

## РОЗРАХУНКИ РОЗМІРНИХ ЛАНЦЮГІВ

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

*П.М. Полянський, кандидат економічних наук, доцент*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Наведено основні теоретичні положення розмірних ланцюгів. Розглянуто приклади розрахунку розмірних ланцюгів складанної одиниці проміжного валика передавального механізму редуктора методами максимум-мінімуму та ймовірним та технологічного розмірного ланцюга вала методом максимум-мінімуму.*

*Ключові слова: розмірний ланцюг, ланки збільшувальні, зменшувальні, замикальні, допуск, відхили, максимум-мінімум, ймовірний.*

*Розмірним ланцюгом називають сукупність розмірів, що створюють замкнутий контур і безпосередньо беруть участь у вирішенні поставленого завдання. Розміри, що створюють розмірний ланцюг, називають ланками розмірних ланцюгів.*

*Метод повної взаємозамінності. Розглянемо основні співвідношення і порядок розрахунку розмірних ланцюгів з паралельними ланками за методом повної взаємозамінності (максимум-мінімуму).*

*Номинальний розмір замикальної ланки:*

$$A_{\Delta} = \sum_{i=1}^n A_{i\delta} - \sum_{i=1}^p A_{i\text{зм}}, \quad (1)$$

*де  $n$  і  $p$  – число відповідно збільшувальних і зменшувальних ланок, тобто  $n+p=m-1$ . Тут  $m$  – загальне число ланок.*

*Рівняння граничних розмірів замикальної ланки має вигляд:*

$$A_{\Delta\text{max}} = \sum_{i=1}^n A_{i\delta\text{max}} - \sum_{i=1}^p A_{i\text{змmin}}; \quad (2)$$

$$A_{\Delta min} = \sum_{i=1}^n A_{i3b min} - \sum_{i=1}^p A_{i3m max}. \quad (3)$$

Рівняння граничних відхилів розміру замикальної ланки має вигляд:

$$\Delta_b A_{\Delta} = \sum_{i=1}^n \Delta_b A_{i3b} - \sum_{i=1}^p \Delta_n A_{i3m}; \quad (4)$$

$$\Delta_n A_{\Delta} = \sum_{i=1}^n \Delta_n A_{i3b} - \sum_{i=1}^p \Delta_b A_{i3m}. \quad (5)$$

Тут  $\Delta_b A_{\Delta}, \Delta_n A_{\Delta}$  – відповідно верхній та нижній граничні відхили замикальної ланки;  $\Delta_b A_{i3b}, \Delta_n A_{i3b}$  – відповідно верхній та нижній граничні відхили збільшувальної ланки;  $\Delta_b A_{i3m}, \Delta_n A_{i3m}$  – відповідно верхній та нижній граничні відхили зменшувальної ланки.

У цих рівняннях нижні і верхні відхили збільшувальних і зменшувальних розмірів будуть зі своїми знаками.

Допуск замикальної ланки дорівнює:

$$TA_{\Delta} = TA_1 + TA_2 + \dots + TA_{m-1}, \quad (6)$$

тобто допуск замикальної ланки дорівнює сумі абсолютних значень допусків складових ланок.

За розрахунками розмірних ланцюгів визначають число одиниць допуску за формулами:

при застосуванні метода максимум-мінімуму

$$k = TA_{\Delta} / \sum_{i=1}^{n+p}; \quad (7)$$

із застосуванням положень теорії імовірності

$$k = (TA_{\Delta} - \sum_{i=1}^{n+p} TA_i) / \sqrt{\sum_{i=1}^{n+p} i^2}. \quad (8)$$

Для визначення граничних відхилів у розрахунок вводять середній відхил, тобто середину поля допуску:

$$\Delta_o A_i = (\Delta_b A_i + \Delta_n A_i) / 2 \quad (9)$$

де  $\Delta_b A_i$  і  $\Delta_n A_i$  підставляються зі своїми знаками.

Тоді граничні відхили  $i$ -ої ланки:

$$\Delta_6 A_i = \Delta_0 A_i + TA_i / 2; \quad \Delta_n A_i = \Delta_0 A_i - TA_i / 2. \quad (10)$$

Аналогічні формули для замикальної ланки:

$$\Delta_6 A_\Delta = \Delta_0 A_\Delta + TA_\Delta / 2; \quad \Delta_n A_\Delta = \Delta_0 A_\Delta - TA_\Delta / 2. \quad (11)$$

Співвідношення між середніми відхилами замикальної та складальними ланками таке:

$$\Delta_0 A_\Delta = \sum_{i=1}^n \Delta_0 A_{i33} - \sum_{i=1}^p \Delta_0 A_{i33}. \quad (12)$$

Приклад 1. Дано розміри і допуски складанної одиниці проміжного валика передавального механізму (рис. 1, а).

Визначити номінальне значення, допуск і граничні відхили, а також граничні розміри замикальної ланки. Розрахунок провести методом повної взаємозамінності.

Розв'язання.

Ланки  $A_1 = 55h8_{-0,046}$ ,  $A_2 = A_5 = 2,2h8_{-0,014}$  є зменшувальними;

ланки  $A_3 = 20H9^{+0,052}$  і  $A_4 = 40H9^{+0,062}$  – збільшувальними (на ланки  $A_3$  і  $A_4$  призначені допуски із більш грубого квалітету з обліком підвищеної складності обробки корпусних деталей).

Допуски ланок виписуємо із табл. Г.10 [3], мкм:

$$TA_1 = 46; \quad TA_2 = TA_5 = 14;$$

$$TA_3 = 52; \quad TA_4 = 62.$$

Креслимо розмірний ланцюг (рис. 1, б).

Номінальне значення замикальної ланки обчислюємо за формулою (1):

$$A_\Delta = A_3 + A_4 - (A_1 + A_2 + A_5) = 20 + 40 - (2,2 + 55 + 2,2) = 0,6 \text{ мм.}$$

Допуск замикальної ланки визначаємо за формулою (6):

$$TA_\Delta = TA_1 + TA_2 + TA_3 + TA_4 + TA_5 = 46 + 14 + 52 + 62 + 14 = 188 \text{ мкм.}$$

Граничні відхили замикальної ланки обчислюємо за формулами (4 і 5):

$$\Delta_6 A_\Delta = \Delta_6 A_3 + \Delta_6 A_4 - (\Delta_n A_1 + \Delta_n A_2 + \Delta_n A_5) = 52 + 62 - (-46 - 14 - 14) = 188 \text{ мкм;}$$

$$\Delta_n A_\Delta = \Delta_n A_3 + \Delta_n A_4 - (\Delta_6 A_1 + \Delta_6 A_2 + \Delta_6 A_5) = 0.$$

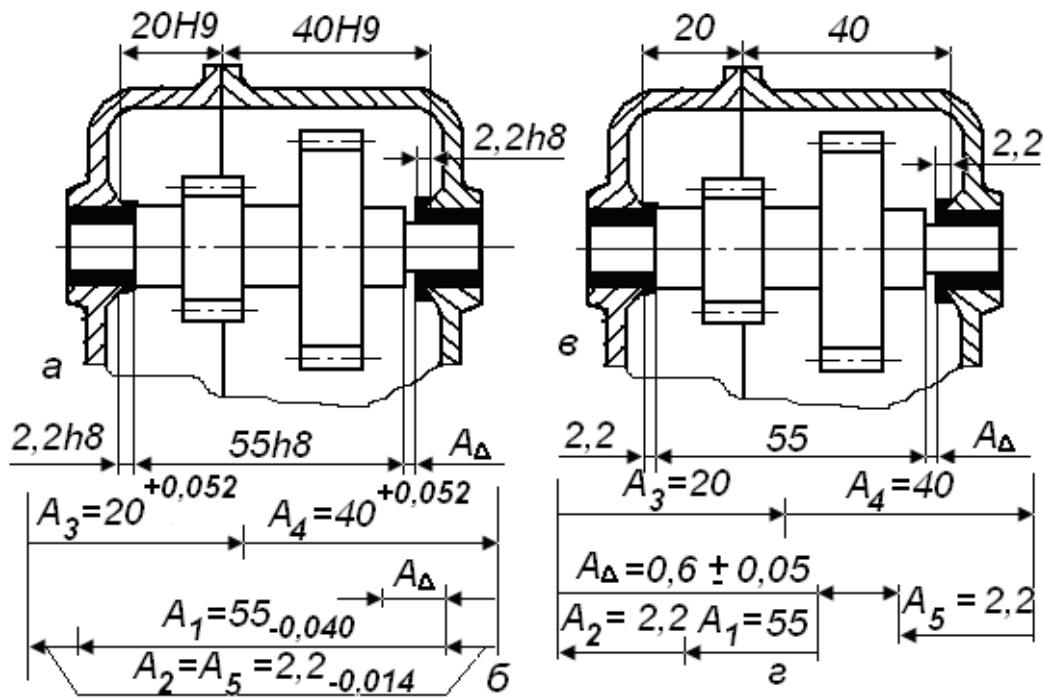


Рис. 1. Ескізи (а, в) і розмірні ланцюги (б, з) складанної одиниці проміжного валика передавального механізму

Граничні розміри замикальної ланки визначаємо за формулами (2 і 3):

$$A_{\Delta_{max}} = A_{\Delta} + \Delta_{\Delta} A_{\Delta} = 0,60 + 0,188 = 0,788 \text{ мм};$$

$$A_{\Delta_{min}} = A_{\Delta} + \Delta_{\Delta} A_{\Delta} = 0,60 + 0 = 0,600 \text{ мм}.$$

Приклад 2. Задано номінальні розміри і замикальний розмір  $A_{\Delta} = 0,6 \pm 0,5$  мм (відхили намічені, виходячи із умов роботи механізму) складанної одиниці проміжного валика передавального механізму (рис. 1, з). Визначити допуски і граничні відхили розмірів.

Розв'язання. Оскільки розмірний ланцюг складається із порівняно невеликої кількості ланцюгів, що мають різну величину, то розрахунок проводимо методом максимум-мінімум з допусками одного квалітету. Складаємо схему розмірного ланцюга (рис. 1, б), з якої бачимо, що ланки  $A_3$  і  $A_4$  є збільшувальними, ланки  $A_1$ ,  $A_2$  і  $A_5$  – зменшувальними.

Знаходимо допуск замикальної ланки  $TA_{\Delta} = 0,05 - (-0,05) = 0,100$  мм (відповідає **IT12**). Із табл. 2.58 [3] виписуємо значення одиниць допусків складових ланок:

$$A_1 = 55 \text{ мм}, i_1 = 1,86 \text{ мкм}; A_2 = A_5 = 2,2 \text{ мм}, i_2 = i_5 = 0,55 \text{ мкм};$$

$$i_2 = i_5 = 0,55 \text{ мкм}; A_3 = 20 \text{ мм}, i_3 = 1,31 \text{ мкм}; A_4 = 40 \text{ мм}, i_4 = 1,56 \text{ мкм}.$$

Число одиниць допуску знаходимо за формулою (2):  
 $k = 100 / (1,86 + 0,55 + 1,53 + 0,55) = 17,2$  од. допуску, що відповідає 7-му квалітету ( $k = 16$ ).

На складові ланки назначаємо допуски за *IT7*, мкм (табл. Г.10 [3]):

$$TA_1 = 30; TA_2 = TA_5 = 10; TA_3 = 21; TA_4 = 25.$$

За таких допусків не забезпечується рівність суми складових ланок допуску замикальної ланки [див. формулу (6)]:

$$\sum_{i=1}^5 TA_i = 0,030 + 0,010 + 0,021 + 0,025 + 0,010 = 0,096 < TA_\Delta = 0,100 \text{ мм}.$$

Тому зробимо одну ланку, наприклад  $A_2$ , коригуючою, допуск якої обчислимо за формулою:

$$TA_2 = TA_\Delta - \sum_{i=1}^{m-2} TA_i = 100 - (30 + 21 + 25 + 10) = 14 \text{ мкм}, \text{ що відповідає } IT8.$$

Знаходимо граничні відхили складових ланок (табл. Г.10 [3]). Намічаємо поля допусків *h7* на розміри  $A_1$  і  $A_5$ , *h8* на розмір  $A_2$ , *JS7* – на розміри корпусу  $A_3$  і  $A_4$ . Тоді складальні розміри з граничними відхилами будуть такими:

$$A_1 = 55_{-0,030}; A_2 = 2,2_{-0,014}; A_3 = 20 \pm 0,0105; A_4 = 40 \pm 0,0125; A_5 = 2,2_{-0,010}.$$

Граничні відхили замикальної ланки визначаємо за формулами (4 і 5):  
 $\Delta_e A_\Delta = +0,0105 + 0,0125 - (-0,030 - 0,010 - 0,014) = +0,077 \text{ мм};$

$$\Delta_n A_\Delta = -0,105 - 0,0125 - 0 = -0,023 \text{ мм}.$$

Оскільки  $TA_\Delta = \Delta_e A_\Delta - \Delta_n A_\Delta = 0,077 - (-0,023) = 0,100 \text{ мм}$ , розрахунок проведено правильно. Проте поле допуску замикальної ланки розміщено не симетрично, як було за умовою задачі. За необхідності дотримання поставленої умови доведеться призначити на всі складальні розміри поля допусків *JS*.

Недоліком зробленого розрахунку може бути висока точність складальних ланок. Допуски цих ланок можна збільшувати за рахунок

збільшення допуску замикальної ланки (це не завжди можливо або бажано) чи шляхом обчислення допусків за ймовірним методом.

Приклад 3. Визначити допуск замикальної ланки для розмірного ланцюга (рис. 1, в) ймовірним методом.

Розв'язання. Визначення допусків і граничних відхилів складових ланок, а також номінального значення замикальної ланки  $A_4$  викладено у прикладі 1. Схему розмірного ланцюга дано на рис. 1, б.

Допуск замикальної ланки знаходимо за формулою:

$$TA_4 = \sqrt{TA_1^2 + TA_2^2 + TA_3^2 + TA_4^2 + TA_5^2} = \sqrt{46^2 + 14^2 + 52^2 + 62^2 + 14^2} = \\ = 97 \text{ мкм} \approx 100 \text{ мкм}, \text{ що відповідає IT12.}$$

За формулою (8) визначаємо середні відхили складових ланок, мкм:

$$\Delta_0 A_1 = -23 ; \Delta_0 A_2 = \Delta_0 A_5 = -7 ; \Delta_0 A_3 = +26 ; \Delta_0 A_4 = +31.$$

Середній відхил замикальної ланки знаходимо за формулою (13):

$$\Delta_0 A_4 = 26 + 31 - (-23 - 7 - 7) = +94 \text{ мкм.}$$

Граничні відхили замикальної ланки визначаємо за формулою (12), мкм:

$$\Delta_e A_4 = 94 + 0,5 \cdot 100 = +144 ; \Delta_n A_4 = 94 - 0,5 \cdot 100 = +44. \text{ Тоді } A_4 = 0,6^{+0,144}_{+0,044}.$$

Застосування ймовірного методу для розрахунку розмірного ланцюга дало можливість підвищити точність замикальної ланки за рахунок зменшення допуску практично у 2 рази.

Приклад 4. Визначити допуски і граничні відхили розмірів складаної одиниці (рис. 1, в) ймовірним методом. Замикальний розмір  $A_4 = 0,6$  мм;  $TA_4 = 100$  мкм.

Розв'язання. Складаємо схему розмірного ланцюга (рис. 1, з), з якої бачимо, що ланки  $A_3$  і  $A_4$  є збільшувальними, а ланки  $A_1$ ,  $A_2$  і  $A_3$  – зменшувальними. Розрахунок проводимо способом допусків одного квалітету.

Значення одиниць допуску складових ланок беремо з прикладу 2.

Підраховуємо число одиниць допуску для даного розмірного ланцюга за формулою (8):  $k = 100 / \sqrt{1,86^2 + 0,55^2 + 1,31^2 + 1,56^2 + 0,55^2} = 35,2$ . Значення

$k$  є між восьмим і дев'ятим квалітетами:  $k = 25$  (*IT8*);  $k = 40$  (*IT9*). Допуски на всі ланки призначимо попередньо за ближчим більшим значенням  $k$ , мкм:  $TA_1 = 74$ ;  $TA_2 = TA_5 = 25$ ;  $TA_3 = 52$ ;  $TA_4 = 62$ .

За ймовірного методу розрахунку зв'язок між допуском замикальної ланки і допусками складових ланок виражають формулою:  $TA_{\Delta} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n+p} TA_i^2}$ . За цією формулою коректують допуски складових ланок, коли вони призначені за квалітетом, в якого  $k$  не дорівнює розрахунковому. Подамо вищенаведену формулу у такому вигляді:

$TA_{\Delta}^2 = TA_1^2 + TA_2^2 + TA_3^2 + TA_4^2 + TA_5^2$ . Ланку  $A_1$  приймемо корегувальною, тоді її допуск, мкм:

$$TA_1 = \sqrt{TA_{\Delta}^2 - (TA_2^2 + TA_3^2 + TA_4^2 + TA_5^2)} = \sqrt{100^2 - (25^2 + 52^2 + 62^2 + 25^2)} \approx 48,$$

що приблизно дорівнює *IT8* ( $TA_1 = 46$ ) мкм.

Знайдемо середні і граничні відхили замикальної ланки. Для збільшувальних ланок намічаємо поля допусків *H9* ( $ES = +TD$ ,  $EI = 0$ ); для зменшувальних  $A_2$  і  $A_5$  – *h9*, для  $A_1$  – *h8* ( $es = 0$ ,  $ei = -Td$ ).

Визначаємо середні відхили складових ланок, мкм:

$$\Delta_b A_1 = 0,5(0 - 46) = -23; \Delta_b A_2 = \Delta_b A_5 = 0,5(0 - 25) = -12,5;$$

$$\Delta_b A_3 = 0,5(52 + 0) = +26; \Delta_b A_4 = 0,5(62 + 0) = +31.$$

Середній відхил замикальної ланки:

$$\Delta_b A_{\Delta} = 26 + 31 - (-23 - 12,5 - 12,5) = +105 \text{ мкм.}$$

Граничні відхили замикальної ланки, мкм:

$$\Delta_s A_{\Delta} = 105 + 0,5 \cdot 100 = 155; \Delta_n A_{\Delta} = 105 - 0,5 \cdot 100 = 55. \text{ Тоді } A_{\Delta} = 0,6_{+0,055}^{+0,155}.$$

Застосування ймовірного методу розрахунку за однаковим допуском замикальної ланки дозволило використовувати допуски дев'ятого квалітету на обробку складових ланок замість сьомого (див. *приклад 2*).

Для замикальної ланки за умовою задачі було потрібно призначити симетричне поле допуску, наприклад,  $A_{\Delta} = 0,6 \pm 0,05$  мм. Щоб витримати цю

умову, потрібно на складові ланки призначити поля допусків  $JS9$  – для збільшувальних,  $js9$  – для зменшувальних і  $js8$  – для залежної ланки  $A_1$ .

Приклад 5. Для токарної обробки вала (рис. 2, а) встановлено розмір  $\varnothing 80,5_{-0,12}$ . Для остаточної обробки вала шліфуванням задано розмір  $\varnothing 80,5_{-0,074}$ . Визначити глибину фрезкування поздовжнього паза, коли паз фрезують до шліфування, а його остаточна задана глибина рівна  $8^{+0,15}$ .

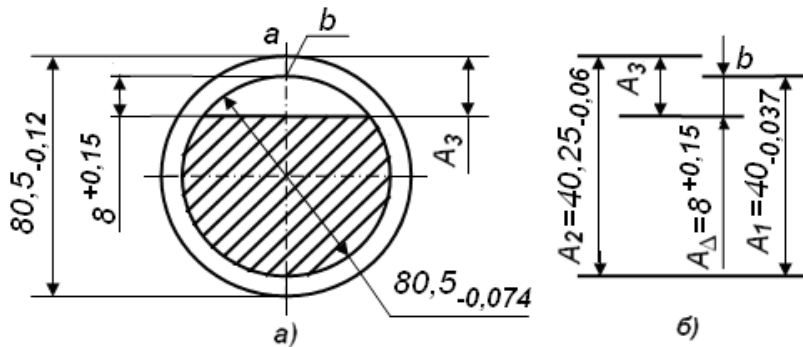


Рис. 2. Ескіз вала (а) і розмірний ланцюг (б)

Розв'язання. Складаємо розмірний ланцюг за такими міркуваннями: вал повністю обробляється в центрах і відхили форми можна не враховувати; тому, що паз

фрезується до шліфування, то заданий розмір глибини паза стає остаточним, цій розмір фактично є замикальною ланкою розмірного ланцюга, що складається; в задачі замінюється вимірювальна база (у остаточного вала глибину паза вимірюють від точки  $b$ ) (рис. 2, а), а в задачі такою базою є точка  $a$ . У розмірний ланцюг необхідно ввести додаткову ланку  $A_3$ , що є шуканою величиною.

Розмірний ланцюг (рис. 2, б) починаємо будувати від точки  $b$ . Складові ланки відкладаємо у напрямку стрілок. Збільшувальними ланками є ланки  $A_1 = 80_{-0,074} / 2 = 40_{-0,037}$  і  $A_3$ ; зменшувальна ланка  $A_2 = 80,5_{-0,12} / 2 = 40,25_{-0,06}$ ; замикальна ланка  $A_4 = 8^{+0,15}$ .

Номинальний розмір ланки  $A_3$  знаходимо за формулою (1):

$$A_3 = A_4 - A_1 + A_2 = 8 - 40 + 40,25 = 8,25 \text{ мм.}$$

Граничні розміри ланки  $A_3$  визначаємо із формул (2 і 3):

$$A_{3max} = A_{4max} - A_{1min} + A_{2min} = 8,15 - 40 + 40,19 = 8,340 \text{ мм;}$$

$$A_{3min} = A_{4min} - A_{1max} + A_{2max} = 8 - 39,963 + 40,25 = 8,287 \text{ мм.}$$



Граничні відхили розміру  $A_3$  зручно обчислювати за формулами (4 і 5):

$$\Delta_e A_3 = A_{3_{max}} - A_3 = 8,34 - 8,25 = 0,09 \text{ мм};$$

$$\Delta_n A_3 = A_{3_{min}} - A_3 = 8,287 - 8,25 = 0,037 \text{ мм}.$$

Допуск ланки  $A_3$ :  $TA_3 = \Delta_e A_3 - \Delta_n A_3 = 0,09 - 0,037 = 0,053 \text{ мм};$

$$TA_3 = A_{3_{max}} - A_{3_{min}} = 8,340 - 8,287 = 0,053 \text{ мм}.$$

Приклад 6. На рис. 3 зображений переріз вала. Розглянемо два варіанти послідовності обробки  $a$  і  $b$ .

*Варіант а.*

Після попередній обточки по  $D_1 = 62_{-0,2}$  (рис. 14.4, а) на валу фрезерується лиска по розміру  $Z$ . Визначити глибину фрезерування, коли після остаточної обробки вала по діаметру  $D_2 = 60_{-0,02}$  вимірюваний розмір  $L$  повинен бути рівний  $45 \pm 0,2$  мм.

*Розв'язання.*

Розмірний ланцюг зображений на рис. 3, в. Замикальною є ланка  $L$ , яка утримується після обробки розмірів  $D_1$ ,  $Z$  і  $D_2$ . Ланки  $D_1/2$  і  $D_2/2$  збільшувальні,  $Z$  і  $L$  – зменшувальні. Невідомий допуск зменшувальної ланки  $Z$ .

Заданий допуск замикальної ланки:

$$TL = +200 - (-200) = 400 \text{ мкм}.$$

Допуски збільшувальних ланок  $1/2TD_1=100$  мкм,  $1/2TD_2 = 10$  мкм.

Номинальний розмір замикальної ланки визначається за формулою:

$$L = D_1/2 + D_2/2 - Z;$$

$$45 = 31 + 30 - Z;$$

$$Z = 16 \text{ мм}.$$

Допуски на радіуси прийняти рівними половинам допусків на діаметри, тобто

$$D_1/2 = 31_{-0,1}; D_2/2 = 30_{-0,01}.$$

Граничні відхили ланки  $Z$  визначаємо по формулі:

$$\Delta_n L = \Delta_n D_1/2 + \Delta_n D_2/2 - \Delta_n Z;$$

$$+200 = 0 + 0 - \Delta_n Z; \Delta_n Z = -200 \text{ мкм}.$$

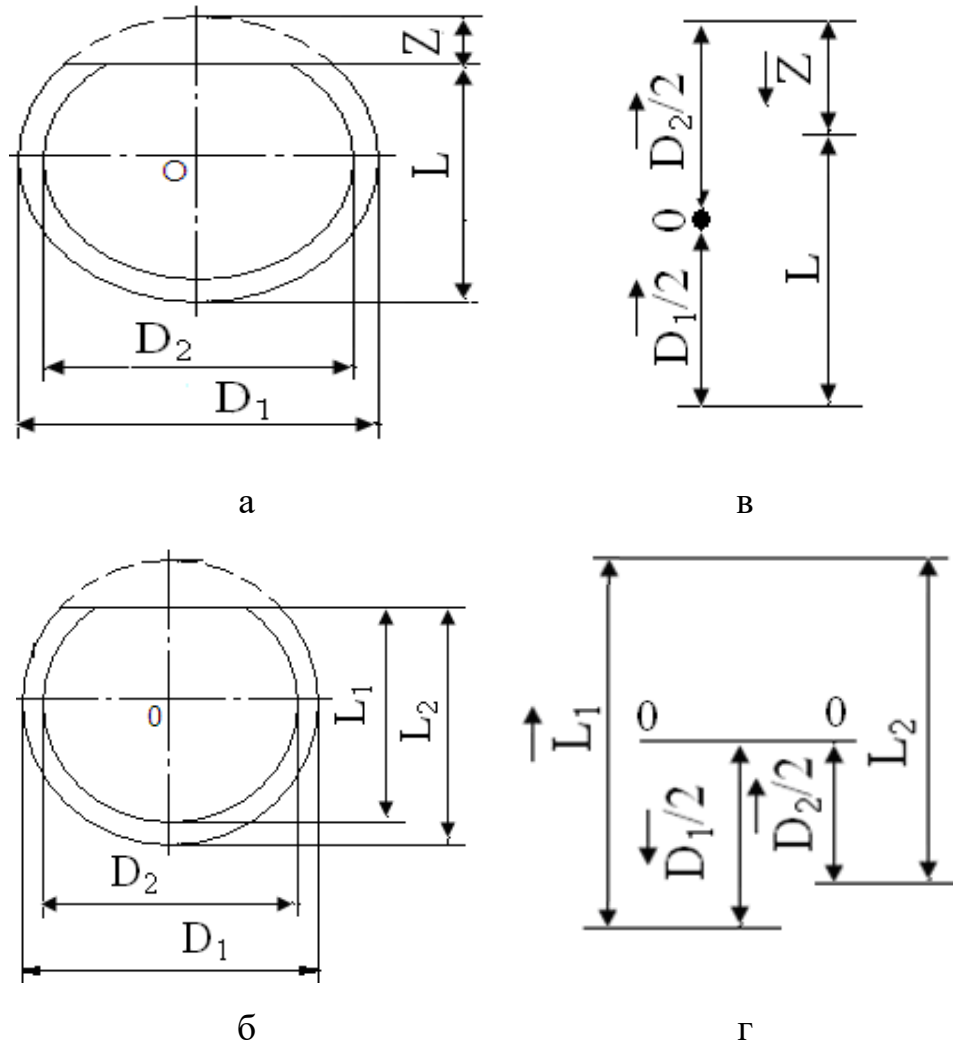


Рис. 3. Варіанти послідовності обробки вала

$$\Delta_H L = \Delta_H D_1/2 + \Delta_H D_2/2 - \Delta_B Z; -200 = -100 - 10 - \Delta_B Z; \Delta_B Z = +90 \text{ мкм.}$$

$$\text{Допуск ланки } Z: TZ = \Delta_B Z - \Delta_H Z = 90 - (-200) = 290 \text{ мкм.}$$

Правильність визначення ланки  $Z$  перевіряємо за формулою:

$$TL = TD_1/2 + TD_2/2 + TZ; 400 = 100 + 10 + 290 \text{ мкм.}$$

$$\text{Тобто } Z = 16^{+0,090}_{-0,200}.$$

*Варіант б.* Оброблюється вал по розміру  $D_1 = 62_{-0,2}$  (рис. 3, б), але при обробки лиски вимірюється розмір  $L_1$ , який потрібно визначити. Після остаточної обробки по розміру  $D_2 = 60_{-0,02}$  повинен бути отриманий розмір  $L_2 = 45 \pm 0,2$  мм.

Розмірний ланцюг наведений на рис. 3, г.

Ланка  $L_2$  є замикальною.

Ланка  $D_2/2$  – збільшувальна, ланка  $D_1/2$  – зменшувальна.

Заданий допуск ланки  $L_2$   $TL_2 = +200 - (-200) = 400$  мкм.

Невідомий допуск зменшувальної ланки  $L_1$ .

Допуск збільшувальної ланки  $D_1/2$   $0,5TD_1=100$  мкм, допуск зменшувальної ланки  $D_2/2$   $0,5TD_2 = 10$  мкм.

Номинальний розмір замикальної ланки визначається за формулою:

$$L_2 = L_1 + D_2/2 - D_1/2 ; 45 = L_1 + 30 - 31 ; L_1 = 46 \text{ мм.}$$

Допуски на радіуси прийняти рівними половинам допусків на діаметри, тобто  $D_1/2 = 31_{-0,1}$ ;  $D_2/2 = 30_{-0,01}$ .

Граничні відхили ланки  $L_2$  визначаємо по формулі:

$$\Delta_B L_2 = \Delta_B L_1 + \Delta_B D_2/2 - \Delta_H D_1/2 ; +200 = \Delta_B L_1 + 0 - (-100); \Delta_B L_1 + 100 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_H L_2 = \Delta_H L_1 + \Delta_H D_2/2 - \Delta_B D_1/2 ; -200 = \Delta_H L_1 + (-10) + 0; \Delta_H L_1 = -190 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_H L_2 = \Delta_H D_1/2 + \Delta_H D_2/2 - \Delta_B Z; -200 = -100 - 10 - \Delta_B Z; \Delta_B Z = +90 \text{ мкм.}$$

$$\text{Допуск ланки } L_2: TL_2 = \Delta_B L_2 - \Delta_H L_2 = +100 - (-190) = 290 \text{ мкм.}$$

$$\text{Тобто } L_2 = 46^{+0,100}_{-0,190}.$$

Правильність визначення ланки  $Z$  перевіряємо за формулою:

$$TL_2 = TL_1 + TD_1/2 + TD_2/2 ; 400 = 290 + 100 + 10 \text{ мкм.}$$

Порівнюючи результати розв'язання розмірних ланцюгів  $a$  і  $b$  можна помітити, що в подетальних ланцюгах послідовність обробки впливає на граничні відхили складових ланок, навіть при незмінних допусках замикальної і ряду складових. При цьому змінюється також роль складових ланок, наприклад, розмір  $D_2/2$  в ланцюзі  $a$  є збільшувальною ланкою, а в ланцюзі  $b$  – зменшувальною.

При постановці розмірів на кресленику перерізу за варіантом  $a$  слід проставляти для  $D_1$ ,  $D_2$  і  $Z$  розміри з відхилами і для  $L$  – номинальний розмір з позначкою \* (для довідок). За варіантом  $b$  з позначкою \* слід проставити розмір  $L$ , а решта розмірів з відхилами.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Дунаев П. Ф., Леликов О. П. Расчет допусков размеров. – М. : Машиностроение, 1981. – 189 с., ил.

2. Цепи размерные. Основные положения. Методы расчета линейных и угловых цепей. РД 50-635-87. – [Введен с 1987-06-01]. – К.: Издательство стандартов, 1987. – 24 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.

### **РАСЧЕТЫ РАЗМЕРНЫХ ЦЕПЕЙ**

*Иванов Г.А., Полянский П.Н.*

*Приведены основные теоретические положения размерных цепей. Рассмотрены примеры расчета размерных цепей сборочной единицы промежуточного вала переднего механизма редуктора методами максимума-минимума и вероятностным и технологической размерной цепи вала методом максимума-минимума.*

### **CALCULATING THE SIZE OF CHAINS BY THE HIGH-LOW AND PROBABILISTIC.**

*Ivanov G.A., Polyansky P.N.*

*The basic theoretical principles of dimensional chains. Considered examples of calculating the size of chains subassembly intermediate shaft gear mechanism peredeyuschego methods and high-miimuma probabilistic and technological dimensional chain shaft by high-miimuma.*