

Министерство науки и образования Р.Ф.
Федеральное агентство по образованию
ГОУ ВПО «Уфимский Государственный Нефтяной Технический Университет»

кафедра «Горная и прикладная механика»

Методическое пособие:

Допуски и посадки

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	с.2
1. Основные термины, определения.....	2
2. Единые принципы построения систем допусков и посадок.....	6
3. Система допусков и посадок гладких цилиндрических соединений ISO СЭВ.....	9
Основные отклонения.....	9
Поля допусков.....	10
Посадки	12
Обозначение предельных отклонений и посадок на чертежах	14
Области применения некоторых рекомендуемых посадок	14
Допуски и посадки подшипников качения.....	17
Допуски и посадки шпоночных и шлицевых прямобоочных соединений.....	20
Литература	22
Приложение 1. Нормальные линейные размеры.....	23
Приложение 2. Значение основных отклонений валов	24
Приложение 3. Значения основных отклонений отверстий	26
Приложение 4. Значение допусков	27
Приложение 5. Допуски Т на размеры несопрягаемых поверхностей	28
Приложение 6. предельные отклонения колец подшипников качения	29
Приложение 7. Поля допусков и виды шпоночных соединения	29
Приложение 8. Таблица допусков и посадок	30

Содержат основные сведения по терминологии и принципам построения единой системы допусков и посадок стран СЭВ (ЕСДП СЭВ), рекомендации по выбору посадок гладких цилиндрических соединений, шпоночных и шлицевых, подшипниковых; примеры назначения посадок. Имеется необходимый справочный материал.

Рекомендуется студентам всех специальностей при курсовом проектировании деталей машин, подъемно-транспортных машин, а также при дипломном проектировании

Составители: Митюрёв Е.А., доцент, к.т.н.
Загорский В.К., профессор
Хитин Д.Ф., ст. преподаватель

Рецензент Сулейманов А.С., доцент, к.т.н.

ВВЕДЕНИЕ

Система допусков и посадок является составной частью науки о взаимозаменяемости.

Взаимозаменяемость - это свойство деталей (изделий) быть замененными любым из множества независимо изготовленных экземпляров данных деталей (изделий) без пригонки. Применительно к системе допусков и посадок взаимозаменяемость обеспечивается, когда размеры деталей и их форма находятся в заданных пределах.

В нашей стране до 1977 года применяли системы допусков и посадок, оформленных общесоюзными (ОСТ) и государственными (ГОСТ) стандартами. В большинстве стран мира применяются системы допусков и посадок ISO, которые были созданы для унификации национальных систем допусков и посадок и облегчения международных технических связей.

Страны - члены СЭВ приняли решение о переходе на единую систему допусков и посадок (ЕСДП-СЭВ) и основные нормы взаимозаменяемости, которые основаны на стандартах и рекомендациях ISO. Переход на ЕСДП начат с 1 января 1977 года и завершен 1 января 1980 г.

1. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1.1. В процессе сборки машины её детали образуют соединение друг с другом, характер которого зависит от назначения и функции этих деталей. Поверхности деталей, по которым осуществляется их соединение, называют сопрягаемыми. Остальные поверхности называют несопрягаемыми.

В соединении двух деталей различают поверхности охватывающую.. к охватываемую. В машиностроении предпочитают соединять детали по простым поверхностям, необходимая точность которых обеспечивается простым инструментом на наиболее распространенном оборудовании. К таким поверхностям следует отнести цилиндрические, легко воспроизводимые с требуемой точностью на станках массового выпуска, например, на токарных и шлифовальных. Заметим, что единая система допусков и посадок СЭВ (ЕСДП СЭВ) была в первую очередь разработана для гладких цилиндрических соединений.

Наряду с гладкими цилиндрическими применяются призматические (между параллельными плоскостями), конические, эвольвентные и другие сопрягаемые поверхности. Однако независимо от вида поверхности сопряжения охватывающую поверхность называют отверстием, а охватываемую - валом.

1.2. Размер вала (d) и отверстия (D), образующих соединение (рис. 1.1, а), считают общим $id - D$) и называют номинальным размером. Этот размер определяется расчетом или принимается конструктивно. Для сокращения числа типоразмеров инструмента, заготовок номинальные размеры округляют по стандартным рядам нормальных линейных размеров (см. приложение I). На графически: изображениях полей допусков номинальный размер представлен нулевой линией.

Действительный размер устанавливается измерением с требуемой точностью.'

Предельные размеры - это размеры, между которыми должен наладиться действительный размер. Различают наибольший предельный размер: D_{\max} - отверстия, d_{\max} - вала; и наименьший предельный размер: D_{\min} - отверстия; d_{\min} - вала.

Заданием предельных размеров вала и отверстия обеспечивается требуемое качество соединения. Однако система обозначения таких размеров на чертежах была бы громоздка и не наглядна. Поэтому на практике, в том числе в ЕСДП СЭВ, получила распространение система задания предельных размеров в виде номинального размера с отклонениями от него.

1.3. Верхнее предельное отклонение: ES (отверстия), es (вала) - алгебраическая разность между наибольшим предельным размером и номинальным размером:

$$ES = D_{\max} - D; \quad es = d_{\max} - d.$$

Нижнее предельное отклонение: EI | (отверстия), ei (вала) - алгебраическая разность между наименьшим и номинальным размерами:

$$E = D_{\min} - D ; \quad ei = d_{\min} - d .$$

Из двух отклонений (верхнего и нижнего) одно всегда располагается ближе к нулевой линии (кроме случая, когда оба отклонения симметричны относительно нулевой линии). Отклонение, ближайшее к нулевой линии, называют основным отклонением.

На чертежах номинальный размер и отклонения проставляются в миллиметрах, причем отклонения - более мелким шрифтом (например, $42^{+0.003}_{-0.013}$, $42^{+0.013}_{-0.024}$, $42^{+0.018}_{-0.002}$). Верхнее предельное отклонение ставят выше, а нижнее предельное отклонение - ниже номинального размера. При равенстве абсолютных значений отклонений их величину указывают один раз и одинаковым с номинальным размером шрифтом (например, $60 \pm 0,2$). Отклонение, равное нулю, не проставляется, указывается только одно отклонение (например, $42^{+0,011}$; $42_{-0,025}$).

Отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю ($\text{EI} = 0$), называется основным отверстием.

Вал, верхнее отклонение которого равно нулю ($\text{es} = 0$), называется основным валом.

1.4. Допуск - разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами или абсолютная величина алгебраической разности между верхним и нижним отклонениями.

TD - допуск отверстия, Td - допуск вала. На схемах допуски изображают в виде полей допусков. Поле допуска - поле, ограниченное верхним и нижним отклонениями; определяется величиной допуска и положением относительно номинального размера (нулевой линии).

На рис. 1.1, б показаны поля допусков соединения, изображенного на рис. 1.1, а. Нулевая линия характеризует номинальный размер без указания его величины. Оба отклонения отверстия расположены выше нулевой линии, т. е. положительны. Отклонения вала - ниже нулевой линии - отрицательны. Характер соединения очевиден, а при задании значения отклонений можно легко оценить его численно, т.е. определить посадку.

1.5. Посадка - характер соединения деталей, определяемый величиной получившихся зазоров и натягов. Посадка характеризует свободу относительного перемещения соединяемых деталей или степень сопротивления взаимному перемещению. В зависимости от взаимного положения полей допусков отверстия и вала различают посадки с зазором или натягом.

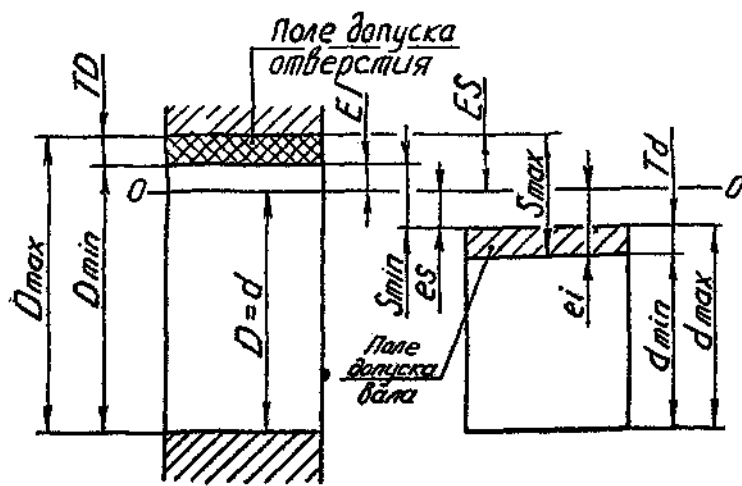
Посадка с зазором - посадка, при которой обеспечивается зазор в соединении (поле допуска отверстия располагается выше поля допуска вала (рис. 1.2, а). Величина зазора (S) легко находится:

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} ; \quad S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} .$$

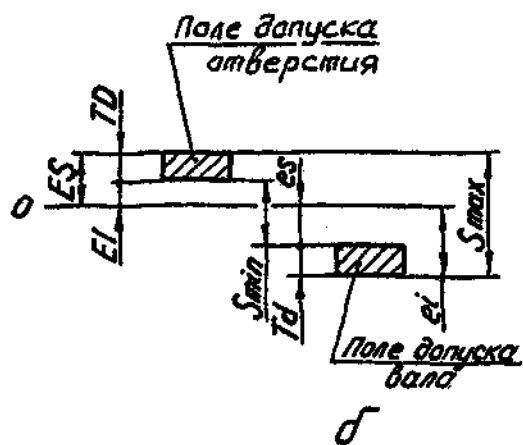
Посадка с натягом - посадка, при которой обеспечивается натяг в соединении (поле допуска вала выше поля допуска отверстия (рис. 1.2, б). Величину натяга (N) определяют так:

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} ; \quad N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} .$$

Переходная посадка - посадка, при которой возможно получение как зазора, так и натяга (поля допусков отверстия и вала перекрываются).



a



б

Рис.I.I. Графическое изображение полей допусков

ваются частично или полностью (рис. 1.2, в). Для переходной посадки определение минимальных значений зазора и натяга (S_{\min} , N_{\min}) не имеет смысла, т. к. они равны нулю. Определяют максимальные значения:

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} \quad S_{\max} = D_{\min} - d_{\max} ,$$

2. ЕДИНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ДОПУСКОВ И ПОСАДОК

Системой допусков и посадок называют совокупность рядов допусков и посадок, построенных на основе опыта, теоретических и экспериментальных исследований и оформленных в виде стандартов.

Системы допусков и посадок ГОСТ, ISO и ЕСПД для типовых деталей машин построены по единым принципам:

1. Предусматриваются посадки в системе отверстия и в системе вала.

Посадки в системе отверстия - посадки, в которых различные - зазоры и натяги получают соединением различных валов с основным отверстием (рис. 2.1, а).

Посадки в системе вала - посадки, в которых различные зазоры и натяги получают соединением различных отверстий с основным валом (рис. 2.1, б).

Выбор системы посадки определяется конструктивными и технологическими соображениями. Точные отверстия изготовить сложнее, дорог инструмент (протяжки, развертки), труднее контроль. Валы независимо от размера можно изготовить одним резцом, шлифовальным кругом, а проконтролировать - универсальным мерительным инструментом (штангенциркулем, микрометром). Поэтому преимущественное распространение получила система отверстия.

Однако в некоторых случаях по конструктивным соображениям приходится применять систему вала, когда, например, требуется чередовать соединения нескольких отверстий одинакового номинального размера с различными полями допусков, на одном валу.

В обоснованных случаях возможно применение внесистемных посадок.

2. Для построения системы допусков установлена единица допуска L (мкм), которая выражает зависимость допуска от номинального размера D (мм). В системе ISO и ЕСПД СЭВ для размеров 1... 500 мм

$$i = 0,45\sqrt[3]{D} + 0,001D . \quad (2.1)$$

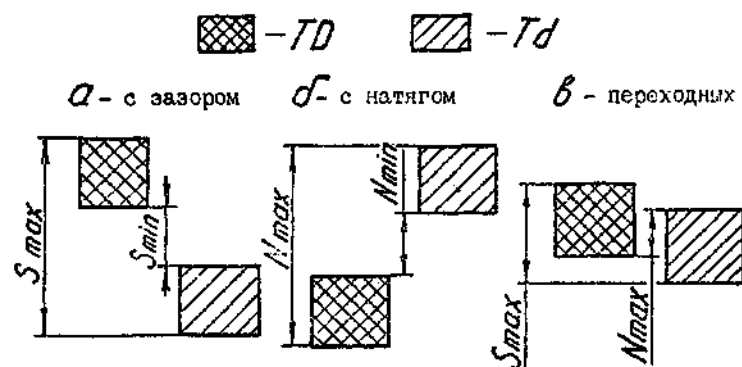


Рис.1.2.Расположение полей *допусков отверстия к вала в посадках

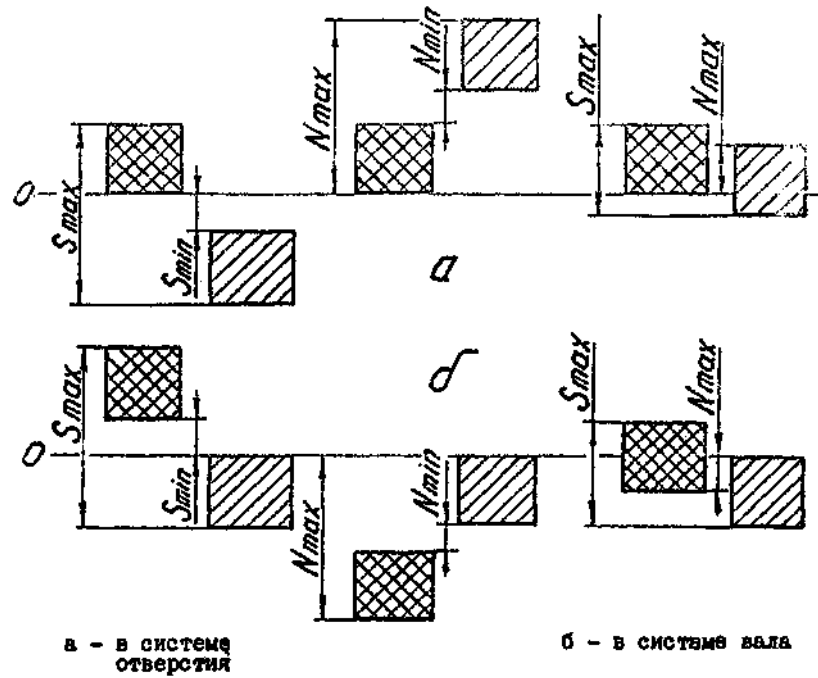


Рис. 2.1. Посадки

Допуск Т определяют по формуле

$$T=ai, \quad (2.2)$$

где а. - число единиц допуска, зависит от точности.

3. В зависимости от назначения поверхностей деталей их размеры выдерживаются с различной точностью. Для нормирования точности в системе ЕСДП СЭВ устанавливается 19 квалитетов: 01, О, 1, 2, ...17. Квалитеты обозначают IT01, IT0, IT1, IT2, ...IT17. Буквы IT означают "допуск ISO". Например, IT7. означает допуск по седьмому квалитету.

По квалитетам 01... 1 изготавливают концевые меры длины.

Квалитеты 2... 4 применяют для калибров и особо точных изделий.

Квалитеты 5... 12 предназначены для образования посадок.

Квалитеты 13... 17 служат для назначения допусков на размеры несопрягаемых поверхностей деталей.

Относительные величины допусков в различных квалитетах иллюстрирует табл. 2.1., в которой приведены значения коэффициента а (см. формулу 2.2).

Таблица 2.1

Квалитет	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	7	10	16	25	40	64	100	160	250	400	640	1000	1600

Из табл. 2.1 видно, что для квалитетов IT6 и грубее значения а образуют геометрическую прогрессию со знаменателем 1,6, т. е. при переходе от одного квалитета к следующему, более грубому, допуск возрастает на 60 %. Через каждые пять квалитетов допуск увеличивается в 10 раз.

4. В связи с тем, что рассчитывать допуск для каждого номинального размера трудоемко и нецелесообразно, ЕСДП СЭВ предусматривает деление всех принятых в машиностроении размеров на интервалы. Так, диапазон размеров от 1 до 500 мм включительно разбит на 13 интервалов: 1... 3; 3... 6; 6... 10; 10... 18; 18... 30; 30...50; 50... 60; 80... 120; 120... 160; 160... 250; 250... 315; 315... 400; 400... 500.

В пределах каждого интервала допуск вычисляется по среднему геометрическому значению крайних размеров и принимается постоянным для всех размеров интервала (см. приложение 4).

5. Допуски и отклонения относятся к деталям, размеры которых определены при температуре + 20 °С. Для предотвращения погрешностей измерения, которые могут возникнуть от местного нагрева (например, руки рабочего, контролера) применяют тепловую изоляцию: термоизолирующие накладки и ручки у мерительного инструмента, термоизолирующие перчатки для контролеров.

3. СИСТЕМА ДОПУСКОВ И ПОСАДОК ГЛАДКИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ISO и СЭВ.

3.1. Основные отклонения

Для образования посадок с различными зазорами и натягами для размеров до 500 мм предусмотрено 27 основных отклонений. Напомним, что основное отклонение - это одно из двух отклонений (верхнее или нижнее), ближайшее к нулевой линии.

Основные отклонения обозначаются латинскими буквами: отверстий - прописными, валов - строчными (рис. 3.1). Основное отверстие обозначают буквой H, основной вал буквой h.

Отклонения А-Н (а-н) предназначены для образования полей допусков в посадках с зазором; отклонения Js-N (js-n)-в переходных посадках; отклонения P-ZC (p-ZC) - в посадках с натягом.

Величина основного отклонения зависит только от номинального размера и не зависит от квалитета (есть отдельные исключения).

Валы J и js, отверстия J и Js основных отклонений не имеют. Для js и Js поле допуска располагается симметрично относительно нулевой линии.

Основные отклонения валов и отверстий, обозначенные одной буквой

(соответственно строчной и прописной), равны по величине и противоположны по знаку, т. е. они симметричны относительно нулевой линии:

$EI = -es$ (для отверстий от А до Н);

$ES = -ei$ (для отверстий от J до ZC).

Примечание. Из правила симметричности сделаны некоторые исключения для основных отклонений отверстий К, М и N, значения которых определяют по специальному правилу.

Значение основных отклонений валов для размеров до 500 мм приведены в таблице приложения 2. Используя правило симметричности по этой же таблице находят значение основных отклонений отверстий (кроме тех, которые определяют по специальному правилу). Значения последних даны в таблице приложения 3).

3. Поля допусков

Поле допуска образуется сочетанием определенного основного отклонения и допуска по данному качеству. Поэтому поле допуска обозначается буквой основного отклонения и номером качества: например, по $a11$ - для вала; - для отверстия.

Построение поля допуска начинают с вычерчивания на схеме горизонтальной линии, определяющей положение относительно нулевой линии основного отклонения (рис. 3.1), численное значение и знак которого берут в таблице значений основных отклонений (см. приложения 2 и 3). Второе предельное отклонение получают прибавлением к основному отклонению допуска по данному качеству. Заметим, что второе предельное отклонение всегда находится дальше от нулевой линии, чем основное отклонение. Значения допусков для размеров до 500 мм и качеств с 5 до 17 даны в приложении 4.

Пример. Построить поле допуска $75D11$.

На рис. 3.1 видим, что основное отклонение D является нижним отклонением отверстия (EI) и находится выше нулевой линии. Из таблицы (см. приложение 2) находим величину основного отклонения вала $75d$ (-100 мкм) и, используя правило симметричности, на схеме (рис. 3.2) проводим горизонтальную линию основного отклонения отверстия $75D$ ($EI = +100$ мкм). По таблице (приложение А) находим значение допуска для номинального размера 75 мм, качество II: $IT11 = 190$ мкм. Эту величину откладываем от линии основного отклонения вверх (дальше от нулевой линии). Получаем верхнее отклонение $ES = EI + IT11 = 100 + 190 = 290$ мкм. Поле допуска $75D11$ построено.

3.2.1. В соответствии с рекомендациями ISO и практикой стран-членов СЭВ в стандарте СЭВ из рядов полей допусков выделены предпочтительные поля допусков, которые обеспечивают 90... 95 % посадок общего применения. Использование предпочтительных полей допусков способствует повышению уровня унификации, сокращает номенклатуру режущих инструментов, калибров.

В технически обоснованных случаях применяются поля допусков, не вошедшие в ряд предпочтительных.

3.2.2. Допуски на несопрягаемые размеры валов и отверстий, а также длинные размеры деталей на чертежах непосредственно не указываются, а оговариваются общей записью в технических требованиях. Предельные отклонения указанных размеров назначаются двумя способами:

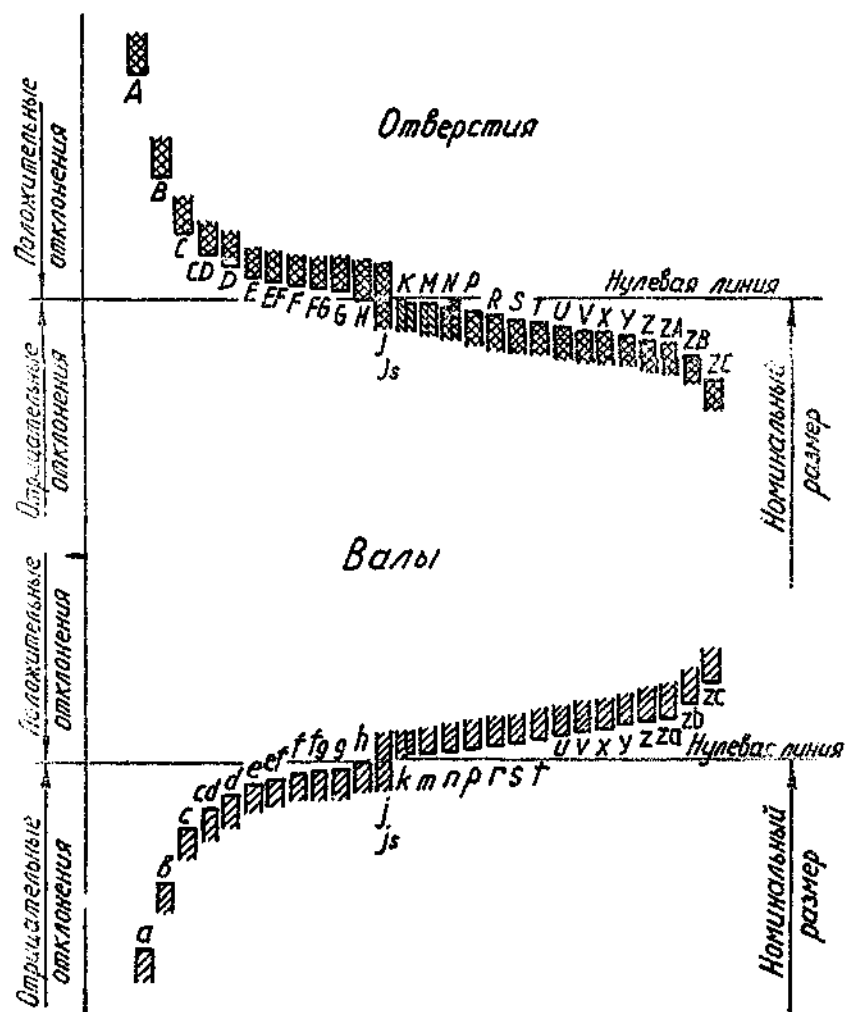


Рис.3.1. Относительные положения основных отклонений полей допусков

1) по квалитетах от 12-го до 17-го;

2) по классам точности (согласно СТ.СЭВ 302-76), которые обозначают буквой t с индексом 1, 2, 3 или 4, а именно: по классу "точный" – t_1 , по классу "средний" – t_2 , по классу "грубый" – t_3 , по классу "очень грубый" – t_4 . Допуски по классам точности получают грубым округлением допусков соответственно IT12, IT14, IT16 и IT17. Значения допусков t для размеров 3 ... 1000 мм приведены в приложении 5.

В технических требованиях допуск задается в виде односторонних предельных отклонений, где основное отклонение равно нулю, а второе предельное отклонение равно: - IT или $-t$ (для валов); + IT или $+t$ (для отверстий); $\pm IT/2$ или $\pm t/2$ для остальных размеров.

Запись в технических требованиях чертежа производится согласно одному из вариантов, например: "H14; h14; $\pm IT14/2$ ", ,

или "+IT14;-IT14; $\pm IT14/2$ ",

или "+ t_2 ;- t_1 ; $\pm t_2/2$ ".

3.3. Посадки

Посадка образуется сочетанием полей допусков вала и отверстия. При назначении посадок необходимо иметь в виду, что в ЕСДП СЭВ величина основного отклонения для любого поля допуска не зависит от квалитета, т. е. она постоянна для одноименных полей допусков во всех квалитетах.

На рис. 3.3, а изображены три посадки в системе отверстия: с зазором H-f, переходная H-m, с натягом H-r. Те же посадки в системе вала -F-h, M-h и R-h показаны на рис. 3.3, б. Каждое поле допуска вала и отверстия изображено в различных квалитетах, например, в 6; 7, 8 -м. Номинальный размер постоянный. Из рисунков видно, что благодаря симметричному расположению полей допусков вала и отверстия характер осадок одинаков в системах отверстия и вала.

Комбинированием различных полей допусков валов и отверстия можно получить большое разнообразие посадок, лежащее за пределами практических потребностей. Разумное ограничение числа посадок достигается приведением их в систему - отверстия или вала. По экономическим соображениям посадки назначают главным образом в системе отверстия, при этом допуск отверстия на один квалитет больше допуска вала, а сами допуски назначают по точным квалитетам - 6, 7,

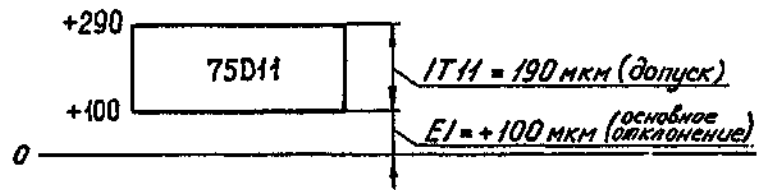


Рис.3.2.Пример построения поля допуска 79>11

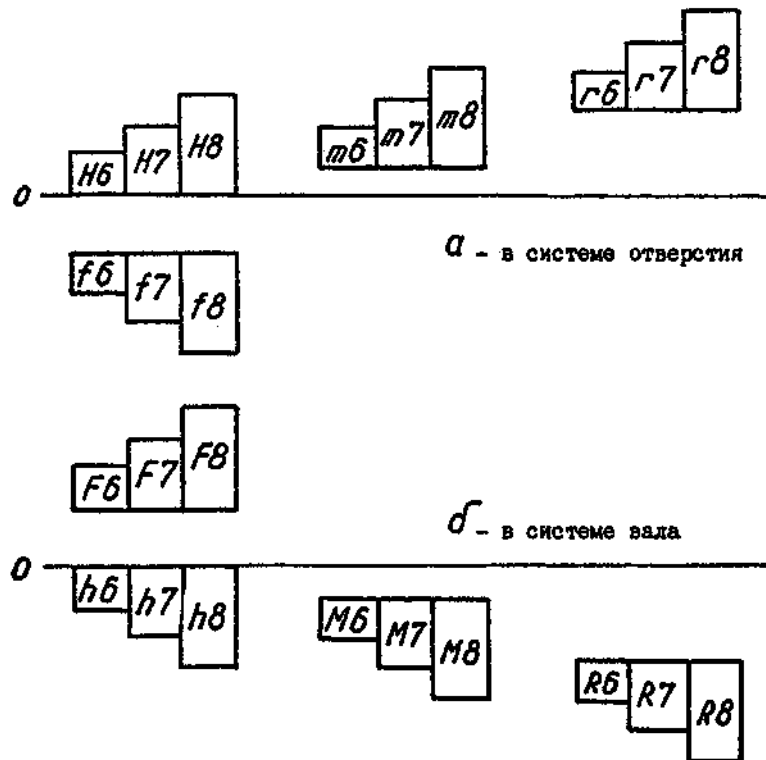


Рис.3.3. Образование посадок в ЕСДП СЭВ

8-му. Последнее обусловлено тем, что произвольное назначение квалитетов может привести к изменению характера посадки, например, посадка с гарантированным натягом становится переходной (H6-p6, И7-p6). Поэтому стандарт предусматривает дополнительное ограничение числа посадок выделением рекомендуемых посадок, практически удовлетворяющих потребности машиностроения и облегчающих работу конструкторов по их подбору.

3.4. Обозначение предельных отклонений и посадок на чертежах

На сборочных чертежах посадки обозначаются дробью, в числителе которой записывается обозначение поля допуска отверстия, а в знаменателе - обозначение поля допуска вала с использованием буквенного, числового или комбинированного способа записи (рис.3.4,а) Имеются три равноправных способа буквенного обозначения посадок, например: 40H7/k6; 40H7-k6; $40\frac{H7}{k6}$.

На рабочих чертежах предельные отклонения линейных размеров указывают буквенными обозначениями полей допусков или числовыми значениями предельных отклонений, а также буквенными обозначениями полей допусков с одновременным указанием в скобках справа их числовых значения (рис. 3.4, б, в). Последний способ предпочтителен в учебной практике.

Предельные отклонения на рабочих чертежах назначают на все размеры, в том числе на несопрягаемые (см. п. 3.2.2).

3.5. Области применения некоторых рекомендуемых посадок

3.5.1. Посадки с зазором типа H-h назначают для пар с точным центрированием, когда допускается проворачивание деталей при регулировке и работе. Посадка H6-h5- для точного центрирования (например, пиноль в задней бабке токарного станка). При менее жестких требованиях к точности применяют H7-H6 (сменные зубчатые колёса в станках, подшипники качения в корпусах). Посадка H8-h7 - при пониженных требованиях к соосности.

Посадки H6-g5, H7-g6 имеют наименьший гарантированный зазор, применяются для точных подвижных соединений (золотники в пневматических устройствах, плунжерные пары).

Посадки H7-f6, H8-f 8 - самые распространенные подвижные посадки (подшипники скольжения, поршни в цилиндрах, подвижные вдоль валов зубчатые колёса в коробках скоростей).

Посадки H7-e6, H8-e8 обеспечивают легкоподвижные соединения,

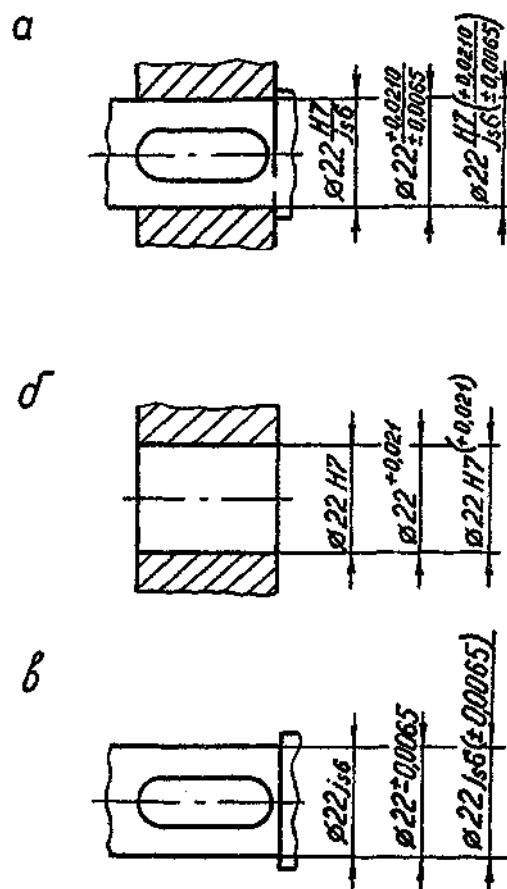


Рис.3.4. Условные обозначения предельных отклонений и посадок в системе отверстия

применяются в тяжело нагруженных подшипниках жидкостного трения.

Посадки применяются при больших частотах вращения и малых давлениях в крупных подшипниках.

3.5.2. Переходные посадки применяют для деталей, изготовленных с точностью не грубее 7-го качества.

Посадка H-js дает в соединении преимущественно зазор; применяют для деталей часто разбираемых соединений при высоких требованиях к центрированию.

Посадки H-k создают средние зазоры, близкие к нулю, что обеспечивает хорошее центрирование. Их назначают, например, для посадки на шпонках шкивов, зубчатых колес, муфт.

Посадки H-k создают, в среднем, натяги. Разборка соединения осуществляется при приложении значительного усилия. Поэтому такие посадки назначают при значительных статических или небольших динамических нагрузках, когда соединение разбирается редко.

Посадка H-m характеризуется наибольшими средними натягами. Ее назначают при передаче значительных сил, наличии ударов и вибрации, а также для тонкостенных втулок, не позволяющих применять крепежные детали. Соединения собирают с помощью прессы. Эта посадка назначается для соединений, разбираемых при капитальном ремонте.

3.5.3. Посадка с гарантированным натягом H7-r6 применяется для соединения тонкостенных деталей и при действии небольших нагрузок.

Посадка H7-r6 - для соединения кондукторных втулок с корпусом кондуктора; шатунных втулок с шатуном дизеля.

Посадка K7-s6 - для соединения центральной колонны крана с основанием.

Посадка H7-u6 - для соединения ступицы и венца червячного колеса; втулок подшипников скольжения в изделиях тяжелого машиностроения.

Посадки H8-x8, H8-z8 имеют самые большие гарантированные натяги, применяются при больших нагрузках, например, при передаче крутящего момента в соединении вал-зубчатое колесо тяжелого редуктора (H8-x8). Сборка соединения, как правило, производится с нагревом охватываемой детали и охлаждением охватываемой.

Посадки с натягом рассчитывают, а в ответственных случаях дополнительно проверяют экспериментально. Посадка считается годной, если при наименьшем натяге гарантируется неподвижность соединения, а при наибольшем - прочность соединяемых деталей.

Пример применения и обозначения посадок в конструкции редуктора показан на рис. 3.5.

При курсовом проектировании деталей машин составляется таблица допусков и посадок, рассчитываются зазоры к натяги. Пример оформления таблицы приведен в приложении 8.

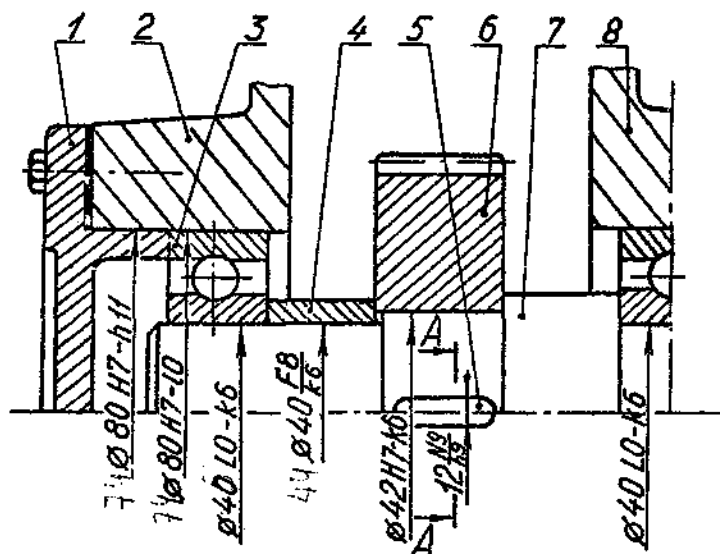
3.6. Допуски и посадки подшипников качения

Подшипники качения изготавливают с отклонениями посадочных размеров колец, не зависящими от посадки, по которой они будут смонтированы. Для всех классов точности подшипников (в дальнейшем речь будет идти о подшипниках класса точности "О") верхние отклонения присоединительных диаметров обоих колец приняты равными нулю, а поля допусков для этих размеров располагаются в "минус" от номинальных размеров (рис. 3.6, приложение 6).

Для диаметра отверстия внутреннего кольца подшипника такое расположение поля допуска является не совсем обычным (поле допуска не предусмотрено ЕСП СЭЗ), однако позволяет получить соединенные кольца подшипника с валом с небольшим гарантированным натягом, не прибегая к специальным посадкам, а используя для валов поля допусков p6, m6, k6. Посадки с большими натягами не применяются из-за тонкостенности колец подшипников и связанными с этим трудностями получения в подшипниках требуемых рабочих зазоров. Нашли применение также поля допусков валов js7, h6, g6; при этом в соединении вал - внутреннее кольцо подшипника возможен небольшой зазор (при установке подшипников на вращающихся осях).

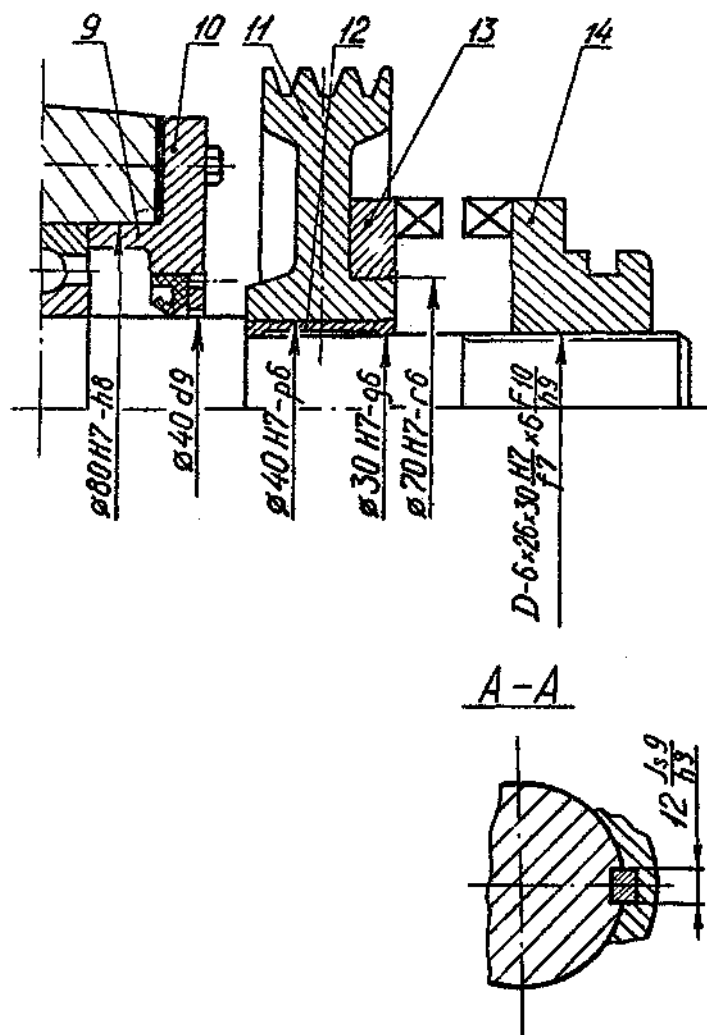
Наружные кольца подшипников устанавливаются с зазором с использованием для отверстий полей допусков H7 ,G7, H8 . Возможна установка наружных колец с небольшим натягом (поля допусков отверстий J_s7 , K7.M7.N7 , P7) - для случаев, когда в подшипниковом узле вращается наружное кольцо.

На чертежах поля допусков посадочных размеров подшипника обозначаются буквой (L - для внутреннего кольца, l - для наружного) и цифрой, обозначающей класс точности подшипника, например: L0; l6 . Пример назначения подшипниковых посадок см. на рис. 3.5.



- 1 - крышка подшипника глухая;
- 2- корпус редуктора;
- 3- подшипник;
- 4- дистанционная втулка;
- 5- шпонка;
- 6- колесо зубчатое;
- 7- вал;
- 8- корпус редуктора;
- 9- крышка подшипника сквозная;
- 10- уплотнение контактное;
- 11- месив клиноременной передачи;
- 12- втулка, подшипника скольжения;
- 13- полумуфта неподвижная;
- 14- полумуфта подвижная

Рис. 3.5 . Пример назначения посадок



в конструкции редуктора

3.7. Допуски и посадки шпоночных и шлицевых прямобочных соединений

Для призматических шпоночных соединений стандарт указал поля допусков на ширину b шпонок, пазов валов и втулок. Установлены три вида шпоночных соединений: свободное, дающее посадку с зазором, а также нормальное и плотное. Соединения последних двух видов имеют переходные посадки. Поля допусков различных видов шпоночных соединений приведены в приложении 7.

Посадки шлицевых соединений с прямобочным профилем строят по системе отверстия. Их осуществляют по центрирующей поверхности и одновременно по боковым поверхностям шлицев. Отклонения размеров отверстия и вала отсчитывают от номинальных размеров d , D и b .

Основные отклонения и поля допусков для размеров d , D и b приведены в СТ СЭВ 187-75.

Пример условного обозначения соединения с числом зубьев $Z = 8$, $d = 36$ мм, $D = 40$ мм, $b = 7$ мм с центрированием по внутреннему диаметру:

$$d - 8 \cdot 36 \frac{H7}{e8} \cdot 40 \frac{H12}{a11} \cdot 7 \frac{D9}{f8};$$

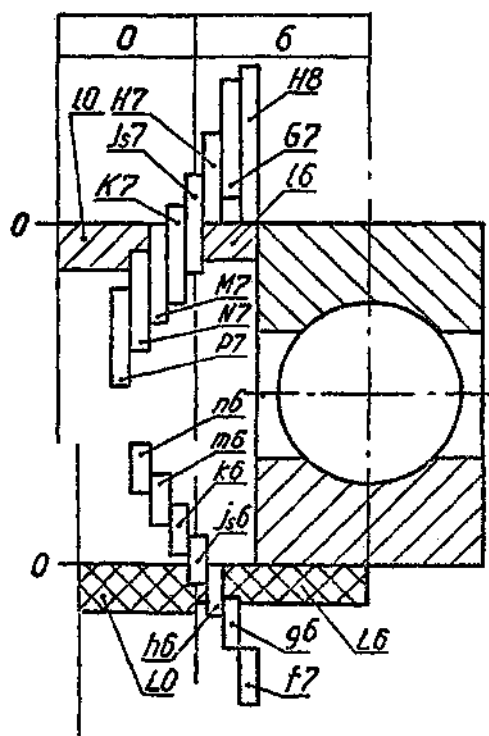
то же при центрировании, по наружному диаметру:

$$D - 8 \cdot 36 \cdot 40 \frac{H8}{h7} \cdot 7 \frac{F10}{h9};$$

то же при центрировании по боковым сторонам:

$$b - 8 \cdot 36 \frac{H12}{d12} \cdot 40 \frac{H12}{d12} \cdot 7 \frac{D9}{h8}.$$

Классы точности подшипников



- Поля допусков
- H8... - отверстий в корпусах;
 - h6... - посадочных поверхностей валов;
 - h6... - внутренних колец подшипников (L0, L6);
 - h6... - наружных колец подшипников (H0, H6).

Рис.3.6. Схема расположения полей допусков посадок подшипников качения

ЛИТЕРАТУРА.

- 1 . Допуски и посадки: Справочник в 2-х т. /В.Д. Мягков и др.-Л.: Машиностроение, 1962, т. I. - 541 с.; т.2. - 448 с.
- 2 .ГОСТ 25346-82 (СТ СЭВ 145-75). -Единая система допусков и посадок. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений. Введ. 01.07.83.
- 3 .ГОСТ 25347-82 (СТ СЭВ 144-75). Единая система допусков и посадок. Поля допусков и рекомендуемые посадки.
- 4 .ГОСТ 25670-83 (СТ СЭВ 302-76). Основные нормы взаимозаменяемости. Предельные отклонения размеров с неуказанными допусками. Введ. 01.07.84.
- 5 .ГОСТ 6639-69 (СТ СЭВ 514-77). Нормальные линейные размеры.
- 6 .ГОСТ 1139-80 (СТ СЭВ 187-75). Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шлицевые прямобочные. Размеры и допуски.
- 7 .ГОСТ 23360-78. Шпонки призматические. Размеры, допуски и посадки.
- 8 .ГОСТ 3325-85 (СТ СЭВ 773-77). Подшипники качения. Поля допусков и технические требования к посадочным поверхностям валов и корпусов. Посадки.
9. Якушев А.И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: Учебник. - 5-е изд. - М.: Машиностроение, 1979.-343 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ I Нормальные линейные размеры в диапазоне от 10 до 100 мм по
СТ СЭВ 514-77, мм

Ряд				Допол- нитель- ный размер
Ra15	Ra10	Ra20	Ra40	
10	10	10 11 11,5	10 10,5 11 11,5	10,2 10,8 11,2 11,8
			12 13 14 15	12,5 13,5 14,5 15,5
	12	12 14	12 13 14 15	12,5 13,5 14,5 15,5
			16 17 18 19	16,5 17,5 18,5 19,5
	20	20 22	20 21 22 24	20,5 21,5 23,0
			25 26 28 30	27 29 31
25	25	25 28	25 26 28 30	27 29 31
			32 34 36 38	33 35 37 39
	32	32 36	32 34 36 38	33 35 37 39
			40 42 45 48	41 44 46 49
	50	50 56	50 53 56 60	52 55 58 62
			63 67 71 75	65 70 73 78
40	40	40 45	40 42 45 48	41 44 46 49
			50 53 56 60	52 55 58 62
	50	50 56	50 53 56 60	52 55 58 62
			63 67 71 75	65 70 73 78
	63	63 71	63 67 71 75	65 70 73 78
			80 85 90 95	82 88 92 98
100	100	100	100	-

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Значения основных отклонений валов, мкм (СТ СЭВ 145-75)

Буквенное обозначен Квалитет		Верхнее отклонение SS						
		d	e	ef	f	g	h	js
		Все квалитеты						
Для интервалов размеров, мм	До 3	-20	-14	-10	- 6	-2	0	Предельные отклонения $\pm IT/2$
	Св.3 до 6	-30	-20	-14	-10	-4	0	
	" 6 " 10	-40	-25	-18	-13	-5	0	
	"10 " 14 "14 " Id	- 50	- 32	-	-16	- 6	0	
	"18 "24 "24 " 30	- 65	- 40	-	-20	- 7	0	
	"30 "40 "40 " 50	- 30	- 50	-	-25	-9	0	
	"50 " 65 "65 " 60	-100	- 60	-	-30	-10	0	
	"80 "100 "100 "120	-120	- 72	-	-36	-12	0	
	"120 "140 "140 "160 "160 "180	-145	- 85	-	-43	-14	0	
	"180 "200 "200 "225 "225 "250	-170	- 100	-	-50	-15	о.	
	"250 "280 "280 "315	-190	-110	-	-56	-17	0	
	"315 "355 "355 "400	-210	-125	-	-62	-1a	0	
	"400 "450 "450 "500	-230	-135	-	-63	-20	0	

Нижнее отклонение e _j												
k		m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z
4-7		Все качества										
0	0	+2	+4	+6	+10	+14	-	+18	-	+20	-	+26
+1	0	+4	+8	+12	+15	+19	-	+23	-	+28	-	+35
+1	0	+6	+10	+15	+19	+23	-	+28	-	+34	-	+42
+1	0	+7	+12	+18	+23	+28	-	+33	-	+40	-	+50
									+39	+45	-	+60
+2	0	+8	+15	+22	+28	+35	-	+41	+47	+54	+63	+73
							+41	+48	+55	+64	+75	+88
+2	0	+9	+17	+26	+34	+43	+48	+60	+68	+80	+94	+112
							+54	+70	+81	+97	+114	+136
+2	0	+11	+20	+32	+41	+53	+66	+87	+102	+122	+144	+172
					+43	+59	+75	+102	+120	+146	+174	+210
+3	0	+13	+23	+37	+51	+71	+91	+124	+146	+178	+214	+258
					+54	+79	+104	+144	+172	+210	+254	+310
+3	0	+15	+27	+43	+63	+92	+122	+170	+202	+248	+300	+365
					+65	+100	+134	+199	+228	+280	+340	+415
					+68	+108	+146	+210	+252	+310	+380	+465
+4	0	+17	+31	+50	+77	+122	+166	+236	+284	+350	+425	+520
					+80	+	+180	+258	+310	+385	+470	+575
					+84	+	+196	+284	+340	+425	+520	+640
+4	0	+20	+34	+56	+94	+	+218	+315	+385	+475	+580	+710
					+98	+	+240	+350	+425	+525	+650	+790
+4	0	+21	+37	+62	+108	+	+268	+390	+475	+590	+730	+900
					+114	+	+294	+435	+530	+660	+820	+1000
+5	0	+23	+40	+68	+126	+	+330	+490	+595	+740	+920	+1100
					+132	+	+360	+540	+660	+820	+1000	+1250

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Значения основных отклонений отверстий» мк.ч , определяемых по специальному правилу *

Для интервалов размеров, мм	Буквенное обозначение	Верхнее отклонение ES							Δ ,мкм		
		К		М		N		от Р до Z			
	Квалитет	до 8	св 8	до 8	>8	до 8	>8	до 7	6	7	8
	До 3 Св.3 до 6 Св.6 до Т0	0 -1+ Δ -1+ Δ	0 - -	-2 -4+ Δ -6+ Δ	-2 -4 -6	-4 -8+ Δ -10+ Δ	-4 0 0	Отклонение для квалитета семе 7, увеличенное на Δ	0 3 3	4 6 6	6 7 7
	" 6 " 14 " 14 " Id	-1+ Δ	-	-7+ Δ	- 7	-12+ Δ			3	7	9
	" 18 " 24, " 24 " 30'	-2+ Δ	-	-8+ Δ	-3	-15+ Δ			4	6	12
	" 30 " 40 " 40 " 50	-2+ Δ	-	-9+ Δ	-9	-17+ Δ			5	9	14
	" 50 " 65 " 65 " 80	-2+ Δ	-	-11+ Δ	-11	-20+ Δ			6	11	16
	" 80 "100 "100 "120	-3+ Δ	-	-13+ Δ	-13	-23+ Δ			7	13	19
	"120 "140 "140 "160 "160 "180	-3+ Δ	-	-15+ Δ	-15	-27+ Δ			7	15	23
	"180 "200 "200 "225 "225 "250	-4+ Δ	-	-17+ Δ	-17	-31+ Δ			9	17	26
	"250 "280 "280 "315	-4+ Δ	-	-20+ Δ	-20	-34+ Δ			9	20	29
	"315 "355 "355 "400	-4+ Δ	-	-21+ Δ	-21	-37+ Δ			11	21	32
	"400 "450 "450 "500	-5+ Δ	-	-23+ Δ	-23	-40+ Δ			13	23	34

* Значения других основных отклонений отверстий определять по таблице приложения 2, используя правило симметричности

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
Значения допусков, мкм (СТ СЭВ 145-75)

Для интервалов диаметров, мм	Квалитет	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	До 3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600	1000
	Свыше 3 до 6	5	8	12	18	30	43	75	120	180	300	480	750	1200
	Свыше 6 до 10	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900	1500
	Свыше 10 до 18	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100	1800
	Свыше 18 до 30	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300	2100
	Свыше 30 до 50	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600	2500
	Свыше 50 до 80	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900	3000
	Свыше 80 до 120	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200	3500
	Свыше 120 до 180	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500	4000
	Свыше 180 до 250	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900	4600
	Свыше 250 до 315	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200	5200
	Свыше 315 до 400	25	36	37	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600	5700
	Свыше 400 до 500	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000	6300

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Допуски t на размеры несопрягаемых поверхностей, мм

Извлечение из СТ СЭВ 302-76

Класс точности	Обозн. доп.	Интервал номинальных размеров				
		св.3 до 6	свыше 6 до 30	свыше 30 до 120	свыше 120 до 315.	свыше 315 до 1000
Точный	t ₁	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6
Средний	t ₂	0,2	0,4	0,6	1,0	1,6
Грубый	t ₃	0,4	1,0	1,6	2,4	4,0
Очень грубый	t ₄	1,0	2,0	3,0	4,0	6,0

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Предельные отклонения колец подшипников

качения класса "0" и "6" по ГОСТ 520-71

Интервал номинальных размеров, мм		Наружное кольцо подшипника		Внутреннее кольцо одшипника	
		отклонение, мм			
		верхнее	нижнее	верхнее	нижнее
свыше	до				
2,5	6		- 6		- 8
6	10		- 6		- 6
10	16		- 6		- 6
16	30		- 9		- 10
30	50	0	- 11	0	- 12
50	60		- 13		- 15
60	80		- 15		- 20
80	120		- 16		- 25
120	150		- 25		- 25
150	160		- 30		- 30
160	250		- 30		- 30

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Поля допусков и виды шпоночных соединений (по ГОСТ 23360-78)

Вид соединения	Обозначение полей допусков		
	ширина шпонки	паз вала	паз втулки
Свободное		H9	D10
Нормальное	h9	N9	Js9
Плотное		P9	P9