**Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»**

# Расчет стандартных посадок гладких соединений № 1

Методические указания к выполнению лабораторной работы
по курсу «Технические измерения»
для студентов направления

15.03.05 – «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

очной и заочной форм обучения

**Энгельс 2024**

## 1.1. Основные понятия, обозначения и методика решения задач

Задачи этой темы относятся к категории простейших. Решение их базируется на основных положениях, установленных в стандартах ГОСТ 25346-89 (СТ СЭВ 145-88) "Единая система допусков и посадок. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений".

Основные обозначения и расчетные зависимости, применяемые при решении задач этой темы, поясняются на схемах (рис. 1.1 и 1.2), где

ES – верхнее отклонение отверстия;

EI – нижнее отклонение отверстия;

es – верхнее отклонение вала;

ei – нижнее отклонение вала;

D - номинальный размер отверстия;

d – номинальный размер вала;

D, d – номинальный размер соединения (D=d);

T – допуск (общее обозначение от англ. Tolerance);

$T_D$ –.допуск отверстия;

$T_d$– допуск вала;

S – зазор (общее обозначение);

$S_{min}$ – зазор наименьший;

$S_{max}$ – зазор наибольший;

$S_m$ – зазор средний;

N – натяг (общее обозначение);

$N_{min}$ – натяг наименьший;

$N_{max}$ – натяг наибольший;

$N_m$ – натяг средний;

$T_s$ – допуск зазора;

$T_N$ – допуск натяга;

$T_{(S, N)}$ – допуск посадки (общее обозначение);

$D_{max}$ – наибольший предельный размер отверстия;

$D_{min}$ – наименьший предельный размер отверстия;

$d_{max}$ – наибольший предельный размер вала;

$d_{min}$ – наименьший предельный размер вала.

На схемах принято указывать номинальные размеры в мм, а предельные отклонения в мкм (1 мкм = 0,001 мм).

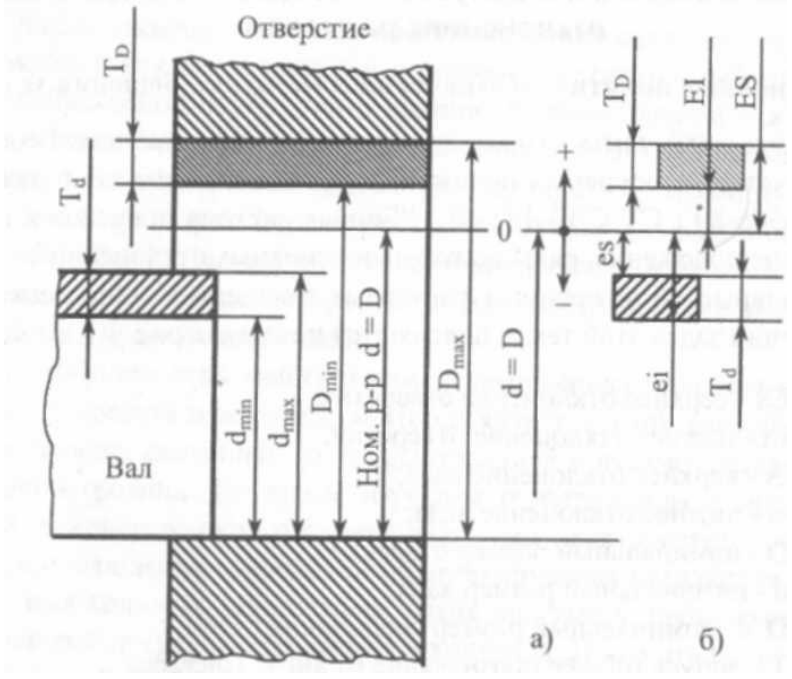


Рис. 1.1. Посадка с зазором: а) схема сопряжения; б) схема расположения полей допусков

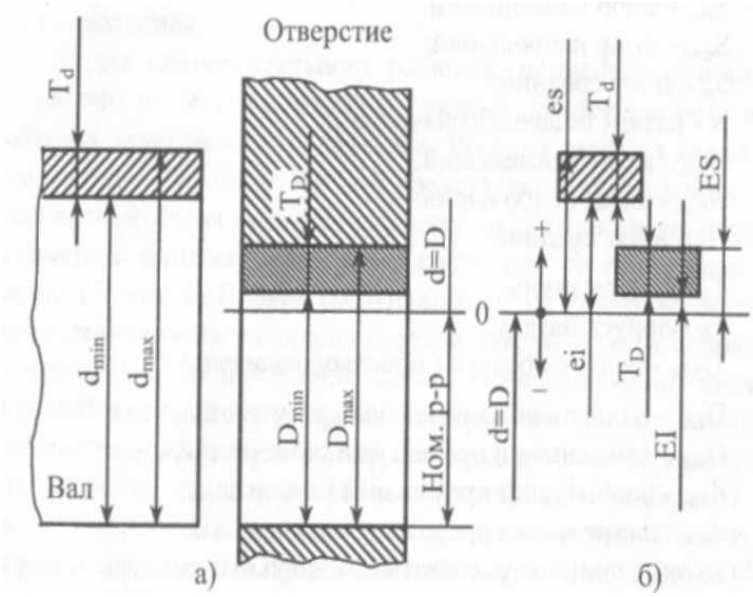


Рис. 1.2. Посадка с натягом: а) схема деталей, образующих посадку (до сборки); б) схема расположения полей допусков

Основные расчетные зависимости:

$D_{max} = D + ES$; (1.1) $D_{min} = D + EI$; (1.2)

$T_D = D_{max} - D_{min}$; (1.3) $T_D = ES - EI$; (1.4)

$D_{max} = d + es$; (1.5) $d_{min} = d + ei$; (1.6)

$T_d = d_{max} - d_{min}$; (1.7) $T_d = es - ei$; (1.8)

$S_{min} = D_{min} - d_{max}$; (1.9) $S_{min} = EI - es$; (1.10)

$S_{max} = D_{max} - d_{min}$; (1.11) $S_{max} = ES - ei$; (1.12)

$$S_m = \frac{S_{max} + S_{min}}{2}; \quad (1.13)$$

$N_{min} = d_{min} - D_{max}$; (1.14) $N_{min} = ei - ES$; (1.15)

$N_{max} = d_{max} - D_{min}$; (1.16) $N_{max} = es - EI$; (1.17)

$$N_m = \frac{N_{max} + N_{min}}{2}; \quad (1.18)$$

$T_S = S_{max} - S_{min} = T_D + T_d$; (1.19)

$T_N = N_{max} - N_{min} = T_D + T_d$; (1.20)

**Пример 1.1.** В двух сопряжениях типа вал-отверстие известны: номинальные размеры сопряжений, предельные отклонения отверстия и вала.

*Первое сопряжение* $\varnothing 40 \frac{+0.025}{-0.025}$ $-0.050$

*Второе сопряжение* d = 100 мм; $T_D$ = 0,035 мм;

EI = 0; es = – 0,08 мм; ei = – 0,125 мм.

Для каждого из заданных сопряжений определить:

1) предельные размеры отверстия и вала;
2) допуск отверстия, допуск вала, допуск посадки;
3) наибольший и наименьший зазоры.

Дать схемы расположения полей допусков деталей сопряжения с указанием отклонений.

**Решение.**

<u>Первое сопряжение</u> $\varnothing 40 \frac{+0.025}{-0.025}$ $-0.050$

1. Предельные отклонения сопряжения указаны около номинального размера в числовом виде. Имеем: ES = + 0,025 мм; EI = 0; es = – 0,025 мм; ei = – 0,050 мм. Предельные размеры отверстия находим по формулам (1.1) и (1.2), а вала – по (1.5) и (1.6):

$D_{max}$ = D + ES = 40 + 0,025 = 40,025 мм;

$D_{min}$ = D + EI =40 + 0 = 40,000 мм;

$\mathbf{d_{max}}$ **= d** + es = 40 + (– 0,025) = 39,975 мм;

$d_{min}$ = d + ei = 40 + (– 0,050) = 39,950 мм.

2. Допуск отверстия, допуск вала и допуск посадки вычисляем, соответственно, по формулам (1.4), (1.8), (1.19):

$T_D$ = ES – EI = + 0,025 – 0 = 0,025 мм;

$T_d$ = es – ei = – 0,025 – (– 0,050) = 0,025 мм;

$T_s$ = $T_D$ + $T_d$ = 0,025 + 0,025 = 0,05 мм.

3. Наименьший и наибольший зазоры определяем по формулам (1.10) и (1.12):

$S_{min}$ = EI – es = 0 – (– 0,025) = 0,025 мм;

$S_{max}$ = ES – ei = + 0,025 – (– 0,050) =0,075 мм.

Схема расположения полей допусков деталей первого сопряжения приведена на рис. 1.3.

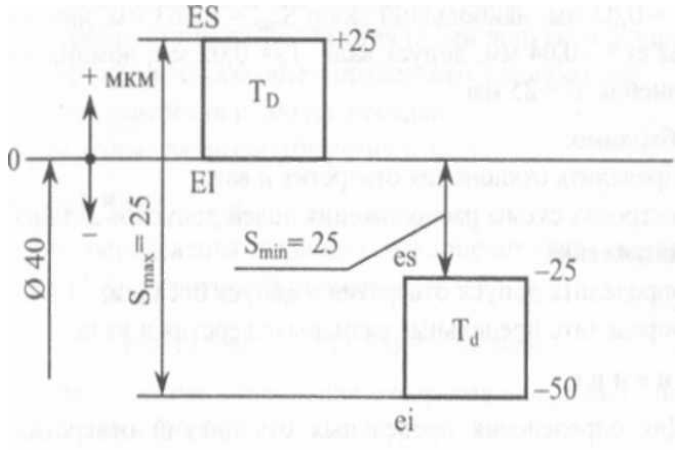


Рис.1.3

<u>Второе сопряжение</u>

1. Предельные размеры отверстия и вала находим но формулам (1.1), (1.2), (1.5), (1.6), найдя предварительно ES из уравнения (1.4):

ES = $T_D$ + EI = 0,035 + 0 = + 0,035 мм;

$D_{max}$ = D + ES = 100 + 0,035 = 100,035 мм;

$D_{min}$ = D + EI = 100 + 0 = 100,000 мм;

$\mathbf{d_{max}}$ **= d** + es = 100 + (–0,080) = 99,920 мм;

$\mathbf{d_{min}}$ **= d** + ei = 100 + (–0,125) =99,875 мм.

2. Допуск вала и допуск посадки можно найти, но формулам (1.8), (1.19):

$T_d$ = es – ei = – 0,080 – (– 0,125) = 0,045 мм;

$T_s = T_D + T_d$= 0,035 + 0,045 = 0,080 мм.

3. Наименьший и наибольший зазоры определяем по формулам (1.9) и (1.11):

$S_{min} = D_{min} – d_{max}$ = 100,000 – 99,920 = 0,080 мм;

$S_{max} = D_{max} – d_{min}$ = 100,035 – 99,875 = 0,160 мм.

Схема расположения полей допусков деталей второго сопряжения приведена на рис. 1.4.

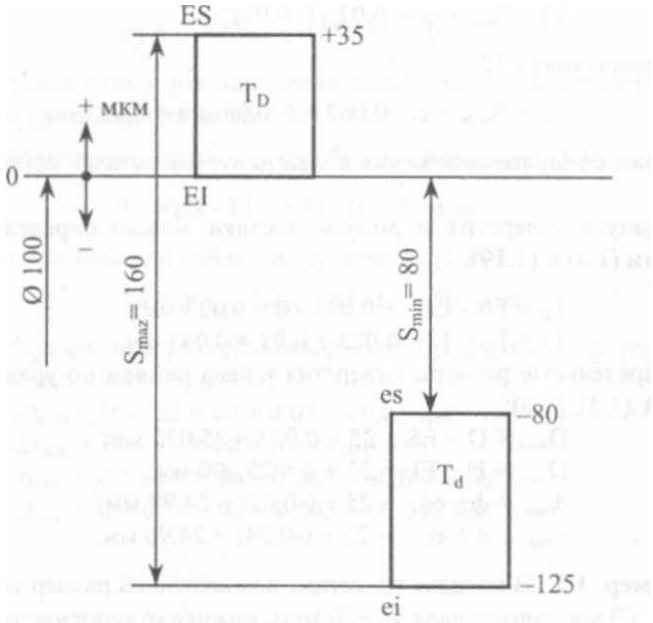


Рис. 1,4

Рассмотренные задачи могут быть условно отнесены к числу "прямых", когда вместе с номинальным размером сопряжения в условии задачи заданы все предельные отклонения. Решение их довольно простое. В ряде задач могут быть заданы натяги или зазоры и некоторые отклонения и допуски. Необходимо определить все остальные параметры. Будем условно считать такие задачи "обратными". Рассмотрим в качестве примера две из них.

Пример **1.2.** В посадке заданы, соответственно, наименьший зазор $S_{min}$ = 0,02 мм, наибольший зазор $S_{max}$ = 0,063 мм, нижнее отклонение вала ei = – 0,04 мм, допуск вала $T_d$ = 0,02 мм, номинальный размер соединения d= 25 мм.

Необходимо:

1) определить отклонения отверстия и вала;

2) построить схемы расположения полей допусков деталей сопряжения;

3) определить допуск отверстия и допуск посадки;

4) определить предельные размеры отверстия и вала.

Решение.

1. Для определения предельных отклонений отверстия и вала воспользуемся уравнениями (1.8), (1.10), (1.12).

Из уравнения (1.8):

$es = T_d + ei = 0{,}02 + (-0{,}04) = -0{,}02$ мм.

Из уравнения (1.10):

$EI = S_{min} + es = 0{,}02 + (-0{,}02) = 0$.

Из уравнения (1.12):

$ES = S_{max} + ei = 0{,}063 + (-0{,}040) = +0{,}023$ мм.

Строим схему расположения полей допусков деталей сопряжения (рис. 1.5).

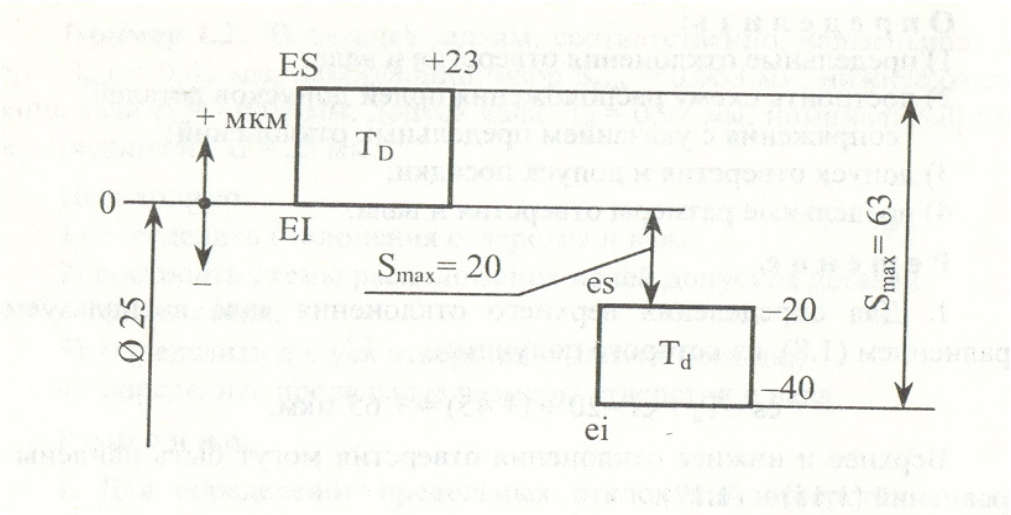


Рис.1.5

2. Допуск отверстия и допуск посадки можно определить по уравнениям (1.4) и (1.19):

$T_D = ES - EI = +0{,}023 - 0 = 0{,}023$ мм;

$T_s = T_D + T_d = 0{,}023 + 0{,}02 - 0{,}043$ мм.

4. Предельные размеры отверстия и вала найдем по уравнениям (1.1), (1.2), (1.5), (1.6):

$D_{max}$ = D + ES = 25 + 0,023 = 25,023 мм;
$D_{min}$ = D + EI = 25 + 0 = 25,000 мм;
$d_{max}$ = d + es = 25 + (– 0,02) = 24,98 мм;
$d_{min}$ = d + ei = 25 + (– 0,04) = 24,96 мм.

Пример **1.3.** В посадке известны: номинальный размер соединения D, d = 60 мм, допуск вала $T_d$ =20 мкм, нижнее отклонение вала ei = + 45 мкм, натяг наибольший $N_{max}$= 65 мкм, натяг наименьший $N_{min}$ = 15 мкм.

Определить:

1) предельные отклонения отверстия и вала;

2) построить схему расположения полей допусков деталей сопряжения с указанием предельных отклонений;

3) допуск отверстия и допуск посадки;

4) предельные размеры отверстия и вала.

Решение.

1. Для определения верхнего отклонения вала воспользуемся уравнением (1.8), из которого получим:

es =$T_d$ + ei =20 + (+ 45) = + 65 мкм.

Верхнее и нижнее отклонения отверстия могут быть найдены из уравнений (1.15) и (1.17). Из уравнения (1.15):

ES = ei – $N_{min}$ = +45 – 15 = +30 мкм.

Из уравнения (1.17):
EI = es – $N_{max}$ = +65 – 65 = 0.

Строим схему расположения полей допусков деталей сопряжения. Она представлена на рис. 1.6.

2. Определяем допуск отверстия по уравнению (1.4):

$T_D$ =ES – El = +30 - 0 = 30 мкм.

Допуск посадки найдем из уравнения (1.20):

$T_N$= $N_{max}$ – $N_{min}$ = 65 – 15 = 50 мкм.

3. Предельные размеры отверстия определяем по формулам (1.1) и (1.2), а вала - по (1.5) и (1.6):

$D_{max}$ = D + ES = 60 + 0,03 = 60,03 мм;
$D_{min}$ = D + EI = 60 + 0 = 60,00 мм;
$d_{max}$ = d + es = 60 + 0,065 = 60,065 мм;
$d_{min}$ = d + ei = 60 + 0,045 = 60,045 мм.

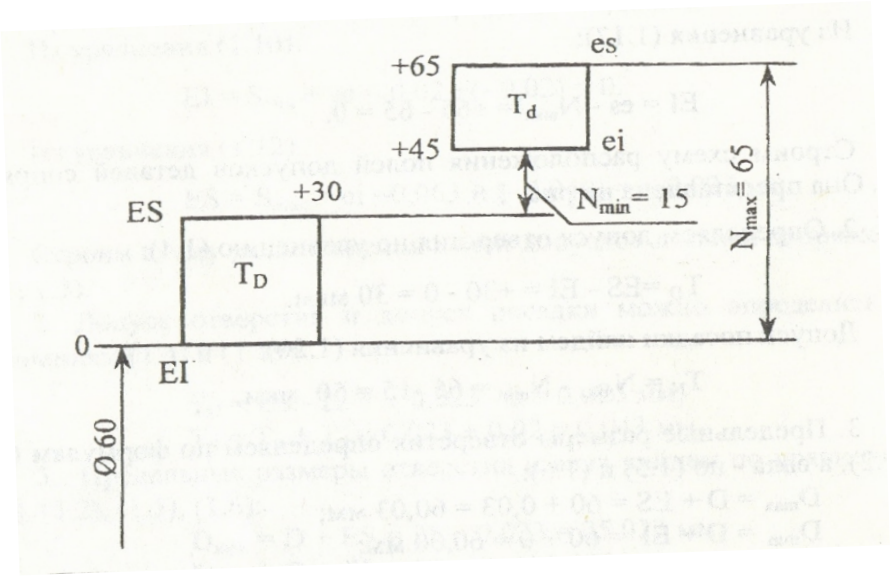


Рис. 1.6

**Пример 1.4.** На рабочем чертеже вала задан номинальный размер с предельными отклонениями: $\varnothing 40\frac{-0.025}{-0.050}$. Выборочные измерения нескольких изготовленных валов дали следующие результаты: $d_1$ = 55,000 мм; $d_2$=49,975 мм; $d_3$=49,950 мм.

**Определить:**

1)допуск на обработку вала;

2)годность изготовленных валов;

3)для негодных валов установить вид брака: исправимый или неисправимый.

Построить схему расположения поля допуска заданного вала с указанием на ней предельных отклонений, предельных и действительных размеров.

**Решение.**

1. Допуск на обработку вала находим по формуле (1.8):

$T_d$ = es - ei = - 20 - (- 50) = 25 мкм = 0,025 мм.

Дальнейшее решение задачи удобнее производить после построения схемы расположения поля допуска заданного вала. Все необходимое для ее построения известно. Эта схема приведена на рис. 1.7.

2. Годность изготовленных валов по их действительным размерам оценивается по зависимости:

$d_{min} \leq d_{действ} \leq d_{max}$

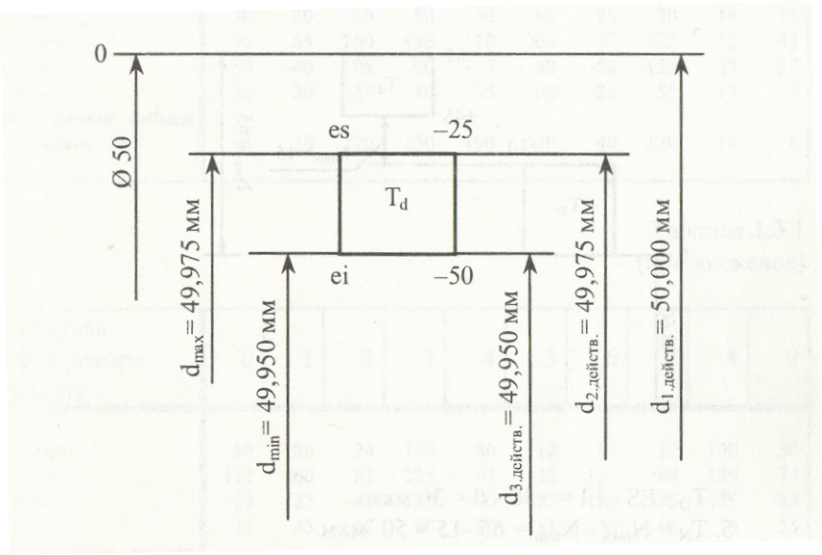


Рис.1.7

3. Предельные размеры вала найдем по уравнениям (1.5) и (1.6):

$d_{max} = d + es = 50 + (– 0,025) = 49,975$ мм;

$d_{min} = d + ei = 50 + (– 0,050) = 49,950$ мм.

Сравнивая полученные в результате измерения действительные размеры валов с предельными размерами, устанавливаем, что размеры $d_2$ и $d_3$ являются годными, хотя и находятся на границе допустимых значений, а вал $d_1 = 50,000$ мм является негодным, т.к. его размер, больше предельного $d_1 > d_{max}$. Но такой вид брака для вала является исправимым, т.к. удалив при дополнительной обработке необходимый слой металла, можно получить требуемый размер (здесь не рассматривается технологическая сторона этой операции).

## 1.2. Пример оформления решения задач

**Задача.** В посадке известно: d =60 мм, $T_D$ = 20 мкм.

ei = + 45 мкм, $N_{min}$ = 15 мкм.

**Определить:** es; ES; EI; $T_D$; $T_N$; $D_{max}$; $D_{min}$; $d_{max}$; $d_{min}$.

**Решение.**

1.es = $T_D$ + ei =20 + (+ 45) = + 65 мкм.

2.ES = ei – $N_{min}$ = +45 – 15 = +30 мкм.

3.El = es – $N_{max}$ = +65 – 65 = 0.

4.$T_D$ =ES – EI = +30 – 0 = 30 мкм.

5.$T_N = N_{max} – N_{min}$ = 65 – 15 = 50 мкм.

6.$D_{max}$ = D + ES = 60 + 0,03 = 60,03 мм.

7.$D_{min}$ = D + EI =60 + 0 = 60,00 мм.

8.$d_{max}$ = d + es = 60 + 0,065 = 60,065 мм.

9.$d_{min}$ = d + ei = 60 + 0,045 = 60,045 мм.

## 1.3. Задачи для самостоятельного решения

Задача 1.3.1

Заданы две посадки, у которых известны наименьший и наибольший зазоры, нижнее предельное отклонение вала, допуск вала и номинальный размер соединения (табл. 1.3.1).

Построить схемы расположения полей допусков отверстия и вала. На схемах указать все отклонения.

Определить для каждой из посадок:

- предельные отклонения отверстия и вала;
- допуск отверстия и допуск посадки;
- предельные размеры отверстия и вала.

Таблица 1.3.1

| Предпоследняя цифра номера варианта | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $S_{min}$, мкм | 30 | 20 | 60 | 50 | 40 | 80 | 25 | 70 | 16 | 13 |
| $S_{max}$, мкм | 90 | 65 | 150 | 130 | 110 | 200 | 77 | 175 | 52 | 43 |
| ei, мкм | -60 | -40 | -105 | -90 | -75 | -140 | -50 | -125 | -33 | -27 |
| Td, мкм | 30 | 20 | 45 | 40 | 35 | 60 | 25 | 55 | 17 | 14 |
| Номинальный размер сопряжения, мм | 63 | 30 | 220 | 150 | 100 | 500 | 40 | 320 | 18 | 8 |

Таблица 1.3.1 (продолжение)

| Последняя цифра номера варианта | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $S_{min}$, мкм | 50 | 80 | 24 | 120 | 40 | 12 | 65 | 17 | 100 | 30 |
| $S_{max}$, мкм | 112 | 160 | 61 | 225 | 93 | 35 | 135 | 48 | 195 | 74 |
| ei, мкм | -80 | -125 | -45 | -180 | -70 | -25 | -105 | -35 | -155 | -55 |
| $T_d$, мкм | 35 | 45 | 22 | 60 | 30 | 13 | 40 | 18 | 55 | 25 |
| Номинальный размер сопряжения, мм | 36 | 90 | 8,5 | 250 | 25 | 2,6 | 53 | 5,6 | 125 | 16 |

Задача 1.3.2

В двух сопряжениях типа вал-отверстие известны номинальные размеры сопряжений, предельные отклонения отверстия и вала, которые заданы в табл. 1.3.2.

Для каждого из заданных сопряжений дать схему расположения полей допусков деталей сопряжения. На схемах указать предельные отклонения.

Для заданных сопряжений определить:

- предельные размеры отверстия и вала;
- допуск отверстия, допуск вала и допуск посадки;
- наибольший и наименьший зазоры или натяги.

Таблица 1.3.2

| Предпоследняя цифра номера варианта | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Номинальный размер сопряжения, мм | 5 | 8 | 16 | 24 | 32 | 63 | 90 | 150 | 200 | 300 |
| ES, мкм | + 13 | + 16 | + 19 | +24 | +27 | +30 | +35 | +40 | +45 | +50 |
| EI, мкм | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **es.** мкм | -4 | -5 | -6 | -8 | -10 | -12 | -15 | -18 | -22 | -26 |
| ei, мкм | -12 | -15 | -18 | -22 | -27 | -32 | -38 | -45 | -52 | -60 |

Таблица 1.3.2 (продолжение)

| Последняя цифра номера варианта | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Отверстие | $50_{-0.017}$ | $56_{-0.02}$ | $32_{-0.017}$ | $19_{-0.014}$ | $11_{-0.012}$ | $6_{-0.008}$ | $260_{-0.030}$ | $180_{-0.027}$ | $120_{-0.027}$ | $80_{-0.020}$ |
| Вал | $50^{+0.03}_{+0.01}$ | $56^{+0.07}_{+0.03}$ | $32^{+0.06}_{+0.02}$ | $19^{+0.05}_{+0.02}$ | $11^{+0.04}_{+0.01}$ | $6^{+0.01}_{+0.00}$ | $260^{+0.07}_{-0.02}$ | $180^{+0.06}_{-0.01}$ | $120^{+0.05}_{+0.01}$ | $80^{+0.04}_{+0.01}$ |

Задача 1.3.3

На чертеже среди прочих даны размеры двух валов и двух отверстий, не сопрягаемых между собой (табл. 1.3.3).

Необходимо определить:

- для какого из валов или отверстий неправильно указаны предельные отклонения и почему;
- для остальных валов и отверстий – наибольший и наименьший предельные размеры;
- величину допуска.

Построить схемы расположения полей допусков, отверстий и валов, имеющих правильно заданные предельные отклонения.

Таблица 1.3.3

| Последняя цифра номера варианта | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 Отверстие | $100^{+0.035}$ | $65^{+0.03}$ | $48^{+0.027}$ | $28^{-0.021}$ | $12^{+0.019}$ | $9^{+0.00}_{-0.00}$ | $480_{+0.06}$ | $320+^{0.05}$ | $220^{+0.045}$ | $150^{+0.04}$ |
| 1 Вал | $100^{+0.14}_{+0.10}$ | $65^{+0.10}_{+0.07}$ | $48^{+0.08}_{+0.06}$ | $28^{+0.06}_{+0.03}$ | $12^{+0.02}_{+0.04}$ | $9^{+0.03}_{+0.02}$ | $480^{+0.54}_{+0.48}$ | $320^{+0.4}_{+0.3}$ | $220^{+0.3}_{+0.22}$ | $150^{+0.2}_{+0.2}$ |

Таблица 1.3.3 (продолжение)

| Последняя цифра номера варианта | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 Отверстие | $42^{+0.027}$ | $60^{+0.03}$ | $100^{+0.035}$ | $140^{+0.04}$ | $250^{+0.045}$ | $320^{+0.09}$ | $450^{+0.06}$ | $8{,}5+^{0.016}$ | $11^{+0.019}$ | $19^{+0.23}$ |
| 2 Вал | $42^{+0.087}_{+0.060}$ | $60^{+0.10}_{+0.75}$ | $100^{+0.16}_{+0.12}$ | $140^{+0.}_{+0.}$ | $250^{+0.30}_{+0.25}$ | $320^{+0.03}_{+0.30}$ | $450^{+0.47}_{+0.41}$ | $8{,}5^{+0.0}_{+0.2}$ | $11^{+0.48}_{+0.02}$ | $19^{+0.6}_{+0.0}$ |

Задача 1.3.4

В двух посадках известны номинальные размеры сопряжений, допуск вала, нижнее предельное отклонение вала, натяг наибольший и натяг наименьший (табл. 1.3.4).

Дать схемы расположения полей допусков деталей сопряжения в заданных посадках. На схемах указать предельные отклонения.

Для каждой из заданных посадок необходимо определить:

- предельные отклонения отверстия и вала;
- допуск отверстия и допуск вала;
- предельные размеры отверстия и вала.

Таблица 1.3.4

| Предпоследняя цифра номера варианта | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Номинальный размер сопряжения, мм | 42 | 67 | 8 | 26 | 20 | 28 | 16 | 2 | 53 | 4 |
| $T_d$, мкм | 39 | 46 | 22 | 39 | 33 | 33 | 27 | 14 | 46 | 18 |
| ei, мкм | +70 | + 102 | +28 | +60 | +41 | +48 | +33 | +18 | +87 | +23 |
| $N_{max}$, мкм | 109 | 148 | 50 | 99 | 74 | 81 | 60 | 32 | 133 | 41 |
| $N_{min}$, мкм | 31 | 56 | 6 | 21 | 8 | 15 | 6 | 4 | 41 | 5 |

Таблица 1.3.4 (продолжение)

| Последняя цифра номера варианта | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Номинальный размер сопряжения, мм | 190 | 340 | 85 | 240 | 400 | 170 | 150 | 130 | 110 | 300 |
| $T_d$, мкм | 72 | 89 | 54 | 72 | 89 | 63 | 63 | 63 | 54 | 81 |
| ei, мкм | +236 | +390 | +124 | +284 | +435 | +210 | +190 | +170 | +144 | +350 |
| $N_{max}$, мкм | 308 | 479 | 178 | 356 | 524 | 273 | 253 | 233 | 198 | 431 |
| $N_{min}$, **мкм** | 163 | 301 | 70 | 211 | 346 | 147 | 127 | 107 | 90 | 269 |

Задача 1.3.5

В двух сопряжениях типа вал-отверстие известны, соответственно, номинальный размер сопряжения, допуски отверстия и вала, верхнее отклонение вала (отверстия), минимальный зазор (натяг) в соединении (табл. 1.3.5)

Построить схемы расположения полей допусков деталей сопряжений. На схемах указать предельные отклонения.

Определить для каждого из заданных сопряжений:

- предельные отклонения вала и отверстия;
- наибольший зазор (натяг) и допуск посадки;
- предельные размеры отверстия и вала.

Таблица 1.3.5

| Предпоследняя цифра номера варианта | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Номинальный размер сопряжения, мм | 90 | 450 | 34 | 280 | 12 | 130 | 190 | 60 | 320 | 20 |
| Td, мкм | 35 | 63 | 25 | 52 | 18 | 40 | 46 | 30 | 57 | 21 |
| es, мкм | -36 | -68 | -25 | -56 | -16 | -43 | -50 | -30 | -62 | -20 |
| $T_D$, мкм | 54 | 97 | 39 | 81 | 27 | 63 | 72 | 46 | 89 | 33 |
| $S_{min}$, **мкм** | 36 | 68 | 25 | 56 | 16 | 43 | 50 | 30 | 62 | 20 |

Таблица 1.3.5 (продолжение)

| Последняя цифра номера варианта | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Номинальный размер сопряжения, мм | 80 | 250 | 50 | 120 | 180 | 30 | 320 | 400 | 500 | 18 |
| $T_D$, мкм | 30 | 46 | 25 | 35 | 40 | 21 | 52 | 57 | 63 | 12 |
| $T_d$, мкм | 19 | 29 | 16 | 22 | 25 | 13 | 32 | 36 | 40 | 1 1 |
| ES, мкм | +30 | +46 | +25 | +35 | +40 | +21 | +52 | +57 | +63 | +18 |
| $N_{min}$, мкм | 29 | 94 | 18 | 44 | 68 | 14 | 1 1 8 | 1 5 1 | 189 | 10 |

Задача 1.3.6

В двух посадках известны, соответственно, номинальный размер сопряжения, допуски отверстия и вала, верхнее отклонение отверстия (вала), минимальный натяг (зазор) в соединении.

Построить схемы расположения полей допусков деталей сопряжения для заданных посадок с указанием предельных отклонений.

Для каждой из заданных посадок определить:

- предельные отклонения отверстия и вала;
- наибольший натяг (зазор) и допуск посадки;
- предельные размеры отверстия и вала.

Таблица 1.3.6

| Предпоследняя цифра номера варианта | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Номинальный размер сопряже-ния, мм | 11 | 36 | 260 | 210 | 85 | 125 | 56 | 340 | 19 | 480 |
| $T_D$, **мкм** | 11 | 16 | 32 | 29 | 22 | 25 | 19 | 36 | 13 | 40 |
| $T_d$, мкм | 8 | 11 | 23 | 20 | 15 | 18 | 13 | 25 | 9 | 27 |
| ES, мкм | +11 | + 16 | +32 | +29 | +22 | +25 | + 19 | +36 | + 13 | +40 |
| $N_{min}$**, мкм** | 7 | 10 | 24 | 21 | 15 | 18 | 13 | 26 | 9 | 28 |

Таблицы 1.3.6

(продолжение)

| Последняя цифра номера варианта | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Номинальный размер сопряже-ния, мм | 100 | 380 | 200 | 170 | 500 | 53 | 40 | 25 | 15 | 300 |
| $T_d$, мкм | 54 | 89 | 72 | 63 | 97 | 46 | 39 | 33 | 27 | 81 |
| es, мкм | -72 | -125 | -100 | -85 | -135 | -60 | -50 | -40 | -32 | -110 |
| $T_D$, **мкм** | 87 | 140 | 115 | 100 | 155 | 74 | 62 | 52 | 43 | 130 |
| $S_{min}$, мкм | 72 | 125 | 100 | 85 | 135 | 60 | 50 | 40 | 32 | 110 |

Задача 1.3.7

Изготовленные отверстия согласно заданным номинальным размерам и предельным отклонениям, были измерены. Полученные действительные размеры приведены в табл. 1.3.7

Определить:

-все ли изготовленные отверстия годные;

-для негодных отверстий, если такие окажутся, установить вид брака: неисправимый или исправимый и доказать это;

-допуск на обработку отверстий.

Построить схему расположения полей допусков заданных отверстий с указанием на ней предельных отклонений, предельных и действительных размеров.

Таблица 1.3.7

| Предпоследняя цифра номера | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Номинальный размер отверстия D, мм | | 14 | | 20 | | 50 | | 80 | | 120 | |
| ES, мкм | | +18 | | +10 | | +7 | | -9 | | -24 | |
| EI, мкм | | 0 | | -10 | | -18 | | -39 | | -59 | |
| Действительные размеры, мм | $D_1$ | 14,020 | | 20,010 | | 50,000 | | 80,000 | | 120.000 | |
| | $D_2$ | 14,010 | | 19,980 | | 49,982 | | 79,991 | | 119,976 | |
| | $D_3$ | 14,000 | | 19,995 | | 49,980 | | 79.971 | | 119,951 | |

Таблица 1.3.7 (продолжение)

| Последняя цифра номера варианта | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Номинальный размер отверстия D, мм | | 30 | | 40 | | 50 | | 80 | | 20 | |
| ES, мкм | | +53 | | +39 | | + 112 | | +74 | | + 130 | |
| EI, мкм | | +20 | | 0 | | +50 | | 0 | | 0 | |
| Действительные размеры, мм | $D_1$ | 30,040 | | 40,040 | | 50.100 | | 80,075 | | 20,135 | |
| | $D_2$ | 30,020 | | 40,030 | | 50,050 | | 80,070 | | 20, 130 | |
| | $D_3$ | 30,000 | | 40,000 | | 50,000 | | 80,000 | | 20,000 | |

Задача 1.3.8

Отверстия, которые изготовлены в цехах завода согласно заданным на чертеже номинальным размерам и предельным отклонениям, были измерены. Полученные действительные размеры приведены в табл. 1.3.8.

Определить:

-все ли изготовленные отверстия годные;

-для негодных отверстий, если такие окажутся в этой партии,

-установить вид брака: неисправимый или исправимый.

Построить схему расположения нолей допусков заданных отверстий с указанием на ней предельных отклонений, предельных и действительных размеров.

Таблица 1.3.8

| Предпоследняя цифра номера варианта | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Номинальный размер отверстия D, мм | | 50 | | 18 | | 10 | | 8 | | 24 | |
| ES, мкм | | + 160 | | +43 | | +61 | | +22 | | -14 | |
| EI, мкм | | 0 | | 0 | | +25 | | 0 | | -35 | |
| Действительные размеры, мм | $D_1$ | 50, | 65 | 18,045 | | 10,051 | | 8,025 | | 24,000 | |
| | $D_2$ | 50, | 59 | 18,043 | | 10,025 | | 8,022 | | 23,986 | |
| | $D_3$ | 50,000 | | 18,000 | | 10,000 | | 8,000 | | 23,970 | |

Таблица 1.3.8 (продолжение)

| Последняя цифра номера варианта | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Номинальный размер отверстия D, мм | | 45 | | 56 | | 63 | | 30 | | 100 | |
| ES, мкм | | -8 | +9 | +15 | | +21 | | +90 | | | |
| EI, мкм | | -33 | | -21 | | -15 | | 0 | | +36 | |
| Действительные размеры, мм | $D_1$ | 45,000 | | 56,009 | | 63,015 | | 30,022 | | 100,085 | |
| | $D_2$ | 44.992 | | 56,000 | | 63,000 | | 30,020 | | 100,036 | |
| | $D_3$ | 44,977 | | 55,975 | | 62,980 | | 30,000 | | 100,000 | |

Задача 1.3.9

На рабочем чертеже заданы номинальные размеры с предельными отклонениями для валов. Выборочные измерения нескольких изготовленных валов дали следующие результаты (табл. 1.3.9).

Определить:

-допуск на обработку заданных валов;

-годность изготовленных валов;

-для негодных валов установить вид брака: исправимый или неисправимый.

Построить схему расположения полей допусков заданных валов с указанием на ней предельных отклонений, предельных и действительных размеров.

Таблица 1.3.9

| Предпоследняя цифра номера варианта | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Номинальный диаметр вала d, мм | | 10 | | 5,6 | | 30 | | 80 | | 12 | |
| es, мкм | | -30 | | -30 | | 0 | | -60 | | 0 | |
| ei, мкм | | -130 | | -60 | | -33 | | -106 | | -18 | |
| Действительные размеры, мм | $d_1$ | 10,000 | | 5,6 | | 30,000 | | 80,000 | | 12,000 | |
| | $d_2$ | 9,960 | | 5,570 | | 29,967 | | 79,940 | | 1 1,982 | |
| | $d_3$ | 9,870 | | 5,540 | | 29,950 | | 79,894 | | 1 1,980 | |

Таблица 1.3.9 (продолжение)

| Последняя цифра номера варианта | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Номинальный диаметр вала d, мм | | 50 | | 28 | | 10 | | 120 | | 63 | |
| es, мкм | | -25 | | +35 | | +10 | | +11 | | -10 | |
| ei, мкм | | -50 | | +22 | | +1 | | -11 | | -29 | |
| Действительные размеры, мм | $d_1$ | 50,000 | | 28,035 | | 10,010 | | 120,000 | | 63,000 | |
| | $d_2$ | 49,975 | | 28,022 | | 10,001 | | 119,989 | | 62,990 | |
| | $d_3$ | 49,950 | | 28,000 | | 10,000 | | 119,980 | | 62,971 | |

Задача 1.3.10

По заданным на чертеже номинальным размерам и предельным отклонениям изготавливаются валы. Выборочные измерения готовых валов в виде их действительных размеров приведены в табл. 1.10.

Определить:

- допуск на обработку заданных валов;
- годность изготовленных валов;
- для негодных валов установить вид брака: исправимый или неисправимый.

Построить схему расположения полей допусков заданных валов с указанием на ней предельных отклонений, предельных и действительных размеров.

Таблица 1.3.10

| Предпоследняя цифра номера варианта | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Номинальный диаметр вала d. мм | | 20 | | 45 | | 100 | | 50 | | 40 | |
| es, мкм | | -7 | | +8 | | +25 | | +42 | | -25 | |
| ei, мкм | | -20 | | -8 | | +3 | | +26 | | -50 | |
| Действительные размеры, мм | $d_1$ | 20,000 | | 45,008 | | 100,025 | | 50,042 | | 40,000 | |
| | $d_2$ | 19.993 | | 45,006 | | 100,005 | | 50,026 | | 39,975 | |
| | d, | 19,985 | | 44,990 | | 100,000 | | 50,000 | | 39,950 | |

Таблица 1.3.10 (продолжение)

| Предпоследняя цифра номера варианта | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Номинальный диаметр вала d. мм | | 30 | | 24 | | 10 | | 6 | | 18 | |
| es, мкм | | 0 | | -30 | | 0 | | -40 | | -50 | |
| ei, мкм | | -21 | | -73 | | -22 | | -60 | | -160 | |
| Действительные размеры, мм | $d_1$ | 30,000 | | 24,000 | | 10,000 | | 6,000 | | 18,000 | |
| | $d_2$ | 29,979 | | 23,960 | | 9,978 | | 5,970 | | 17,950 | |
| | d, | 29,970 | | 23,927 | | 9,970 | | 5,950 | | 17,840 | |

## Литература


1. Аристов А.И., Приходько В. М., Сергеев И. Д., Фатюхин Д. С. Метрология, стандартизация и сертификация: Учеб. пособие/кол. авторов. М.:ИНФРА-М, 2012. – 256с.
2. Коротков В.С. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Коротков В.С., Афонасов А.И. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2015. — 187 с. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/34681 .— ЭБС «IPRbooks», по паролю
3. Радкевич Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для бакалавров/ Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. – 5 изд., перераб. И доп. – М.: Издательство Юрайт, 2012. – 813 с. – Имеется электрон. аналог печ. изд. (Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/34757 .— ЭБС «IPRbooks», по паролю) Экземпляры всего: 5
4. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. Т. 1. – М.: Машиностроение, 1979. 728 с.


## Интернет-ресурсы

1. http://www.twirpx.com/files/machineri/metrology/ (Интернет-библиотека по различным отраслям знаний)
2. http://metrologyia.ru/ (информационный сайт по метрологии)