Лекция 4

1.7. Система допусков на линейные размеры

1.7.1. Основные положения

В настоящее время в международной практике действуют различные системы допусков и посадок гладких цилиндрических соединений. Наиболее известна среди них международная система **ИСО**.

Система ИСО прянята в 1946 году. В настоящее время система ИСО применяется во всех промышленно развитых и разви-

вающихся странах мира, разработавших на основе рекомендаций и стандартов ИСО свои национальные стандарты.

Основы построения СДП (системы допусков и посадок) изложены в:

✓ ГОСТ 25346-2013 «Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Система допусков на линейные размеры. Основные положения, допуски, отклонения и посадки».

✓ ГОСТ 25347-2013 «Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Система допусков на линейные размеры. Ряды допусков, предельные отклонения отверстий и валов».

В этих стандартах приведены термины и определения, интервалы номинальных размеров, формулы и числовые значения допусков и отклонений, правила образования и условные обозначения полей допусков и посадок. Они полностью соответствуют основам построения системы ИСО, а для размеров свыше 3150 до 40 000 мм, не охваченных системой ИСО, предусмотрена экстраполяция основных закономерностей системы ИСО, принятых для размеров свыше 500 до 3150 мм.

Система допусков «Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Система допусков на линейные размеры. Часть 1. Основные положения, допуски, отклонения и посадки» распространяется на линейные размеры следующих геометрических элементов:

а) цилиндр;

б) две параллельные плоскости.

В стандарте изложены основные положения и терминология, относящиеся к этой системе допусков, приведены классы допусков общего применения, выделенные из всего множества возможных.

Стандарт содержит также термины и определения, касающиеся посадок, образуемых двумя размерными элементами, без огра-

ничения их ориентации и месторасположения, и поясняет принципы «основной вал» и «основное отверстие».

Стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ИСО 286-1:2010 «Геометрические характеристики изделий. Система допусков ИСО на линейные размеры. Часть 1. Основные положения, допуски, отклонения и посадки».

1.7.2. Размеры и предельные отклонения. Допуски

Номинальный размер – основной размер, определяемый из функционального назначения детали. В соответствии с ГОСТ 25346-2013 «ОНВ. ЕСДП. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений» номинальный размер – это размер, относительно которого определяются предельные размеры и который служит началом отсчета отклонений. Номинальный размер получают из расчетов на прочность или другими методами, а затем округляют до стандартного размера и проставляют на чертеже.

Для сокращения количества типоразмеров материалов, инструмента и приспособлений в России действует ГОСТ 6636-69 «ОНВ. Нормальные линейные размеры», разработанный в соответствии с рекомендациями ИСО (см. п. 1.4).

Требуемый размер не может быть выдержан в производстве абсолютно точно. Поэтому вводится понятие действительного размера.

Действительный размер (в соответствии с тем же ГОСТ 25346-2013) – это размер, установленный измерением.

Но действительный размер сам может находиться в каких-то пределах, для чего назначаются предельные размеры.

Предельные размеры – два предельно допустимых размера, между которыми должен находиться или которым может быть равен действительный размер.

Больший из двух предельных размеров называется наибольшим предельным размером – $D(d)_{max}$, меньший – наименьшим предельным размером – $D(d)_{min}$.

Сравнение действительного размера с предельным дает возможность судить о годности детали.

Условие годности детали: $D(d)_{max} \geqslant D(d) \geqslant D(d)_{min}$.

Пусть, к примеру, диаметр посадочного места под подшипник $\text{ø}30k6(^{+0,015}_{+0,002})$. Этот размерный элемент должен быть выполнен с предельными размерами Dmax = 30,015 мм; Dmin = 30,002 мм. При контроле данного размерного элемента у партии изготовленных по этому чертежу валов получены результаты:

№ дет.	1	2	3	4	5	6	7
d	30,012	30,017	30,009	30,002	30,007	30,001	30,005

Таким образом годны детали №№ 1, 3, 4, 5, 7. Детали №№ 2 и 6 следует забраковать, причем деталь № 2 можно отправить на доработку – диаметр можно уменьшить и получить годную деталь (так называемый «исправимый брак»). Деталь № 6 должна быть признана неисправимым браком.

Предельными размерами должны быть ограничены все действительные размеры рассматриваемого размерного элемента.

Предельные размеры наиболее удобно задавать в виде величины отклонения от номинального размера.

Графическое изображение нижеприведенных понятий показано на рис. 1.5.

Верхним отклонением называется алгебраическая разность между наименьшим и номинальным размерами.

Нижним отклонением – алгебраическая разность между наименьшим и номинальным размерами.

Разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами называется *допуском*.

Другими словами, допуск – это официально разрешенная погрешность детали. При этом отклонение может быть как положительным, так и отрицательным, в то время как допуск всегда величина положительная. Поэтому перед допуском знак не ставится, в то время как он всегда ставится перед отклонениями.

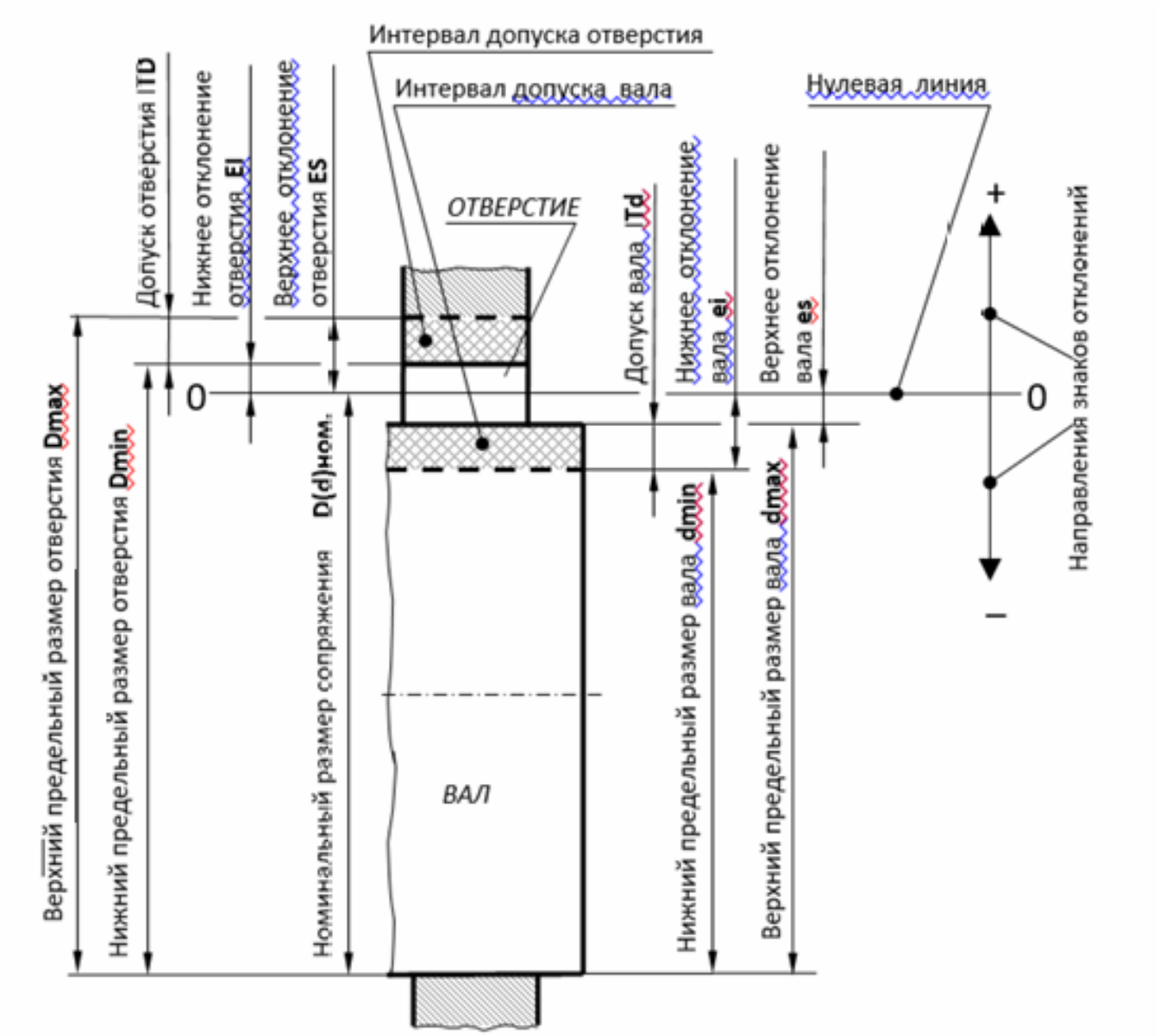


Рис. 1.5. Графическое изображение допусков и предельных отклонений

Например: ø30 – номинальный размер, необходимый для заказа инструмента;

ø30,2 – наибольший предельный размер;

ø30,1 – наименьший предельный размер;

Эти два размера необходимы для обеспечения допуска.

Согласно ГОСТ 25346-2013 допуск обозначается *IT* (от англ. *International Tolerance)* или *T*.

Соответственно:

- ✓ верхнее предельное отклонение – $ES(es) = D(d)_{max} - D(d)$;
- ✓ нижнее предельное отклонение – $EI(ei) = D(d)_{min} - D(d)$,

где *ES* – обозначение верхнего отклонения для отверстия (es – вала); *EI* – обозначение нижнего отклонения для отверстия *(ei* – вала).

Поле допуска – пространство, ограниченное верхним и нижним отклонениями. Поле допуска определяется величиной допуска и его положением относительно номинального размера. При графическом изображении поле допуска заключено между двумя линиями, соответствующими верхнему и нижнему отклонениям относительно нулевой линии.

Допуски на размеры также можно изобразить схематически, в виде полей допусков, не приводя самих деталей (рис. 1.6).

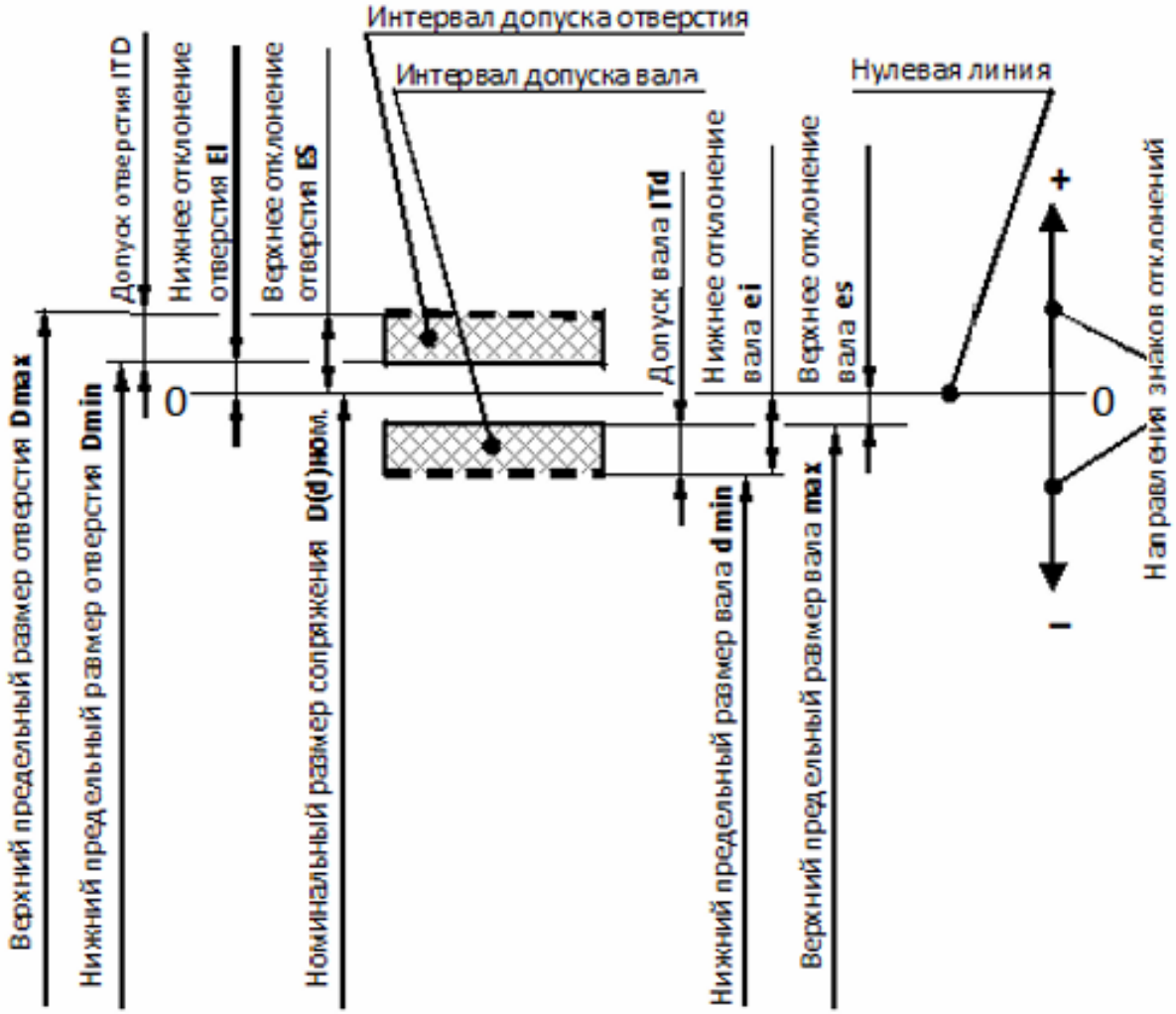


Рис. 1.6. Схема полей допуска и предельных отклонений

ПРИМЕЧАНИЕ ***Непрерывная*** горизонтальная линия, ограничивающая интервал допуска, представляет ***основное отклонение*** отверстия/вала. ***Штриховая*** линия, ограничивающая интервал допуска, представляет ***другое (не основное) отклонение*** отверстия/вала.

Нулевая линия – линия, соответствующая номинальному размеру, от которой откладываются отклонения размеров при графическом изображении допусков. Если нулевая линия расположена горизонтально, положительные отклонения откладываются вверх от нее, а отрицательные – вниз.

Отклонение будет положительным, если определяемый отклонением размер больше номинального, и отрицательным – если размер меньше номинального.

На чертежах предельные отклонения проставляют в миллиметрах более мелким шрифтом, причем верхнее отклонение – выше, а нижнее – ниже определяемого или номинального размера:

$$\text{ø}110^{+0,020}_{+0,005} \quad \text{или} \quad \text{ø}130^{-0,115}_{-0,210}.$$

При равенстве абсолютных величин отклонений их величину указывают один раз – рядом с номинальным размером одинаковым с ним шрифтом со знаком «±» (50±0,1).

Отклонение, равное нулю, на чертежах не ставят. В этом случае проставляют только одно отклонение, каждое на своем месте. Например: $\text{ø}85_{-0,015}$ или $\text{ø}100^{+0,215}$.

Для примера на рис. 1.7 приведены фрагмент чертежа золотника двигателя ЧТЗ и графическое изображение интервала допуска размера $Ø10^{-0,013}_{-0,049}$

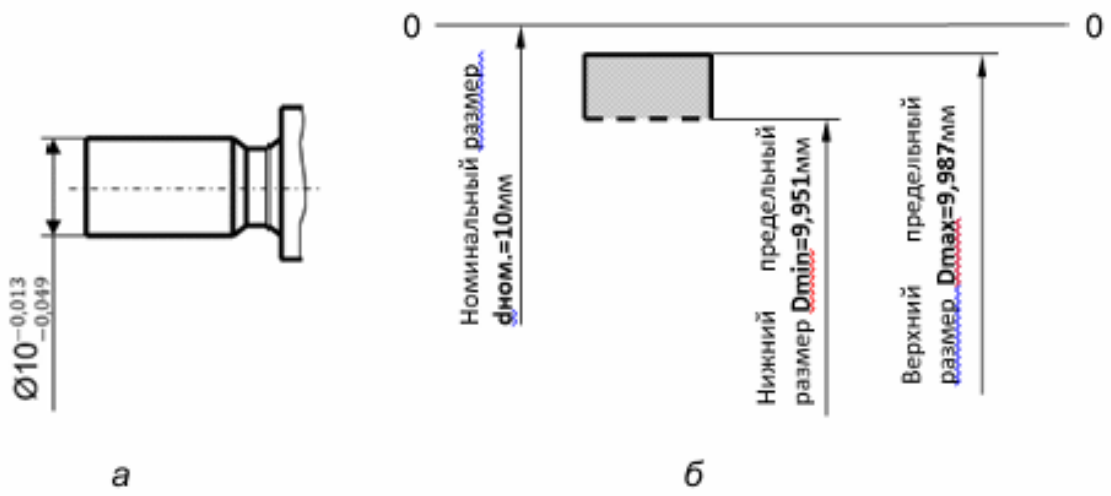


Рис. 1.7. Фрагмент чертежа золотника двигателя ЧТЗ (а) и графическое изображение интервала допуска размера (б)

1.7.3. Понятия «вал» и «отверстие»

С точки зрения теории взаимозаменяемости все геометрические параметры условно делятся на две группы: вал и отверстие. Эти понятия возникли потому, что наиболее распространенными в технике являются цилиндрические сопряжения, как наиболее просто изготавливаемые. Поэтому мы и возьмем цилиндрическое сопряжение (рис. 1.8).

Две или несколько подвижно или неподвижно соединенных детали называются *сопрягаемыми*. Поверхности, по которым происходит соединение деталей, называют *сопрягаемыми*. Остальные поверхности называют *несопрягаемыми (свободными)*.

Размеры, по которым происходит сопряжение, называют сопрягаемыми (*D, d*).

Размеры, не участвующие в сопряжении, называют свободными (*N, L*).

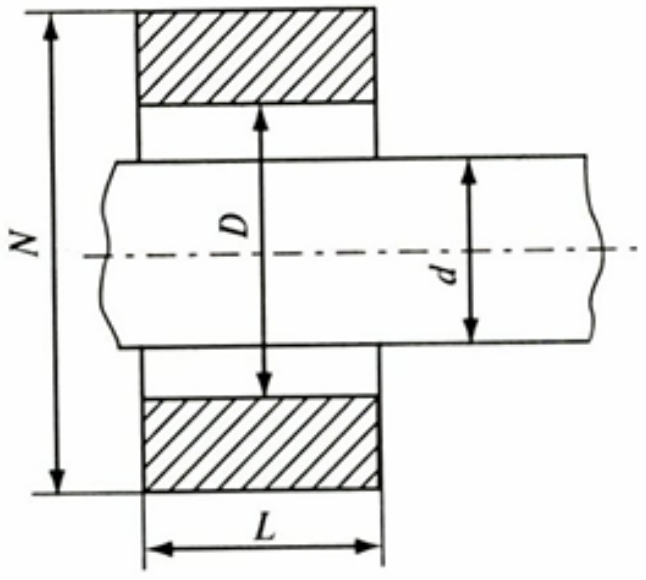


Рис. 1.8. Сопрягаемые и свободные размеры, понятия вал и отверстие

Элемент детали, которому в сопряжении принадлежит охватываемая поверхность, называется *валом*.

Элемент, которому принадлежит охватывающая поверхность, называется *отверстием*.

Этот же принцип сохраняется в случае, если сопряжение не является цилиндрическим (рис. 1.9). При этом существует и более общий принцип, дающий правило нахождения отверстия и вала даже при линейных размерах.

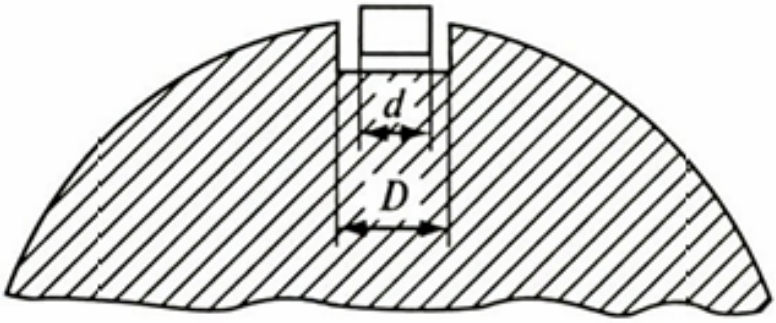


Рис. 1.9. Понятия «вал» и «отверстие» в случае нецилиндрического сопряжения

Все наружные размеры могут быть только валом, а все внутренние – только отверстием.

А как быть с неявными линейными размерами? Общее правило гласит: «Если размер при обработке уменьшается – он является валом, если увеличивается – отверстием» (хотя сама деталь может быть валом), т.е. принцип *отверстие-вал* определяется направлением изменения размера при обработке (рис. 1.10).

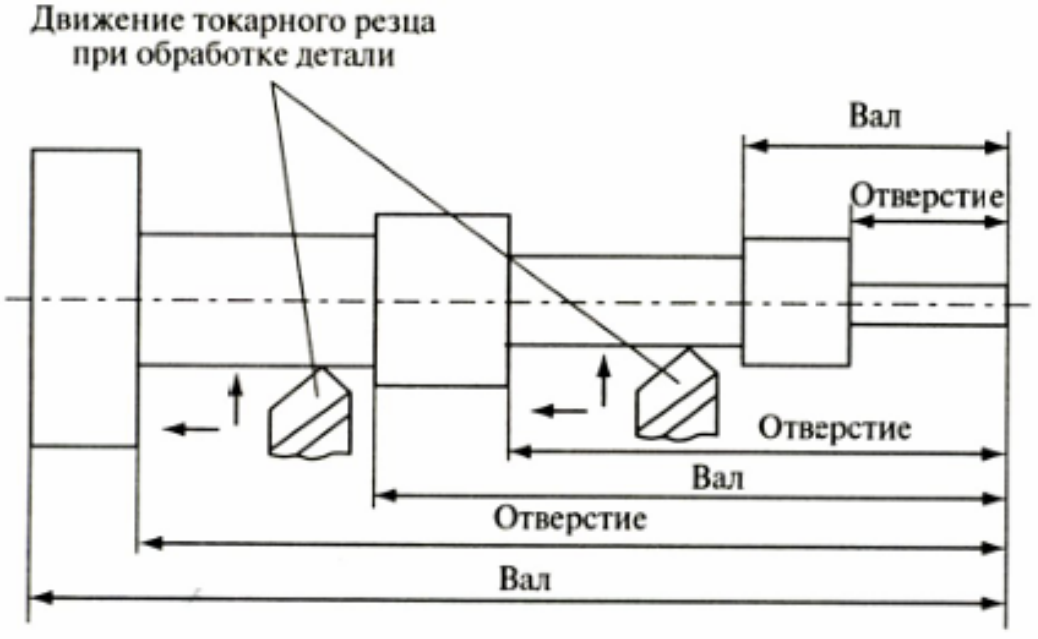


Рис. 1.10. Определение вала и отверстия в случае неявных линейных размеров

Поверхность детали, относительно которой ориентированы другие поверхности детали, называется *базой*. База всегда обрабатывается первой.

Основной вал – это вал, верхнее отклонение которого равно нулю (рис. 1.11, а).

Основное отверстие – это отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю (рис. 1.11, б).

В соответствии с этим строятся посадки в системах отверстия и вала.

Основное отклонение – одно из двух предельных отклонений (верхнее или нижнее), определяющее положение поля допуска относительно нулевой линии. В системе ЕСДП им является отклонение, ближайшее к нулевой линии.

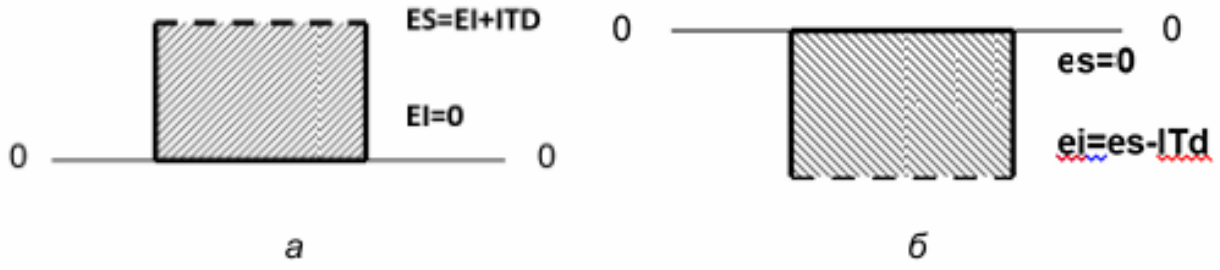


Рис. 1.11. Основное отверстие (а) и основное отверстие (б)