

РОЗМІРНІ ЛАНЦЮГИ

А. В. Вілянська, студентка

Г. О. Іванов, кандидат технічних наук, доцент

П. М. Полянський, кандидат економічних наук, доцент

Миколаївський національний аграрний університет.

Наведено приклади розв'язання розмірних ланцюгів

Ключові слова: деталь, розмір, розмірний ланцюг, граничні відхили, допуск.

Розрахунок розмірних ланцюгів дозволяє ще до виготовлення дослідних зразків встановлювати розрахунковим шляхом допуски параметрів або перевіряти правильність їх призначення, збирання і працездатність виробу та ін. Використання методів розрахунку розмірних ланцюгів дозволяє істотно скоротити час і матеріальні витрати на етапі технічної підготовки виробництва, підвищити якість виготовлення виробів, їх конструкторської і технологічної документації.

Деталь в двох проекціях зображена на рис. 1, а, б. Номінальні розміри проставлені на ескізі. Граничні відхили розмірів дані в тексті.

Для проектування поєднаної деталі і для збірки необхідно визначити:

1) відстань від правої стінки паза до правої межі деталі; 2) відстань між центрами отворів; 3) відстань від лівої стінки паза до отворів.

Розв'язання. Все розміри, що визначаються, входять в різні розмірні ланцюги і являються замикальними, так як точність оброблюваних розмірів задана.

Перший ланцюг. Шуканий розмір A_4 входить в ланцюг, розміри якого позначені на рис. 1, в буквами A_i , де $A_1 = 70_{-0,4}$; $A_2 = 40 \pm 0,17$; $A_3 = 12 \pm 0,12$.

За рівнянням (1.152) [1] знаходимо: $A_{\Delta} = 70 - 40 - 12 = 18$ мм.

Так як A_1 , A_2 і A_3 обробляються, то $A_4 = A_{\Delta}$.

За рівнянням (1.153) і (1.154) [1] отримуємо граничні відхили:

$$\Delta_B A_{\Delta} = 0 - (-170 - 120) = +290 \text{ мкм}; \quad \Delta_H A_{\Delta} = -400 - 170 - 120 = -690 \text{ мкм};$$

$$A_4 = A_{\Delta} = 18^{+0,29}_{-0,69}.$$

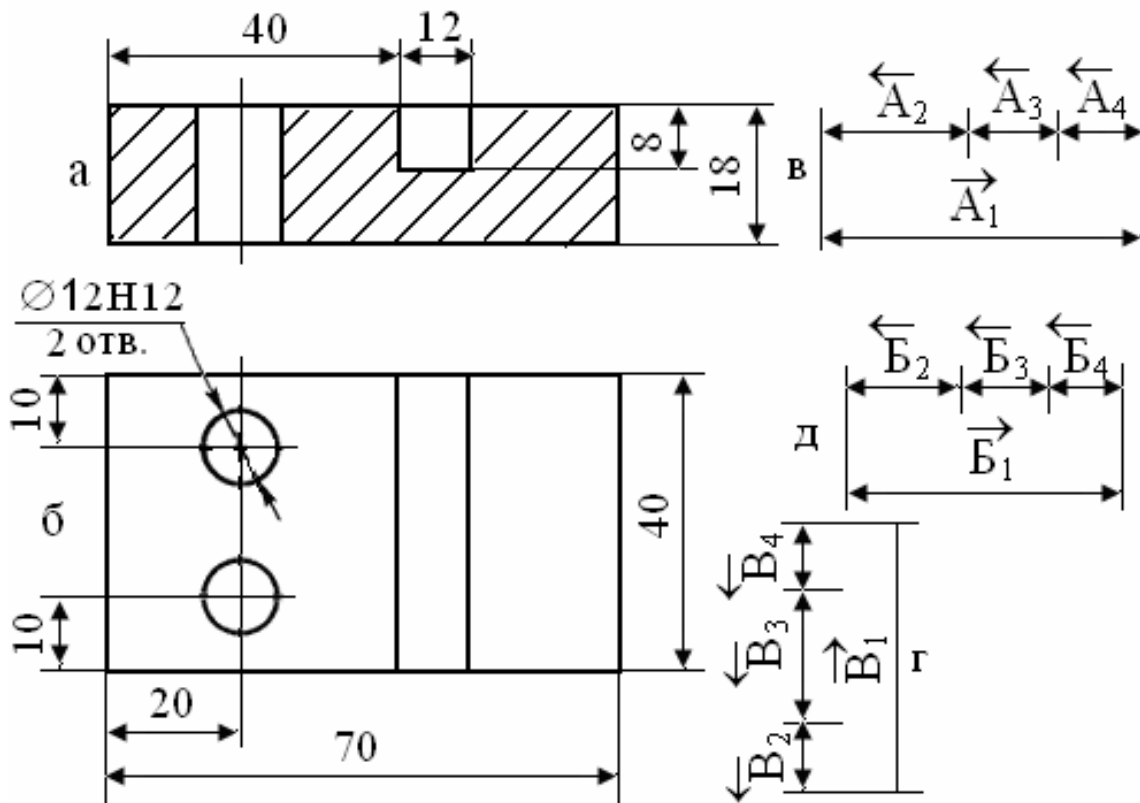


Рис. 1. Ескіз деталі та її розмірні ланцюги

Проводимо перевірку розрахунків за рівнянням (1.157) [1]:

$$TA_4 = +290 - (-690) = 980 \text{ мкм}; \quad \Sigma TA_i = 400 + 340 + 240 = 980 \text{ мкм}.$$

Аналогічно отримуємо ще два розмірних ланцюги.

Другий ланцюг. Розміри ланцюга позначені літерами буквами B_i (рис. 1, г).

Оброблюваний розмір $B_1 = 40_{-0,34}$ (рис. 1, б).

Центри отворів розміщені на відстанях $B_2 = B_4 = 10 \pm 0,1$;

Номинальний розмір замикальної ланки знаходимо за виразом (1.152) [1]:

$$B_3 = B_{\Delta} = 40 - 20 = 20 \text{ мм}.$$

Граничні відхили замикальної ланки за рівнянням (1.153) і (1.154) [1]:

$$\Delta_B B_\Delta = 0 - (-100 - 100) = + 200 \text{ мкм}; \Delta_H B_\Delta = -340 - 100 - 100 = - 540 \text{ мкм}.$$

$$\text{Отже, } B_3 = B_\Delta = 20^{+0,29}_{-0,54}.$$

Перевірку розрахунків робимо за рівнянням (1.157) [1]:

$$TB_\Delta = + 200 - (-540) = 740 \text{ мкм}; \Sigma TB_i = 340 + 200 + 20 = 740 \text{ мкм}.$$

Третій ланцюг. Розміри ланцюга позначені B_i (рис. 1, д). Обробляється розмір B_1 (в ланцюзі А він позначений як A_2):

$$B_1 = A_2 = 40 \pm 0,17; B_2 = 20 \pm 0,14.$$

Діаметр отвори $\varnothing 12H12$ дорівнює $12^{+0,18}$, отже, розмір радіуса $B_3 = 6^{+0,09}$.

Номинальний розмір замикальної ланки: $B_4 = B_\Delta = 40 - 20 - 6 = 14 \text{ мм}.$

Граничні відхилення замикальної ланки:

$$\Delta_B B_\Delta = +170 - (-140 + 0) = + 310 \text{ мкм};$$

$$\Delta_H B_\Delta = \Delta_H B_\Delta = -170 - 140 - 90 = - 400 \text{ мкм}.$$

$$\text{Отже, } B_4 = B_\Delta = 14^{+0,31}_{-0,40}.$$

Перевіряємо:

$$TB_\Delta = + 310 - (-400) = 710 \text{ мкм}; \Sigma TB_i = 340 + 280 + 90 = 710 \text{ мкм}.$$

Приклад 2. На рис. 2 зображений переріз вала. Розглянемо два варіанти послідовності обробки *a* і *б*.

Варіант а. Після попередньої обточки по $D_1 = 62_{-0,2}$ (рис. 2, 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 $45 \pm 0,2 \text{ мм}.$

Розв'язання. Розмірний ланцюг зображений на рис. 2, 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

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

$$\text{Допуски збільшувальних ланок } 1/2TD_1 = 100 \text{ мкм}, 1/2TD_2 = 10 \text{ мкм}.$$

Номинальний розмір замикальної ланки визначається за формулою:

$$L = D_1/2 + D_2/2 - Z; 45 = 31 + 30 - Z; Z = 16 \text{ мм}.$$

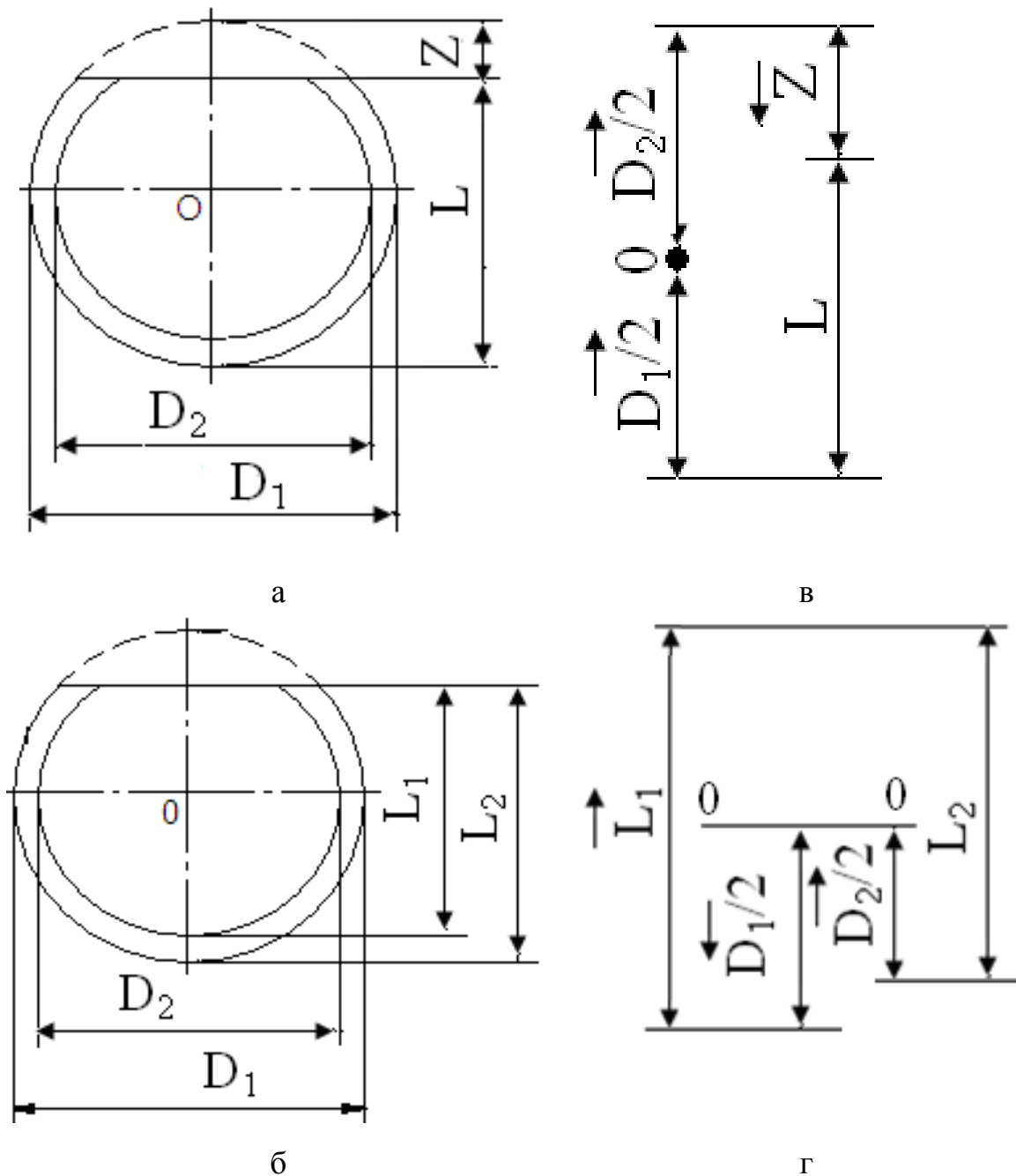


Рис. 2. Варіанти послідовності обробки вала

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

Граничні відхилення ланки Z визначаємо по формулі:

$$\Delta_B L = \Delta_B D_1/2 + \Delta_B D_2/2 - \Delta_H Z; +200 = 0 + 0 - \Delta_H Z; \Delta_H Z = -200 \text{ мкм.}$$

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

Допуск ланки Z :

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

Правильність визначення розміру ланки Z перевіряємо за формулою:

$$TL = TD_1/2 + TD_2/2 + TZ; 400 = 100 + 10 + 290 \text{ мкм. Тобто } Z = 16_{-0,200}^{+0,090}.$$

Варіант б. Оброблюється вал по розміру $D_1 = 62_{-0,2}$ (рис. 2, 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. 2, г.

Замикальною є ланка L_2 . Ланка $D_2/2$ збільшувальна, ланка $D_1/2$ – зменшувальна.

$$\text{Заданий допуск ланки } L_2 \quad TL_2 = +200 - (-200) = 400 \text{ мкм.}$$

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.

Номінальний 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 за формулами:

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

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

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

$$\text{Тобто } L_1 = 46_{-0,190}^{+0,100}.$$

Правильність визначення розміру ланки L_1 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 детальних 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 – номінальний розмір з позначкою * (для довідок). За варіантом b з позначкою * слід проставити розмір L , а решта розмірів з відхилами.

Приклад 3. На рис. 3 зображений багатоступеневий валик і приведені два способи проставлення розмірів 1 і 2, що відповідають двом послідовностям обробки.

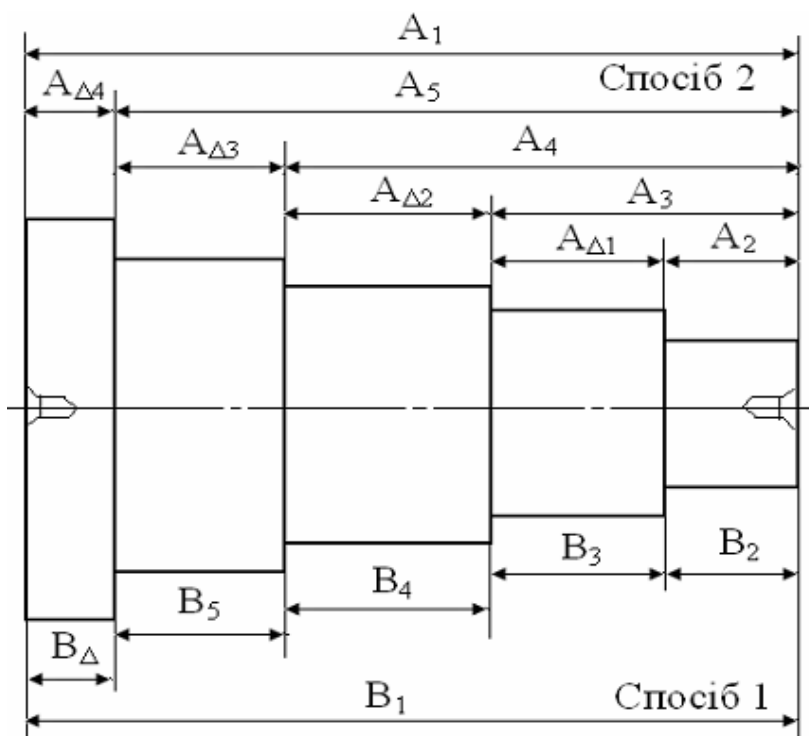


Рис. 3. Ескіз багатоступеневого валика

Спосіб 1 (званий ланцюжком) відповідає послідовності: відрізка за розміром B_1 , зацентровка, послідовна обробка по діаметру ступенів від B_2 до B_5 з підрізуванням торців і утворенням заданих розмірів $B_2 \dots B_5$ промірами їх від торців попередніх ступенів.

Спосіб 2 (називається драбинкою) – про-

становка розмірів від однієї бази відповідає тим же операціям, але при підрізуванні торців проміри виконують від однієї і тієї же бази.

При обробці за способом 1 замикальним є необроблювальна остання ланка B_Δ , а за способом 2 в результаті оброблення двох послідовних розмірів виходять розміри по послідовних ступенів $A_{\Delta 1}$, $A_{\Delta 2}$, $A_{\Delta 4}$, які і є замикальними в триланкових ланцюгах: $A_{\Delta 1}$ в ланцюзі A_2 , A_3 ; $A_{\Delta 1}$ або $A_{\Delta 2}$ в ланцюзі A_3 , A_4 , $A_{\Delta 2}$ і т. д.

Приклад 4. Номінальні розміри в цьому прикладі можуть бути будь-

якими. Розглянемо задачу першого типу. Потрібно підрахувати і порівняти між собою допуски і граничні відхилення замикальних розмірів при двох варіантах проставлення робочих розмірів, припускаючи, що граничні відхилення складових по способу 1 і 2 рівні $\pm 0,05$ мм, тобто $T_{B_1} = 0,1$ мм і $T_{A_1} = 0,1$ мм.

Розв'язання. При проставленні розмірів за способом 1 отримуємо за формулою (1.160) [1], що допуск замикальної ланки

$$T_{B_{\Delta}} = T_{B_1} + T_{B_2} + T_{B_3} + T_{B_4} + T_{B_5},$$

тобто $T_{B_{\Delta}} = 5 \cdot 0,1 = 0,5$ мм

При проставленні розмірів за способом 2 отримуємо:

$$T_{A_{\Delta 1}} = T_{A_2} + T_{A_3} = 0,2 \text{ мм і т. д.}$$

$$T_{A_{\Delta 4}} = T_{A_1} + T_{A_5} = 0,2 \text{ мм.}$$

Таким чином, спосіб 2 вигідніше, так як при тій же точності складових допуск замикального розміру не перевищує 0,2 мм.

Недоліком способу 2 є те, що допуски розмірів окремих ступенів більше, ніж при застосуванні способу 1, тобто 0,2 мм замість 0,1 мм.

Проставлення розмірів від однієї бази демонструє так званий принцип найкоротчайшого ланцюга. Размерний ланцюг повинен містити можливо меншу кількість ланок, щоб допуск замикальної був менше при тих же допусках складових. На противагу цьому допуски складових при тому же допуску вихідної ланки повинні бути по можливості великими, тобто економічно більш вигідними.

З наведеного прикладу видно, що послідовність обробки (якщо це можливо) і збирання рекомендується встановлювати так, щоб вихідний ланцюг був складовим.

Література

1. 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 : Видавництво Миколаївського національного аграрного університету, 2016. – 388 с.