

ПРИНЦИПИ ЕКВІВАЛЕНТНОСТІ ЗАМІНИ НЕЗАЛЕЖНОГО ДОПУСКУ НА ЗАЛЕЖНИЙ

Г.О.Іванов, кандидат технічних наук, доцент

Д.В.Бабенко, кандидат технічних наук, професор

С.А.Голішевський, студент

Ю.В.Драгомарецький, студент

О.М.Чабаненко, студент

Миколаївський державний аграрний університет

Викладено принципи еквівалентності заміни незалежного допуску на залежний. Наведено розрахункові формули. Дано приклади розрахунків незалежних допусків розташування для деталей спряжень

Коли в конструкторській документації, що діє, допуски розташування вказані незалежними, а їх контроль можливий тільки комплексними калібрами, то повинна бути проведена заміна незалежного допуску на залежний. Заміна може бути еквівалентна і нееквівалентна.

Еквівалентною заміною називається таке зменшення допуску розташування без зміни допусків розмірів поверхонь, що координуються, або зменшення допуску розташування і допусків розмірів координуючих поверхонь, коли гранично допустиме відхилення розташування при залежному допуску становиться рівним вказаному на кресленні незалежному допуску.

Еквівалентна заміна незалежного допуску на залежний повинна виконуватися за формулами:

- для допусків співвісності, симетричності, перетину вісей

$$T_{c1} = T_c - (T_1 - T_2); \quad (1)$$

- для допусків відстані між вісями поверхонь, завданих граничним симетричним відхиленням розміру від номінального значення $\pm \delta L$

$$\delta L_1 = \delta L - \frac{T_1 + T_2}{2}, \quad (2)$$

де T_{c1} , δL_1 – еквівалентне значення залежного допуску або граничного симетричного відхилення розміру; T_c , δL – вказані на кресленні незалежні допуски або граничне симетричне відхилення розміру; T_1 , T_2 – допуски розмірів поверхонь, що координуються (для нарізних поверхонь – допуск середнього діаметру різі).

Нееквівалентною заміною незалежному допуску на залежний називається зміна на кресленні виду допуску без зміни його величини. Коли виклик нееквівалентною заміною збільшення нерівномірності зазору в спряженні (зі збільшенням найбільшого зазору при збереженні розрахункового значення найменшого зазору) не впливає на функціональні параметри виробу, тобто вимога взаємозамінності зводиться тільки до забезпечення безпідгінного складання, то така зміна виду допуску розташування

допускається без додаткових розрахунків і зміни величин допусків розташування і розмірів координуючих поверхонь спряженої деталі. Коли зазор в спряженні деталей є складовою ланкою функціонального розмірного ланцюга, то зміна виду допуску розташування розглянутої деталі повинно проводитися паралельно з сумарним зменшенням допуску розташування і допусків розмірів координуючих поверхонь спряженої деталі; при цьому сумарний допуск спряженої деталі

$$T_C + (T_1 + T_2) \text{ або } \delta L + \frac{T_1 + T_2}{2} \quad (3)$$

повинен бути зменшений на суму або півсуму допусків розмірів координуючих поверхонь розглянутої деталі.

Нееквівалентна заміна незалежного допуску розташування на залежний доцільна для складних корпусних деталей; підвищення вимог до точності розташування і розмірів координуючих поверхонь спряженої деталі (наприклад, вала), які викликаються такою заміною; звичайно не викликають технологічних труднощів.

Результати заміни незалежного допуску на залежний повинні бути відображені в конструкторській документації.

В граничному випадку сума допусків (сумарний допуск) розташування буде:

$$T_{C1} + T_{C2} = S_{\min 1} + S_{\min 2}; \quad (4)$$

$$T_{R1} + T_{R2} = S_{\min 1} + S_{\min 2}; \quad (5)$$

$$\delta L_1 + \delta L_2 = (S_{\min 1} + S_{\min 2})/2. \quad (6)$$

Сумарний допуск, розрахований за формулами (4), (5) або (6), розподіляється між спряженими деталями залежно від складності виготовлення і контролю кожної із спряжених деталей (приклади розрахунку наведено нижче). Коли з'єднання деталей багатоступінчасте, то розрахунок повинен проводитися для кожної ступені.

Приклад 1. Назначити незалежні допуски розташування для деталей спряження, що зображені на рис. 1.

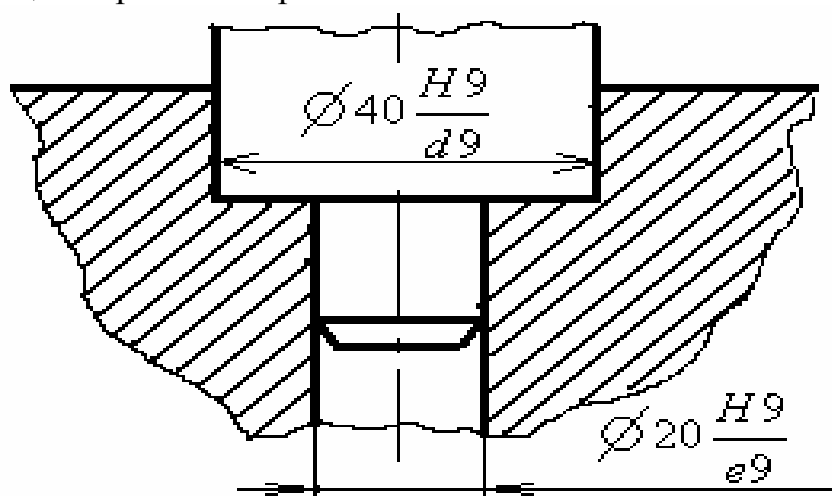


Рис. 1. Спряження деталей

Розрахунок провести методом “мінімум-максимум”. Знаходимо величини відхилень розмірів координуючих поверхонь корпусної деталі $\text{Ø}40\text{H}9^{(+0,062)}$; $\text{Ø}20\text{H}9^{(+0,052)}$ і спряженого вала $\text{Ø}40\text{d}9^{(-0,080)}$; $\text{Ø}20\text{e}8^{(-0,040)}$.

Визначаємо найменші зазори посадок: $\text{Ø}40\text{H}9/\text{d}9$

$$S_{\min 1} = 0 - (-0,080) = 0,080 \text{ мм} = 80 \text{ мкм};$$

$$\text{Ø}20\text{H}9/\text{e}8 \quad S_{\min 2} = 0 - (-0,040) = 0,040 \text{ мм} = 40 \text{ мкм}.$$

Рахуємо сумарний допуск співвісності:

$$T_{c1} + T_{c2} = S_{\min 1} + S_{\min 2} = 80 + 40 = 120 \text{ мкм}.$$

Розподіляємо сумарний допуск співвісності між спряженими деталями залежно від складності виготовлення і контролю. Враховуючи найбільшу складність виготовлення і контролю корпусної деталі, розподіляємо сумарний допуск розташування, вилучивши більшу його частину корпусної деталі: $T_{c1} = 80 \text{ мкм}$, $T_{c2} = 40 \text{ мкм}$ (рис. 2 і 3).

Визначаємо найменший імовірний зазор в сполученні деталей: найменший середній зазор посадки

$$S_{\text{сеп}} = \frac{S_{\min 1} + S_{\min 2}}{2} = \frac{80 + 40}{2} = 60 \text{ мкм};$$

середній допуск розміру координуючих поверхонь

$$T_{\text{сеп}} = \frac{\sum_{i=1}^4 T_i}{4} = \frac{62 + 52 + 62 + 33}{4} = 52,25 \text{ мкм}.$$

За табл. А 14 [1], при $S_{\text{сеп}} = 60 \cdot \text{мкм}$ і $T_{\text{сеп}} = 52,25 \text{ мкм}$ знаходимо інтерполяцією $C = 7,91 \text{ мкм} \approx 8 \text{ мкм}$.

Таким чином, при розрахунку допусків розташування методом „мінімум-максимум” в сполученні деталей з імовірністю 0,9973 буде зазор не менше 8 мкм.

Приклад 2. За умовою прикладу 1 провести розрахунок допусків розташування імовірним методом, набути з імовірністю 0,9973 зазор в спряженні деталей не менше 1 мкм.

Із прикладу 1 знаходимо: найменші зазори посадок $S_{\min 1} = 80 \text{ мкм}$; $S_{\min 2} = 40 \text{ мкм}$; середній допуск розміру поверхні, що координується, $T_{\text{сеп}} = 52,25 \text{ мкм}$.

За табл. А 15 [1], при $S_{\text{сеп}} = 60 \text{ мкм}$ і $T_{\text{сеп}} = 52,25 \text{ мкм}$ знаходимо інтерполяцією значення розрахункового коефіцієнта $t = 1,139$.

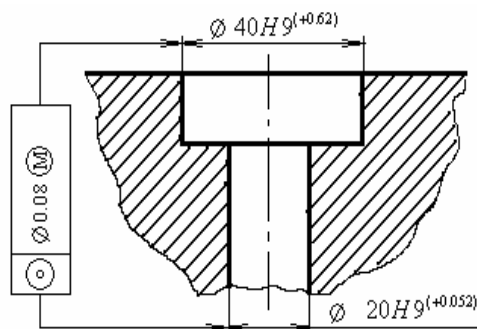


Рис. 2. Координуючі поверхні корпусної деталі поверхні

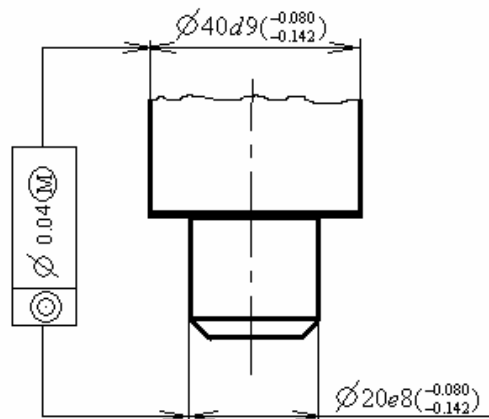


Рис. 3. Координуючі ступінчастого валика

Визначаємо сумарний допуск співвісності

$$T_{c1} + T_{c2} = t(S_{\min 1} + S_{\min 2}) = 1,139(80 + 40) = 136 \cdot \text{мкм.}$$

Розподіляємо сумарний допуск співвісності між сполученими деталями $T_{c1} = 80 \cdot \text{мкм}$; $T_{c2} = 56 \cdot \text{мкм}$.

Як видно із прикладу, при імовірному методі розрахунку сумарний допуск співвісності збільшився на 16 мкм проти методу розрахунку „максимум-мінімум”, а складальність деталей із зазором не менше 1 мкм забезпечується з імовірністю 0,9973, тобто з практичною вірогідністю.

Приклад 3. Зазначити залежні допуски розташування для деталей спряження, яке зображено на рис. 4. Розрахунок провести методом „мінімум-максимум”. Знаходимо величини відхилень розмірів координуючих поверхонь: планка зі штифтами (складальна одиниця) $\varnothing 30e8^{(-0,040)}$; $\varnothing 40d8^{(-0,080)}$. планка з отворами $\varnothing 30H7^{(+0,021)}$; $\varnothing 40H7^{(+0,025)}$.

Визначаємо найменші зазори посадок:

$$\varnothing 30 \frac{H7}{e8} \quad S_{\min 1} = 0 - (-0,040) = 0,040 \text{ мм} = 40 \text{ мкм};$$

$$\varnothing 40 \frac{H7}{d8} \quad S_{\min 2} = 0 - (-0,080) = 0,080 \text{ мм} = 80 \text{ мкм.}$$

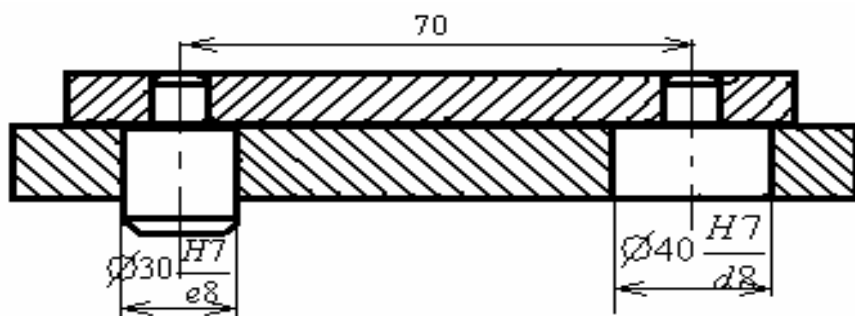


Рис. 4. Спряження деталей

Визначаємо сумарні граничні симетричні відхилення відстаней між всіма від номінального значення:

$$\delta L_1 + \delta L_2 = \frac{S_{\max 1} + S_{\max 2}}{2} = \frac{40 + 80}{2} = 60 \text{ мкм.}$$

Розподіляємо сумарний допуск між спряженими деталями в залежності від складності виготовлення:

$$\delta L_1 = 30 \text{ мкм}; \delta L_2 = 30 \text{ мкм} \text{ (див. рис. 5 і 6).}$$

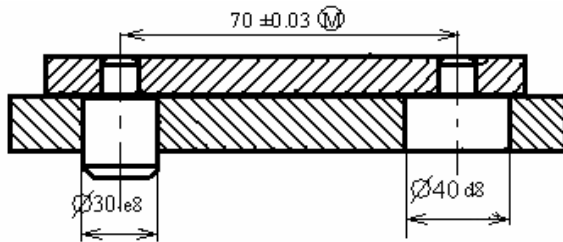


Рис. 5. Штифтова планка

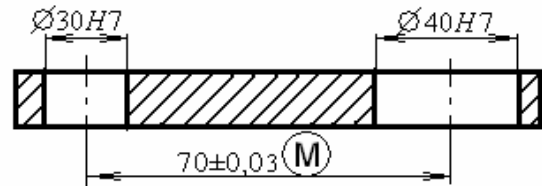


Рис. 6. Планка з отворами

Можливо інше розподілення сумарного допуску, наприклад:

$$\delta L_1 = 40 \text{ мкм}; \delta L_2 = 20 \text{ мкм.}$$

Розрахуємо найменший зазор в спряженні деталей:

$$\text{середній зазор посадок } S_{\text{сеп}} = \frac{S_{\min 1} + S_{\min 2}}{2} = \frac{40 + 80}{2} = 60 \text{ мкм};$$

середній допуск розміру координуючих поверхонь

$$T_{\text{сеп}} = \frac{\sum_{i=1}^4 T_i}{4} = \frac{-40 - (-73) + [-80 - (-119)] + 21 + 25}{4} = 29,5 \text{ мкм.}$$

За табл. А 14 [1], при $S_{\text{сеп}} = 60 \text{ мкм}$ і $T_{\text{сеп}} = 29,5 \text{ мкм}$ знаходимо інтерполяцією $C = 9,2 \text{ мкм} \approx 9 \text{ мкм}$.

Таким чином, при розрахунку допуску розташування методом „мінімум-максимум” в сполученні деталей з імовірністю 0,9973 зазор складає не менше 9 мкм.

Приклад 4. За умовою прикладу 3 провести розрахунок допусків розташування імовірним методом, набути з імовірністю 0,9973 зазор в спряженні деталей не менше 1 мкм.

Із прикладу 3 знаходимо: найменші зазори посадок $S_{\min 1} = 40 \text{ мкм}$, $S_{\min 2} = 80 \text{ мкм}$; середній зазор посадок $S_{\text{сеп}} = 60 \text{ мкм}$; середній допуск розміру поверхні, яка координується, $T_{\text{сеп}} = 29,5 \text{ мкм}$.

За табл. А 15 [1], при $S_{\text{сеп}} = 60 \text{ мкм}$ і $T_{\text{сеп}} = 29,5 \text{ мкм}$ знаходимо інтерполяцією значення розрахункового коефіцієнта $t = 1,171$.

Визначаємо сумарне граничне симетричне відхилення відстаней між всіма від номінального значення

$$\delta L_1 + \delta L_2 = t \left(\frac{S_{сер1} + S_{сер2}}{2} \right) = 1,171 \left(\frac{40 + 80}{2} \right) = 70,26 \text{ мкм} \approx 70 \text{ мкм.}$$

Розподіляємо сумарний допуск співвісності між спряженими деталями $\delta L_1 = 35 \text{ мкм}$, $\delta L_2 = 35 \text{ мкм}$.

ЛІТЕРАТУРА

1. Степанов Р.А. Теоретические основы обеспечения точности в машиностроении на базе комплексного анализа зависимых и независимых допусков. – Ч. 1. – Саратов, 1985. - 106 с.