Лекция 1

2.5. Основные отклонения, их ряды в ЕСДП

Основное отклонение – одно из двух предельных отклонений (верхнее или нижнее), определяющее положение поля допуска относительно нулевой линии. В ЕСДП основным является отклонение, ближайшее к нулевой линии (см. рис. 2.3, 2.4).

В ЕСДП с целью образования различных полей допусков и соответственно посадок установлены одинаковые для всех квалитетов 28 основных отклонений для валов (рис. 2.3) (обозначаются одной или двумя строчными буквами латинского алфавита от *a* до *zc)* и столько же для отверстий (рис. 2.4) (обозначаются прописными буквами от *A* до *ZC)* в диапазоне номинальных размеров до 500 мм и 17 основных отклонений валов и отверстий в диапазоне номинальных размеров свыше 500 до 3150 мм.

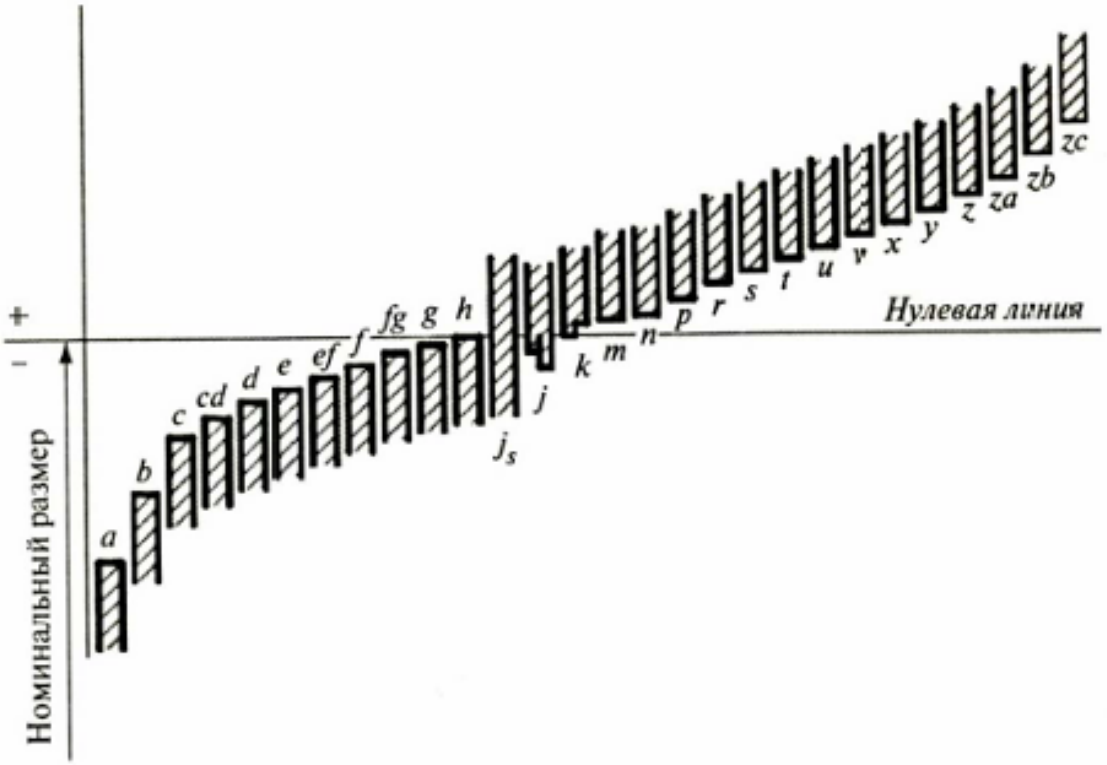


Рис. 2.3. Схема расположения основных отклонений валов

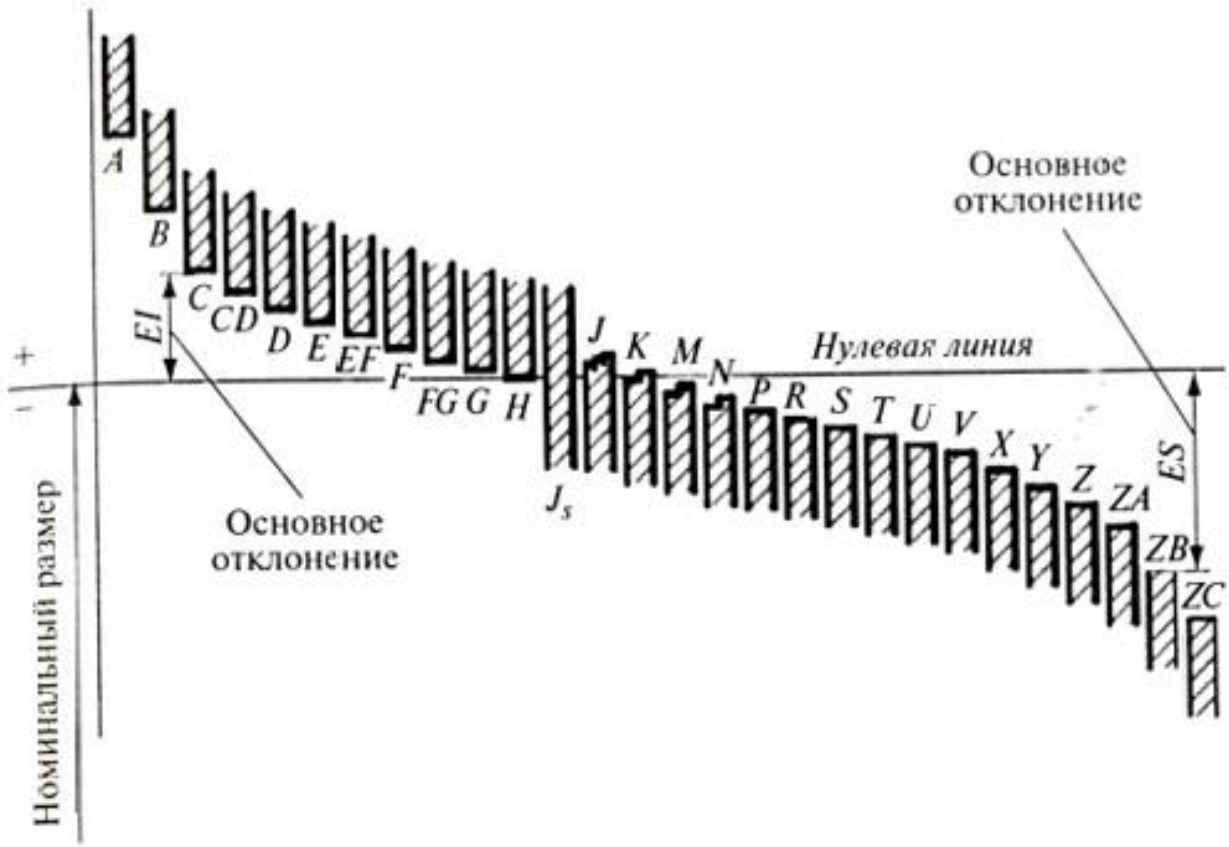


Рис. 2.4. Схема расположения основных отклонений отверстий

Значения стандартных допусков приведены в табл. 1 ГОСТ 25346-2013. Каждая колонка содержит значения допусков для одного квалитета, начиная с *IT* 01 и заканчивая *IT* 18. Каждый ряд таблицы представляет один интервал размеров.

Таблица 1 – Значения допусков для номинальных размеров до 3150 мм (включ.)

Номинальный размер, мм		Квалитет																			
		IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
Св.	До (включ.)	Значение стандартного допуска, мкм													мм						
–	3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6	1	1,4
3	6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	1,8
6	10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	2,2
10	18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	2,7
18	30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1	3,3
30	50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1	1,6	2,5	3,9
50	80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3	4,6
80	120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0,45	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	5,4
120	180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0,4	0,63	1	1,6	2,5	4	6,3

Рис. 2.5. Фрагмент таблицы 1 ГОСТ 25346-89

Границы интервалов содержатся в первой колонке таблицы. Если квалитет связан с буквой (или буквами), означающей основное отклонение, которая входит в обозначение класса допуска, аббревиатура *IT* опускается, например, *H7*.

Пример 2.1. Для интервала номинальных размеров свыше 120 мм до 180 мм (включительно) значение допуска квалитета *IT* 20 вычисляется по формуле: *IT* 20 = *IT* 15 x 10 = 1,6 мм x 10 = 16 мм (рис. 2.5).

Пример 2.2. Для интервала номинальных размеров свыше 50 мм до 80 мм (включительно) значение допуска квалитета *IT*13 вычисляется по формуле: *IT* 13 = *IT* 8 x 10 = 46 мкм x 10 = 0,46 мм.

Для всех полей допусков валов, расположенных ниже нулевой линии (от *a* по *h*), основным отклонением является верхнее (отрицательное) отклонение *es*. Нижнее отклонение определяется как разность между верхним отклонением и величиной допуска по квалитету:

$$ei = es - IT.$$

Для полей допусков валов, расположенных выше нулевой линии (от *a* по *h),* основным отклонением является нижнее (положительное) отклонение *es,* а верхнее отклонение определяется как сумма нижнего отклонения и величины допуска размера:

Основное отклонение j_s определяет одинаковые по величине верхнее и нижнее отклонения: $es = + IT_d/2$, $ei = - IT_d/2$.

Для всех полей допусков отверстий, расположенных выше нулевой линии (от *A* по *H),* основным отклонением является нижнее отклонение *EI*. Верхнее отклонение определяется как сумма нижнего отклонения и величины допуска данного квалитета:

$$ES = EI + IT.$$

Для полей допусков отверстий, расположенных ниже нулевой линии (от *J* по *ZC*) основным отклонением является верхнее (отрицательное) отклонение *ES*.

В этом случае нижнее отклонение определяется как разность между верхним отклонением и допуском:

$$EI = ES - IT.$$

Основные отклонения отверстий J_s, как и основные отклонения валов j_s, имеют $ES = +IT_d/2$, $EI = -IT_d/2$. Следует обратить особое внимание на основные отклонения основного вала *h* основного отверстия. Основным отклонением основного вала *A* является верхнее отклонение $es = 0$. Основным отклонением основного отверстия *H* является нижнее отклонение $EI = 0$.

Основные отклонения отверстий определяются на основании общего и специального правил:

✓ общее правило состоит в том, основное отклонение отверстия должно быть симметрично относительно нулевой линии основному отклонению вала того же буквенного обозначения;

✓ специальное правило (рис. 2.6) гласит, что основное отклонение отверстия должно быть таким, чтобы две соответствующие друг другу посадки в системе отверстия и в системе вала, в которых отверстие данного квалитета соединяется с валом ближайшего более точного квалитета, например *H7/p6* и *P7/h6*, обеспечивали идентичные зазоры или натяги.

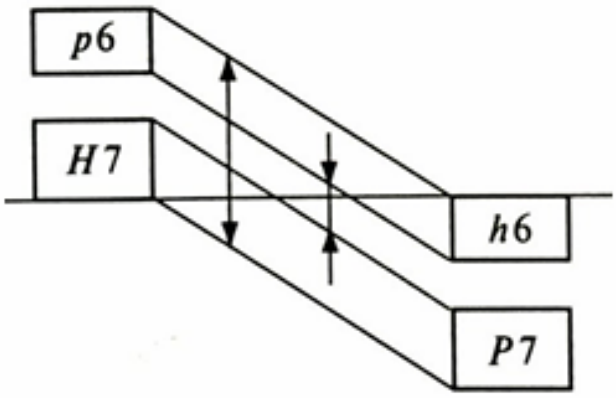


Рис. 2.6. Пример специального правила определения основных отклонений

Исключения из общего правила составляют основные отклонения отверстий *J, K, M, N* и валов *j* и *k*, которые при одинаковых номинальных размерах в разных квалитетах имеют различные значения (показано ступенчато на рис. 2.3 и 2.4)

Квалитет определяет только ширину поля допуска. Следовательно, для одноименных полей допусков всех квалитетов, для од-

ного и того же номинального размера, величина основного отклонения будет одинакова.

2.6. Поля допусков

Поле допуска в ЕСДП образуется сочетанием буквы (букв) основного отклонения и порядкового номера квалитета. В этом сочетании основное отклонение характеризует положение поля допуска относительно нулевой линии, а квалитет – величину допуска. *Например:* для валов *h*7, *d*11, *k*5; для отверстий *H*6, J_s7, *A*11.

Второе отклонение поля допуска определяется из основного отклонения и допуска *IT*.

Если основное отклонение верхнее, то нижнее отклонение:

✓ для вала $ei = es - IT$;

✓ для отверстия $EI = ES - IT$,

$$EI(ei) = ES(es) - IT.$$

Если основное отклонение нижнее, то верхнее отклонение:

✓ для вала $es = ei + IT$;

✓ для отверстия $ES = EI + IT$,

$$ES(es) = EI(ei) + IT.$$

Отклонения *ei, es, EI, ES* берут с учетом знака.

Пример: Для отверстия ø20*D*10 по ГОСТ 25346-2013 определяют значение:

✓ основного отклонения, обозначенного буквой *D*: EI = + 0,065 мм;

✓ допуска по 10 квалитету: IT 10 = 0,084 мм.

Тогда второе (верхнее) отклонение:

$ES = EI + IT$ 10 = +0,065 + 0,084 = + 0,149 мм.

Независимость допуска от основного отклонения позволяет образовать значительное число полей допусков валов и отверстий, в большинстве используемых для посадок.

Однако не все возможные поля допусков имеют технический смысл и могут найти применение даже в перспективе, на которую ориентирован стандарт. Кроме того, одновременное применение на практике всех полей допусков неприемлемо по экономическим со-

ображениям, так как привело бы к чрезмерному усложнению и удорожанию инструментального хозяйства в связи с созданием колоссального числа потребных режущих, измерительных инструментов различных типоразмеров.

Поэтому в ЕСДП для диапазона размеров от 1 до 500 мм применяется отбор полей допусков, которые делятся на основные и дополнительные (ГОСТ 25347-2013).

Основные поля допусков включают предпочтительные, которые имеют первоочередное применение, и рекомендуемые.

Таблица 2.3

Ориентировочные данные об обеспечении допуска, назначенного по определенному квалитету тем или иным технологическим процессом обработки

Детали и квалитет	Способ получения
Валы 5 квалитета и отверстия 5 и 6 квалитетов	Шлифование
Валы 6 и 7 квалитетов и отверстия 7 и 8 квалитетов	Тонкое точение, растачивание, чистовое развертывание, чистовое протягивание, холодная штамповка в вырубных штампах
Валы 8 и 9 квалитетов и отверстия 9 квалитета	Тонкое строгание, тонкое фрезерование, получистовое развертывание, тонкое шабрение, холодная штамповка в вытяжных штампах
Валы и отверстия 10 квалитета	Чистовое зенкерование и другие способы, как и для 9 квалитета
Валы и отверстия 11 квалитета	Чистовое строгание, чистовое фрезерование, чистовое обтачивание, сверление по кондуктору, литье по выплавляемым моделям, другие способы, как и для 9 и 10 квалитетов
Валы и отверстия 12 и 13 квалитетов	Чистовое строгание и точение, чистовое долбление, черновое фрезерование, сверление без кондуктора, черновое зенкерование, получистовое растачивание
Валы и отверстия 14-18 квалитетов	Черновая токарная обработка, резка ножницами и пилами, автоматическая газовая резка, резка резцом и фрезой, черновое долбление, литье в песчаные формы

В отбор включено всего 81 поле допуска вала и 73 поля допуска отверстий, из которых к предпочтительным отнесено 16 полей допусков валов и 10 полей допусков отверстий. Дополнительных полей допусков предусмотрено для валов – 36 и для отверстий – 31.

Так как различные способы обработки деталей обладают определенной экономически достижимой точностью (табл. 2.3), назначение допуска конструктором с указанием его на чертеже фактически задает технологию обработки деталей.

2.7. Образование посадок

Посадка – характер соединения двух деталей, определяемый разностью их размеров до сборки (ГОСТ 25346-2013).

В ЕСДП предусмотрены все три группы посадок: с зазором, с натягом и переходные. Посадки не имеют названий и образуются сочетанием полей допусков отверстия и вала.

Посадки, как правило, применяются в системе отверстия (предпочтительно) или в системе вала.

В системе отверстия основные отклонения:

✓ валов от *a* до *h* включительно предназначены для образования полей допусков при посадках с зазором;

✓ основные отклонения валов от j_s до *zc* предназначены для образования полей допусков при посадках переходных и при посадках с натягом.

В системе вала основные отклонения:

✓ отверстий от *A* до *H* включительно предназначены для образования полей допусков при посадках с зазором;

✓ валов от J_S до *ZC* предназначены для образования полей допусков при посадках переходных и при посадках с натягом.

Помимо образования посадок в системе отверстия и в системе вала, ЕСДП, как и ИСО, не исключает возможности осуществлять посадки за счет соединения любого вала с любым отверстием для получения соответствующих параметров сопряжения.

Таким образом, в принципе ЕСДП создает возможность для получения чрезвычайно большого числа различных посадок. Вместе с тем технико-экономические соображения заставляют произвести отбор посадок для практического применения, используя рассмотренный ранее основной ряд полей допусков.

ГОСТ 25347-2013 выделяет рекомендуемые посадки, в числе которых указаны предпочтительные посадки первоочередного применения.

Для диапазона до 500 мм в системе отверстия выделено всего 69 рекомендуемых посадок, из них 17 – предпочтительных, а в системе вала – 59 рекомендуемых посадок, в том числе 11 предпочтительных.