Лекция 5

2. ЕДИНАЯ СИСТЕМА ДОПУСКОВ И ПОСАДОК

2.1. Историческая справка

В настоящее время в международной практике действуют различные системы допусков и посадок гладких цилиндрических соединений. Наиболее известна среди них международная система ИСО, которая основывается на международном опыте, отражает новейшие достижения науки и техники и является весьма перспективной.

Введенная в нашей стране с 1 января 1977 г. Единая система допусков и посадок (ЕСДП) разработана в соответствии с положениями и рекомендациями системы ИСО.

ЕСДП распространяется на гладкие цилиндрические соединения и соединения с плоскими параллельными поверхностями, а также на линейные размеры несопрягаемых элементов. Допуски и посадки типовых соединений объединены общим названием «Основные нормы взаимозаменяемости» (ОНВ).

В РФ стандарты ЕСДП и ОНВ вводятся через Государственные стандарты (ГОСТы).

2.2. Общая характеристика ЕСДП

Системой допусков и посадок называют совокупность допусков и посадок, закономерно построенных на основе опыта, теоретических и экспериментальных исследований и оформленных в виде стандартов. Система предназначена для выбора минимально необходимых, но достаточных для практики вариантов допусков и посадок типовых соединений деталей машин. Оптимальные градации допусков и посадок также являются основой стандартизации режущих инструментов и измерительных средств, обеспечивают достижение взаимозаменяемости изделий и их составных частей, обуславливают повышение качества продукции.

Единая система допусков и посадок включает в себя следующие основные стандарты:

- ✓ ГОСТ 25346-2013 «Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений»;
- ✓ ГОСТ 25347-2013 «Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП. Поля допусков и рекомендуемые посадки»;
- ✓ ГОСТ 25348-82 «Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП. Ряды допусков, основных отклонений и поля допусков для размеров свыше 3150» и др.

2.3. Закономерности построения ЕСДП

2.3.1. Закономерности построения допусков

Основная закономерность построения допусков имеет следующий вид:

$$IT = k \times i \text{ (мкм)},$$

где IT – допуск; k – коэффициент точности, характеризующий число единиц допуска в определенном квалитете (классе точности); установлен для каждого квалитета и не зависит от номинального размера; i – единица допуска, характеризует зависимость допуска от номинального значения размера (мкм).

2.3.2. Квалитеты

Под квалитетом понимают совокупность (ряд) допусков для всех номинальных размеров, соответствующих одной степени точности.

Диапазон размеров (мкм)	10…18	18…30	30…50	50…80
*IT*8 (мкм)	27	33	39	46

Таким образом, величина допуска в пределах одного квалитета зависит только от номинального размера, входящего в единицу допуска.

В ЕСДП предусмотрено 20 квалитетов, которые обозначаются арабскими цифрами: 01; 0; 1; 2; ... 18, с увеличением номера квалитета точность понижается.

Сокращенно допуск по квалитету обозначается буквами *IT* с указанием рядом номера квалитета. Например: *IT*8 – допуск по восьмому квалитету.

Области применения квалитетов:

✓ квалитеты до 4 используются при изготовлении концевых мер длины, калибров и контркалибров, деталей измерительных средств и других высокоточных изделий;

✓ квалитеты от 5 до 12 используются при изготовлении деталей, преимущественно образующих сопряжения с другими деталями различного типа;

✓ квалитеты от 13 до 18 используются для параметров деталей, не образующих сопряжений и не оказывающих определяющего влияния на работоспособность изделий.

Основная закономерность построения допусков $IT = k \times i$ действует, начиная со 2 квалитета.

При определении допусков значение k берется из табл. 2.1. Значения k, начиная с 5 квалитета приблизительно соответствуют геометрической прогрессии с коэффициентом 1,6. Это значит, что при переходе от одного квалитета к следующему, более грубому, допуски для одного и того же номинального размера возрастают на 60%.

Таблица 2.1

Значения k в зависимости от квалитета IT

IT	*1*	3	4	5	6	7	8	9	10
k	*2,7*	3,7	5	7	10	16	25	40	64
IT	11	12	13	14	15	16	17	18	
k	100	160	250	400	640	1000	1600	2500	

Для высокоточных квалитетов:

$$IT\,01 = 0{,}3 + 0{,}008D;$$

$$IT\,0 = 0{,}5 + 0{,}0125D;$$

$$IT\,1 = 0{,}8 + 0{,}020D,$$

где единица измерения D измеряется в мм, а допуска – в мкм.

2.3.3. Единица допуска

Единица допуска функционально связана с номинальным размером $i = f(D)$) и является масштабом для измерения допуска в закономерности $IT = k \times i$.

Для квалитетов 2…18 и номинальных размеров до 500 мм единица допуска определяется по формуле:

$$i = 0{,}45\sqrt[3]{D} + 0{,}001D \text{ (мкм)},$$

где $D = \sqrt{D_{max} D_{min}}$ – среднее геометрическое крайних значений (максимального и минимального) интервалов номинальных размеров (мм).

Интервалы подразделяются на основные и промежуточные. Диапазон размеров до 500 мм разбит на 13 основных интервалов.

Таблица 2.2

Разбиение диапазона размеров до 500 мм

до 3 мм		
свыше 3 до 6 мм	свыше 30 до 50 мм	свыше 180 до 250 мм
6-10	50-80	250-315
10-18	80-120	315-400
18-30	120-180	400-500

Промежуточные интервалы введены для номинальных размеров выше 10 мм и делят каждый основной интервал на две части, а в некоторых случаях – на три.

Для размеров свыше 500 до 3150 мм:

$$IT = k \times i,$$

где $i = 0{,}004D + 2{,}1$ – уравнение прямой линии, мкм.

Как и в диапазоне до 500 мм, этот диапазон разбит на 13 основных диапазонов.

Разбивка диапазона на интервалы номинальных размеров имеет большое технико-экономическое значение, поскольку существенно сокращает число различных единиц допуска, а следовательно, и допусков по сравнению с тем, если бы они рассчитывались для каждого номинального размера, а не для среднего геометрического крайних значений интервала.

В результате введения интервалов резко уменьшается объем нормативно-технической документации и материально-технического обеспечения в контрольно-измерительных подразделениях производств.

В определении интервалов важно обратить внимание на слово «свыше». Так, например, номинальный размер 30 мм должен входить в интервал свыше 18 до 30 мм, а не в интервал свыше 30 до 50 мм.

Неправильный выбор интервала размеров для определения допуска является грубой ошибкой.

2.4. Системы допусков и посадок

ЕСДП состоит из двух равноправных систем допусков посадок: системы отверстия и системы вала. Выделение названных систем допусков вызвано различием в способах образования посадок.

2.4.1. Система отверстия

Это такая система допусков и посадок, при которой предельные меры отверстия для всех посадок, для данного номинального размера сопряжения и квалитета остаются постоянными, а требуемые посадки достигаются за счет изменения предельных размеров вала (рис. 2.1).

Таким образом, нижняя граница поля допуска отверстия, выполненного в системе отверстия, всегда совпадает с нулевой линией. Поле допуска основного отверстия откладывается вверх от нулевой линии, т.е. в «тело» детали. Следовательно, в системе отверстия номинальный размер сопряжения совпадает с наименьшим предельным размером отверстия.

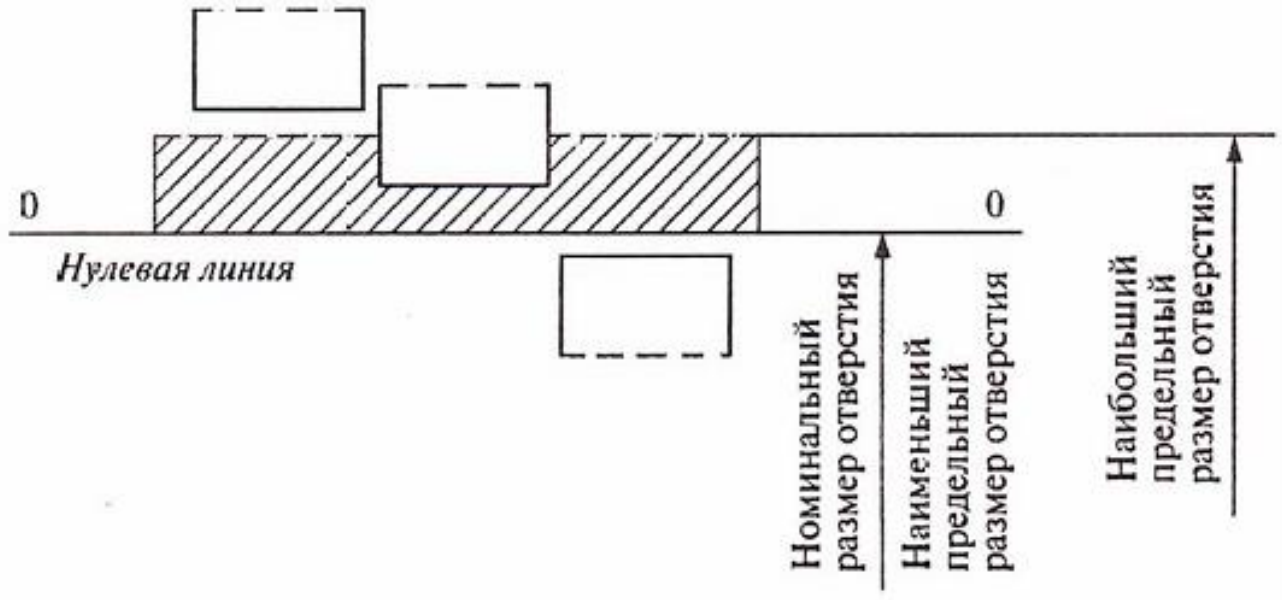


Рис. 2.1. Графическое изображение системы отверстия

2.4.2. Система вала

Это такая система допусков и посадок, при которой предельные размеры вала для всех посадок, для данного номинального размера сопряжения и квалитета остаются постоянными, а требуемые посадки достигаются за счет изменения предельных размеров отверстия (рис. 2.2).

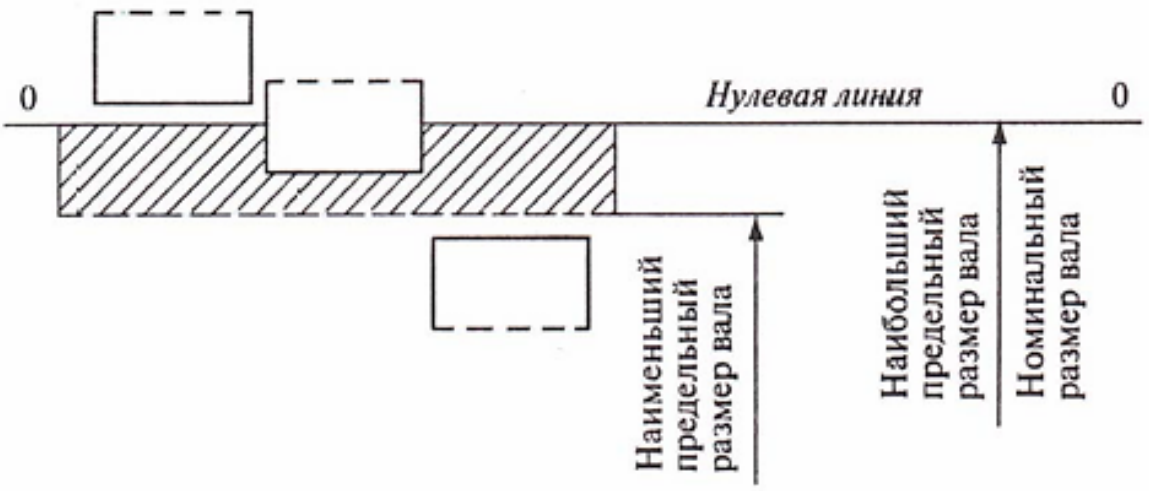


Рис. 2.2. Графическое изображение системы вала

Таким образом, верхняя граница поля допуска вала, выполненного в системе вала, всегда совпадает с нулевой линией. Поле допуска основного вала откладывается вниз от нулевой линии, т.е. в «тело» детали. Следовательно, в системе вала номинальный размер сопряжения совпадает с наибольшим предельным размером вала.

2.4.3. Предельно асимметричная система допусков (ЕСДП)

В России принята предельно асимметричная система расположения допусков.

Из двух равноценных систем (вала и отверстия) наибольшее распространение получила система отверстия. В этой системе изготовление детали дешевле и проще, так как для достижения той или иной посадки изготовить вал проще: можно ограничиться универсальным оборудованием и инструментом, в то время как для изго-

товления отверстия требуется дорогостоящий специальный инструмент (например, протяжка) под каждый размер. Кроме того, вал проще контролировать, поскольку номенклатура инструмента для контроля наружных размеров гораздо шире, а сами инструменты – универсальнее.

Система вала имеет меньшее распространение в промышленности, однако в ряде случаев ее применение целесообразнее, например:

✓ при изготовлении точных валов малых диаметров (менее 1 мм);

✓ при изготовлении длинных валов и валов, на отдельных участках которых надо расположить детали с различными посадками:

✓ для сборки машины в целом и сборочных единиц стандартных сборочных единиц, получаемых как комплектующие, с других заводов, например подшипники.

В соответствии со схемой образования посадок в системе отверстия основной деталью является отверстие, а в системе вала – вал. Соответственно неосновными деталями будут валы в системе отверстия и отверстия в системе вала.

Исходя из определения системы отверстия или вала, расположение полей допусков основных деталей должно быть постоянным и не зависеть от расположения полей допусков неосновных деталей. В этой связи в зависимости от расположения поля допуска основной детали относительно номинального размера сопряжения различают предельно-асимметричные и симметричные системы допусков.

ЕСДП – предельно-асимметричная система допусков, при этом допуск задается «в тело», т.е. в плюс – в сторону увеличения размера от номинального для основного отверстия и в минус – в сторону уменьшения размера от номинального для основного вала.

Таким образом, *основное отверстие* – отверстие в системе отверстия характеризуется $EI = 0$ и $ES = +IT_D$, а *основной вал* – вал в системе вала имеет $es = 0$, а $ei = -IT_d$.

Предельно-асимметричные системы допусков и посадок имеют некоторые экономические преимущества перед симметричными системами, что связано с обеспечением основных деталей предельными калибрами.