

ПЕРЕХІДНІ ПОСАДКИ – РОЗРАХУНОК І ВИБІР

В.Ю. Красносьолов, здобувач вищої освіти

Г.О. Іванов, кандидат технічних наук, доцент,

П.М. Полянський, кандидат економічних наук, доцент

Миколаївський національний аграрний університет

Розрахунок і вибір перехідних посадок має важливе значення для нерухомих, але роз'ємних з'єднань і для більш точного центрування деталей. Характер посадок визначається ймовірністю створення у них натягів і зазорів. Розрахунки ймовірності натягів і зазорів ґрунтуються на нормальному розподілі розмірів деталей під час виготовлення (відновлення). Розподіл натягів і зазорів у цьому разі також підпорядкований нормальному закону, а ймовірність їх створення визначається за допомогою інтегральної функції ймовірності.

Ключові слова: перехідні посадки, зазор, натяг, середнє значення зазору (натягу), імовірне розсіювання, найбільші і найменші ймовірні зазори і натяги, функція Лапласа, середні квадратичні відхили, граничні та ймовірні зазори, допуск посадки.

У перехідних посадках найчастіше потрібно визначити ймовірність появи з'єднань зазором і ймовірність появи з'єднань з натягом. Тут можуть бути два граничних випадки. Перший, коли в перехідній посадці $|S_{p\max}| > |N_{p\max}|$, і другий, коли $|S_{p\max}| < |N_{p\max}|$.

У першому випадку визначають ймовірність появи з'єднань із натягом $P(N)$. Ймовірність появи з'єднань із зазором у цьому випадку $P(S) = 1 - P(N)$.

У другому випадку визначають ймовірність появи з'єднань із зазором $P(S)$. Ймовірність появи з'єднань із натягом $P(N) = 1 - P(S)$.

Перехідні посадки призначені для нерухомих, але роз'ємних з'єднань і для більш точного центрування деталей. Вони забезпечують як зазори, так і

натяги, але значення зазорів чи натягів відносно малі. Нерухомість з'єднання у перехідних посадках досягається додатковим кріпленням (шпонками, штифтами, гвинтами тощо).

Вибір перехідних посадок здійснюється за розрахунком або за рекомендаціями стандарту (за аналогією).

Для компенсації похибок (розташування і форми поверхні сполучених деталей, змінання поверхонь, зносу деталей – збільшують радіальне биття, що визначає точність центрування), а також створення запасу точності найбільший допустимий зазор у з'єднанні визначають за формулою:

$$S_{\max} = Fr / K, \quad (1)$$

де S_{\max} – найбільший допустимий зазор, мкм; Fr – радіальне биття, мкм;
 K – коефіцієнт запасу точності.

Умова вибору посадки: $S_{\max.ст} \leq S_{\max}$.

Характер посадок визначається ймовірністю створення у них натягів і зазорів. Розрахунки ймовірності натягів і зазорів ґрунтуються на нормальному розподілі розмірів деталей під час виготовлення (відновлення). Розподіл натягів і зазорів у цьому разі також підпорядкований нормальному закону, а ймовірність їх створення визначається за допомогою інтегральної функції ймовірності. За ймовірного розрахунку визначають середнє значення і розсіювання зазору або натягу.

Як за налагодження, так і за обробки деталей наладчик і верстатник тримаються ближче до безпечних меж. Для отвору це менший, а для вала – більший граничні розміри. Внаслідок цього виникає деяка асиметрія розподілення відхилів розмірів.

Середнє значення зазору (натягу):

$$S_{\text{сеп}}(N_{\text{сеп}}) = e_{\text{сеп}} + 0,1(TD + Td) - E_{\text{cth}}. \quad (2)$$

Імовірне розсіювання (індекс P у позначенні зазору-натягу):

$$t_{\Sigma p} = (1/K_{\Sigma})\sqrt{TD^2 + Td^2}. \quad (3)$$

У формулах (2.126) і (2.127) $E_{\text{сеп}}$ і $e_{\text{сеп}}$ – середні відхили розмірів отвору і вала; K_{Σ} – коефіцієнт відносного розсіювання зазору-натягу; як правило $K_{\Sigma} = 1$, тоді

$$t_{\Sigma p} = \sqrt{TD^2 + Td^2} . \quad (4)$$

Найбільші і найменші ймовірні зазори і натяги:

$$\text{у посадках із зазором } S_{p\text{max}} = S_{\text{сеп}} + 0,5t_{\Sigma p}; S_{p\text{min}} = S_{\text{сеп}} - 0,5t_{\Sigma p}, \quad (5)$$

$$\text{у перехідних посадках } S_{p\text{max}} = S_{\text{сеп}} + 0,5t_{\Sigma p}; N_{p\text{min}} = N_{\text{сеп}} - 0,5t_{\Sigma p}, \quad (6)$$

$$\text{у посадках з натягом } N_{p\text{max}} = N_{\text{сеп}} + 0,5t_{\Sigma p}; N_{p\text{min}} = N_{\text{сеп}} - 0,5t_{\Sigma p}. \quad (7)$$

Нижче подано приклади розрахунку зазорів і натягів для деяких посадок у системі отвору.

Посадки з зазором. На рис. 1 наведена схема розташування полів допусків розмірів отвору і вала (а), а також граничне розсіювання зазору (б):

$$t_{\Sigma} = S_{\text{max}} - S_{\text{min}}, \quad (8)$$

де S_{max} і S_{min} – найбільший і найменший граничні зазори; $t_{\Sigma p}$ – імовірне розсіювання зазорів, що визначаються за формулою (4); $S_{p\text{max}}$ і $S_{p\text{min}}$ – найбільший і найменший ймовірні зазори.

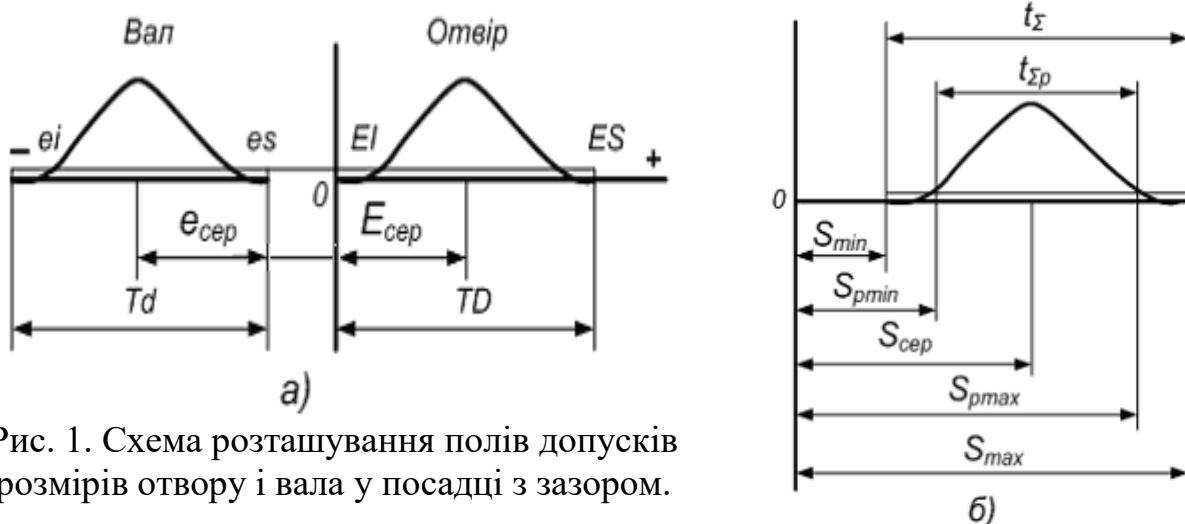


Рис. 1. Схема розташування полів допусків розмірів отвору і вала у посадці з зазором.

Перехідні посадки. Схема розташування полів допусків розмірів отвору і вала, а також графіки розсіювання зазорів і натягів наведено на рис. 2.

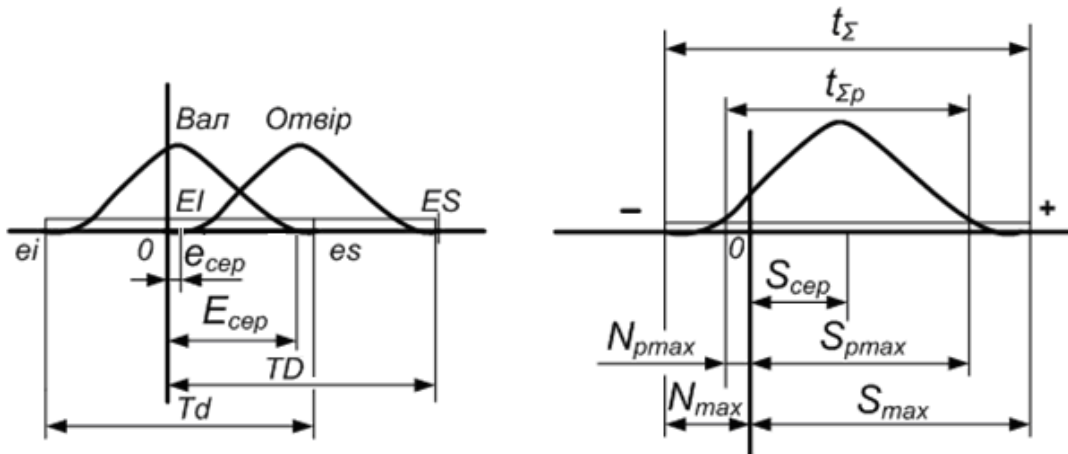


Рис. 2. Схема розташування полів допусків розмірів отвору і вала у перехідній посадці

Посадки з натягом. Схема розташування полів допусків отвору і вала, а також графіки розсіювання цих розмірів і натягів наведено на рис. 3.

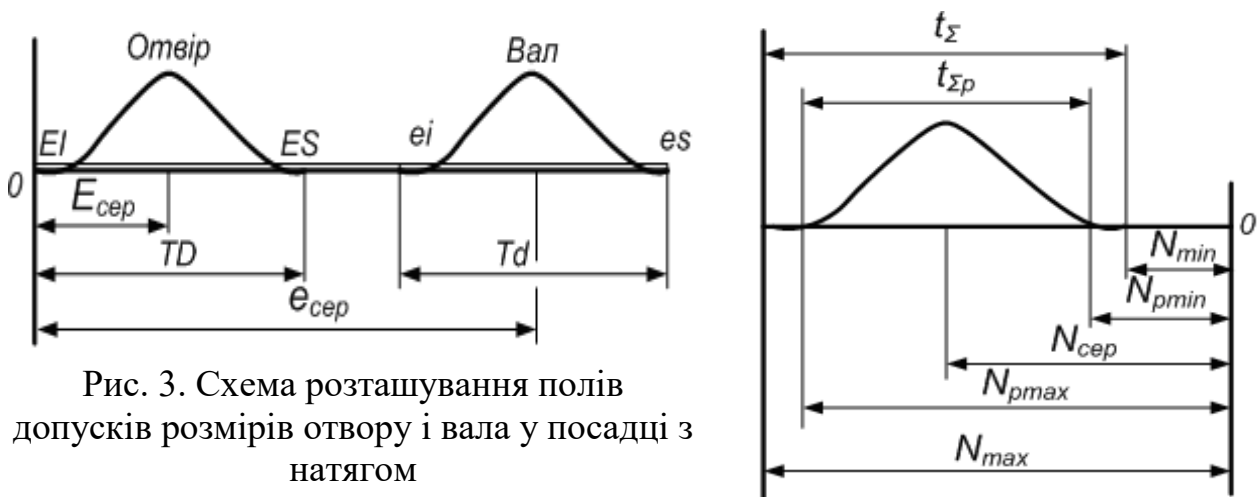


Рис. 3. Схема розташування полів допусків розмірів отвору і вала у посадці з натягом

Імовірність появи зазорів і натягів у заданому інтервалі розмірів. Іноді потрібно знати, яка частка із всієї партії сполучень має у заданому інтервалі зазор або натяг. Для цього використовують таблиці функції Лапласа (табл. В.1 [10]).

Інтервали значень x $b - a = 6\sigma_x$ охоплює 0,9973 площі кривої (рис. 4).

У табл. В.1 [3] наведено значення z і відповідні їм значення функції $\Phi(x)$. Значення функції $\Phi(x)$ уявляють собою ймовірності знаходження випадкової величини x у заданому інтервалі. Це одночасно є й частка сполучень, що знаходяться у заданому інтервалі.

Імовірність знаходження величини x у інтервалі від x_i до x_{i+1} визначають за формулою: $P(x) = \Phi(z_{i+1}) - \Phi(z_i)$.

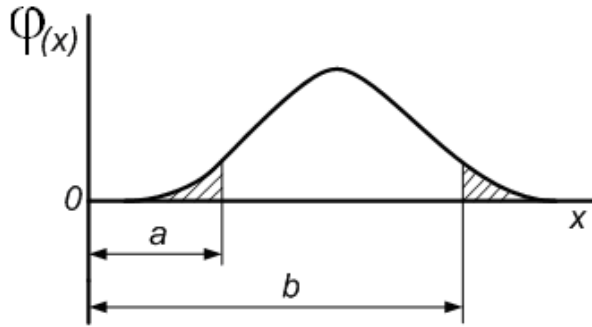


Рис. 4.

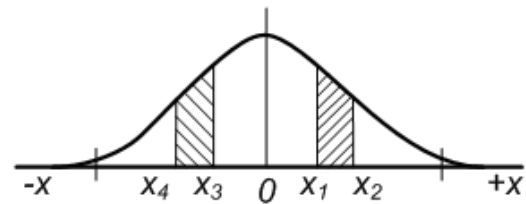


Рис. 5.

Наприклад, потрібно визначити імовірність знаходження величини z в інтервалі від $z_1 = 1,10$ до $z_2 = 1,34$ (рис. 5). Тоді за табл. В. 1 [10]

$$\Phi(z_1) = 0,3643, \quad \Phi(z_2) = 0,4099 \quad \text{і} \quad P(x) = 0,4099 - 0,3643 = 0,0456.$$

Тому, що функція симетрична, при від'ємних значеннях z розрахунок ведуть за модулем. Наприклад, за $z_3 = -0,7$ і $z_2 = -1,5$ (рис. 5) імовірність знаходження величини z в заданому інтервалі $P(x) = 0,4332 - 0,2580 = 0,1752$.

Щоб користуватися таблицею функції Лапласа, слід значення x_i і x_{i+1} , що мають розмір, перевести в безрозмірні z_i і z_{i+1} . Для цього визначають середні квадратичні відхили:

для посадок із зазором

$$\sigma_x = (S_{p\max} - S_{p\min}) / 6; \tag{10}$$

для посадок перехідних

$$\sigma_x = (S_{p\max} - N_{p\min}) / 6; \tag{11}$$

для посадок із натягом

$$\sigma_{\delta} = (N_{p\max} - N_{p\min}) / 6. \tag{12}$$

Потім задані інтервали X_i і X_{i+1} замінюють величинами

$$z_i = [S_i - S_{\text{сер}}(N_{\text{сер}})] / \sigma_x; \quad z_{i+1} = [S_{i+1} - S_{\text{сер}}(N_{\text{сер}})] / \sigma_x. \tag{13}$$

Тут $S_{\text{сер}}(N_{\text{сер}})$ – середнє значення зазору-натягу для обраної посадки за формулою (2) або

$$S_{\text{сеп}}(N_{\text{сеп}}) = 0,5[S_{\text{рmax}}(N_{\text{рmax}}) + S_{\text{рmin}}(N_{\text{рmin}})] \quad (14)$$

Приклади розв'язання задач.

Приклад 1. На кресленику задана посадку $\varnothing 63\text{H}8/\text{e}8$. Визначити найбільші та найменші граничні та ймовірні зазори.

За табл. Г.14 і Г.17 [3] для заданих розміру і посадки (мкм):

$$ES = +46, EI = 0, E_{\text{сеп}} = +23, TD = 46; \quad es = -60, ei = -106, e_{\text{сеп}} = -83, Td = 46.$$

За формулами (2.6 і 2.7) найменший і найбільший граничні зазори:

$$S_{\text{min}} = EI - es = 0 - (-60) = 60 \text{ мкм}; \quad S_{\text{max}} = ES - ei = +46 - (-106) = 152 \text{ мкм}.$$

Граничне розсіювання зазору за формулою (7): $t_{\Sigma} = 152 - 60 = 92 \text{ мкм}$.

Середнє значення зазору по формулі (2):

$$S_{\text{сеп}} = 23 - (-83) - 0,1(46 + 46) = 96,8 \text{ мкм}.$$

Ймовірне розсіювання зазору за формулою (4):

$$t_{\Sigma p} = \sqrt{46^2 + 46^2} = 65,05 \text{ мкм}.$$

Найбільші і найменші ймовірні зазори по формулі (5):

$$S_{\text{рmax}} = 96,8 + 0,5 \cdot 65,05 = 129,33 \text{ мкм}; \quad S_{\text{рmin}} = 96,8 - 0,5 \cdot 65,05 = 64,27 \text{ мкм}.$$

Приклад 2. На кресленику задано посадку $\varnothing 60\text{H}7/\text{k}6$. Визначити найбільші і найменші граничні та ймовірні зазори і натяги в з'єднанні.

За табл. Г. 13 і Г. 15 [3] для заданих розміру і посадки (мкм):

$$ES = +30, EI = 0, E_{\text{сеп}} = +15, TD = 30; \quad es = +21, ei = +2, e_{\text{сеп}} = +11,5, Td = 19.$$

Найбільший граничний зазор: $S_{\text{max}} = ES - ei = +30 - 2 = 28 \text{ мкм}$.

Найбільший граничний натяг: $N_{\text{max}} = es - EI = +21 - 0 = 21 \text{ мкм}$.

Граничне розсіювання зазору-натягу за формулою (7):

$$t_{\Sigma} = S_{\text{max}} - S_{\text{min}} = 28 - (-21) = 49 \text{ мкм}.$$

Середнє значення зазору-натягу за формулою (2):

$$S_{\text{сеп}}(N_{\text{сеп}}) = 15 - 11,5 - 0,1(30 + 19) = -1,4 \text{ мкм}.$$

Ймовірне розсіювання зазору-натягу за формулою (4):

$$t_{\Sigma p} = \sqrt{30^2 + 19^2} = 35,5 \text{ мкм}.$$

Найбільші ймовірні зазори і натяги за формулою (5):

$$S_{p_{\max}} = -1,4 + 0,5 \cdot 35,5 = 16,35 \text{ мкм}; N_{p_{\max}} = 1,4 + 0,5 \cdot 35,5 = 19,15 \text{ мкм}.$$

Приклад 3. На кресленику задано посадку $\varnothing 60\text{H}7/\text{s}6$. Визначити найбільші і найменші граничні та ймовірні натяги у з'єднанні.

За табл. Г.13 і Г.15 [3] для заданих розміру і посадки (мкм):

$$ES = +30, EI = 0, E_{\text{сер}} = +15, TD = 30; es = +72, ei = +53, e_{\text{сер}} = +62,5, Td = 19.$$

Найменший і найбільший граничні натяги:

$$N_{\min} = ei - ES = (53 - 30) = 23 \text{ мкм}; N_{\max} = ES - ei = (+30 - 72) = -42 \text{ мкм}.$$

Граничне розсіювання натягу за формулою (7):

$$t_{\Sigma} = N_{\max} - N_{\min} = -42 - 23 = -65 \text{ мкм}.$$

Середнє значення та ймовірне розсіювання натягу за формулами (2) і (7):

$$N_{\text{сер}} = 62,5 + 0,1(30 + 19) - 15 = 52,4 \text{ мкм}; t_{\Sigma p} = \sqrt{30^2 + 19^2} = 35,5 \text{ мкм}.$$

Найбільші і найменші ймовірні зазори за формулою (7):

$$N_{p_{\max}} = 52,4 + 0,5 \cdot 35,5 = 70,15 \text{ мкм}; N_{p_{\min}} = 52,4 - 0,5 \cdot 35,5 = 34,65 \text{ мкм}.$$

Приклад 4. Для посадки $\varnothing 71\text{H}7/\text{e}8$ (мкм):

$$ES = +30, EI = 0, E_{\text{сер}} = +15, TD = 30;$$

$$es = -60, ei = -106, e_{\text{сер}} = -83, Td = 46,$$

$$S_{\text{сер}} = 15 - (-83) - 0,1(30 + 46) = 90,4 \text{ мкм}.$$

$$S_{p_{\max}} = 90,4 + 0,5 \cdot 54,92 = 117,86 \text{ мкм}; S_{p_{\min}} = 90,4 - 0,5 \cdot 54,92 = 62,94 \text{ мкм}.$$

За формулою (10): $\sigma_x = (117,86 - 62,94) / 6 = 9,15 \text{ мкм}.$

Визначити імовірність появи з'єднань із зазором, наприклад, в інтервалі від $x_1 = 95 \text{ мкм}$ до $x_2 = 110 \text{ мкм}$ (рис. 6).

Тоді за формулою (13)

$$z_1 = (95 - 90,4) / 9,15 = 0,5; z_2 = (110 - 90,4) / 9,15 = 2,14.$$

За даними табл. В.1 [2]: $\Phi(z_1) = 0,1915$, $\Phi(z_2) = 0,4838$ і ймовірність $P(S) = 0,4838 - 0,1915 = 0,2923$.

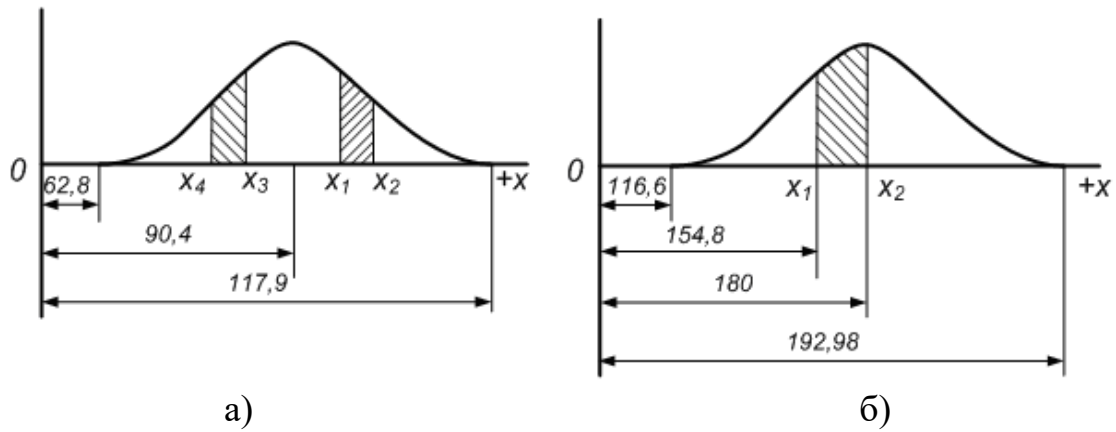


Рис. 6. До визначення ймовірності появи з'єднань з зазором (а) і з натягом (б)

Ймовірність появи з'єднань із зазором в інтервалі від $x_3 = 85$ мкм до $x_4 = 172$ мкм (рис. 6) визначиться таким чином:

$$z_3 = (85 - 90,4) / 9,15 = -0,5; \quad z_4 = (172 - 90,4) / 9,15 = 8,85$$

Тоді отримуємо: $P(S) = 0,4778 - 0,2224 = 0,2554$.

Приклад 5. У посадці $\varnothing 110H8/u8$ (мкм): $ES = +54$, $EI = 0$, $E_{\text{сеп}} = 27$;

$TD = 27$; $es = +198$, $ei = +144$, $e_{\text{сеп}} = +171$, $Td = 54$.

$$N_{\text{сеп}} = 171 + 0,1(54 + 34) - 15 = 154,8 \text{ мкм}; \quad t_{\Sigma p} = \sqrt{54^2 + 54^2} = 76,38 \text{ мкм};$$

$$N_{p_{\text{max}}} = 154,8 + 0,5 \cdot 76,38 = 192,98 \text{ мкм}; \quad N_{p_{\text{min}}} = 154,8 - 0,5 \cdot 76,38 = 116,62 \text{ мкм}.$$

За формулою (2.134):

$$\sigma_x = (196,8 - 116,62) / 6 = 12,73 \text{ мкм}.$$

Потрібно визначити ймовірність появи з'єднань з натягом, наприклад, в інтервалі від $x_1 = 154,8$ мкм до $x_2 = 180$ мкм (рис. 6, б). Тоді

$$x_1 = (154,8 - 154,80) / 12,73 = 0; \quad x_2 = (180 - 154,8) / 12,73 = 1,98.$$

Отримуємо $P(N) = 0,4761 - 0 = 0,4761$.

У перехідних посадках найчастіше потрібно визначити ймовірність появи з'єднань зазором і ймовірність появи з'єднань з натягом. Тут можуть бути два граничних випадки. Перший, коли в перехідній посадці $|S_{p_{\text{max}}}| > |N_{p_{\text{max}}}|$ (рис. 7, а), і другий, коли $|S_{p_{\text{max}}}| < |N_{p_{\text{max}}}|$ (рис. 7, б).

У першому випадку визначають імовірність появи з'єднань із натягом $P(N)$ (заштрихована область на рис. 7, а). Імовірність появи з'єднань із зазором у цьому випадку $P(S) = 1 - P(N)$.

У другому випадку визначають імовірність появи з'єднань із зазором $P(S)$ (заштрихована область на рис. 7, б). Імовірність появи з'єднань із натягом $P(N) = 1 - P(S)$.

Так, наприклад, посадка H7/js6 відноситься до першого, а посадка H7/k6 до другого випадків.

Приклад 6. У посадці $\varnothing 45H7/js6$ (мкм):

$$ES = +25, EI = 0, E_{\text{сер}} = +12,5, TD = 25; es = +8, ei = -8, e_{\text{сер}} = 0, Td = 16.$$

$$S_{\text{сер}} = 12,5 - 0 - 0,1(25 + 16) = 8,4 \text{ мкм}; t_{\Sigma p} = \sqrt{25^2 + 16^2} = 29,68 \text{ мкм};$$

$$S_{\text{pmax}} = 8,4 + 0,5 \cdot 29,68 = 23,24 \text{ мкм}; \sigma_s = (23,24 + 6,44) / 6 = 4,95.$$

Значення x_1 і x_2 , що відсікають область з'єднань з натягом: $x_1 = 0$ і $x_2 = -6,44$ мкм. Тоді $z_1 = (0 - 8,4) / 4,95 = -1,7$; $z_2 = (-6,44 - 8,4) / 4,95 = -3$.

Використавши табл. В.1 [3], знаходимо, що ймовірність з'єднань із натягом $P(N) = 0,4986 - 0,4554 = 0,0432$, а ймовірність ж появи з'єднань із зазором $P(S) = 1 - 0,0432 = 0,9568$.

Приклад 7. Для посадки $\varnothing 45H7/k6$ (мкм):

$$ES = 25, EI = 0, E_{\text{сер}} = 12,5, TD = 25; N_{\text{сер}} = 12,5 - 10 - 0,1(25 + 16) = -1,6 \text{ мкм};$$

$$t_{\Sigma p} = \sqrt{25^2 + 16^2} = 29,68 \text{ мкм}.$$

$$S_{\text{pmax}} = -1,6 + 0,5 \cdot 29,68 = 13,24 \text{ мкм}; N_{\text{pmax}} = 1,6 + 0,5 \cdot 29,68 = 16,44 \text{ мкм}.$$

$$\sigma_s = 29,68 / 6 = 4,95.$$

Значення x_1 і x_2 , що обмежують область з'єднань з зазором: $x_1 = 0$, $x_2 = 13,24$ мкм. Тоді $z_1 = [(0 - (-1,6)) / 4,95 = 0,32$; $z_2 = [13,24 - (-1,6)] / 4,95 = 3$.

За даними табл. В.1 [3] знаходимо ймовірність появи з'єднань із зазором $P(S) = 0,4986 - 0,1255 = 0,3731$.

Імовірність появи з'єднань із натягом $P(N) = 1 - 0,3731 = 0,6269$.

Приклад 8. У посадці $\varnothing 45H7/m6$: $S_{pmax} = 6,24$ мкм,

$N_{pmax} = 23,44$ мкм, $N_{сер} = -8,6$ мкм, $\sigma_s = 4,95$ мкм.

Потрібно визначити ймовірність появи з'єднань із натягом, наприклад, в інтервалі від $x_1 = -5$ мкм до $x_2 = 4,95$ мкм (рис. 2.211, в). Тоді

$z_1 = [-5 - (-8,4)] / 4,95 = 0,72$; $z_2 = [-15 - (-8,6)] / 4,95 = -1,29$;

$z_3 = [-8,6 - (-8,6)] / 4,95 = 0$.

Імовірності появи сполучень в інтервалах:

$x_3 \dots x_1$ $P(N) = 0,2642 - 0 = 0,2642$; $x_3 \dots x_2$ $P(N) = 0,4015 - 0 = 0,4015$;

$x_1 \dots x_2$ $P(N) = 0,2642 + 0,4015 = 0,6657$.

Приклад 9. Дано з'єднання

$\varnothing 60 \frac{H7^{(+0,030)}}{m6^{(+0,030/+0,011)}}$. Натяг може бути в границях

від 0 до 30 мкм, зазор від 0 до 19 мкм. Допуск посадки, рівний сумі допусків отвору і вала, становить 49 мкм. Враховуємо, що розсіювання розмірів отвору і вала, а також зазорів (натягів) підпорядковується закону нормального розподілення і допуск деталей дорівнює полю розсіювання, тобто $T = 6\sigma$. Враховуючи прийняті умови, маємо:

$$\sigma_D = TD / 6 = 30 / 6 = 5 \text{ мкм}; \quad \sigma_d = 19 / 6 = 3,17 \text{ мкм}$$

Середній квадратичний відхил:

$$\sigma_{noc} = \sqrt{\sigma_D^2 + \sigma_d^2} = \sqrt{5^2 + 3,17^2} \approx 6 \text{ мкм.}$$

За середніх розмірів отвору і вала маємо натяг 5,5 мкм. Враховуємо ймовірність того, що значення натягу – в межах від 0 до 5,5 мкм, тобто знайдемо площу, що

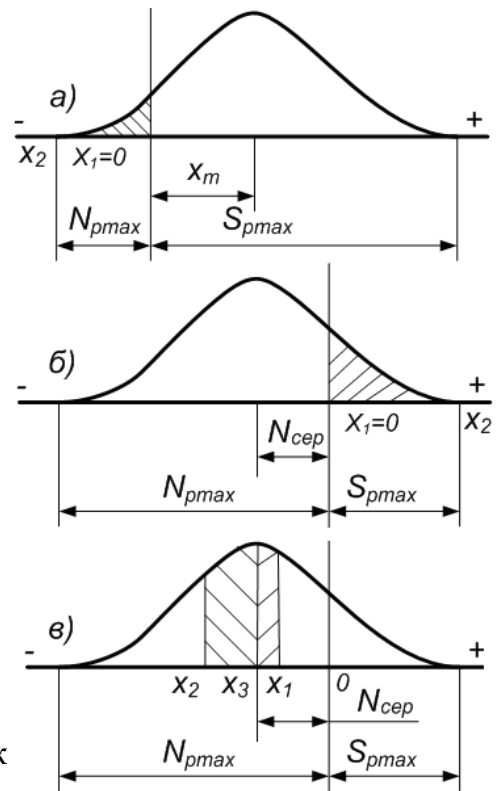


Рис. 7. До визначення ймовірності появи з'єднань з зазором і ймовірності появи з'єднань з натягом

обмежена лінією симетрії кривої і ординатою, що розташована на відстані 5,5 мкм від лінії симетрії.

Для даного прикладу

$$x = 5,5 \text{ мкм}, z = x / \sigma_{\text{пос}} = 5,5 / 6 = 0,91.$$

За табл. В.1 [3] знаходимо $\Phi(0,91) = 0,3186$. Імовірність одержання натягів у з'єднанні: $P_N = 0,5 + \Phi(x) = 0,5 + 0,3186 = 0,8186$ або 81,86 %.

Імовірність одержання зазорів у з'єднанні:

$$P'_S = 1 - P'_N = 1 - 0,8186 = 0,1814 \text{ або } 18,4\%.$$

Імовірний натяг

$$-5,5 - 3\sigma = -5,5 - 3 \cdot 6 = -23,5 \text{ мкм}$$

і зазор

$$-5,5 + 3\sigma = -5,5 + 3 \cdot 6 = +12,5 \text{ мкм практично є граничними.}$$

ЛІТЕРАТУРА

1. Дунаев П. Ф. Допуски и посадки. Обоснование выбора: учеб. пособие [для студентов машиностроительных вузов] / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов, Л. П. Варламова. – М.: Высш. шк., 1984. – 112 с.
2. Взаємозамінність та технічні виміри: [навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.] / [Г. О. Іванов, Д. В. Бабенко, С. І. Пастушенко, О. В. Гольдшмідт. – К.: Видавництво “Аграрна освіта”, 2006. – 335 с.
3. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Практикум : підруч. для студ. вищ. навч. закл. освіти / Г. О. Іванов, В. С. Шебанін, Д. В. Бабенко, Полянський П.М.; за ред. Г. О. Іванова і В. С. Шебаніна. – Миколаїв : МНАУ, 2016. – 388 с.
4. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання [підручник для студ. вищ. навч. закл.] / Г.О. Іванов, В.С. Шебанін, Д.В. Бабенко та ін; за ред. Г.О. Іванова і В.С. Шебаніна. – [2-е вид., перероб. і допов.]. – К.: Видавництво „Аграрна освіта”, 2010. – 577 с.

5. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Курсове проектування [навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.] / Г.О. Іванов, В.С. Шебанін, Д.В. Бабенко та ін; за ред. Г.О. Іванова і В.С. Шебаніна. – К.: Видавництво „Аграрна освіта”, 2011. – 291 с.

6. Единая система допусков и посадок СЭВ в машиностроении и приборостроении: справочник в 2 т. – [2-е изд., перераб. и доп.]. М.: Издательство стандартов, 1989. Т. 1. – 263 с.

7. Единая система допусков и посадок СЭВ в машиностроении и приборостроении: справочник в 2 т. – [2-е изд., перераб. и доп.]. – М.: Издательство стандартов, 1989. Т. 2: Контроль деталей. – 208 с.

8. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч. / В. Д. Мягков, М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. – [6-е изд., перераб. и доп.]. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1983. Ч. 2. – 448 с.

9. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч. / В. Д. Мягков, М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. – [6-е изд., перераб. и доп.]. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1982. Ч. 1. – 543 с.

10. Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять: ДСТУ 3321:2006. – [Чинний від 2006-10-01]. – Видання офіційне. К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 51 с. – (Національний стандарт України).

Расчет и выбор переходных посадок имеет важное значение для неподвижных, но разъемных соединений и для более точного центрирования деталей. Характер посадок определяется вероятностью появления в них натягов и зазоров.

Расчеты вероятности натягов и зазоров основываются на нормальном распределении размеров деталей при изготовлении. Распределение натягов и зазоров в этом случае также подчиняется нормальному закону, а вероятность их появления определяется с помощью интегральной функции вероятности.