

Chương 5 CHUỖI KÍCH THƯỚC VÀ GHI KÍCH THƯỚC

Bài 10 CHUỖI KÍCH THƯỚC

- Mục tiêu**
- Trình bày được các khái niệm về chuỗi kích thước.
 - Giải được các bài toán thuận và nghịch căn bản.

I. KHÁI NIỆM

1. Chuỗi kích thước

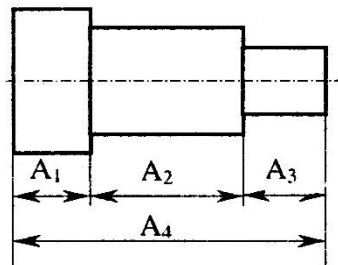
a. Định nghĩa Chuỗi kích thước là Tập hợp các kích thước nối tiếp nhau tạo thành một vòng khép kín do các kích thước của một hoặc một số chi tiết lắp ghép nối tiếp nhau trong một bộ phận máy.

Như vậy, để hình thành một chuỗi kích thước phải có hai điều kiện sau:

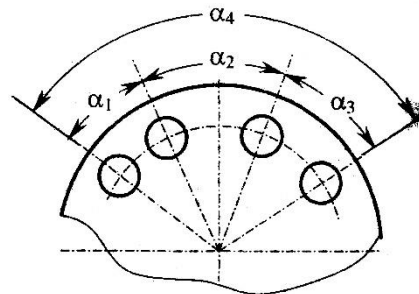
- Các kích thước nối tiếp nhau.
- Các kích thước phải tạo thành một vòng kín, nghĩa là nếu đi theo các kích thước với một chiều nào đó thì sẽ trở lại chỗ xuất phát ban đầu.

Ghi chú:

- Những kích thước tạo thành chuỗi có thể là kích thước dài (hình 1) hay kích thước góc (hình 2).
- Mỗi kích thước trong chuỗi được gọi là một *khâu*.



Hình 1

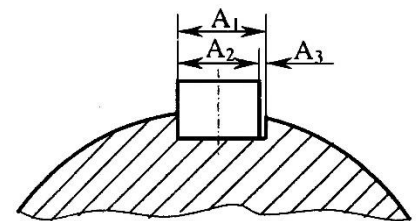


Hình 2.

b. Phân loại

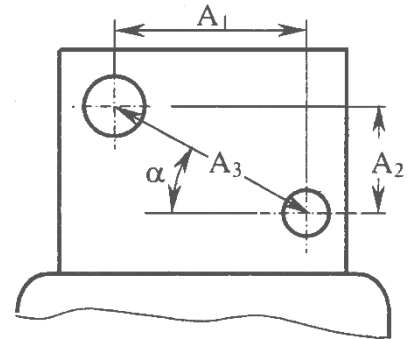
- Theo kết cấu của chuỗi kích thước: chia ra hai loại:

- Chuỗi kích thước chi tiết: chuỗi mà các khâu trong chuỗi là kích thước của cùng một chi tiết (hình 1,2).



Hình 3

- Chuỗi kích thước lắp ghép: chuỗi mà các khâu trong chuỗi là kích thước của các chi tiết khác nhau trong lắp ghép (hình 3).
- Theo vị trí tương quan giữa các kích thước: được chia làm ba loại:
 - Chuỗi kích thước đường thẳng: chuỗi mà các khâu trong chuỗi nằm song song với nhau trong cùng một mặt phẳng (hình 1,2, 3).
 - Chuỗi kích thước mặt phẳng: chuỗi mà các khâu trong chuỗi nằm trong cùng một mặt phẳng hoặc trong những mặt phẳng song song, nhưng bản thân chúng không song song với nhau (hình 4).
 - Chuỗi kích thước không gian: chuỗi mà các khâu trong chuỗi nằm bất kỳ trong không gian.



Hình 4

2. Khâu (thành phần của chuỗi kích thước):

Dựa vào đặc tính của khâu ta phân ra hai loại:

a. Khâu khép kín (kí hiệu là A_{Σ}): là khâu mà giá trị của nó phụ thuộc vào các khâu thành phần. Khâu khép kín tự hình thành sau khi gia công chi tiết (đối với chuỗi kích thước chi tiết) và tự hình thành sau khi lắp ghép (đối với chuỗi kích thước lắp ghép).

Lưu ý: Trong một chuỗi *chỉ có một khâu khép kín*.

b. Khâu thành phần (kí hiệu A_i , $i = 1, 2, \dots, n$): là khâu mà giá trị của nó độc lập với các khâu khác.

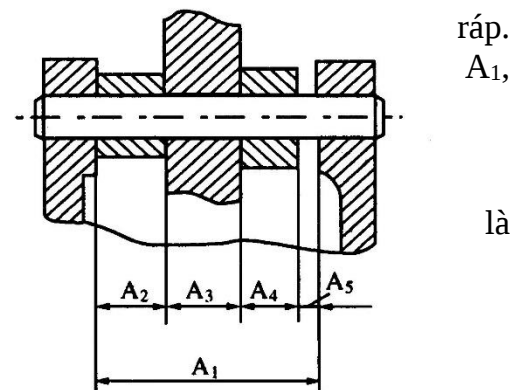
Ví dụ:

Chuỗi các kích thước A_1, A_2, A_3, A_4 (hình 5) là các khâu thành phần chúng được thực hiện khi gia công các chi tiết 1, 2, 3, 4 và độc lập nhau. Khe hở A_5 là khâu khép kín, nó được hình thành khi lắp. Kích thước A_5 hoàn toàn phụ thuộc vào các kích thước A_2, A_3, A_4 .

Trong khâu thành phần người ta chia ra:

– *Khâu thành phần tăng* (gọi tắt là khâu tăng A^T): khâu mà giá trị của nó tăng sẽ làm cho giá trị của khâu khép kín tăng và ngược lại.

– *Khâu thành phần giảm* (gọi tắt là khâu giảm A^G): là khâu mà giá trị của nó tăng sẽ làm cho giá trị của khâu khép kín giảm và ngược lại.

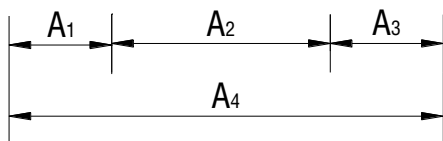


Hình 5

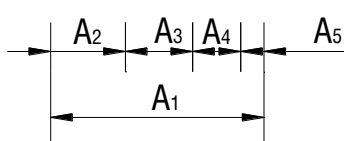
II. GIẢI CHUỖI KÍCH THƯỚC

1. Phương trình cơ bản của chuỗi kích thước

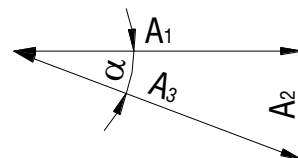
Để thuận tiện cho việc giải chuỗi kích thước người ta thường sơ đồ hoá các chuỗi. Các chuỗi (hình 5,1,4) được sơ đồ hóa thành các chuỗi tương ứng theo các hình tương ứng (hình 6,7,8) dưới.



Hình 6



Hình 7



Hình 8

2. Bài toán thuận có dạng:

Cho biết kích thước danh nghĩa và sai lệch giới hạn của tất cả các khâu thành phần, tìm kích thước danh nghĩa và sai lệch giới hạn của khâu khép kín.

Biết kích thước và sai lệch giới hạn các khâu thành phần

Tìm

Kích thước sai lệch giới hạn và dung sai của A_{Σ}

❖ Mục đích: Bài toán thuận thường dùng để:

- Tính sai số chuẩn cho kích thước thực hiện nào đó trong công nghệ.
- Kiểm nghiệm lại một kết quả tính toán hay một yêu cầu trong lắp ráp.

❖ Trình tự giải:

- Xác định khâu khép kín của chuỗi A_{Σ} .
- Xác định các khâu có thành phần tăng.
- Xác định các khâu có thành phần giảm.
- Tính kích thước danh nghĩa của khâu khép kín A_{Σ} .

$$A_{\Sigma} = (A_1^T + A_2^T + \dots + A_m^T) - (A_1^G + A_2^G + \dots + A_n^G)$$

- Tính giá trị khâu khép kín lớn nhất ($A_{\Sigma \max}$) và nhỏ nhất ($A_{\Sigma \min}$) theo công thức:

$A_{\Sigma \max}$: khi các khâu có thành phần tăng lớn nhất ($A_{i \max}^T$) và các khâu có thành phần giảm nhỏ nhất ($A_{i \min}^G$) do đó:

$$A_{\Sigma \max} = (A_{1 \max}^T + A_{2 \max}^T + \dots + A_{m \max}^T) - (A_{1 \min}^G + A_{2 \min}^G + \dots + A_{n \min}^G) \quad (12-5)$$

$A_{\Sigma \min}$: khi khâu có thành phần tăng nhỏ nhất ($A_{i \min}^T$) và các khâu có thành phần giảm lớn nhất ($A_{i \max}^G$) do đó:

$$A_{\Sigma \min} = (A_{1 \min}^T + A_{2 \min}^T + \dots + A_{m \min}^T) - (A_{1 \max}^G + A_{2 \max}^G + \dots + A_{n \max}^G) \quad (12-6)$$

- Tính sai lệch giới hạn trên và dưới theo công thức:

Sai lệch giới hạn trên ES_{Σ} :

$$ES_{A_{\Sigma}} = (ES_1^T + ES_2^T + \dots + ES_m^T) - (EI_1^G + EI_2^G + \dots + EI_n^G) \quad (12-7)$$

Sai lệch giới hạn dưới EI_{Σ} :

$$EI_{A_{\Sigma}} = (EI_1^T + EI_2^T + \dots + EI_m^T) - (ES_1^G + ES_2^G + \dots + ES_n^G) \quad (12-8)$$

Với ES_m^T, EI_m^T và ES_n^G, EI_n^G là sai lệch giới hạn trên và dưới của khâu tăng và khâu giảm.

– Tính dung sai T_{Σ} theo công thức:

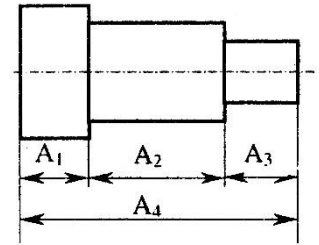
$$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n T_i = T_1 + T_2 + \dots + T_n \quad (12-8)$$

Với T_i là dung sai của các khâu thành phần.

Ví dụ 1:

Cho chi tiết như (hình 9), với giả thiết $A_{\Sigma} = A_1$,

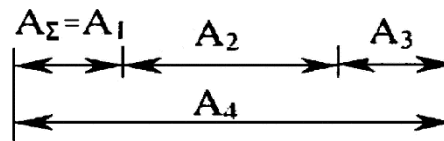
Biết: $A_2 = 60_{-0,08}$; $A_3 = 25_{-0,06}$; $A_4 = 105 \pm 0,05$. Tính khâu khép kín A_1 .



Hình 9

Giải

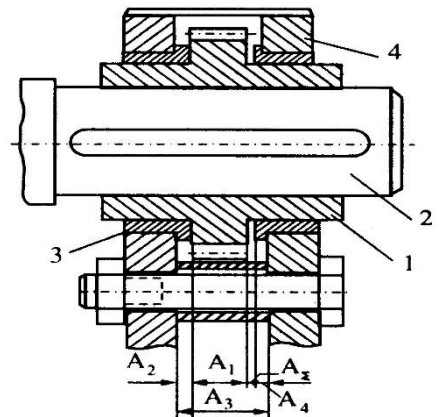
Chuỗi kích thước được lập như hình vẽ.



- Với A_4 là khâu tăng .
- A_2, A_3 là khâu giảm.
- Kích thước danh nghĩa của $A_{\Sigma} = A_1$ là:
- $A_{\Sigma} = A_1 = A_4 - A_2 - A_3 = 105 - (60 + 25) = 20\text{mm}$
- Sai lệch giới hạn trên và dưới của A_1 là:
- $ES_{\Sigma} = (0,05) - ((-0,08) + (-0,06)) = 0,19\text{mm}$
- $EI_{\Sigma} = (-0,05) - ((0) + (0)) = -0,05$
- Vậy khâu kín $A_{\Sigma} = A_1 = 20\text{mm}$

Ví dụ 2:

Cho bộ phận lắp của cơ cấu băng tải (hình 10). Bánh răng (1) quay cùng với trục (2) và được đỡ bằng hai ổ trượt (3) lắp trên giá đỡ (4). Khe hở giữa bánh răng và mặt mút của ổ (A_{Σ}) chỉ được phép dao động trong khoảng $0,05 \div 0,75\text{mm}$, để bảo đảm khả năng quay tự do và dịch chỉnh chiều trục không lớn của bánh răng.



Hình 1

Nếu các chi tiết tham gia lắp ghép có kích thước và sai lệch như sau:

$$A_1 = 16_{-0,47}^{-0,29}; A_2 = 4_{-0,12}; A_3 = 24_{-0,21}; A_4 = 4_{-0,12}.$$

Hãy xác định xem giá trị khe hở nhân được sau khi lắp có nằm trong giới hạn cho phép $[A_{\Sigma\max}]$, $[A_{\Sigma\min}]$ hay không.

Giải:

- Khâu khép kín của chuỗi (A_{Σ}) chính là khe hở giữa bánh răng và mặt mút của bạc ổ trục (A_3).
- Khâu tăng gồm A_3 .
- Các khâu giảm gồm: A_1, A_2, A_4 .
- *Kích thước danh nghĩa* của A_{Σ} (A_3) được tính theo công thức:

$$A_{\Sigma} = A_3 = A_3 - (A_1 + A_2 + A_4)$$

$$A_{\Sigma} = 24 - (4 + 16 + 4) = 0$$

- *Tính sai lệch giới hạn:*

$$ES_{A_{\Sigma}} = (ES_1^T + ES_2^T + \dots + ES_m^T) - (EI_1^G + EI_2^G + \dots + EI_n^G)$$

$$ES_{A_{\Sigma}} = 0 - ((-0,47) + (-0,12) + (-0,12)) = 0,71\text{mm}$$

$$EI_{A_{\Sigma}} = (EI_1^T + EI_2^T + \dots + EI_m^T) - (ES_1^G + ES_2^G + \dots + ES_n^G)$$

$$EI_{A_{\Sigma}} = -0,21 - ((-0,29) + (0) + (0)) = 0,08\text{mm}$$

- *Kích thước giới hạn của khâu khép kín:*

$$A_{\Sigma\max} = A_{\Sigma} + ES_{\Sigma} = 0 + 0,71 = 0,71\text{mm} < [A_{\Sigma\max}] = 0,75\text{mm}.$$

$$A_{\Sigma\min} = A_{\Sigma} + EI_{\Sigma} = 0 + 0,08 = 0,08\text{mm} > [A_{\Sigma\min}] = 0,05\text{mm}.$$

- *Tính dung sai khâu khép kín:*

$$T_{\Sigma} = T_1 + T_2 + T_4 + T_5$$

hình 6 Hình 7 Hình 8

Vậy trị số khe hở sau khi lắp nằm trong giới hạn cho phép.

Ví dụ 3:

Cho chuỗi kích thước như hình vẽ:

Biết:

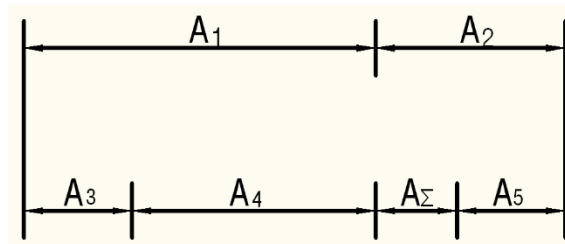
$$A_{\Sigma} = 10^{+0,75}$$

$$A_1 = 101^{+0,22}$$

$$A_2 = 50^{+0,16}$$

$$A_3 = A_5 = 5_{-0,075}$$

Xác định kích thước danh nghĩa, sai lệch giới hạn và dung sai của khâu A_4



Giải:

Nhận xét:

A_1, A_2 : là khâu tăng

A_3, A_5, A_4 : là khâu giảm

Kích thước danh nghĩa của A_4 là:

$$A_{\Sigma} = A_1 + A_2 - A_3 - A_4 - A_5$$

$$A_4 = A_1 + A_2 - A_3 - A_5 - A_{\Sigma}$$

$$A_4 = 101 + 50 - 5 - 5 - 1 = 140$$

Sai lệch trên của A_4 :

$$ES_4 = 0 - 0 - 0 = 0$$

Sai lệch dưới của A_4

$$EI_4 = +0,22 + 0,16 - (2 \times (-0,075)) - 0,75 = -0,22\text{mm}.$$

$$\text{Vậy } A_4 = 140_{-0,22}$$

3. Bài toán nghiệm

Là bài toán biết khâu khép kín và phải tìm các khâu thành phần (có thể tìm một khâu hay một số khâu hoặc tất cả các khâu thành phần).

Biết kích thước và sai lệch giới hạn các khâu khép kín $\xrightarrow{\text{Tìm}}$ *Kích thước sai lệch giới hạn và dung sai các khâu thành phần*

Mục đích: Thường dùng để:

– Chuyển kích thước thiết kế sang kích thước công nghệ (gia công) khi kích thước công nghệ khác với kích thước thiết kế do việc chọn chuẩn công nghệ không trùng với chuẩn thiết kế.

– Tính toán xác định độ chính xác kích thước của các chi tiết máy cấu tạo thành máy từ yêu cầu kỹ thuật lắp ráp của máy.

a. *Chọn cấp chính xác:*

Giả thiết tất cả các khâu thành phần có cùng cấp chính xác, tức là hệ số chính xác của các khâu thành phần sẽ bằng nhau và bằng:

$$A_{tb} = A_1 = A_2 = A_3 = \dots = A_n$$

(với A_{tb} là hệ số chính xác trung bình chung cho các khâu thành phần)

Dung sai một khâu thành phần A_i ($A_i \leq 500\text{mm}$) sẽ là:

$$T_i = a_i \cdot i_i = a_{tb} \cdot i_i = a_{tb} (0,45\sqrt[3]{A_{itb}} + 0,001A_{itb}) \quad (12-9)$$

Trong đó: A_{itb} : giá trị trung bình của khoảng kích thước có chứa khâu A_i .

A_i, i_i : hệ số chính xác và đơn vị dung sai của khâu A_i .

Thay (12-9) vào (12-8) và rút ra ta có:

$$a_{tb} = \frac{T_{\Sigma}}{i_1 + i_2 + \dots + i_n}$$

Trị số i_i được tra trong bảng sau:

Khoảng kích thước, mm	Đến 3	Trên 3 ÷ 6	Tr 6 ÷ 10	Tr 10 ÷ 18	Tr 18 ÷ 30	Tr 30 ÷ 50	Tr 50 ÷ 80	Tr 80 ÷ 120	Tr 120 ÷ 180	Tr 180 ÷ 250	Tr 250 ÷ 315	Tr 315 ÷ 400	Tr 400 ÷ 500
Giá trị i_i , μm .	0,3 5	0,7 3	0,9 0	1,0 8	1,3 1	1,5 6	1,8 6	2,1 7	2,5 2	2,9 2	3,2 3	3,5 4	3,9 5

Sau khi có giá trị a_{tb} so sánh với bảng hệ số chính xác tìm cấp chính xác. Thông thường trị số a_{tb} thường không khớp với trị số a trong bảng.

Lưu ý: Khi đó sẽ chọn cấp chính xác như sau:

- Chọn tất cả các khâu thành phần có cấp chính xác thấp hơn cấp chính xác tính toán.
- Chọn tất cả các khâu thành phần có cấp chính xác cao hơn cấp chính xác tính toán.
- Chọn một số khâu thành phần có cấp chính xác thấp hơn và số còn lại có cấp chính xác cao hơn.

b. Tra bảng xác định các sai lệch giới hạn của các khâu thành phần với qui ước:

- Khâu tăng tra theo lỗ cơ bản (H).
- Khâu giảm tra theo trục cơ bản (h).

Chú ý: Khi tra bảng chỉ tra (n-1) khâu thành phần, còn một khâu thành phần được để lại để tính toán bù trừ và được gọi là khâu bù. Khi chọn cần chú ý:

Nếu chọn cấp chính xác của khâu thành phần cao hơn cấp chính xác tính toán thì dung sai khâu bù rộng ra. Do đó nên chọn khâu bù là khâu khó gia công.

Nếu chọn cấp chính xác của khâu thành phần thấp hơn cấp chính xác tính toán thì ngược lại nên chọn khâu bù là khâu dễ gia công.

c. Tìm dung sai và sai lệch giới hạn khâu bù: được chia làm hai loại:

❖ Nếu khâu bù là khâu tăng tính:

$$ES_b = ES_{\Sigma} - (ES_1^T + \dots + ES_m^T) + (EI_1^G + \dots + EI_n^G) \quad (12-10)$$

và: $EI_b = EI_{\Sigma} - (EI_1^T + \dots + EI_m^T) + (ES_1^G + \dots + ES_n^G) \quad (12-11)$

❖ Nếu khâu bù là khâu giảm:

$$ES_b = -EI_{\Sigma} + (EI_1^T + \dots + EI_m^T) - (ES_1^G + \dots + ES_n^G) \quad (12-12)$$

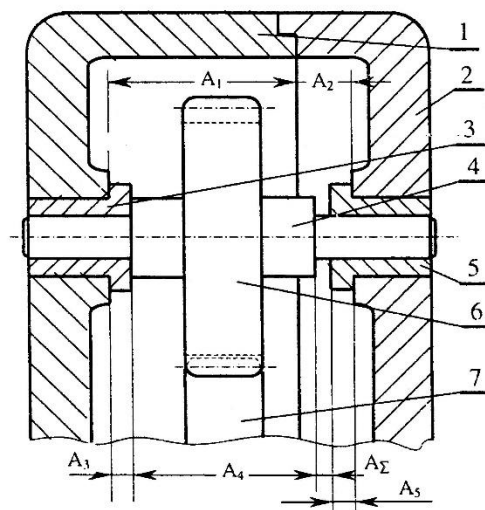
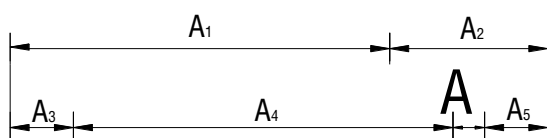
và: $EI_b = -ES_{\Sigma} + (ES_1^T + \dots + ES_m^T) - (EI_1^G + \dots + EI_n^G) \quad (12-13)$

Ví dụ:

Có bộ phận máy như hình vẽ, Yêu cầu kỹ thuật cuối cùng sau khi lắp là khe hở $A_{\Sigma} = 1^{+0,5} \text{ mm}$.

Biết: $A_1 = 120 \text{ mm}$, $A_2 = 50 \text{ mm}$, $A_3 = A_5 = 5 \text{ mm}$.

Giải:



- Lập chuỗi kích thước để giải như sau:
- Khâu tăng: $A_1, A_2 \Rightarrow b_1 = b_2 = 1$.
- Khâu giảm: $A_3, A_4, A_5 \Rightarrow b_3 = b_4 = b_5 = -1$.

Chọn cấp chính xác:

- Tính cấp chính xác trung bình, ta có:

Dựa theo bảng trên tra các giá trị i_j theo kích thước danh nghĩa:

$$a_{tb} = \frac{T_{\Sigma}}{i_1 + i_2 + \dots + i_n} = \frac{500}{2,17 + 1,56 + 0,73 + 2 \times 0,52}$$

$$a_{tb} = 64,8 \text{ mm.}$$

Chọn cấp chính xác cho các khâu thành phần là 10 (có $a = 64$) và khâu bù là A_4 .

Tra bảng xác định sai lệch giới hạn của các khâu thành phần:

$$A_1 = 120 \text{ H}10 = 120^{+0,14}, A_2 = 50 \text{ H}10 = 50^{+0,1}, A_3 = A_5 = 5 \text{ h}10 = 5_{-0,048}$$

- Kích thước danh nghĩa của khâu bù A_4 là:

$$A_4 = A_1 + A_2 - A_3 - A_5 - A_{\Sigma} = 159 \text{ mm.}$$

Vì A_4 là khâu bù giảm (12-12) nên ta có:

$$ES_b = -EI_{\Sigma} + (EI_1^T + \dots + EI_m^T) - (ES_1^G + \dots + ES_n^G) = -0 + (0 + 0) - (0 + 0) = 0 \mu\text{m.}$$

$$EI_b = -ES_{\Sigma} + (ES_1^T + \dots + ES_m^T) - (EI_1^G + \dots + EI_n^G) = -500 + (140 + 100) - (48 + 48)$$

$$EI_b = -164 \mu\text{m.}$$

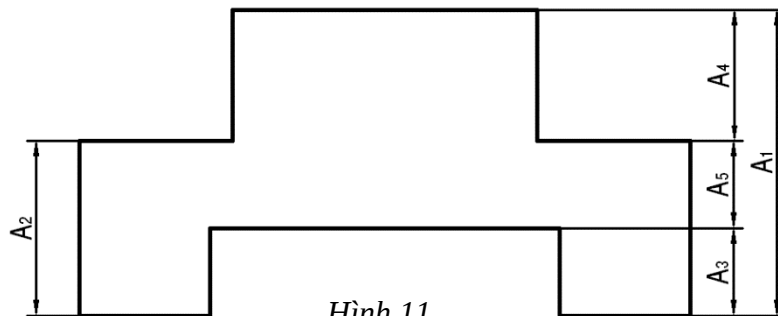
$$\text{Vậy: } A_4 = 159_{-0,164} \text{ mm.}$$

CÂU HỎI

1. Thế nào là chuỗi kích thước cho minh họa.
2. Có mấy loại chuỗi kích thước?
3. Khâu khép kín là gì?
4. Thế nào là khâu thành phần tăng, khâu thành phần giảm của chuỗi kích thước, cho ví dụ minh họa.
5. Như thế nào được gọi là bài toán thuận?

BÀI TẬP

1. Cho một chi tiết như hình 11:



Hình 11

+ Nếu trình tự gia công là A_1, A_2, A_3 .

Cho biết: $A_1=160\pm0,03$; $A_2=90_{-0,05}^{+0,035}$; $A_3=50_{-0,035}^{+0,035}$.

Tính các kích thước A_4, A_5 .

a. Nếu trình tự gia công là A_1, A_2, A_3 .

Cho biết: $A_1=160\pm0,03$; $A_4=70_{-0,06}^{+0,04}$; $A_3=50_{-0,035}^{+0,035}$.

Tính các kích thước A_2, A_5 .

b. Nếu trình tự gia công là A_1, A_4, A_3 .

Cho biết: $A_1=160\pm0,03$; $A_4=70_{-0,05}^{+0,035}$; $A_5=40_{-0,035}^{+0,035}$.

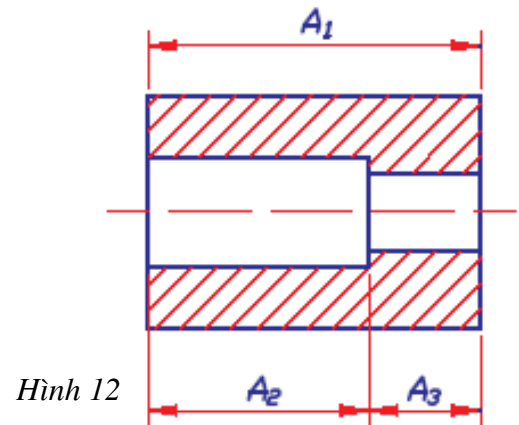
Tính các kích thước A_2, A_3 .

2. Cho chuỗi kích thước như hình 12 sau:

Hãy giải chuỗi kích thước để xác định sai lệch, dung sai kích thước A_2 .

Biết: Trình tự công nghệ gia công là: A_1, A_2

Với $A_1 = 100_{-0,1}^{+0,15}$; $A_3 = 45_{-0,15}^{+0,15}$



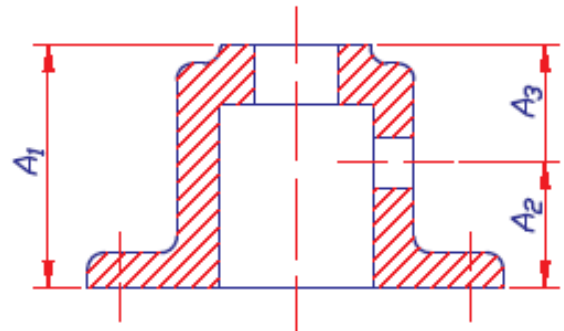
Hình 12

3. Cho chuỗi kích thước như hình 13 sau:

Hãy giải chuỗi kích thước để xác định sai lệch, dung sai kích thước A_2 .

Biết: Trình tự công nghệ gia công chi tiết là: A_1, A_2

Với $A_1 = 120_{-0,15}^{+0,15}$; $A_3 = 40_{-0,16}^{+0,16}$.

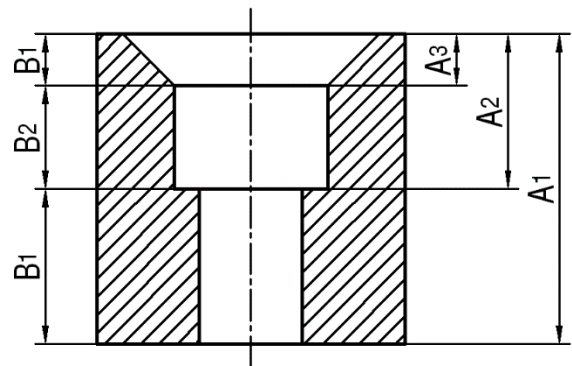


Hình 13

4. Cho một chi tiết như hình 14:

Biết các kích thước thiết kế: $B_1=30_{-0,05}^{+0,05}$; $B_2=20\pm0,03$; $B_3=10$.

Tính các kích thước công nghệ A_1, A_2, A_3 .



Hình 14

5. Giải thích và tính chuỗi kích thước sau:

a. $K = 60_{+0,1}^{+0,3} - 50_{-0,05}^{+0,15} - 8_{+0,1}^{+0,1}$

b. $X = 150_{-0,020}^{+0,075} - 10_{-0,020}^{+0,010} - 25\pm0,010 - 20_{+0,010}^{+0,030}$