

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.

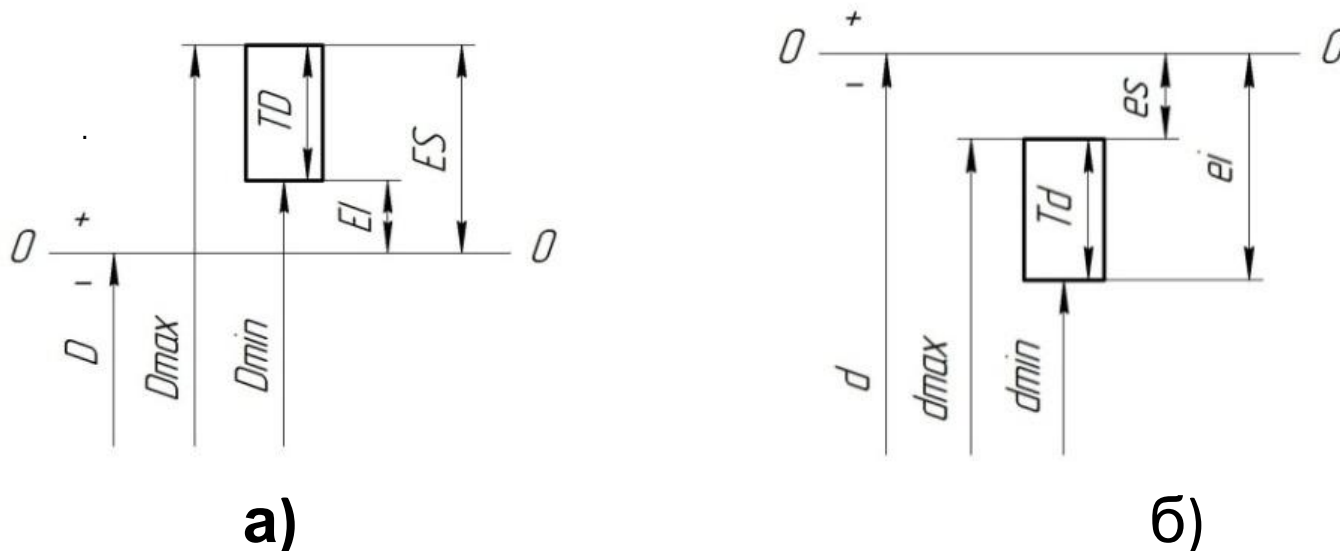


Рис. 1. Схемы расположения полей допусков:
а – отверстия (ES и EI – положительные); б – вала (es и ei – отрицательные)

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

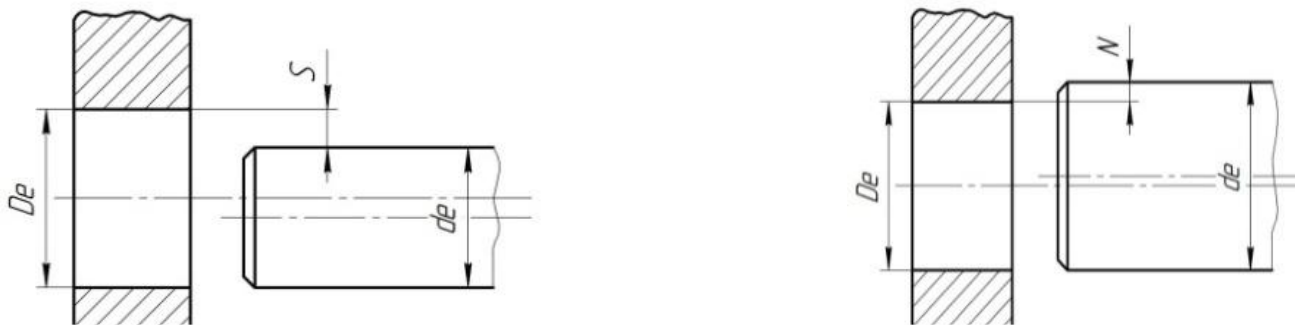
Посадка - это соединение двух деталей, в результате чего образуется зазор или натяг. Разность размеров отверстия и вала до сборки определяет характер соединения деталей. Различают посадки:

- 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.