрических соединениях понимается диаметр, в плоских – расстояние между параллельными плоскостями по нормали к ним. Числовые значения размеров в машиностроении задаются в миллиметрах (мм).

Различают размеры:

- **номинальный** – размер, относительно которого определяются предельные размеры и который служит началом отсчета отклонений (нулевая линия), назначается из числа стандартных по ГОСТ 6636.
- **предельные** (наибольший и наименьший) – два предельно допустимых размера, между которыми должен находиться или которым может быть равен действительный размер годной детали.

· **действительный** – размер, установленный измерением с допусковой погрешностью.

В соединении элементов двух деталей один из них является внутренним (охватывающим), другой – наружным (охватываемым).

В Единой системы допусков и посадок (ЕСДП) всякий наружный элемент называется **валом**, всякий внутренний элемент – **отверстием**.

Термины «отверстие» и «вал» применяются и к несопрягаемым элементам.

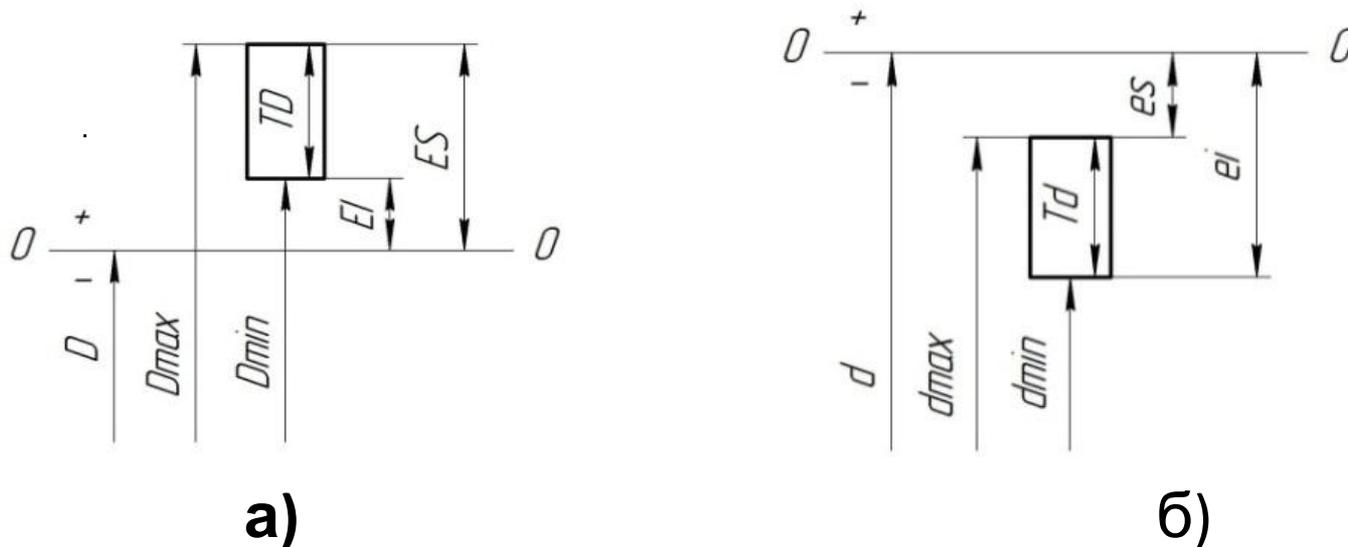
**Допуск**  $T$  – разность между наибольшими и наименьшими предельными размерами или алгебраическая разность между верхним и нижним отклонениями.

**Стандартный допуск**  $IT$  – любой из допусков, устанавливаемый системой ЕСДП.

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

**Отклонением размера** называется алгебраическая разность между размером (действительным, предельным) и номинальным размером.

**Основное отклонение**— (рис. 1) одно из двух предельных отклонений размера (верхнее или нижнее), определяющее положение поля допуска относительно нулевой линии (номинального размера). В данной системе ЕСДП основным отклонением является ближайшее к нулевой линии.



**Рис. 1. Схемы расположения полей допусков:**  
**а** – отверстия ( $ES$  и  $EI$  – положительные); **б** – вала ( $es$  и  $ei$  – отрицательные)

**Поле допуска** – поле, ограниченное наибольшим и наименьшим предельными размерами и определяемое величиной допуска и его положением относительно номинального размера (рис. 1).

Принятые обозначения:

$D$  ( $d$ ) – номинальный размер отверстия (вала);

$D_{\max}$  ( $d_{\max}$ ),  $D_{\min}$  ( $d_{\min}$ ),  $D_e$  ( $d_e$ ),  $D_m$  ( $d_m$ ) – размеры отверстия (вала), наибольший (максимальный), наименьший (минимальный), действительный, средний.

$ES$  ( $es$ ) – верхнее отклонение отверстия (вала);

$EI$  ( $ei$ ) – нижнее отклонение отверстия (вала);

$S$ ,  $S_{\max}$ ,  $S_{\min}$ ,  $S_m$  – зазоры, наибольший (максимальный), наименьший (минимальный), средний соответственно;

$N$ ,  $N_{\max}$ ,  $N_{\min}$ ,  $N_m$  – натяги, наибольший (максимальный), наименьший (минимальный), средний соответственно;

$T_D$ ,  $T_d$ ,  $T_S$ ,  $T_N$ ,  $T_{SN}$  – допуски отверстия, вала, зазора, натяга, зазора-натяга (в переходной посадке) соответственно;

$IT1$ ,  $IT2$ ,  $IT3$ ..... $ITn$ ..... $IT18$ . – допуски по квалитетам обозначаются сочетанием букв  $IT$  с порядковым номером квалитета.

При обработке каждая деталь приобретает свой действительный размер и может быть оценена как годная, если он находится в интервале предельных размеров, или забракована, если действительный размер вышел за эти границы. Условие годности деталей может быть выражено следующим неравенством:

$$D_{\max}(d_{\max}) \geq D(d)_e \geq D_{\min}(d_{\min}).$$

Допуск является мерой точности размера. Чем меньше допуск, тем меньше допустимое колебание действительных размеров, тем выше точность детали и, как следствие, увеличивается трудоемкость обработки и ее себестоимость:

$$TD = D_{\max} - D_{\min} = |ES - EI| \text{ – для отверстия;}$$

$$Td = d_{\max} - d_{\min} = |es - ei| \text{ – для вала.}$$

Отклонения могут быть действительными или предельными, а предельные – верхним  $ES$  ( $es$ ) и нижним  $EI$  ( $ei$ ):

для отверстия  $ES = D_{\max} - D$ ;  $EI = D_{\min} - D$ ; для вала  $es = d_{\max} - d$ ;  $ei = d_{\min} - d$ .

Отклонения могут принимать значения:

- положительные (со знаком плюс), если  $D_{\max}(d_{\max}), D_{\min}(d_{\min}) > D(d)$ ,
- отрицательные (со знаком минус), если  $D_{\max}(d_{\max}), D_{\min}(d_{\min}) < D(d)$
- равные нулю, если  $D_{\max}(d_{\max}) = D(d)$  или  $D_{\min}(d_{\min}) = D(d)$ .

На рис.1 изображены схемы расположения полей допусков отверстия и вала, а также указаны предельные размеры отверстия и вала, определяемые верхним и нижним отклонениями относительно номинального размера (нулевой линии).

# Посадка

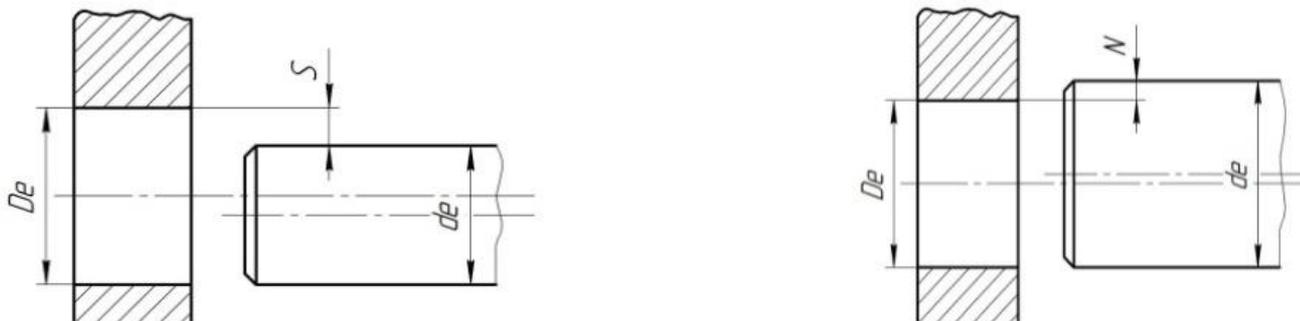
**Посадка** - это соединение двух деталей, в результате чего образуется зазор или натяг. Разность размеров отверстия и вала до сборки определяет характер соединения деталей. Различают посадки:

- с зазором;
- с натягом;
- переходные.

**Зазор** – разность между размером отверстия и вала до сборки  $S = D - d$ , если размер отверстия больше размера вала  $D > d$  (рис. 2, а).

**Зазор** характеризует большую или меньшую свободу относительного перемещения деталей в соединении. Посадки с зазором применяются в подвижных соединениях, в которых детали в процессе работы перемещаются в продольном (осевом) направлении или вращаются относительно друг друга.

**Натяг** – разность размеров вала и отверстия до сборки  $N = d - D$ , если действительный размер вала больше действительного размера отверстия  $d > D$  (рис.3.2, б). Натяг характеризует степень сопротивления взаимному смещению деталей в соединении. Посадки с натягом предназначены для получения неразъемных соединений, в которых неподвижность деталей обеспечивается за счет сил трения на контактных поверхностях. Посадки с натягом преимущественно выполняются тепловым способом (нагрев втулки или охлаждение вала), а при малых натягах используется силовой способ (сборка под прессом).



а)

б)

**Рис. 2. Схемы посадок: а – с зазором; б – с натягом**

**В переходных посадках** может получиться или зазор, или натяг в зависимости от действительных размеров отверстия и вал. Они обеспечивают точное центрирование (соосность) втулки относительно вала, применяются для неподвижных (вдоль оси) соединений с дополнительным креплением.