

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И
НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра метрологии, стандартизации и сертификации

Л.Н. ТРЕТЬЯК

НОРМИРОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ГЛАДКИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом государственного
образовательного учреждения высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2008

УДК 621-88:006.91(07)

ББК 34.441я7

Т66

Рецензент

кандидат технических наук, доцент А.Л. Воробьев

Третьяк Л.Н.

**Т66 Нормирование точности гладких цилиндрических соединений:
методические указания /Л.Н. Третьяк. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2008.
-28 с.**

Методические указания предназначены для выполнения лабораторно-практических работ по курсам: «Взаимозаменяемость», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Конструкторско-технологические методы обеспечения качества» для студентов второго и третьего курса по специальностям 200503, 220301, 151001, 151002, 190601, 190603, 190702.

ББК 34.441я7

© Третьяк Л.Н., 2008
© ГОУ ОГУ, 2008

Содержание

1 Цель работы.....	4
2 Общие положения	4
3 Описание последовательности выполнения лабораторно-практической работы.....	17
4 Контрольные вопросы	23
Список использованных источников	24
Приложение А Таблица А.1 Варианты заданий для лабораторно-практической работы.....	25
Приложение Б Пример оформления лабораторно-практической работы	26

1 Цель работы

Знакомство с основными понятиями взаимозаменяемости гладких цилиндрических соединений. Знакомство и приобретение навыков в работе со стандартами (ГОСТ 25346-89, ГОСТ 25347-82) и справочниками по допускам и посадкам гладких цилиндрических соединений. Определение предельных отклонений, размеров и характеристик посадок.

2 Общие положения

ГОСТ 25346-89 и ГОСТ 25347-82 устанавливают общие положения, ряды допусков и основных отклонений, а также поля допусков и рекомендуемые посадки.

В соответствии с этими нормативными документами точность, взаимозаменяемость деталей и характер соединения обеспечивается за счет выдерживания размеров деталей с определенным верхним и нижним допустимыми отклонениями, т.е. с определенным расположением полей допусков.

2.1 Понятие о размерах

Размер - числовое значение линейной величины (диаметр, длина и т.п.) в выбранных единицах измерения.

В действительности мы получаем «условно истинное значение измеряемой физической величины» (в данном случае длины или диаметра), которое определяется как значение физической величины, найденное экспериментальным путем и постоянно приближающееся к истинному значению, что для данной цели может быть использовано вместо него.

Действительный размер - размер элемента, установленный измерением.

Простейшие геометрические тела, составляющие детали, будем называть их элементами.

Предельные размеры - два предельно допустимых размера элемента, между которыми должен находиться (или которым может быть равен) действительный размер.

Наибольший предельный размер - наибольший допустимый размер элемента (d_{\max} - для вала, D_{\max} - для отверстия, рисунок 1б).

Наименьший предельный размер - наименьший допустимый размер элемента (d_{\min} - для вала, D_{\min} - для отверстия, рисунок 1б).

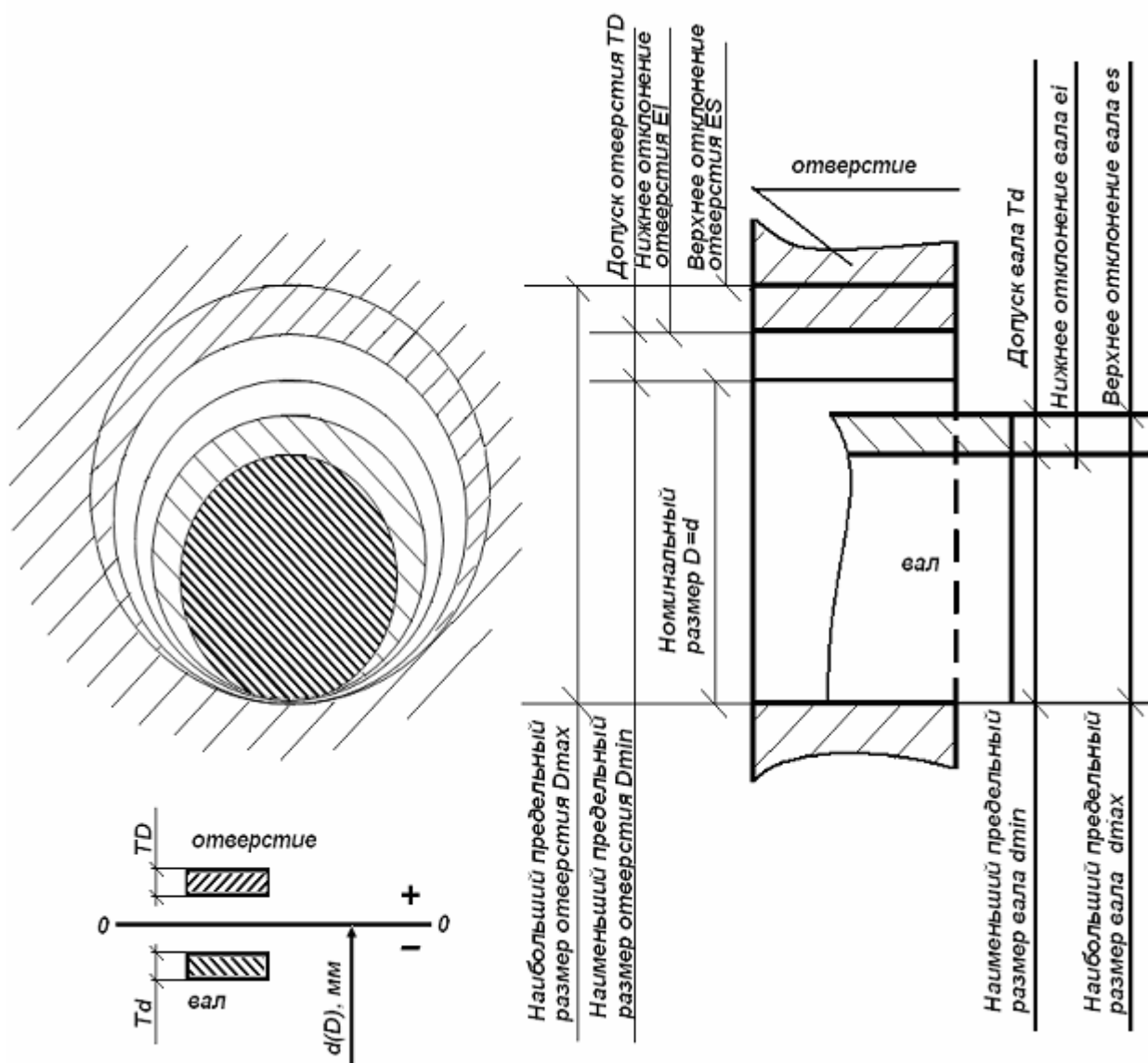


Рисунок 1 – Гладкие цилиндрические соединения

Номинальный размер - размер, относительно которого определяются отклонения (рисунок 1б).

Для деталей, составляющих соединение, номинальный размер является общим (номинальный размер посадки). Номинальные размеры, указываемые на чертежах деталей, находят расчетом их на прочность и жесткость, а также исходя из усовершенствования геометрических форм и обеспечения технологичности конструкции.

2.2 Предельные отклонения

Отклонением размера - называется алгебраическая разность между размером (действительным, предельным) и соответствующим номинальным размером.

Предельное отклонение - алгебраическая разность между предельным и соответствующим номинальными размерами.

Для предельных отклонений различают верхнее и нижнее. В международной системе по стандартизации (ИСО) для отклонений приняты обозначения:

- es , ES - верхнее отклонение соответственно вала и отверстия;

- ei , EI - нижнее отклонение соответственно вала и отверстия.

Верхним отклонением называется алгебраическая разность между наибольшим предельным и номинальным размерами:

$$es = d_{\max} - d \quad \text{- для вала} \quad , \quad (1)$$

$$ES = D_{\max} - D \quad \text{- для отверстия} \quad , \quad (2)$$

Нижним отклонением называется алгебраическая разность между наименьшим предельным и номинальным размерами:

$$ei = d_{\min} - d \quad \text{- для вала} \quad , \quad (3)$$

$$EI = D_{\min} - D \quad \text{- для отверстия} \quad , \quad (4)$$

Допуск размера (T) - разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами или алгебраическая разность между верхним и нижним отклонениями.

$$Td = d_{\max} - d_{\min} = es - ei \quad \text{- для вала} \quad , \quad (5)$$

$$TD = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI \quad \text{- для отверстия} \quad , \quad (6)$$

Допуск - величина всегда положительная. Она определяет величину допустимого рассеяния действительных размеров годных деталей в партии, т.е.

заданную точность изготовления. Точностью будем называть степень приближения действительных размеров к номинальным.

2.3 Квалитеты точности

В международной системе ИСО (Международная организация по стандартизации) величина допуска не зависит от того, назначается она на вал или отверстие, а зависит только от номера квалитета точности и интервала размеров.

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

Допуск в пределах одного квалитета изменяется только в зависимости от номинального размера.

Стандарт (ГОСТ 25346-89) предусматривает 20 квалитетов точности в порядке увеличения: 01, 0, 1, 2, ... 18.

ГОСТ 25347-82 является ограничительным и устанавливает 19 квалитетов: 01, 0, 1... 17.

Квалитеты с 01 до 5 предназначены преимущественно для калибров.

Допуски по квалитетам обозначаются сочетанием прописных букв IT (международный допуск IT) с порядковым номером квалитета, например IT7, IT12 - допуски 7 и 12 квалитета соответственно.

Для посадок деталей общего применения (в пищевой промышленности, машиностроении и автомобилестроении) используются квалитеты с 5 по 12.

2.4 Графическое изображение допусков. Поля допусков

Для упрощения допуски (рисунок 1б) можно изображать графически (рисунок 1а) в виде полей допусков.

Поле допуска - поле, ограниченное наибольшим и наименьшим предельными размерами и определяемое величиной допуска и его положением относительно номинального размера.

При графическом изображении поле допуска заключено между двумя линиями, соответствующими верхнему и нижнему предельным отклонениям относительно нулевой линии.

Обычно поле допуска изображают в виде прямоугольника, расположенного по отношению к нулевой линии так, что его верхняя сторона определяет верхнее предельное отклонение, а нижняя сторона - нижнее.

Нулевая линия - линия, соответствующая номинальному размеру, от которой откладываются отклонения размеров при графическом изображении полей допусков и посадок.

Величины отклонений (в мкм) с учетом знаков проставляют около вершин двух правых углов прямоугольника. Если нулевая линия расположена горизонтально, то положительные отклонения откладываются вверх от нее, а

отрицательные - вниз. Таким образом, графическая высота прямоугольника изображает величину допуска, длина прямоугольника произвольна.

Нулевая линия, изображающая образующую профиля детали (в данном случае верхнюю - показано на рисунке 1б), определяет номинальный размер, проставляемый на схемах (в мм). Вторая образующая детали находится за нижней границей чертежа, так как номинальный размер не может быть изображен полностью в одном масштабе с допуском размера.

Поля допусков обозначаются одной или двумя буквами латинского алфавита (для отверстия - прописными, для валов - строчными) и номером квалитета. Например: для валов - h6, f11; для отверстия - H6, F11.

Буква определяет величину основного отклонения. За основное, из двух предельных отклонений, принимается ближайшее к нулевой линии. Номер квалитета характеризует величину допуска для данного интервала размеров.

В системах ИСО и КОOMET - Кооперация по метрологии (созданная и преобразованная на базе Единой системы допусков и посадок стран-членов СЭВ) допуски установлены для следующих диапазонов:

- 1) размеры до 500 мм;
- 2) размеры свыше 500 до 3150 мм,

В системе КОOMET также и для размеров свыше 3150 мм до 10000 мм (ГОСТ 25348-82), а поля допусков для размеров менее 1 мм установлены отдельно (ГОСТ 25348-82). Для построения рядов допусков каждый из диапазонов размеров, в свою очередь, разделен на несколько интервалов и величины допусков приняты одинаковыми для размеров, объединенных в один интервал (например, для размеров свыше 18 до 30 мм).

Для каждого интервала размеров стандарт предусматривает 25 полей допусков (поля допусков CD, EF, FG - применяется только для размеров до 10 мм) для отверстий и столько же - для валов. По характеру основного отклонения поля допусков для валов подразделяют на три группы (рисунок 2):

- 1) с основным верхним допускаемым отклонением (от a до h)
- 2) с симметричным расположением поля допуска - поле допуска j_s.

При этом предельные отклонения равны:

$$es = ei = \pm \frac{IT}{2}, \quad (7)$$

где IT - допуск;

- 3) с основным нижним допускаемым отклонением (от k до zc).

Поля допусков отверстий, обозначаемые теми же буквами, что и для валов (только прописными), располагаются относительно нулевой линии симметрично соответствующим полям допусков валов. Аналогично поля допусков отверстий по характеру основного отклонения подразделяются на три группы:

- 1) с основным нижним отклонением (от A до H)
- 2) с симметричным расположением поля допуска - поле допуска J, J_s;
- 3) с основным верхним отклонением (от K до ZC).

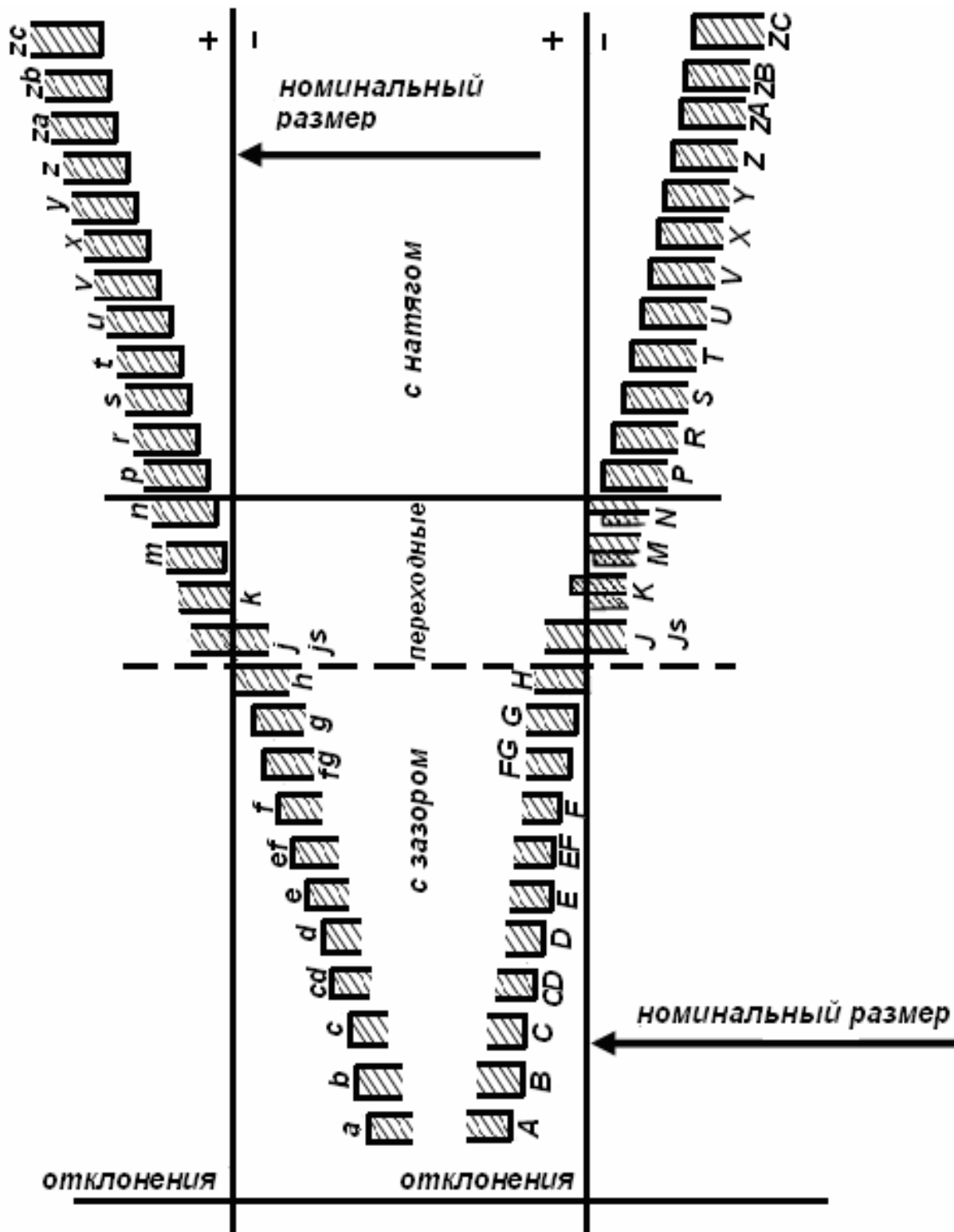


Рисунок 2 - Основные отклонения отверстий и валов

2.5 Назначение предельных отклонений

Величины предельных отклонений для любого интервала размеров в пределах от 1 до 500 мм сведены в таблице 7 и 8 ГОСТ 25347-82, а для интервалов размеров в пределах от 500 до 3150 мм в таблице 11 и 12. Чтобы определить значения предельных отклонений для размера, входящего в интервал, нужно знать величину основного отклонения и качество точности. Предельные

отклонения назначаются отдельно от валов (в таблице 7 ГОСТ 25347-82) и отдельно для отверстий (в таблице 8 ГОСТ 25347-82). Например: определить величины предельных отклонений для вала номинальным размером 55 мм, с основным отклонением f , 7-го качества точности (т.е. $\varnothing 55 f7$). В таблице 7 для интервала размеров свыше 50 мм до 65 мм (строка) и поля допуска $f7$ (столбец) находим величины предельных отклонений, они равны: $es = -30$ мкм; $ei = -60$ мкм. Величины отклонений даны в микрометрах. Для определения предельных размеров вала их значение следует перевести в миллиметры ($1 \text{ мкм} = 10^{-3} \text{ мм}$).

2.6 Соединения, посадки

Две или несколько подвижно или неподвижно соединяемых деталей называют сопрягаемыми.

Поверхности, по которым происходит соединение деталей, называются сопрягаемыми.

Остальные поверхности называются несопрягаемыми (свободными). В соответствии с этим различают размеры сопрягаемых и несопрягаемых (свободных) поверхностей.

В соединениях деталей, входящих одна в другую, различают охватывающие и охватываемые поверхности.

Вал - термин, условно применяемый для обозначения наружных (охватываемых) элементов деталей, включая и нецилиндрические элементы.

Отверстие - термин, условно применяемый для обозначения внутренних (охватываемых) элементов деталей, включая и нецилиндрические элементы. Основной вал (h) - вал, верхнее предельное отклонение которого равно нулю ($es=0$).

Основное отверстие (H) - отверстие, нижнее предельное отклонение которого равно нулю ($EI=0$).

Гладкое цилиндрическое соединение - соединение, в котором поверхности отверстия и вала круглые цилиндрические.

При соединении двух деталей образуется посадка.

Номинальный размер посадки - номинальный размер, общий для отверстия и вала, составляющих соединение.

Посадка - характер соединения деталей, определяемый величиной, получающихся в ней зазоров и натягов.

Посадка в гладком цилиндрическом соединении образуется за счет сочетания полей допусков вала и отверстия.

В зависимости от взаимного расположения полей допусков отверстия и вала посадка может быть с зазором, с натягом или переходной (при которой возможно получение как зазора, так и натяга); схемы полей допусков для различных по характеру посадок даны на рисунке 3.

Зазор - разность размеров отверстия и вала, если размер отверстия больше размера вала, он обеспечивает возможность относительного перемещения собранных деталей (рисунки 1а, 4). Различают соответственно:

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} \text{ - зазор максимальный ,} \quad (8)$$

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} \text{ - зазор минимальный ,} \quad (9)$$

$$S_m = \frac{(S_{\max} + S_{\min})}{2} \text{ - зазор средний ,} \quad (10)$$

На схеме полей допусков наибольший (максимальный) зазор S_{\max} - это поле, заключенное между верхним предельным отклонением ES отверстия и нижним предельным отклонением вала (рисунок 3а). Минимальный зазор - между нижним предельным отклонением EI отверстия и верхним предельным отклонением es вала (рисунок 3б, 4).

Натяг - разность размеров вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия, он обеспечивает взаимную неподвижность деталей после их сборки (рисунок 4б).

Наибольший, наименьший и средний натяги определяются по формулам:

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} \text{ ,} \quad (11)$$

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} \text{ ,} \quad (12)$$

$$N_{cp} = \frac{(N_{\max} + N_{\min})}{2} \text{ ,} \quad (13)$$

N_{\max} - это поле, расположенное между верхним предельным отклонением вала es и нижним предельным отклонением отверстия EI (рисунок 3б).

N_{\min} - это поле, расположенное между нижним предельным отклонением вала ei и верхним предельным отклонением отверстия ES (рисунок 3б).

Средний натяг - среднее арифметическое наибольшего и наименьшего натягов. Средний зазор - среднее арифметическое наибольшего и наименьшего зазоров.

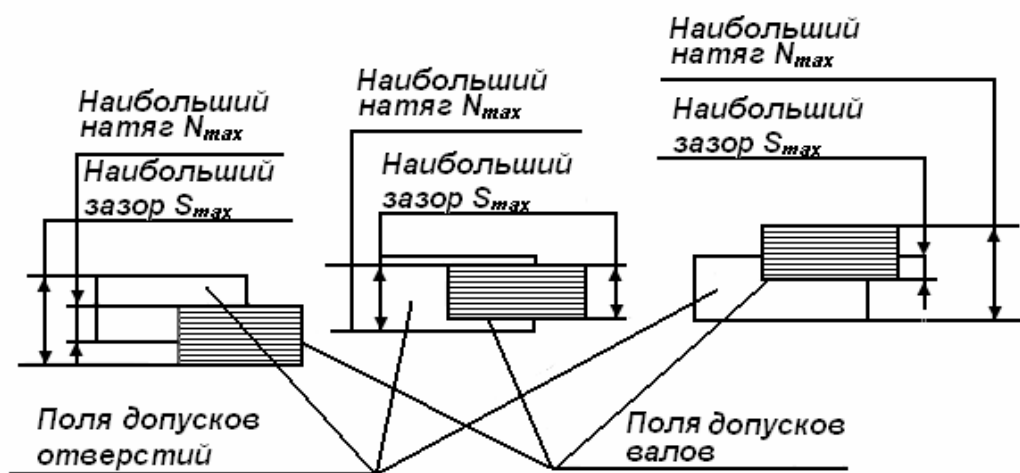
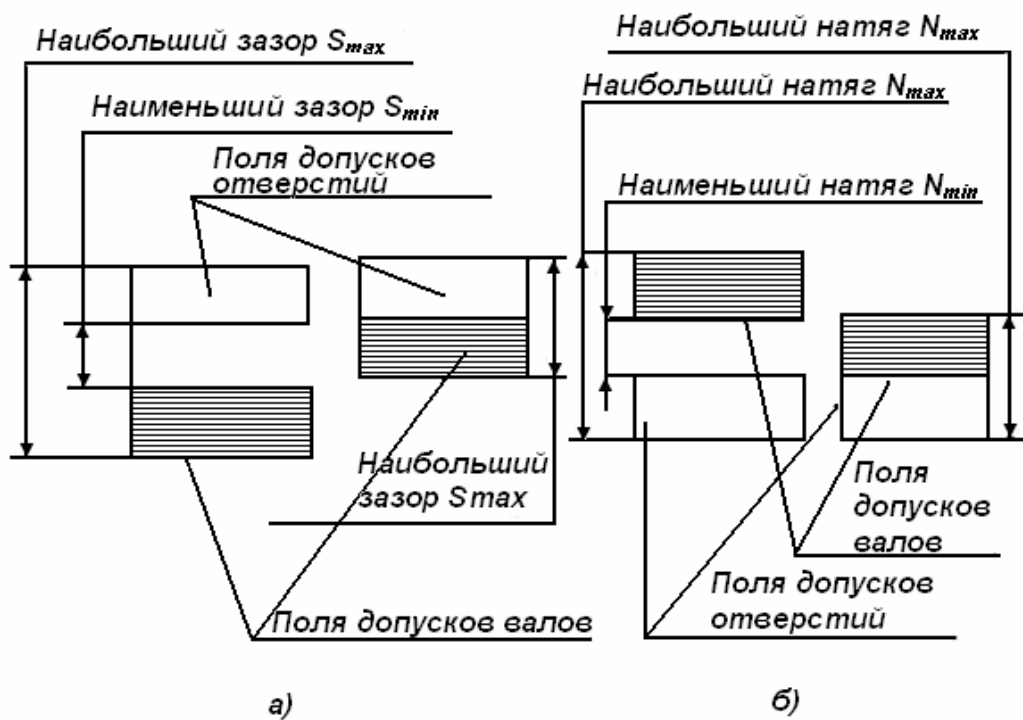


Рисунок 3 - Схемы полей допусков различных по характеру посадок

Посадка с зазором - посадка, при которой обеспечивается зазор в соединении (поле допуска отверстия расположено над полем допуска вала).

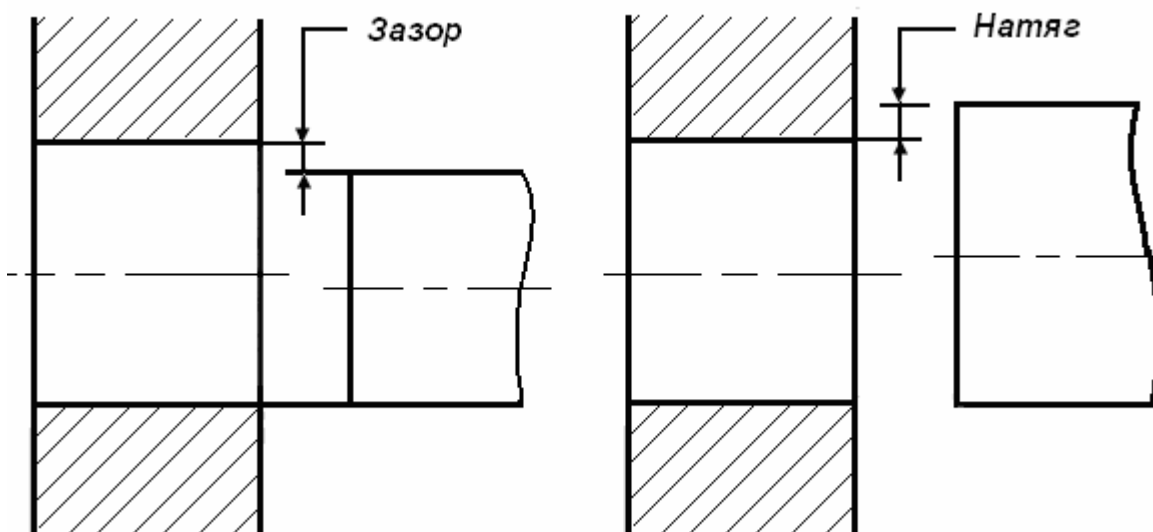


Рисунок 4 - Схемы образования зазоров - натягов

К посадкам с зазором относятся также посадки, в которых нижняя граница поля допуска отверстия совпадает с верхней границей поля допуска вала (см. рисунок 3а).

Посадка с натягом - посадка, при которой обеспечивается натяг в соединении (поле допуска отверстия расположено под полем допуска вала) (см. рисунок 3б).

Переходная посадка - посадка, при которой возможно получение как зазора, так и натяга (поле допуска отверстия и вала частично или полностью перекрываются - рисунок 3в).

В переходных посадках при наибольшем предельном размере вала и наименьшем предельном размере отверстия получается наибольший натяг, а при наибольшем предельном размере отверстия и наименьшим предельном размере вала - наибольший зазор (рисунок 5б).

Посадки в системе вала - посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются сочетанием различных полей допусков отверстий с полем допуска основного вала (рисунок 6б).

Посадки в системе отверстия - посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются сочетанием различных полей допусков валов с полем допуска основного отверстия (рисунок 6а).

Допуск посадки - разность между наибольшим и наименьшим допустимыми зазорами (допуск зазора TS в посадках с зазором) или наибольшим и наименьшим допустимыми натягами (допуск натяга TN в посадках с натягом):

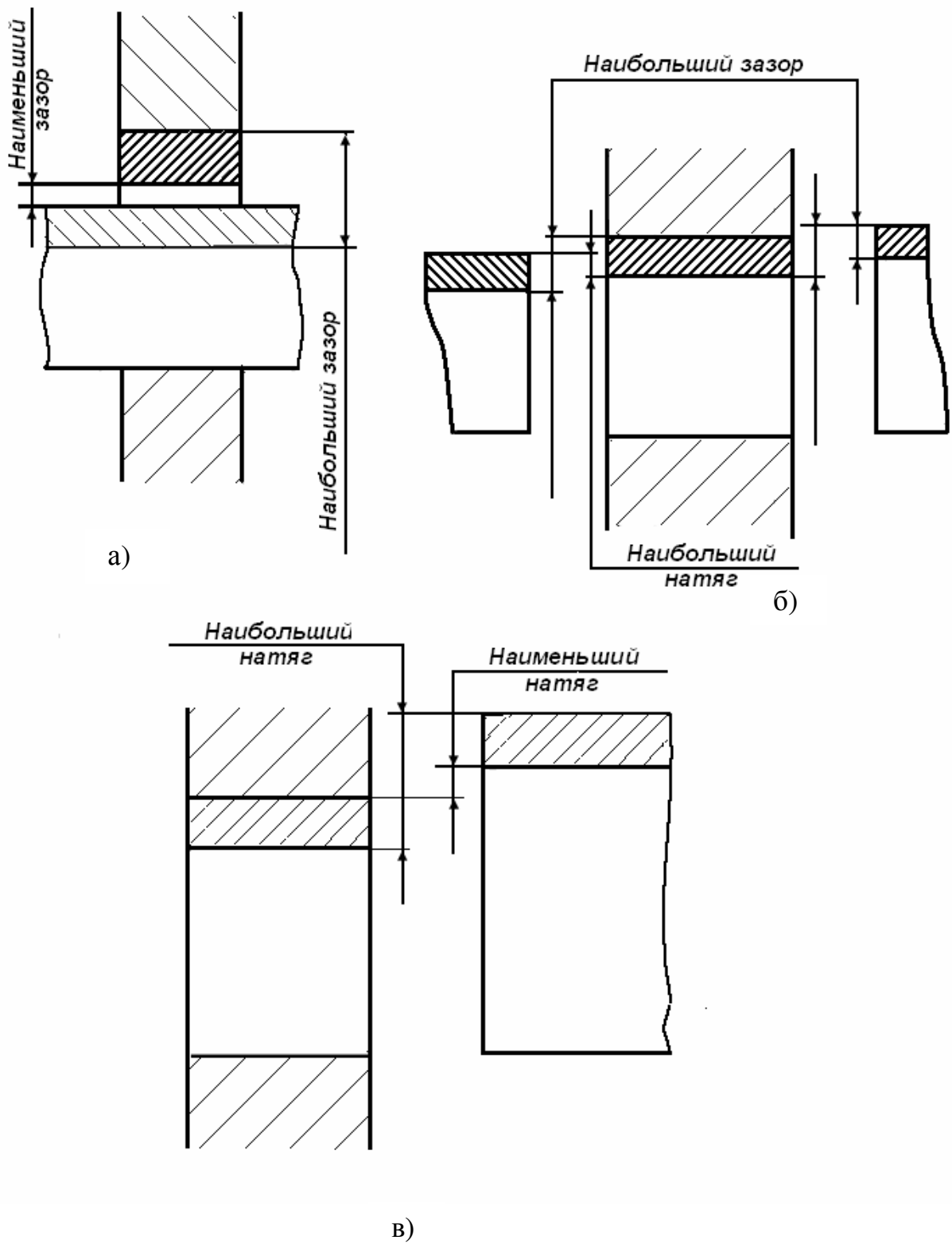


Рисунок 5 – Предельные характеристики посадок:

- а) – посадка с зазором;
- б) – переходная посадка;
- в) – посадка с натягом;

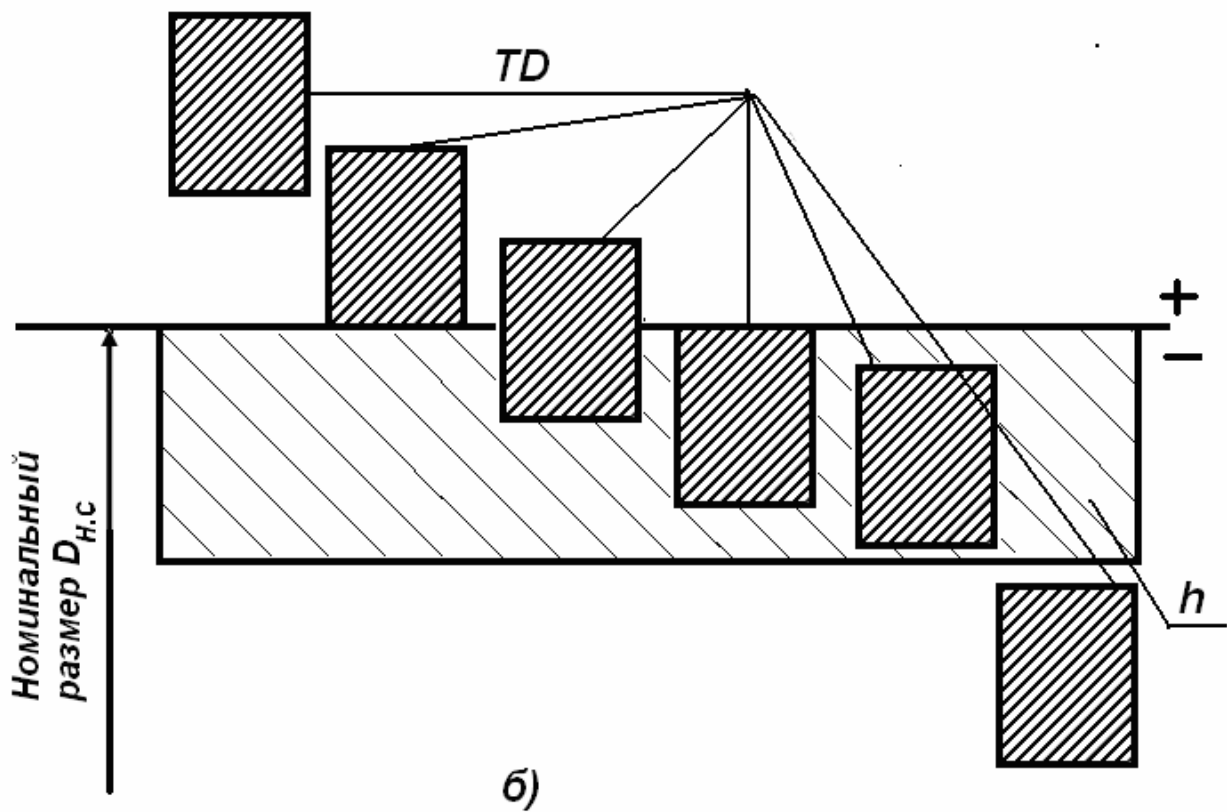
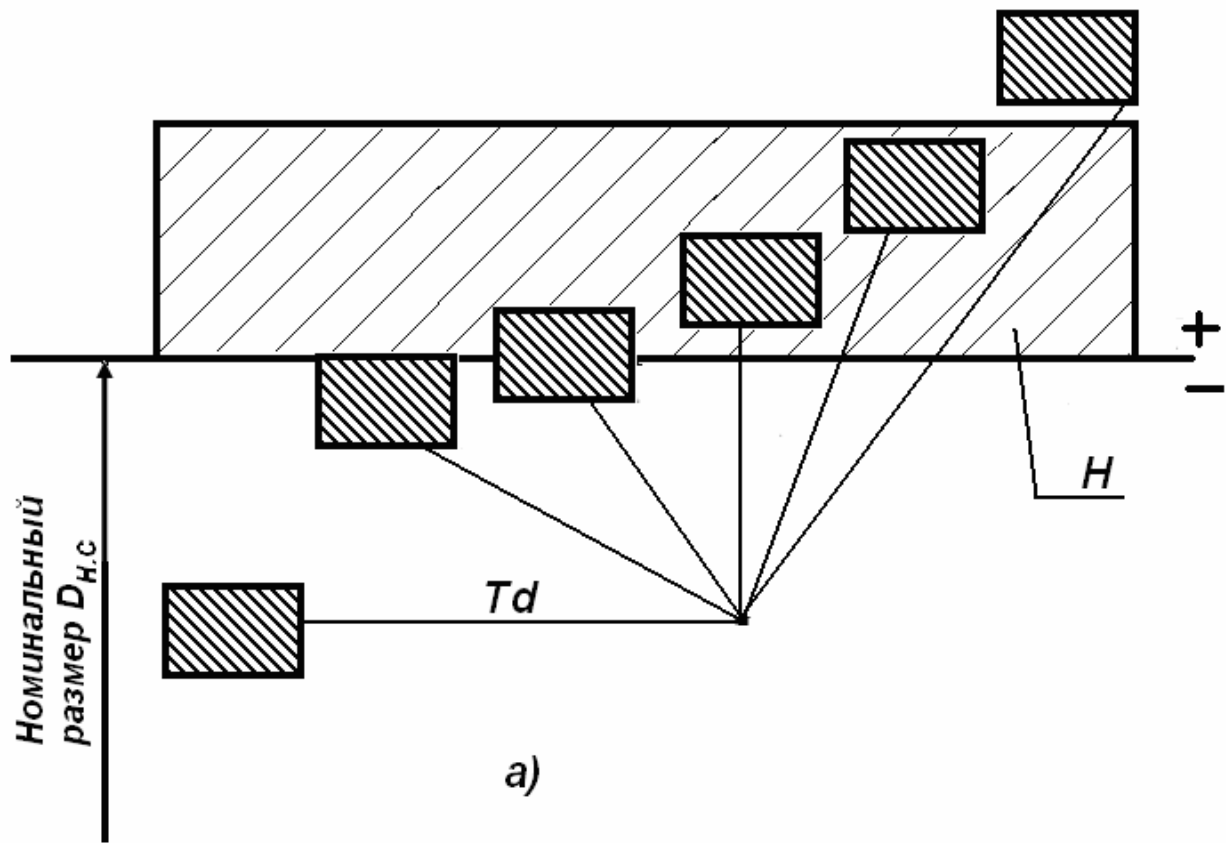


Рисунок 6 - Схемы образования посадок в системе отверстия (а) и в системе вала (б)

$$TS = S_{\max} - S_{\min} , \quad (14)$$

$$TN = N_{\max} - N_{\min} , \quad (15)$$

В переходных посадках допуск посадки определяется суммой наибольшего натяга и наибольшего зазора, взятых по абсолютной величине:

$$TS(N) = |S_{\max}| + |N_{\max}| , \quad (16)$$

Для всех типов посадок допуск посадки численно равен сумме допусков отверстия и вала, составляющих соединение, т.е.:

$$TS(N) = TD + Td , \quad (17)$$

2.7 Обозначение полей допусков и посадок на чертежах

Условное обозначение посадки состоит из обозначения полей допусков отверстия и вала, которые должны записываться в виде дроби с горизонтальной или косой чертой или разделяться чертой.

Например: $\varnothing 50H7/g6$; $\varnothing 50H7-g6$, где: $\varnothing 50$ - номинальный диаметр в мм, общий для вала и отверстия (рисунок 7).

В обозначение посадки входит номинальный размер, общий для обоих сопрягаемых элементов (отверстия и вала), за которым следуют обозначения полей допусков для каждого элемента, начиная с отверстия. Например: 1) в системе основного отверстия: $\varnothing 40 H7/g6$, $\varnothing 40 H7-g6$; 2) в системе основного вала: $\varnothing 35 K6/h6$, $\varnothing 35 K6-h6$.

Размерные числа и обозначения полей допусков на чертежах не должны пересекаться с какими-либо линиями чертежа. Осевые линии и штриховка должны прерываться в том месте, где нанесены размеры. На рисунке 7 даны примеры обозначения посадок.

На рабочих чертежах деталей обозначения полей допусков, назначенных по ГОСТ 25347-82, могут выполняться одним из способов:

- 1) условными обозначениями, например: 10 h5, 56 H11, 25 f7, 120 Js17;
- 2) числовыми значениями предельных отклонений, например: $10_{-0,06}$; $56_{+0,19}$; $120_{\pm 0,435}$;
- 3) смешанным способом, например: $10 h5_{(-0,06)}$; $56 H11_{(+0,19)}$; $120 Js17_{(\pm 0,435)}$.

В учебном процессе (в период внедрения стандартов) рекомендуется пользоваться третьим способом.

Предельные отклонения размеров относительно низкой точности (от 12 квалитета и грубее) следует давать записью в технических требованиях, например: "Неуказанные предельные отклонения размеров: диаметров H14, h14, остальных $\pm IT14/2$ "; или "Неуказанные предельные отклонения размеров $\pm IT14/2$ ".

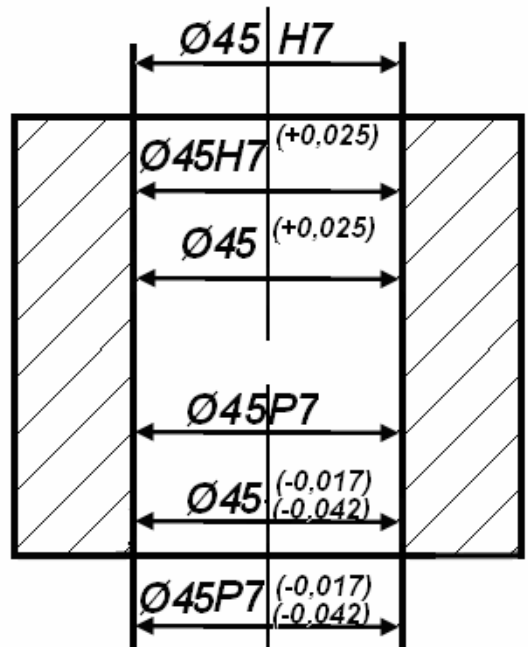
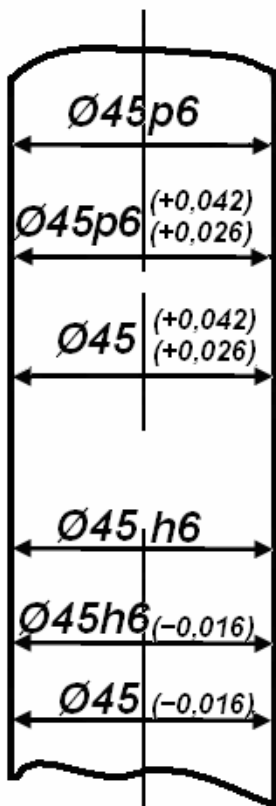
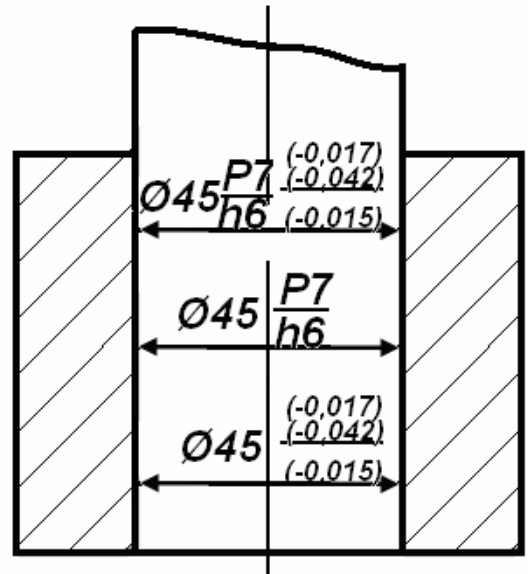
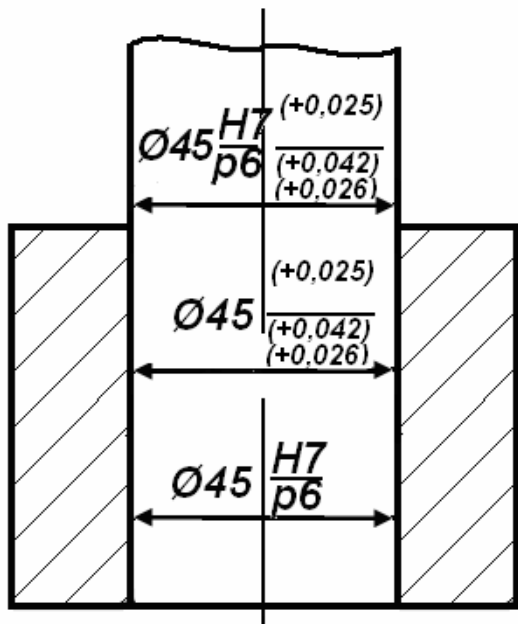


Рисунок 7 - Примеры обозначения полей допусков и посадок на чертежах

3 Описание последовательности выполнения лабораторно-практической работы

В работе для данного соединения вала и втулки (приложение А - задание выдается преподавателем), выполненного по определенной посадке, необходимо:

- 1) определить по ГОСТ 25347-82 величины верхних и нижних отклонений соответственно для вала и отверстия (e_s , e_i , ES , EI);
- 2) подсчитать предельные размеры d_{max} , d_{min} , D_{max} , D_{min} и допуски вала T_d и отверстия T_D ;
- 3) определить характер посадки (с зазором, с натягом, переходная): для посадки с зазором определить S_{max} , S_{min} ; для посадки с натягом - N_{max} , N_{min} ; для переходных S_{max} , N_{max} ; по результатам расчета заполнить таблицу в журнале или тетради;
- 4) определить допуск посадки;
- 5) построить схему полей допусков, все расчеты выполнить как в системе отверстия, так и в системе вала;
- 6) привести в порядок рабочее место.

3.1 Содержание отчета по выполненной лабораторно-практической работе

- 1 По результатам расчетов заполнить таблицу (в журнале или тетради для лабораторных работ по форме, представленной в приложении Б);
- 2 Выполнить схемы полей допусков посадок в системе вала и в системе отверстия (в масштабе).
- 3 Выполнить эскизы узлов и отдельных деталей для заданного соединения и показать номинальные размеры с условным обозначением посадки и предельными отклонениями.
- 4 Ответить на контрольные вопросы.

3.2 Пример выполнения лабораторно-практической работы

3.2.1 Система отверстия

Дано соединение вала и втулки с номинальным диаметром 45,000 мм, выполненное по посадке H7/p6.

Определить:

- 1) номинальные размеры вала и втулки;
- 2) предельные отклонения вала и отверстия (втулки);
- 3) предельные размеры вала и отверстия;
- 4) допуски вала и отверстия;
- 5) характер посадки;
- 6) допуск посадки;

7) построить схемы полей допусков данной посадки в обеих системах, на эскизах соединения и отдельных деталей (вала и втулки), входящих в сопряжение, дать обозначение предельных отклонений и посадок.

Расчеты выполнить как в системе отверстия, так и в системе вала.

3.2.1.1 Посадка выполнена в системе отверстия, т.к. в числителе дано поле допуска основного отверстия Н.

Номинальный размер является общим для вала и отверстия. Он равен:
 $d = D = 45,000$ мм.

3.2.1.2 Величины предельных отклонений определяем по ГОСТ 25347-82, т.к. вал выполнен с полем допуска р6, то величины отклонений нужно взять из таблицы 7 стандарта для качества 6, на пересечении интервала размеров свыше 40 до 50 мм (строка) и поля допуска вала р6 (столбец), отклонения равны: $es = +42$ мкм; $ei = +26$ мкм. Предельные отклонения отверстия, выполненного с полем допуска Н7, определяем из таблицы 8 этого же стандарта для качества 7 аналогично. Они равны: $ES = +25$ мкм; $EI = 0$.

3.2.1.3 Для определения предельных размеров вала воспользуемся формулами (1; 2):

$$es = d_{\max} - d \quad ,$$

$$ei = d_{\min} - d \quad ,$$

выражая значения d_{\max} , d_{\min} , получим:

$$d_{\max} = d + es \quad , \quad (18)$$

$$d_{\min} = d + ei \quad , \quad (19)$$

т.к. значение номинального диаметра вала дано в миллиметрах, переведем предельные отклонения в миллиметры. После подстановки численных значений d , es , ei в формулы (18, 19), получим:

$$d_{\max} = 45,000 + 0,042 = 45,042 \text{ мм},$$

$$d_{\min} = 45,000 + 0,026 = 45,026 \text{ мм},$$

По аналогичным формулам определяем предельные размеры отверстия, они равны:

$$D_{\max} = D + ES = 45,000 + 0,025 = 45,025 \text{ мм},$$

$$D_{\min} = D + EI = 45,000 + 0 = 45,000 \text{ мм},$$

3.2.1.4 Допуск вала и отверстия находим соответственно по формулам (5;6):

$$Td = es - ei = 42 - 26 = 16 \text{ мкм},$$

$$TD = ES - EI = 25 - 0 = 25 \text{ мкм},$$

3.2.1.5 Данное соединение выполнено по посадке с натягом (размеры вала больше, чем размеры отверстия). Поэтому необходимо по формулам (11;12) определить N_{\max} , N_{\min} :

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = es - EI = 42 - 0 = 42 \text{ мкм},$$

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} = ei - ES = 26 - 25 = 1 \text{ мкм},$$

3.2.1.6 Допуск посадки TN равен:

$$TN = N_{\max} - N_{\min} = 42 - 1 = 41 \text{ мкм},$$

Проверяем правильность выполненного расчета, используя формулу (17):

$$TN(S) = Td + TD \quad ,$$

$$Td = 16 \text{ мкм} \quad TD = 25 \text{ мкм},$$

$$Td + TD = 16 + 25 = 41 \text{ мкм},$$

$$TN = 41 \text{ мкм},$$

Расчет выполнен верно.

3.2.1.7 Для построения схемы полей допусков данной посадки, задаем нулевую линию (0-0), расположенную горизонтально. От нее в выбранном масштабе строим в виде прямоугольников поля допусков вала и отверстия. Положение прямоугольников по отношению к нулевой линии определяется величинами основных отклонений ($EI = 0$ - для отверстия, $ei = +26$ - для вала).

Высота прямоугольника должна равняться допуску, ширина выбирается произвольно ($Td = 16$ мкм - для вала, $TD = 25$ мкм - для отверстия).

На схеме полей допусков проставляются величины предельных отклонений и допусков в мкм (без указания размерности).

Предельные и номинальные размеры, а также зазоры и натяги проставляются в мм (с указанием размерности) - рисунок 8.

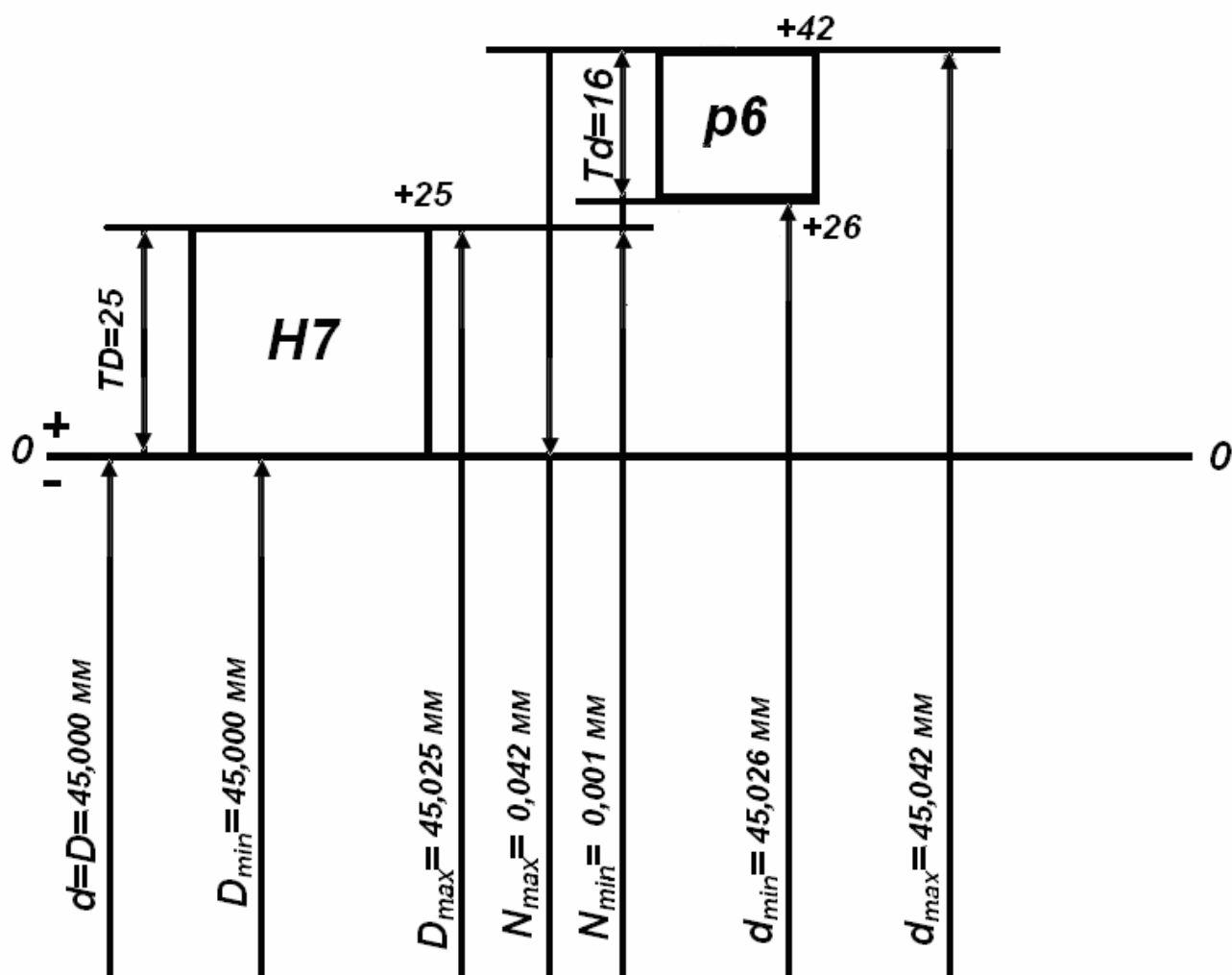


Рисунок 8 - Схема полей допусков посадки $\varnothing 45$ H7/p6 (в системе отверстия)

3.2.2 Система вала

При переводе посадок из системы отверстия в систему вала пользуются следующим правилом:

При переводе качества точности вала и отверстия сохраняются, меняются основные отклонения - поле допуска неосновного вала становится основным валом h , а поле допуска основного отверстия H заменяется полем допуска неосновного отверстия, соответствующего полю допуска вала в системе отверстия.

В соответствии с этим правилом, в нашем примере, посадка в систему вала будет переведена следующим образом: $\varnothing 45$ P7/h6.

Все предыдущие расчеты повторим для системы вала:

3.2.2.1 Номинальные диаметры вала и отверстия:

$$d = D = 45,000 \text{ мм},$$

3.2.2.2 Предельные отклонения вала с полем допуска h6 найдем по таблице 7 ГОСТ 25347-82 для 6 качества (для интервала размеров свыше 40 до 50 мм): $es = 0$ мкм; $ei = -16$ мкм.

Предельные отклонения отверстия P7 найдем аналогично в таблице 8 ГОСТ 25347-82, они равны: $ES = -17$ мкм; $EI = -42$ мкм.

3.2.2.3 Определим предельные размеры вала и отверстия:

$$d_{\max} = d + es = 45,000 + 0 = 45,000 \text{ мм},$$

$$d_{\min} = d + ei = 45,000 + (-0,016) = 44,984 \text{ мм},$$

$$D_{\max} = D + ES = 45,000 + (-0,017) = 44,983 \text{ мм},$$

$$D_{\min} = D + EI = 45,000 + (-0,042) = 44,958 \text{ мм},$$

3.2.2.4 Находим допуск вала и отверстия:

$$Td = es - ei = 0 - (-16) = 16 \text{ мкм},$$

$$TD = ES - EI = -17 - (-42) = 25 \text{ мкм},$$

3.2.2.5 Определяем характер посадки, т.к. размеры вала больше чем размеры отверстия, находим N_{\max} , N_{\min} . Они равны :

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = 45,000 - 44,958 = 0,042 \text{ мм} = 42 \text{ мкм},$$

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} = 44,984 - 44,983 = 0,001 \text{ мм} = 1 \text{ мкм},$$

3.2.2.6 Допуск посадки равен:

$$TN = N_{\max} - N_{\min} = 42 - 1 = 41 \text{ мкм} ,$$

Проверка:

$$TN = Td + TD = 16 + 25 = 41 \text{ мкм},$$

Расчет выполнен верно.

Расчеты показали, что при переводе посадки из системы отверстия в систему вала, допуски вала и отверстия, а также характер посадки не изменяются.

3.2.2.7 Аналогично строим схему расположения полей допусков посадки $\varnothing 45$ P7/h6 (рисунок 9).

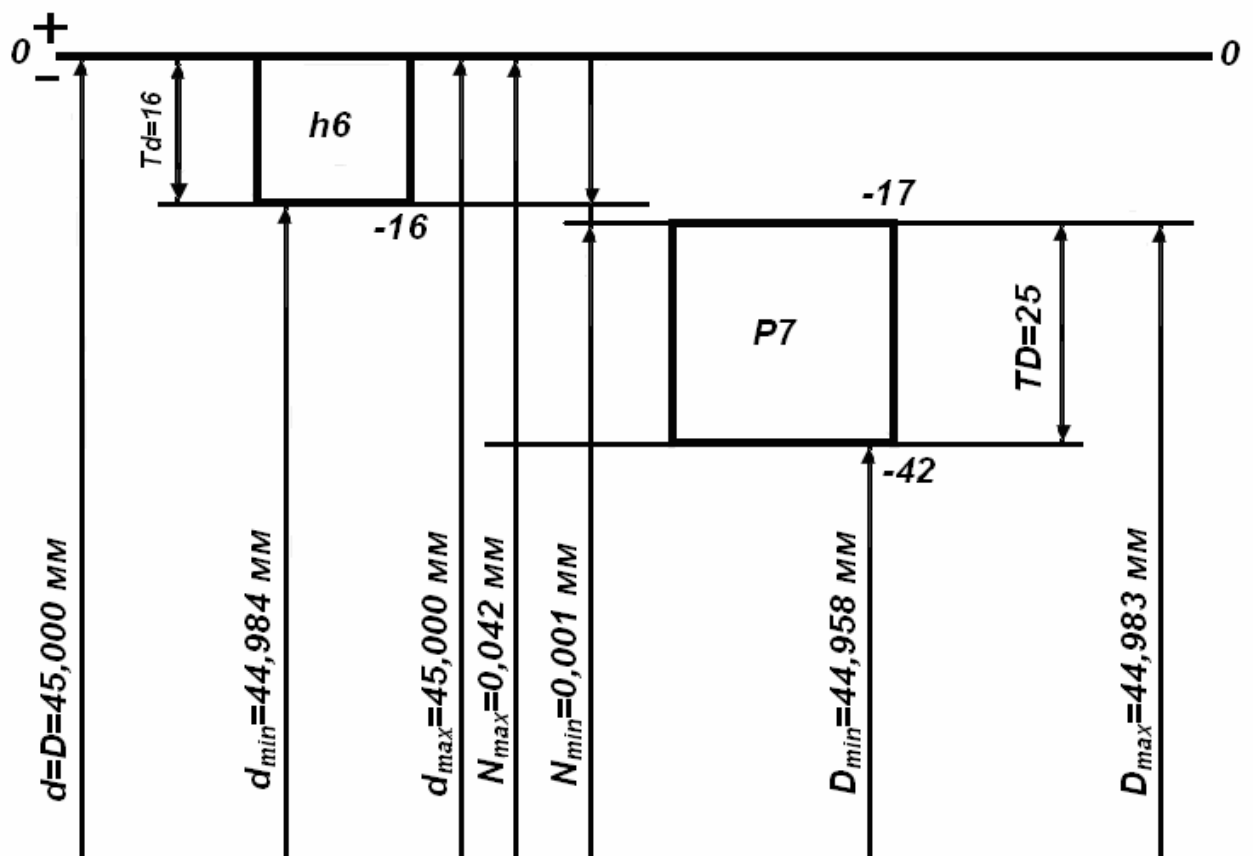


Рисунок 9 - Схема полей допусков посадки $\text{Ø}45 \text{ P7/h6}$ (в системе вала)

4 Контрольные вопросы

- 1 Какие размеры называют действительными? От чего зависят и в каких пределах должны находиться их числовые значения?
- 2 Разновидности и назначение предельных размеров?
- 3 Что называется допуском? Выведите формулу для вычисления допуска через предельные размеры отверстия и вала?
- 4 Что называется нулевой линией и полем допуска?
- 5 Может ли допуск равняться нулю или быть отрицательным?
- 6 Что называется отклонением размера? Можно ли учитывать отклонения размера только по абсолютной величине и какие они могут иметь числовые значения?
- 7 В какой размерности указывают отклонения и допуски на чертежах и в справочниках?
- 8 Что называют квалитетом и как вычисляют допуски для разных квалитетов?
- 9 Какие поверхности называют сопрягаемыми и несопрягаемыми?
- 10 Приведите примеры внутренних и наружных поверхностей различной геометрической формы с эскизами?
- 11 Что называют посадкой? Почему они введены и какими параметрами характеризуются?
- 12 Назовите три группы посадок (по степени подвижности), их названия и для каких соединений их применяют?
- 13 Что называют зазором и какие виды зазоров бывают?
- 14 Что называют натягом и какие виды натягов бывают?
- 15 Как вычисляют предельные зазоры и предельные натяги в переходных посадках?
- 16 Что называют допуском посадки? Выведите формулу для вычисления допуска посадки через предельные: а) зазоры; б) натяги?
- 17 Как вычисляют допуск переходных посадок?
- 18 Приведите определения посадок в системе отверстия и в системе вала. Какая система предпочтительнее? Почему?
- 19 Какую деталь называют основной деталью системы? Какие поля допусков приняты основными в системах отверстия и вала и какими признаками они характеризуются?
- 20 Начертите схему полей допусков посадок с зазором, переходной и с натягом, относящихся к системам отверстия и вала?

Список использованных источников

- 1 **ГОСТ 25346-89** Общие положения, ряды допусков и основных отклонений М.: Издательство стандартов 1989 - 32 с.
- 2 **ГОСТ 25347-82** Поля допусков и рекомендуемые посадки М.: Издательство стандартов 1982 - 52 с.
- 3 **Палей, М.А.** Допуски и посадки: Справочник в 2-х ч./ М.А Палей, А.В Романов, В.А. Брагинский. - Л.: Политехника, 1991, Ч.1 - 576 с., Ч. 2 – 606 с.
- 4 **Третьяк, Л.Н.** Лабораторный практикум по курсам: «Нормирование точности», «Технические измерения и управление качеством продукции» для специальностей 120100, 120200, 120600, 130600, 150500, 210300 - Оренбург, ОГТУ, 1996 - 152 с.

Приложение А (обязательное)

Таблица А.1 - Варианты заданий для лабораторно-практической работы.

Вариант	Номинальный диаметр, мм	Посадка (условное обозначение соединения вала и отверстия)
1	30	H7/k6
2	55	H7/s6
3	60	H8/d8
4	70	H9/e9
5	80	H10/d9
6	40	H7/n6
7	50	H8/c8
8	65	H7/t7
9	80	H8/u8
10	45	H7/m6
11	35	H7/js6
12	60	H8/s6
13	80	H7/r7
14	70	H7/h6
15	100	H9/d9
16	75	H6/s6
17	35	H6/k5
18	50	H7/f7
19	60	H7/g6
20	65	H8/e8
21	90	H8/r7

Приложение Б (обязательное)

Пример оформления лабораторно-практической работы

Кафедра «Метрология,
стандартизация и сертификация»

Нормирование точности гладких
цилиндрических соединений

Дано соединение вала и втулки диаметром (указывается номинальный диаметр) выполненное по (условное обозначение посадки) посадке (характер соединения).

1 Согласно выданному заданию подсчитать как в системе вала, так и в системе отверстия предельные размеры, отклонения, допуск вала и отверстия, зазоры и натяги, допуск посадки и результаты занести в таблицу.

Таблица Б.1 - Результаты расчета

Наименование определяемой величины	Условное обозначение	Размерность	Система отверстия	Система вала
Номинальный размер вала	d	мм		
Номинальный размер отверстия	D	мм		
Отклонение вала: верхнее нижнее	es ei	мкм мкм		
Отклонение отв. верхнее нижнее	ES EI	мкм мкм		
Предельные размеры вала	d_{max} d_{min}	мм мм		
Предельные размеры отверстия	D_{max} D_{min}	мм мм		
Допуск вала	Td	мкм		
Допуск отверстия	TD	мкм		
Зазор наибольший	S_{max}	мм		
Зазор наименьший	S_{min}	мм		
Натяг наибольший	N_{max}	мм		
Натяг наименьший	N_{min}	мм		
Допуск посадки (допуск зазора, натяга)	TS TN	мкм (мм) мкм (мм)		

2 Построить в масштабе схемы расположения полей допусков для заданного соединения в системах отверстия и вала с простановкой на границах полей допусков отклонений в мкм.

Система отверстия (CH)

Система вала (Ch)



3 Сделать эскизы узла и отдельных деталей для заданного соединения и показать номинальные размеры с условным обозначением посадки, полей допусков и предельных отклонений.

Система отверстия (CH)

Система вала (Ch)



Работа выполнена
лаборант _____

Работа зачтена
преподаватель _____ Дата _____