

Оглавление

Введение	5
1. Общие сведения о допусках и посадках.....	6
1.1. Основные термины и определения (по ГОСТ 25346).....	6
2. Гладкие цилиндрические соединения.....	15
2.1. Основные положения Единой системы допусков и посадок.....	15
2.2. Выбор системы посадок	19
2.3. Выбор квалитетов точности	19
2.4. Выбор посадок	22
2.5. Назначение и применение посадок с зазором	23
2.6. Назначение и применение переходных посадок	31
2.7. Назначение и применение посадок с натягом	35
3. Нормирование геометрической точности.....	40
3.1. Геометрические параметры деталей. Основные понятия	40
3.2. Отклонения и допуски формы поверхностей	44
3.3. Отклонения и допуски расположения поверхностей	44
3.4. Зависимые и независимые допуски	60
4. Шероховатость поверхности	65
4.1. Параметры шероховатости	65
4.2. Нормирование качественных параметров шероховатости поверхности.....	69
4.3. Обозначение шероховатости поверхностей	70
4.4. Пример размерного анализа посадки.....	71
5. Соединения с подшипниками качения.....	77
5.1. Основные положения.....	77
5.2. Особенности соединений подшипников качения с деталями машин	78
5.3. Пример выбора посадок подшипников качения	89

6. Шпоночные соединения	93
6.1. Основные положения	93
6.2. Пример выбора посадок шпоночного соединения.....	97
7. Посадки шлицевых соединений	100
7.1. Основные положения	100
7.2. Шлицевые прямобоочные соединения	102
7.3. Шлицевые эвольвентные соединения.....	109
7.4. Пример выбора посадок прямобоочного шлицевого соединения	111
8. Соединения с метрической резьбой.....	116
8.1. Основные положения	116
8.2. Классификация резьб	116
8.3. Основные параметры метрической резьбы.....	117
8.4. Система допусков и посадок метрической резьбы	120
8.5. Обозначение цилиндрической метрической резьбы и резьбовых соединений (по ГОСТ 16093).....	127
8.6. Пример выбора посадок резьбового соединения	130
Список литературы	133
Приложение. Справочные таблицы	136

Введение

В решении задач совершенствования обслуживания и ремонта техники особое значение приобретают стандартизация и взаимозаменяемость, в частности обеспечение оптимальной точности размеров, формы и расположения поверхностей деталей.

Большое значение в достижении эффективности машиностроительного производства имеет организация изготовления деталей машин на основе взаимозаменяемости, создание и применение надежных средств технологических измерений и контроля.

Взаимозаменяемость на всех этапах производства, эксплуатации и технического сервиса машин обеспечивается строгим соблюдением допусков и посадок, установленных соответствующими стандартами и зафиксированных после их расчета или выбора в технической документации (чертежах, технологических картах, технических требованиях и т. д.). Этой документацией при выполнении тех или иных операций технологического процесса руководствуется каждый специалист. Часто специалист в своей повседневной работе сталкивается с необходимостью чтения чертежей, на которых обозначены предельные отклонения и допуски, параметры шероховатости. Кроме того, он должен быстро проводить простейшие расчеты по допускам и посадкам, уметь правильно выбирать необходимый измерительный инструмент, пользоваться в необходимых случаях справочными пособиями.

Пособие содержит теоретические сведения, справочные таблицы и примеры выполнения некоторых расчетов по взаимозаменяемости. В нем даны основные сведения (и числовые значения) по допускам и посадкам гладких соединений, допускам формы и расположения поверхностей, шероховатости и др., необходимые при проектировании, конструировании и разработке сборочных и детальных чертежей, выполнении курсовых и дипломных проектов.

1. Общие сведения о допусках и посадках

1.1. Основные термины и определения (по ГОСТ 25346)

Детали, частично или полностью входящие одна в другую, образуют подвижное или неподвижное **соединение**. В соединениях деталей различают элементы:

– **вал** — термин, условно применяемый для обозначения наружных элементов деталей, включая и нецилиндрические элементы;

– **отверстие** — термин, условно применяемый для обозначения внутренних элементов деталей, включая и нецилиндрические элементы.

Элементы деталей, из которых состоят соединения, характеризуются размерами. **Размер** — числовое значение линейной величины (диаметра, длины и т. д.) в выбранных единицах измерения. В машиностроении все размеры принято указывать в миллиметрах:

$$1 \text{ мм} = 1000 \text{ мкм}; \quad 1 \text{ мкм} = 0,001 \text{ мм}.$$

Различают номинальный, действительный и предельные размеры.

Номинальный размер — размер, относительно которого определяют отклонения. Размеры диаметров, относящиеся к отверстиям, обозначают прописной D , а к валам — строчной d буквами латинского алфавита. Значение номинального размера определяется конструктором расчетами на прочность, жесткость, усталость или его выбирают, исходя из конструктивных соображений, а затем округляют до ближайшего, как правило, большего размера из ряда нормальных линейных размеров. Этот **размер указывают на чертеже и в технической документации**, и он является номинальным.

Действительный размер D_d, d_d — размер элемента, установленный измерением с допустимой погрешностью. Это размер, который выявляется экспериментальным путем, т. е. измерением, и называется действительным, если он выявлен с допустимой погрешностью, установленной нормативными документами.

Предельные размеры — это два предельно допустимых размера элемента детали, между которыми должен находиться или может быть равен им действительный размер годной детали. Большой из них называется **наибольшим предельным размером**, а меньший — **наименьшим предельным размером**. Эти размеры могут быть больше или меньше номинального размера и могут совпадать с номинальным размером.

Предельные размеры принято обозначать D_{max} , D_{min} — для отверстий, d_{max} , d_{min} — для валов (рис. 1.1). Из рассмотренного определения вытекает условие пригодности действительного размера:

– для отверстия:

$$D_{min} \leq D_d \leq D_{max}; \quad (1.1)$$

– для вала:

$$d_{min} \leq d_d \leq d_{max}. \quad (1.2)$$

Для упрощения чертежей ГОСТ 25346 вводит понятия предельных отклонений от номинального размера (рис. 1.1):

– **верхнее отклонение** ES , es — алгебраическая разность между наибольшим предельным и номинальным размерами:

• для отверстия:

$$ES = D_{max} - D; \quad (1.3)$$

• для вала:

$$es = d_{max} - d; \quad (1.4)$$

– **нижнее отклонение** EI , ei — алгебраическая разность между наименьшим предельным и номинальным размерами:

• для отверстия:

$$EI = D_{min} - D; \quad (1.5)$$

• для вала:

$$ei = d_{min} - d; \quad (1.6)$$

– **среднее отклонение** E_c , e_c — среднее арифметическое верхнего и нижнего отклонений:

• для отверстия:

$$E_c = 0,5(ES + EI); \quad (1.7)$$

- для вала:

$$e_c = 0,5(es + ei); \quad (1.8)$$

– **действительное отклонение** — алгебраическая разность между действительным и соответствующим номинальным размерами.

Отклонения могут быть положительными, если предельный или действительный размер больше номинального, и отрицательными, если предельный или действительный размер меньше номинального.

На чертежах и в технической документации номинальные и предельные размеры, а также их отклонения согласно ГОСТ 2.307 указывают в миллиметрах без обозначения единицы.

Например, $25^{+0,015}$; $35_{-0,012}$; $73^{+0,045}$.

При равенстве абсолютных значений отклонений они указываются один раз со знаком «±» рядом с номинальным размером.

Например, $12 \pm 0,032$; $78 \pm 0,04$.

Отклонение, равное нулю, на чертежах не проставляется. Наносят только одно отклонение: положительное — его наносят на месте верхнего отклонения, а отрицательное наносят на месте нижнего отклонения.

Например, $45^{+0,021}$; $86_{-0,022}$.

Одним из основных понятий, определяющих точность изготовления деталей, является допуск размера.

Допуск T — разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами, а также абсолютная величина разности между верхним и нижним отклонениями (рис. 1.1):

- допуск размера **отверстия**:

$$TD = D_{max} - D_{min} = ES - EI; \quad (1.9)$$

- допуск размера **вала**:

$$Td = d_{max} - d_{min} = es - ei. \quad (1.10)$$

Допуск характеризует точность размера и всегда является величиной положительной. С увеличением допуска качество деталей, как правило, снижается, а стоимость изготовления уменьшается.

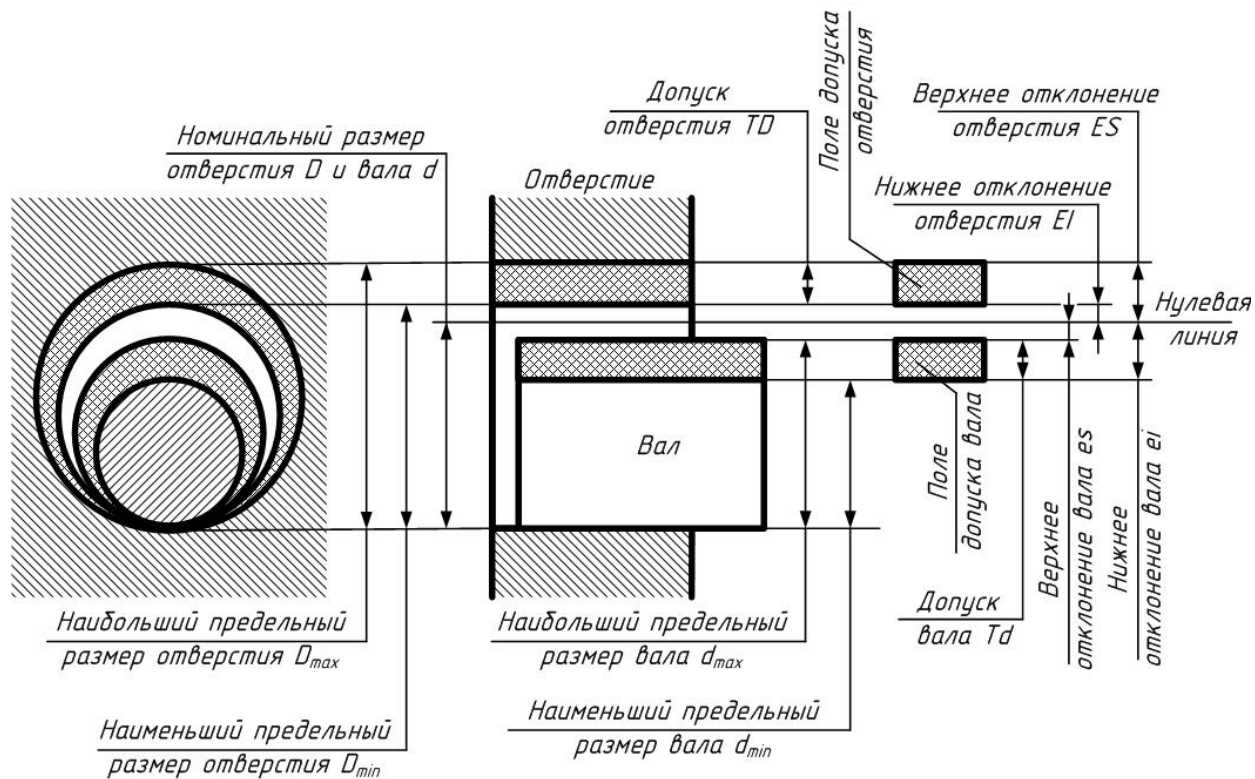


Рис. 1.1. Графическое представление размеров, отклонений и допусков отверстия и вала

На *рис. 1.1* (левая часть) представлено условное изображение отверстия и вала. Заштрихованная зона между предельными размерами является допуском. Такое изображение хотя и достаточно наглядно, но трудновыполнимо в масштабе, поскольку разница между значениями номинального размера, отклонений и допусков достаточно большая. Поэтому применяется графическое изображение допусков и предельных отклонений в виде **схемы расположения поля допуска**, представленной на *рис. 1.1* (правая часть).

Поле допуска — поле, ограниченное наибольшим и наименьшим предельными размерами.

Поле определяется величиной допуска и его положением относительно номинального размера. При графическом изображении поле допуска заключается между двумя линиями, соответствующими верхнему и нижнему отклонениям относительно нулевой линии.

Нулевая линия — линия, соответствующая номинальному размеру. При графическом изображении полей допусков от этой линии откладываются отклонения размеров и посадок. Обычно нулевую линию располагают горизонтально, положительные отклонения откладывают вверх от нее, а отрицательные — вниз.

Для нормирования точности соединяемых деталей введены понятия основной вал и основное отверстие (*рис. 1.2*):

– **основной вал** — вал, верхнее отклонение которого равно нулю ($es = 0$);

– **основное отверстие** — отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю ($EI = 0$).

Когда говорят о деталях, находящихся в соединении, применяют термин посадка. **Посадка** — это характер соединения деталей, который определяется разностью их размеров до сборки. Посадка определяется величиной получающихся в соединении зазоров или натягов, которые характеризуют свободу относительного перемещения деталей в соединении или степень сопротивления их взаимному перемещению.

Зазор S — это разность размеров отверстия и вала, при этом размер отверстия D больше размера вала d , как это представлено на *рис. 1.3, а*:

$$S = D - d. \quad (1.11)$$

Натяг N — это разность размеров вала d и отверстия D до сборки, при этом размер вала больше размера отверстия (рис. 1.3, б):

$$N = d - D. \quad (1.12)$$

Из последних определений вытекают равенства:

$$N = -S; \quad (1.13)$$

$$S = -N, \quad (1.14)$$

т. е. натяг есть отрицательный зазор и наоборот.

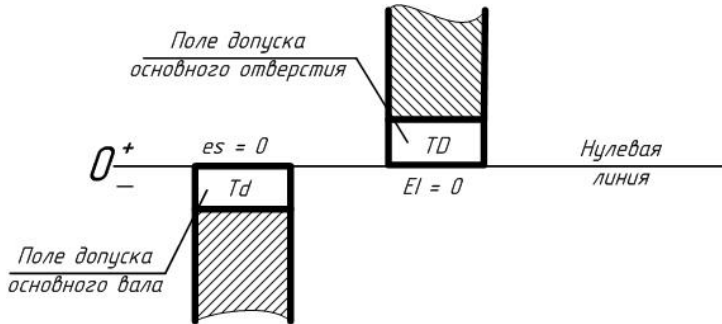


Рис. 1.2. Поля допусков основного вала и основного отверстия

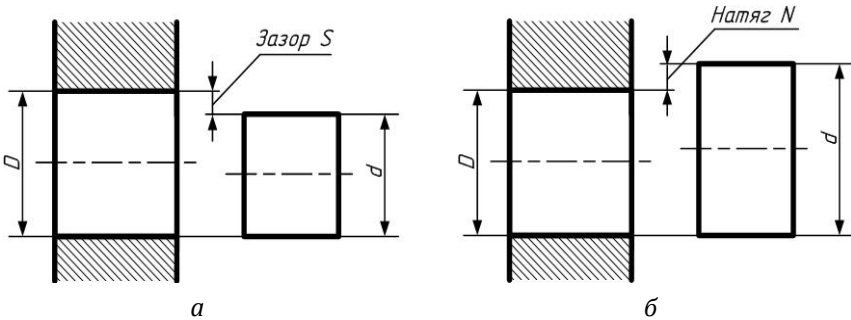
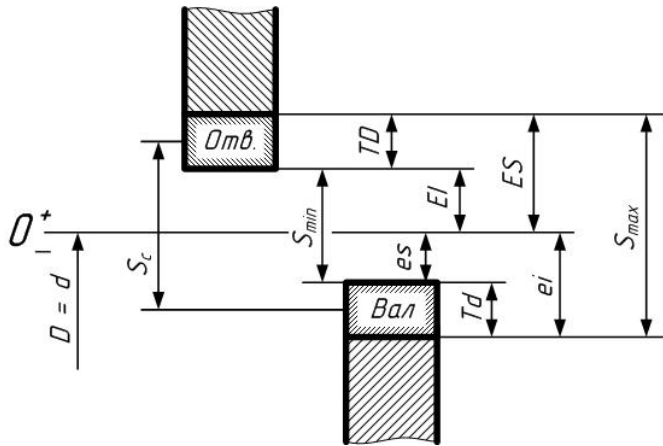


Рис. 1.3. Образование зазора (а) и натяга (б)

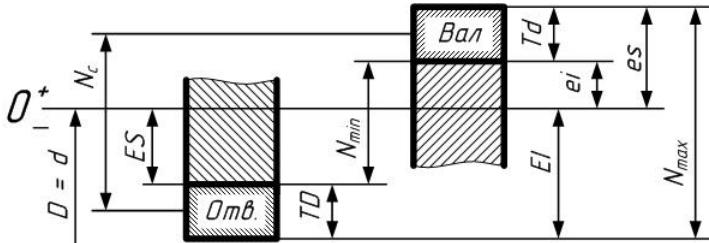
Рассеивание действительных размеров деталей в пределах допуска неизбежно приводит к колебаниям зазоров и натягов в собираемых соединениях.

Поэтому различают посадки с зазором, с натягом и переходные посадки.

Посадка с зазором — посадка, при которой всегда образуется зазор в соединении, т. е. *наименьший предельный размер отверстия больше наибольшего предельного размера вала или равен ему*. При графическом изображении поле допуска отверстия TD расположено над полем допуска вала Td (рис. 1.4, а).



а



б

Рис. 1.4. Предельные значения зазоров и натягов в посадках с зазором (а) и с натягом (б)

Посадка с зазором характеризуется следующими основными параметрами:

– наибольший зазор:

$$S_{max} = D_{max} - d_{min} = ES - ei; \quad (1.15)$$

– наименьший зазор:

$$S_{min} = D_{min} - d_{max} = EI - es; \quad (1.16)$$

– средний зазор:

$$S_c = 0,5(S_{max} + S_{min}); \quad (1.17)$$

– допуск посадки:

$$T = TS = S_{max} - S_{min} = TD + Td. \quad (1.18)$$

К посадкам с зазором относятся и такие посадки, в которых нижняя граница поля допуска отверстия совпадает с верхней границей поля допуска вала, т. е. $D_{min} = d_{max}$. В этом случае $S_{min} = 0$.

Посадка с натягом — посадка, при которой всегда образуется натяг в соединении, т. е. *наибольший предельный размер отверстия меньше наименьшего предельного размера вала или равен ему*. При графическом изображении поле допуска отверстия TD расположено под полем допуска вала Td (рис. 1.4, б).

Основными параметрами посадки с натягом являются:

– наибольший натяг:

$$N_{max} = d_{max} - D_{min} = es - EI; \quad (1.19)$$

– наименьший натяг:

$$N_{min} = d_{min} - D_{max} = ei - ES; \quad (1.20)$$

– средний натяг:

$$N_c = 0,5(N_{max} + N_{min}); \quad (1.21)$$

– допуск посадки:

$$T = TN = N_{max} - N_{min} = TD + Td. \quad (1.22)$$

К посадкам с натягом также относятся такие посадки, в которых нижняя граница поля допуска вала совпадает с верхней границей поля допуска отверстия, т. е. $D_{max} = d_{min}$. В этом случае $N_{min} = 0$.

Переходная посадка — посадка, при которой возможно получение, как зазора, так и натяга в соединении в зависимости от действительных размеров отверстия и вала. При графическом изображении таких посадок *поля допусков отверстия и вала перекрываются частично или полностью*, как это представлено на рис. 1.5. Таким образом, до образования конкретного соединения нельзя точно заранее сказать, что получится

в этом соединении отверстия и вала — зазор или натяг. Поэтому в переходных посадках обычно рассчитывают вероятность появления зазоров и натягов.

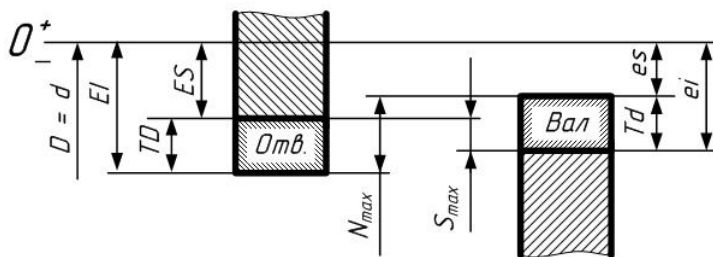


Рис. 1.5. Предельные значения зазоров и натягов в переходной посадке

Основными параметрами переходной посадки являются:

– наибольший зазор:

$$S_{max} = D_{max} - d_{min} = ES - ei; \quad (1.23)$$

– наибольший натяг:

$$N_{max} = d_{max} - D_{min} = es - EI; \quad (1.24)$$

– допуск посадки:

$$T = TNS = S_{max} + N_{max} = TD + Td. \quad (1.25)$$

Контрольные вопросы

1. Какой размер называется номинальным?
2. Какой размер называется действительным?
3. Что такое предельные отклонения и допуск?
4. Как называется зона, заключенная между линиями, соответствующими верхнему и нижнему отклонениям размера, при графическом изображении размера?
5. Какому размеру соответствует нулевая линия при графическом изображении поля допуска?
6. Что такое зазор и каковы условия его образования?
7. Что такое натяг и каковы условия его образования?
8. Что такое переходная посадка?

2. Гладкие цилиндрические соединения

2.1. Основные положения Единой системы допусков и посадок

Действующая в нашей стране (с 1977 года) система допусков и посадок основана на стандартах и рекомендациях ISO (International Organization for Standardization) и получила название *Единая система допусков и посадок (ЕСДП)*.

ЕСДП — это совокупность рядов допусков и посадок, закономерно построенных на основе опыта, теоретических и экспериментальных исследований и оформленных в виде стандартов. ЕСДП построена по определенным принципам и характеризуется рядом следующих основных положений:

1. С целью упрощения таблиц допусков и посадок **номинальные размеры**, охватываемые ЕСДП, **разбиты на диапазоны**: менее 1 мм; от 1 до 500 мм; свыше 500 до 3150 мм; свыше 3150 до 10 000 мм; свыше 10 000 до 40 000 мм. Наиболее широко используемым в машиностроении является диапазон размеров до 500 мм.

Весь диапазон размеров до 500 мм разделен на основные и промежуточные интервалы. Это сделано потому, что назначать допуск и отклонения для каждого номинального размера нецелесообразно. При определении принадлежности размера к тому или иному интервалу следует помнить, что последнее число интервала относится к данному интервалу, а первое число — к предыдущему. Например, допуски для номинального размера 10 мм надо находить в интервале размеров свыше 6 до 10 мм, а допуск размера 6 мм необходимо брать из интервала свыше 3 до 6 мм.

2. *Нормированную точность* или качество изготовления принято называть *кавалитетом* (quality — качество), характеризующим сложность получения размера независимо от диаметра.

Квалитет (степень точности) — совокупность допусков, рассматриваемых как соответствующих одному уровню точности для всех номинальных размеров.

В ЕСДП предусмотрено 20 квалитетов, обозначаемых порядковым номером, возрастающим с увеличением допуска: 01; 0; 1; 2; 3; 4; ...; 18.

Сокращенно стандартный допуск обозначают буквами IT (International Tolerance — международный допуск) и соответствующим номером квалитета. Например, IT8 означает допуск по 8-му квалитету. **Стандартный допуск** — любой из допусков, устанавливаемых данной системой допусков и посадок.

3. Величина допуска в каждом из квалитетов характеризуется постоянным числом единиц допуска, называемым часто коэффициентом точности, и величиной единицы допуска, значения которых зависят от квалитета и величины размера.

4. Для образования различных посадок ЕСДП предусматривает две системы посадок: систему отверстия и систему вала.

Посадки в системе отверстия — посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются *сочетанием различных полей допусков валов с полем допуска основного отверстия (рис. 2.1, а).*

Посадки в системе вала — посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются *сочетанием различных полей допусков отверстий с полем допуска основного вала (рис. 2.1, б).*

Системы отверстия и вала формально равнозначны. Однако система отверстия является предпочтительной, так как она более экономичная.

5. Положение поля допуска относительно номинального размера в ЕСДП нормируется величиной **основного отклонения** — одно из двух отклонений (верхнее или нижнее), определяющее положение поля допуска относительно нулевой линии, т. е. отклонение, которое расположено ближе к нулевой линии.

Установлено 28 основных отклонений, которые обозначаются латинскими буквами — **прописными** (большими) А, В, С, CD, Е, EF, F, FG, G, H, J, Js, K, M, N, P, R, S, T, U, V, X, Y, Z, ZA, ZB, ZC **для отверстий** и **строчными** (малыми) a, b, c, cd, e, ef, f, fg, g, h, j, js, k, m, n, p, r, s, t, u, v, x, y, z, za, zb, zc **для валов.**

На *рис. 2.2* представлен полный набор основных отклонений, который характеризует потенциальные возможности ЕСДП и схематично показывает относительные положения полей допуска, определяемых основными отклонениями.

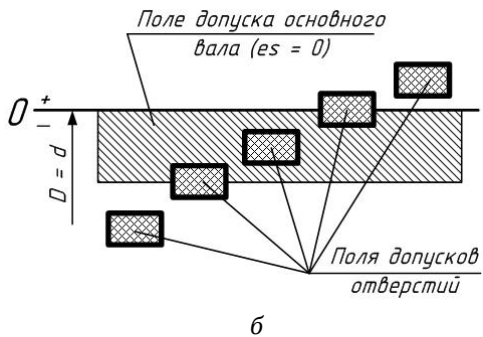
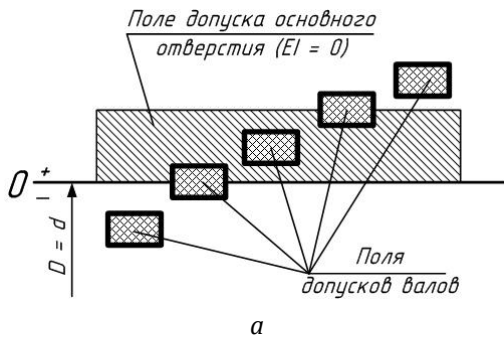


Рис. 2.1. Схема расположения полей допуска отверстий и валов в системе отверстия (а) и в системе вала (б)

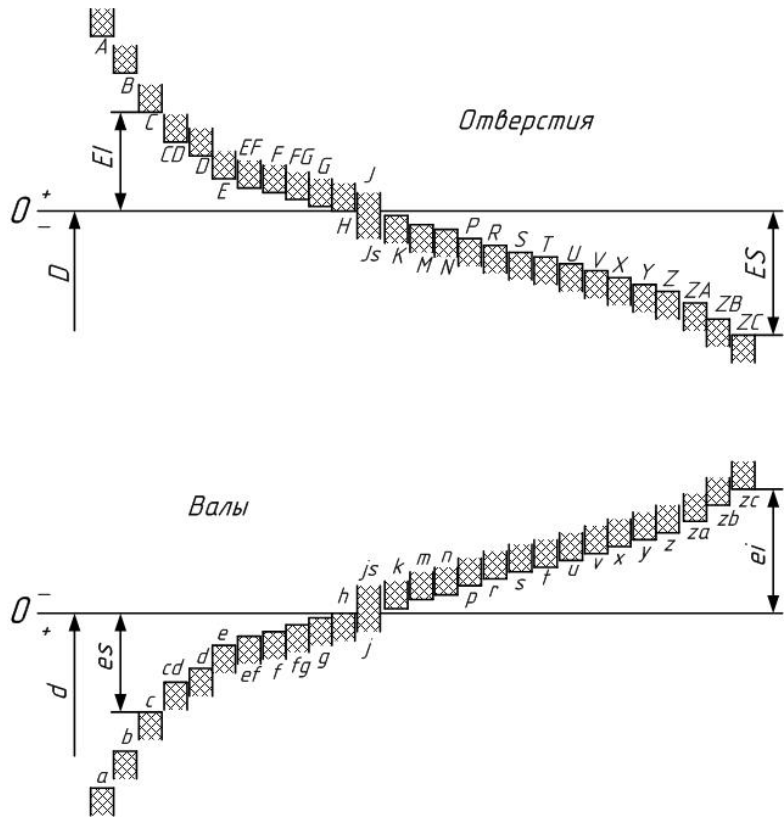


Рис. 2.2. Основные отклонения отверстий и валов в ЕСДП

Штриховка отражает направление расположения поля допуска от основного отклонения, второе предельное отклонение зависит от величины допуска IT .

При расположении поля допуска выше нулевой линии основным отклонением является нижнее отклонение (EI для отверстия или ei для вала), а верхнее отклонение определяется по формулам:

$$ES = EI + IT; \quad (2.1)$$

$$es = ei + IT. \quad (2.2)$$

Если поле допуска располагается ниже нулевой линии, то основным отклонением является верхнее отклонение (ES для отверстия или es для вала), а нижнее определяется по формуле:

$$EI = ES - IT; \quad (2.3)$$

$$ei = es - IT. \quad (2.4)$$

Основное отклонение всегда имеет знак «+» или «-».

Численные значения основных отклонений ЕСДП для отверстий и валов с размерами до 500 мм представлены в табл. П.2, П.3, П.5, П.6.

6. Поле допуска в ЕСДП образуется сочетанием одного из основных отклонений и стандартного допуска по одному из квалитетов, которое указывается после номинального размера. Например, для вала: 20h6, 40g7, 60p8, а для отверстия: 80H6, 100F7 или 180Js8. При этом основное отклонение определяет положение поля допуска относительно номинального размера, а квалитет — значение допуска.

7. Посадки в ЕСДП обозначают записью полей допусков отверстия и вала в виде дроби. При этом *поле допуска отверстия всегда указывается в числителе дроби, а поле допуска вала — в знаменателе*. Это правило распространяется на обозначения и других видов соединений (резьбовых, шпоночных, шлицевых и т. д.), а не только гладких цилиндрических.

Например, посадка $20 \frac{H7}{g6}$, значит, что номинальный размер соединения равен 20 мм, посадка выполнена в системе отверстия, так как поле допуска отверстия обозначено H7 (основное отклонение H соответствует обозначению основного

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru