

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2

ПОСАДКИ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ. СИСТЕМЫ ПОСАДОК

ГОСТ 25346 предусматривает обеспечение взаимозаменяемости одноименных посадок системы отверстия и системы вала при одинаковых номинальных размерах. Такие посадки имеют одинаковые предельные характеристики за счет использования общего и специального правил, устанавливающих значения одноименных основных отклонений вала и отверстия.

Посадка (fit): — соединение наружного размерного элемента и внутреннего размерного элемента (отверстия и вала), участвующих в сборке.

Посадка — это соединение двух деталей, в результате чего образуется зазор или натяг. Разность размеров отверстия и вала до сборки определяет характер соединения деталей. Различают посадки *с зазором*, *посадки с натягом* и *переходные посадки*.

Для образования посадок используют либо основное отверстие H , либо основной вал h .

Основной вал — вал, верхнее (основное) отклонение которого равно нулю: $es = 0 \rightarrow h$.

Основное отверстие — отверстие, нижнее (основное) отклонение которого равно нулю: $EI = 0 \rightarrow H$.

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

К характеристикам посадки относятся *натяги*, *зазоры* и *допуск посадки*.

Зазор (S) (clearance) — разность между размерами отверстия и вала, когда диаметр вала меньше диаметра отверстия.

Наименьший зазор (minimum clearance) — разность между нижним предельным размером отверстия и верхним предельным размером вала.

Наибольший зазор (maximum clearance) — разность между верхним предельным размером отверстия и нижним предельным размером вала.

Натяг (N) (interference) — разность размеров отверстия и вала до сборки, когда диаметр вала больше диаметра отверстия.

Наименьший натяг (minimum interference) — разность между верхним предельным размером отверстия и нижним предельным размером вала.

Наибольший натяг (maximum interference) — разность между нижним предельным размером отверстия и верхним предельным размером вала.

Допуск посадки — сумма допусков отверстия и вала, составляющих соединение:

$$TS (TN) = TD + Td. \quad (1)$$

ПОСАДКА С ЗАГОРОМ

Посадка с зазором (clearance fit) — посадка, при которой в соединении отверстия и вала всегда образуется зазор, т.е. нижний предельный размер отверстия больше или равен верхнему предельному размеру вала.

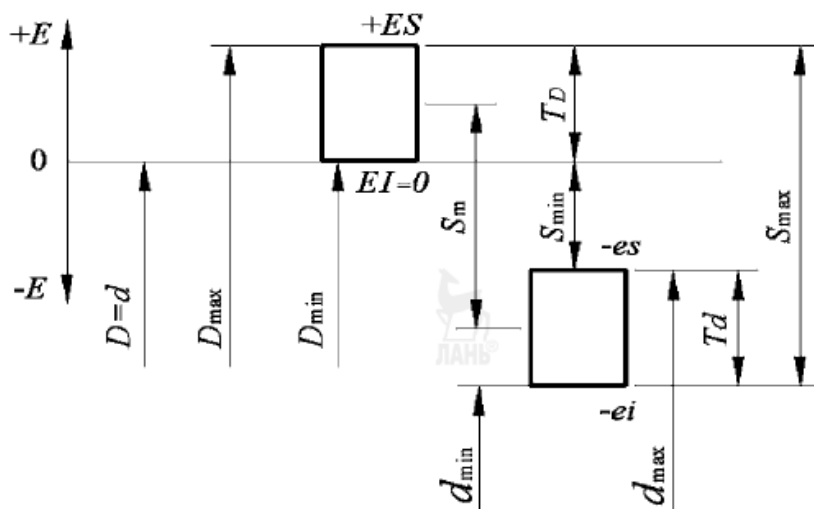


Рис. 1 Схема расположения полей допусков посадок с зазором

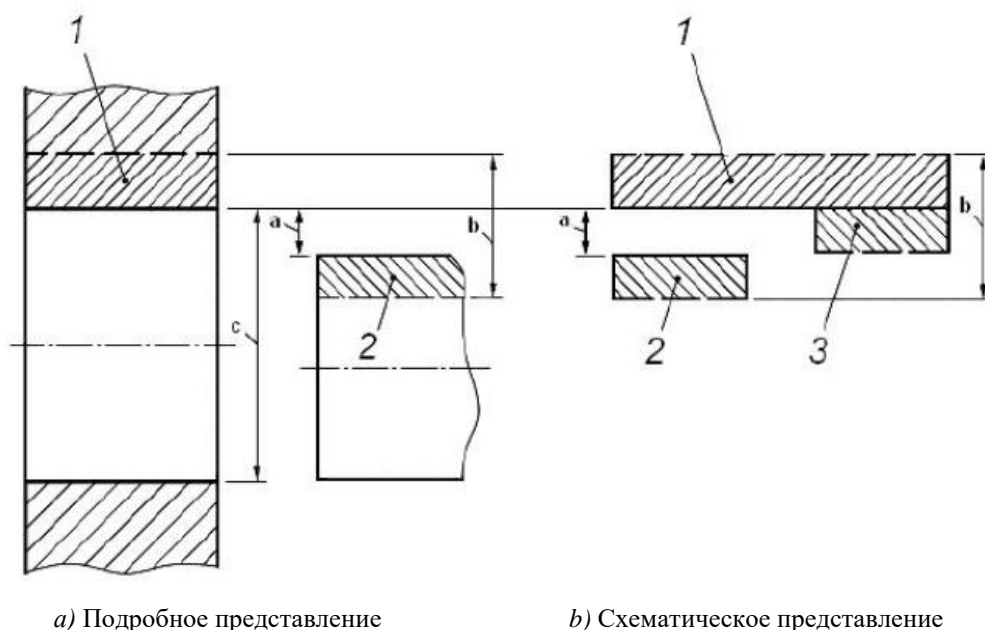


Рис. 2 Графическое представление посадки с зазором

1 - интервал допуска отверстия; 2 - интервал допуска вала, случай 1: верхний предельный размер вала ниже, чем нижний предельный размер отверстия, наименьший зазор больше нуля; 3 - интервал допуска вала, случай 2: верхний предельный размер вала совпадает с нижним предельным размером отверстия, наименьший зазор равен нулю; а - наименьший зазор; б - наибольший зазор; с - номинальный размер, равный нижнему предельному размеру отверстия

Примечание - Сплошные горизонтальные линии, ограничивающие интервалы допусков, показывают основные отклонения, а штриховые — другие (не основные) предельные отклонения отверстия и вала.

При графическом изображении посадки поле допуска отверстия расположено над полем допуска вала.

Предельными характеристиками посадки с зазором являются наибольший и наименьший зазоры и допуск зазора:

$$S_{max} = D_{max} - d_{min} = ES - ei; \quad (2)$$

$$S_{min} = D_{min} - d_{max} = EI - es; \quad (3)$$

$$TS = S_{max} - S_{min} = TD + Td. \quad (4)$$

ПОСАДКА С НАТЯГОМ

Посадка с натягом (interference fit): Посадка, при которой в соединении отверстия и вала всегда образуется натяг, т.е. верхний предельный размер отверстия меньше или равен нижнему предельному размеру вала.

При графическом изображении поле допуска отверстия расположено ниже поля допуска вала (рис. 3).

Предельными характеристиками посадки с натягом являются наибольший и наименьший натяги и допуск натяга:

$$N_{max} = d_{max} - D_{min} = es - EI; \quad (5)$$

$$N_{min} = d_{min} - D_{max} = ei - ES; \quad (6)$$

$$TN = N_{max} - N_{min} = TD + Td. \quad (7)$$

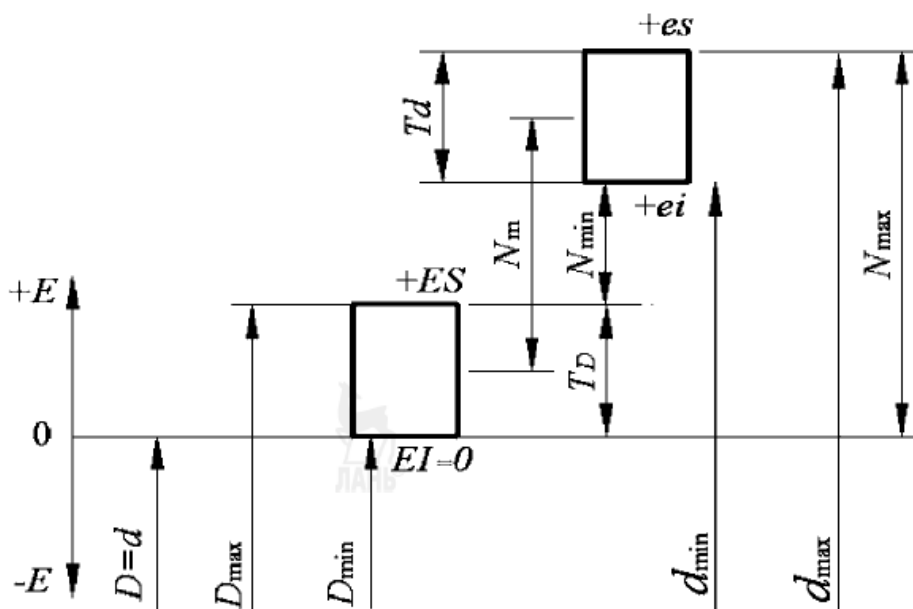
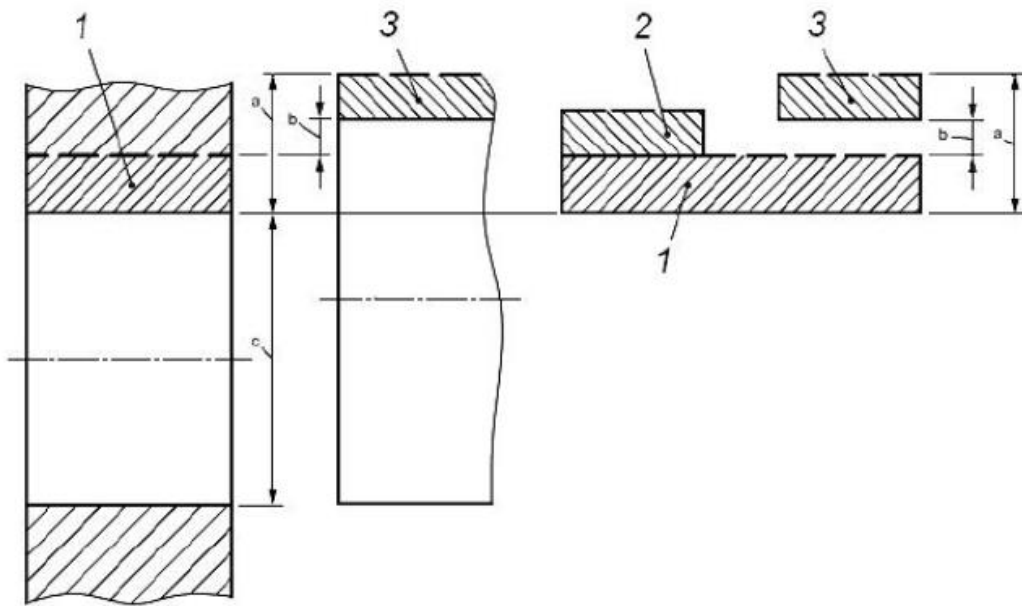


Рис. 4 Схема расположения полей допусков посадки с натягом



а) Подробное представление

б) Схематическое представление

1 - интервал допуска отверстия; 2 - интервал допуска вала, случай 1: нижний предельный размер вала совпадает с верхним предельным размером отверстия, наименьший натяг равен нулю; 3 - интервал допуска вала, случай 2: нижний предельный размер вала больше, чем верхний предельный размер отверстия, наименьший натяг больше нуля; а - наибольший натяг; б - наименьший натяг; с - номинальный размер, равный нижнему предельному размеру отверстия

Рис. 5 Графическое представление посадки с натягом

Примечание - Сплошные горизонтальные линии, ограничивающие интервалы допусков, показывают основные отклонения, а штриховые – другие (не основные) предельные отклонения отверстия и вала.

ПЕРЕХОДНАЯ ПОСАДКА

Переходная посадка (transition fit) – посадка, при которой в соединении отверстия и вала возможно получение как зазора, так и натяга.

Примечание - В переходной посадке интервал допуска отверстия и интервал допуска вала перекрываются частично или полностью, поэтому наличие зазора или натяга в соединении зависит от действительных размеров отверстия и вала.

При графическом изображении поля допусков отверстия и вала перекрываются полностью или частично (рис. 6).

Предельными характеристиками переходной посадки являются наибольший зазор, наибольший натяг и допуск посадки:

$$S_{max} = D_{max} - d_{min} = ES - ei; \quad (8)$$

$$N_{max} = d_{max} - D_{min} = es - EI; \quad (9)$$

$$TS/N = S_{max} + N_{max} = TD + Td. \quad (10)$$

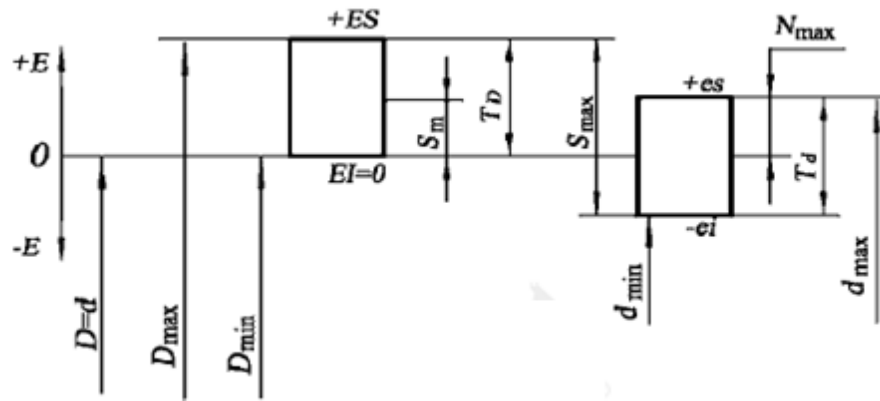
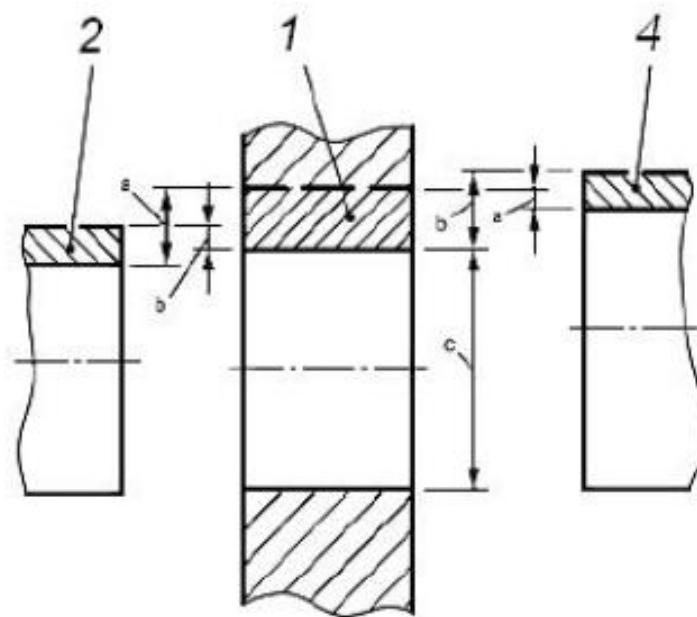
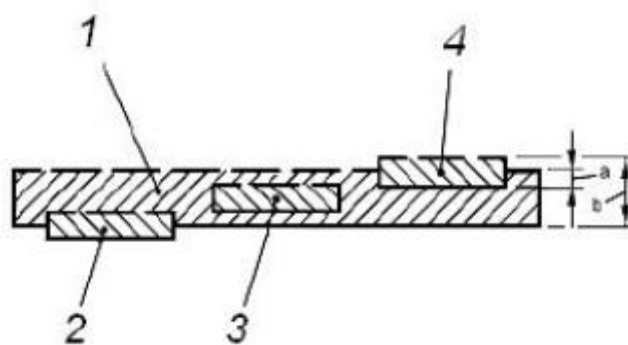


Рис. 6 Схема расположения полей допусков переходной посадки



a) Подробное представление



b) Схематическое представление

I - интервал допуска отверстия; 2-4 - интервал допуска вала (показано несколько возможных расположений); a - наибольший зазор; b - наибольший натяг; c - номинальный размер, равный нижнему предельному размеру отверстия

Рис. 7 Графическое представление переходной посадки

Диапазон посадки (span of a fit): Арифметическая сумма допусков размеров двух размерных элементов, образующих посадку.

Примечание 1 - Диапазон посадки - положительное число.

Примечание 2 - Диапазон посадки с зазором также может быть определен как разность между наибольшим и наименьшим зазорами. Диапазон посадки с натягом также может быть определен как разность между наибольшим и наименьшим натягами. Диапазон переходной посадки также может быть определен как сумма наибольшего зазора и наибольшего натяга.

Обозначение посадки указывается после номинального размера посадки. Посадка обозначается дробью, в числителе которой указывается условное обозначение поля допуска отверстия, а в знаменателе — условное обозначение поля допуска вала. При смешанном способе обозначения после условного обозначения полей допусков отверстия и вала указываются числовые значения предельных отклонений этих полей допусков, заключенные в скобки. Например:

$$\text{Ø}40\text{H}7/k6; \text{Ø}40\frac{\text{H}7}{k6}; \text{Ø}50\frac{\text{H}7(+0,025)}{k6(+0,018/+0,002)}.$$

Система допусков и посадок — это совокупность рядов допусков и посадок, закономерно построенная на основе теоретических и экспериментальных исследований. Посадки могут назначаться в двух системах: в системе отверстия (*CH*) и в системе вала (*Ch*).

Посадки системы отверстия — посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются сочетанием различных по основному отклонению полей допусков валов с полем допуска основного отверстия *H* (*EI = 0*).

Примечание - Посадки в системе отверстия - посадки, в которых нижний предельный размер отверстия равен номинальному размеру. Требуемые зазоры или натяги образуются сочетанием валов, имеющих различные классы допуска, с основными отверстиями, класс допуска которых имеет нулевое основное отклонение.

Таким образом, чтобы изменить характер соединения, необходимо изменить положение поля допуска вала, т. е. основное отклонение вала (рис. 8), оставив неизменным поле допуска отверстия (*H*). Примеры посадок в системе отверстия: $\text{Ø}30\text{H}/k6$; $\text{Ø}30\text{H}7/f6$; $\text{Ø}30\text{H}7/p6$.

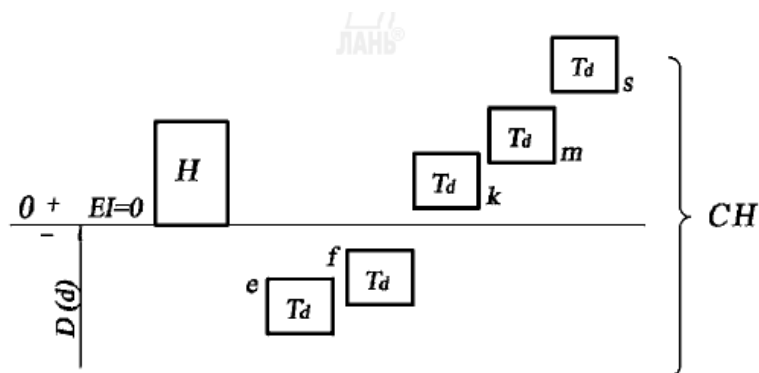


Рис. 8 Поля допусков системы отверстия

Посадки системы вала — посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются сочетанием различных по основному отклонению полей допусков отверстий с полем допуска основного вала h ($es = 0$).

Примечание - Посадки в системе вала - посадки, в которых верхний предельный размер вала равен номинальному размеру. Требуемые зазоры или натяги образуются сочетанием отверстий, имеющих различные классы допуска, с основными валами, класс допуска которых имеет нулевое основное отклонение.

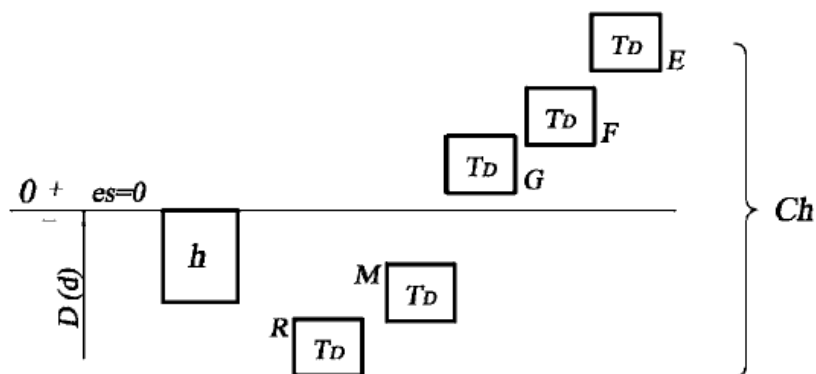


Рис. 9 Поля допусков системы вала

Таким образом, чтобы изменить характер соединения, необходимо изменить основное отклонение отверстия, т. е. положение поля допуска отверстия (рис. 9), оставив неизменным поле допуска вала (h).

Примеры посадок в системе вала: $\Phi 30M7/h6$; $\Phi 30F7/h6$; $\Phi 30R7/h6$.

Одноименные посадки разных систем с одинаковым номинальным размером являются *взаимозаменяемыми*, так как имеют одинаковые предельные характеристики.

Однако в некоторых случаях применение системы вала необходимо.

Примеры применения системы вала:

- 1) в соединениях гладкого вала с несколькими отверстиями по посадкам различного характера;
- 2) в соединении наружного кольца подшипника с отверстием в корпусе (подшипник — стандартное изделие);
- 3) в соединениях шпонки по ширине с пазами отверстия и вала;
- 4) применение гладких холоднотянутых калиброванных прутков в качестве осей или валов без дополнительной механической обработки в сельскохозяйственных машинах [1], [5].

Предпочтительной является система отверстия (CH), так как позволяет снизить себестоимость обработки деталей за счет уменьшения номенклатуры типоразмеров мерного режущего инструмента (сверл, зенкеров, разверток) и измерительного инструмента (нутромеры для отверстий).

Посадки называются основными, если выполняются следующие условия:

- поля допусков (основные отклонения) отверстия и вала принадлежат одной системе;

- точность отверстия и вала одинаковая, т. е. номера квалитетов отверстия и вала одинаковые или отличаются на единицу; в редких случаях допускается различие в номерах квалитетов, равное двум.

Если эти условия или одно из них не выполняются, посадка будет комбинированной по обоим признакам или по одному из них.

Примеры основных и комбинированных посадок:

1) посадка $\varnothing 45H7/k6$ — *основная посадка*: поля допусков принадлежат одной системе — системе отверстия, и разница по номерам квалитетов равна единице;

2) посадка $\varnothing 45H7/h6$ — *комбинированная посадка по первому признаку*. Поля допусков принадлежат разным системам: поле допуска отверстия принадлежит системе отверстия, поле допуска вала — системе вала.

3) посадка $\varnothing 45F9/k6$ — *комбинированная по двум признакам*. Поля допусков отверстия и вала принадлежат разным системам: поле допуска отверстия — системе вала, а поле допуска вала — системе отверстия. Разность номеров квалитетов не более трех.

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ

Задание. Определить предельные отклонения полей допусков для трех заданных посадок (с зазором, натягом и переходной посадки) по заданному варианту.

1. Определить предельные отклонения полей допусков заданных посадок. Для этого по таблицам ГОСТ 25346-2013 определить допуски и основные отклонения.

2. Вторые отклонения полей допусков рассчитать в зависимости от основного отклонения и допуска, как это было сделано при выполнении первой практической работы.

3. Записать поля допусков размеров деталей смешанным способом.

4. Рассчитать предельные характеристики заданных посадок, допуск посадки найти двумя способами: по предельным зазорам или натягам, а проверку выполнить по допускам отверстия и вала по формуле (1).

5. Построить три схемы расположения полей допусков всех трех посадок.

Задание. Рассчитать предельные характеристики трех заданных посадок и построить схемы расположения полей допусков для них:

$\varnothing 40H7/f6; \varnothing 40H7/k6; \varnothing 40H7/r6.$

Решение.

1. Определить предельные отклонения полей допусков заданных посадок. Для этого по ГОСТ 25346-2013 определить допуски для размера $\varnothing 40$: допуск $IT7 = 25$ мкм; допуск $IT6 = 16$ мкм.

Основные отклонения определить по таблицам ГОСТ 25346-2013:

- для $H \rightarrow EI = 0$;

- для $f \rightarrow es = -25$ мкм;
- для $k \rightarrow ei = +2$ мкм;
- для $r \rightarrow ei = +34$ мкм.

2. Вторые отклонения полей допусков рассчитать в зависимости от основного отклонения и допуска:

- для $H \rightarrow ES = EI + IT7 = 0 + 25 = +25$ мкм;
- для $f \rightarrow ei = es - IT6 = -25 - 16 = -41$ мкм;
- для $k \rightarrow es = ei + IT6 = +2 + 16 = +18$ мкм;
- для $r \rightarrow es = ei + IT6 = +34 + 16 = +50$ мкм.

3. Записать поля допусков размеров деталей смешанным способом:

$$\text{Ø}40H7(+0,025); \text{Ø}40f6\left(\begin{smallmatrix} -0,025 \\ -0,041 \end{smallmatrix}\right); \text{Ø}40k6\left(\begin{smallmatrix} +0,018 \\ +0,002 \end{smallmatrix}\right); \text{Ø}40r6\left(\begin{smallmatrix} +0,050 \\ +0,034 \end{smallmatrix}\right).$$

4. Рассчитать предельные характеристики заданных посадок.

4.1. Рассчитать предельные характеристики посадки с зазором в

системе отверстия $\text{Ø}40 \frac{H7(+0,025)}{f6\left(\begin{smallmatrix} -0,025 \\ -0,041 \end{smallmatrix}\right)}$ по формулам (2)–(4):

$$S_{\max} = ES - ei = +25 - (-41) = 66 \text{ мкм};$$

$$S_{\min} = EI - es = 0 - (-25) = 25 \text{ мкм};$$

$$TS = S_{\max} - S_{\min} = 66 - 25 = 41 \text{ мкм};$$

Проверку выполнить по формуле (1):

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

4.2. Рассчитать предельные характеристики переходной посадки в системе

отверстия $\text{Ø}40 \frac{H7(+0,025)}{k6\left(\begin{smallmatrix} +0,018 \\ +0,002 \end{smallmatrix}\right)}$ по формулам (1), (8)–(10):

$$S_{\max} = ES - ei = 25 - 2 = 23 \text{ мкм};$$

$$N_{\max} = es - EI = 18 - 0 = 18 \text{ мкм};$$

$$TS/N = S_{\max} + N_{\max} = 23 + 18 = 41 \text{ мкм};$$

$$TS/N = TD + Td = 25 + 16 = 41 \text{ мкм}.$$

4.3. Рассчитать предельные характеристики посадки с натягом в системе

отверстия $\text{Ø}40 \frac{H7(+0,025)}{r6\left(\begin{smallmatrix} +0,050 \\ +0,034 \end{smallmatrix}\right)}$ по формулам (1), (5)–(7):

$$N_{\min} = ei - ES = 34 - 25 = 9 \text{ мкм};$$

$$N_{\max} = es - EI = 50 - 0 = 50 \text{ мкм};$$

$$TS/N = N_{\max} - N_{\min} = 50 - 9 = 41 \text{ мкм};$$

$$TS/N = TD + Td = 25 + 16 = 41 \text{ мкм}.$$

5. Построить схемы расположения полей допусков заданных посадок (рис. 10).

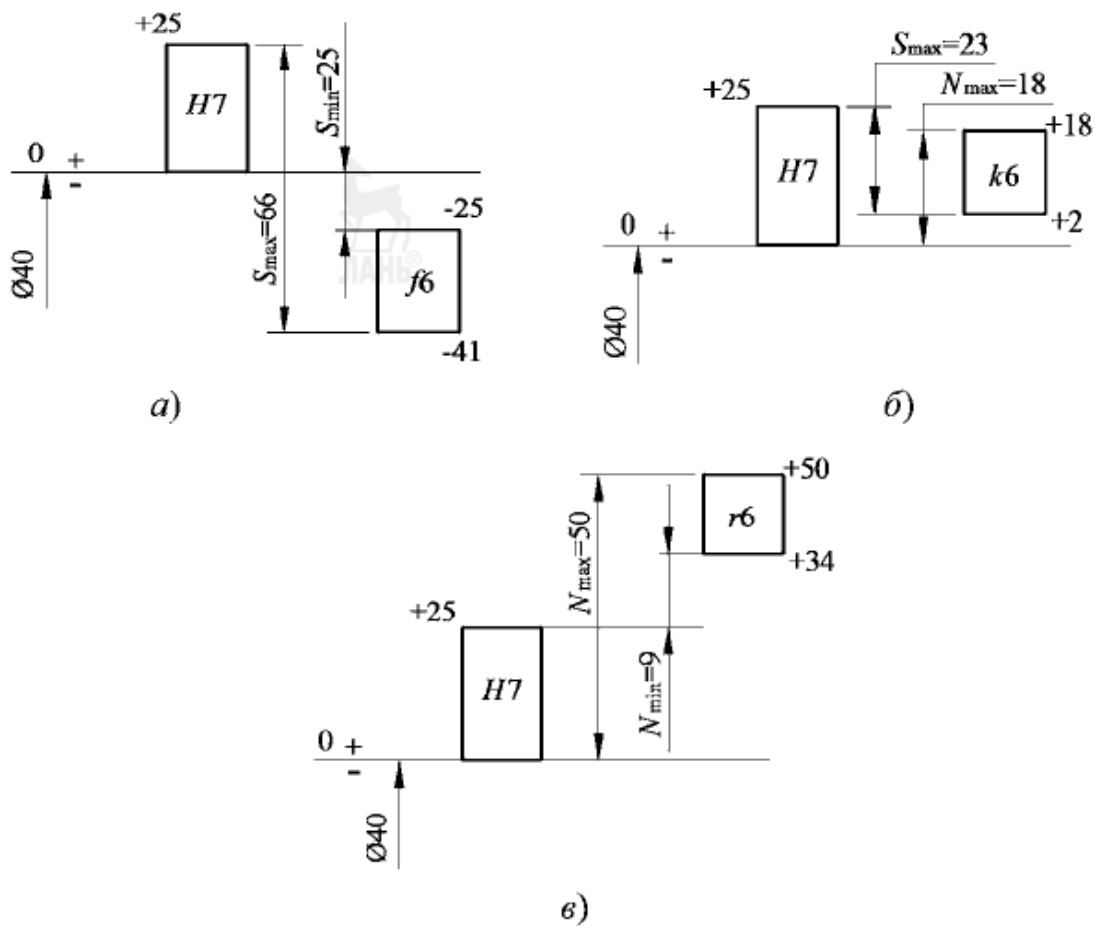


Рис. 10
Схемы расположения полей допусков посадок:
а — с зазором; б — переходной; в — с натягом.

Варианты заданий к практическому занятию 2

№ варианта	Посадки			№ варианта	Посадки		
1	30H7/f6	62P7/h6	105Js7/h6	14	16H6/g5	50U8/h7	88H8/e7
2	45G7/h6	83H6/r5	58K7/h6	15	45H7/g6	76M7/h6	25H9/js9
3	36G6/h5	85H8/x8	100M6/h5	16	30F7/h6	180K8/h7	22H7/r6
4	22C11/h10	230H6/t5	18 K8/h7	17	25F7/h6	10Js10/h9	45H7/s6
5	40D11/h10	60H7/p6	105H7/js 7	18	32F9/h8	28N8/h7	175H6/t 5
6	1 18F10/h9	150H7/p6	130H6/m5	19	34D9/h8	240H5/k4	102H7/s6
7	76D8/h7	205H7/u7	90H7/m6	20	72F8/h7	18H8/z8	90H7/js6
8	25H9/f8	210T7/h6	55H7/k6	21	118U8/h7	15H10/h9	20H7/n7
9	90H8/g8	110H7/t6	65N7/h6	22	27M8/h7	36H10/f9	125H7/s7
10	70H10/d9	27H7/r6	112Js7/h7	23	95H11/d11	185H8/k7	222N8/h7
11	48H12/d11	42S7/h6	1 30H6/k5	24	114Js9/h9	50G7/h6	55H7/s6
12	50F8/h7	80K8/h7	122H7/r6	25	145G7/h6	23H7/r6	108K7/h6
13	90H12/b11	140H7/n6	40H9/x8	26	180H10/e9	105R7/h6	215H6/k5