

## Chương V

# CHUỖI KÍCH THƯỚC

**Mục tiêu chương V:** Sau khi học xong chương này, các sinh viên có khả năng:

1. Phân biệt được các loại chuỗi kích thước.
2. Lập được chuỗi kích thước của một chi tiết hoặc của một bộ phận máy.
3. Giải bài toán chuỗi kích thước nhằm tìm một hoặc một số các kích thước chưa biết của chi tiết hoặc của một bộ phận máy.
4. Trình bày được các yêu cầu và các nguyên tắc cơ bản của việc ghi kích thước.
5. Trình bày được các phương pháp cơ bản cho việc ghi kích thước và chọn được phương pháp ghi kích thước phù hợp trên bản vẽ chi tiết.

### 5.1. KHÁI NIỆM

Khi thiết kế một máy hay bộ phận máy, mối quan hệ về vị trí chính xác giữa các chi tiết máy có ảnh hưởng đến chất lượng làm việc của máy. Mối quan hệ này được hình thành trên cơ sở các kích thước của các chi tiết máy tham gia trong lắp ghép và được gọi là chuỗi kích thước.

#### 5.1.1. Định nghĩa

Chuỗi kích thước là mối quan hệ khép kín giữa các kích thước của một chi tiết hay giữa các kích thước của nhiều chi tiết trong cùng một bộ phận máy hay trong một máy.

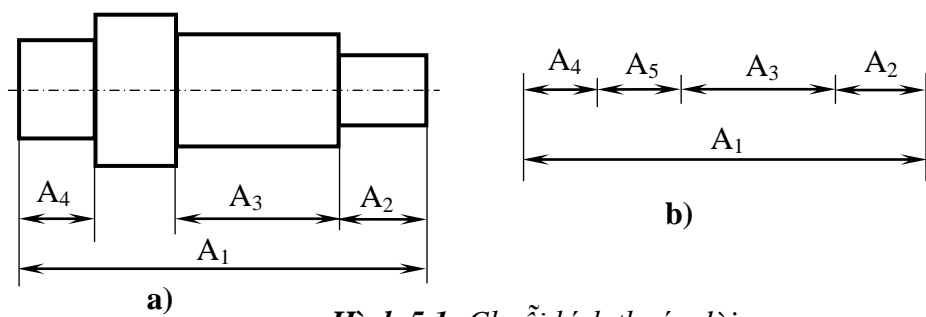
Như vậy, để hình thành chuỗi kích thước phải có hai điều kiện sau:

- 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.

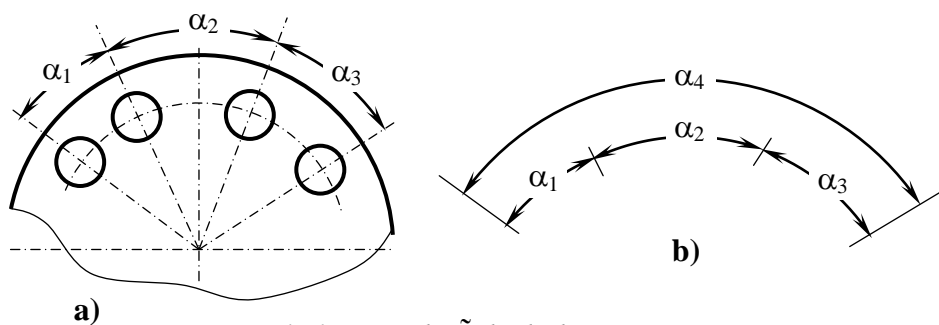
*Ghi chú:*

\* Những kích thước tạo thành chuỗi có thể là kích thước dài (hình 5.1) hay kích thước góc (hình 5.2).

\* Mỗi kích thước trong chuỗi được gọi là một khâu.



**Hình 5.1: Chuỗi kích thước dài**

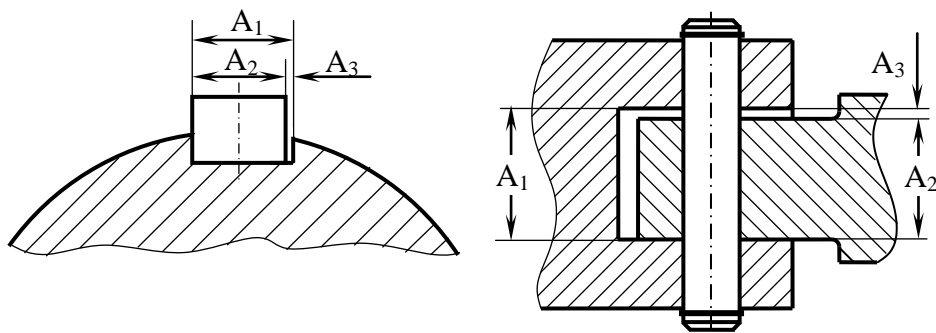


**Hình 5.2: Chuỗi kích thước góc**

### 5.1.2. Phân loại

**1. Theo kết cấu của chuỗi kích thước**, chia ra hai loại:

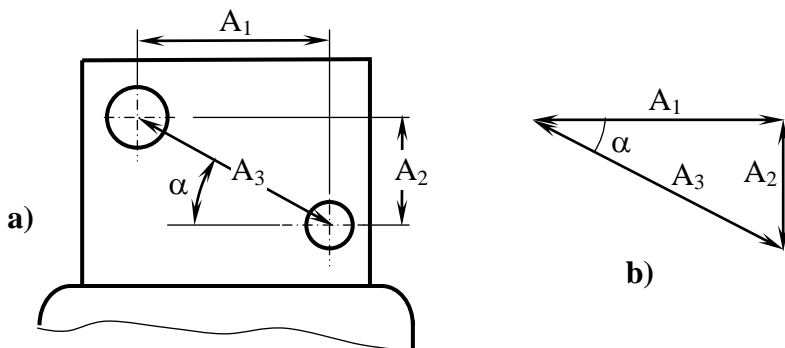
- Chuỗi kích thước chi tiết: chuỗi mà các khâu trong chuỗi là kích thước của cùng một chi tiết (hình 5.1, 5.2).
- Chuỗi kích thước lắp ghép: chuỗi mà các khâu trong chuỗi là kích thước của các chi tiết khác nhau trong lắp ghép (hình 5.3a, b).



**Hình 5.3: Chuỗi kích thước lắp ghép**

## 2. Theo vị trí tương quan giữa các kích thước, chia ra ba loại:

- Chuỗi kích thước đường thẳng: chuỗi mà các khâu trong chuỗi nằm song song với nhau trong cùng một mặt phẳng (hình 5.1, 5.2, 5.3).
- Chuỗi kích thước mặt phẳng: chuỗi mà các khâu trong chuỗi nằm trong cùng một mặt phẳng hoặc trong những mặt phẳng song song với nhau, nhưng bản thân chúng không song song với nhau (hình 5.4).



**Hình 5.4:** Chuỗi kích thước mặt phẳng

- Chuỗi kích thước không gian: chuỗi mà các khâu trong chuỗi nằm bất kỳ trong không gian.

Chuỗi kích thước không gian thường được chiếu lên các mặt phẳng tọa độ vuông góc để đưa trở về chuỗi kích thước đường thẳng hoặc chuỗi kích thước mặt phẳng.

### 5.1.3. Các thành phần của chuỗi kích thước

Dựa vào tính chất của khâu trong chuỗi, chia ra làm hai loại:

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

– Khâu khép kín (ký hiệu là  $A_\Sigma$ ) 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). Trong một chuỗi kích thước **chỉ được có một khâu khép kín**.

*Ghi chú:*

- Trong chuỗi kích thước lắp ghép, khâu thành phần là kích thước của các chi tiết tham gia vào chuỗi. Ví dụ: Với chuỗi kích thước trong hình (5.3a) và (5.3b), khâu khép kín là khe hở  $A_3$  của mỗi lắp.

– Với chuỗi kích thước chi tiết, việc xác định khâu thành phần và khâu khép kín sẽ phụ thuộc vào trình tự gia công các kích thước trong chuỗi đó. Với chuỗi kích thước trong hình (5.1), nếu trình tự gia công  $A_1, A_2, A_3, A_4$  thì  $A_5$  là khâu khép kín; nếu thay đổi trình tự gia công là  $A_2, A_3, A_5, A_4$  thì  $A_1$  là khâu khép kín.

Trong các khâu thành phần, tùy theo ảnh hưởng của khâu thành phần đến khâu khép kín mà chia ra làm hai loại sau:

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

Ví dụ: Với hình 5.3a, b, khâu  $A_1$  là khâu tăng còn  $A_2$  là khâu giảm.

#### 5.1.4. Nguyên tắc lập chuỗi kích thước

Muốn lập được chuỗi kích thước hợp lý, cần theo những nguyên tắc lần lượt như sau:

– Các khâu của chuỗi phải nối tiếp với nhau và tạo thành một vòng kín.

– Trong mỗi chuỗi chỉ có một khâu khép kín.

– Phải lập được "chuỗi kích thước ngắn nhất". Chuỗi ngắn nhất là chuỗi có số khâu ít nhất. Cùng một khâu khép kín, có thể lập được nhiều chuỗi kích thước với số lượng khâu khác nhau. Nếu số lượng khâu thành phần càng nhiều thì dung sai của chúng càng bé (để thỏa mãn dung sai của khâu khép kín). Điều đó sẽ gây khó khăn cho quá trình gia công, thậm chí có thể không gia công được.

Với chuỗi kích thước lắp ghép, muốn lập được chuỗi ngắn nhất thì mỗi chi tiết chỉ tham gia vào chuỗi một kích thước.

## 5.2. GIẢI CHUỖI KÍCH THƯỚC

Giải chuỗi kích thước là phải tìm một khâu hoặc một số khâu trong chuỗi. Có nhiều phương pháp giải chuỗi kích thước khác nhau, tuy nhiên trong phạm vi chương này chỉ trình bày việc giải chuỗi kích thước theo phương pháp đổi lần chức năng hoàn toàn.

Khi giải chuỗi kích thước, có thể gặp hai loại bài toán sau:

- **Bài toán thuận:** Biết trước 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.

Bài toán thuận thường dùng để:

- Tính sai số chuẩn cho một kích thước thực hiện nào đó trong công nghệ.

- Kiểm nghiệm lại một kết quả tính toán hay một yêu cầu trong lắp ráp.

- **Bài toán nghịch:** Cho biết kích thước danh nghĩa và sai lệch giới hạn của khâu khép kín, tìm kích thước danh nghĩa và sai lệch giới hạn của khâu thành phần.

Bài toán nghịch thường dùng để:

- Chuyển từ kích thước thiết kế sang kích thước công nghệ 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 của máy.

### 5.2.1. Mối quan hệ giữa các khâu trong chuỗi

Xác định mối quan hệ giữa khâu khép kín với khâu thành phần từ các hình 5.1, 5.3 và 5.4.

Với hình 5.1, giả sử trình tự gia công là  $A_1, A_2, A_3, A_4$  thì  $A_\Sigma = A_5$  và mối quan hệ là:

$$A_\Sigma = A_5 = A_1 - A_2 - A_3 - A_4 \quad (5.1)$$

Với hình 5.3,  $A_\Sigma = A_3$  và mối quan hệ là:

$$A_\Sigma = A_3 = A_1 - A_2 \quad (5.2)$$

Với hình 5.4, giả sử trình tự gia công là  $A_1, A_2$  thì  $A_\Sigma = A_3$  và mối quan hệ là:

$$A_\Sigma = A_3 = A_1 \cdot \cos \alpha + A_2 \cdot \sin \alpha \quad (5.3)$$

Một cách tổng quát, phương trình biểu diễn mối quan hệ giữa khâu khép kín với các khâu thành phần là:

$$A_\Sigma = \beta_1 A_1 + \beta_2 A_2 + \dots + \beta_n A_n = \sum_{i=1}^n \beta_i A_i \quad (5.4)$$

với  $n$  – số lượng khâu thành phần trong chuỗi.

Trong đó  $\beta_i$  gọi là hệ số ảnh hưởng của khâu thành phần đến khâu khép kín. Trong chuỗi đường thẳng,  $\beta = +1$  đối với khâu tăng và  $\beta = -1$  đối với khâu giảm. Còn trong chuỗi mặt phẳng hay chuỗi không gian,  $\beta$  sẽ bằng sin hoặc cos của một góc  $\alpha$  nào đó theo như công thức (5.3).

Công thức (5.4) có thể viết dưới dạng khác, trong đó đưa tất cả các khâu tăng vào tổng thứ nhất và tất cả các khâu giảm vào tổng thứ hai:

$$A_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m \beta_i A_i + \sum_{i=m+1}^n \beta_i A_i \quad (5.5)$$

trong đó:

$$\sum_{i=1}^m \beta_i A_i - \text{tổng các khâu tăng (m khâu tăng)}$$

$$\sum_{i=m+1}^n \beta_i A_i - \text{tổng các khâu giảm (n - m khâu giảm)}$$

Công thức (5.5) được sử dụng để giải bài toán chuỗi kích thước. Theo phương pháp đổi lẫn chức năng hoàn toàn, dung sai của các khâu thành phần và khâu khép kín được tính toán trên cơ sở sao cho chúng đạt được tính đổi lẫn chức năng hoàn toàn. Vì vậy kích thước của các khâu nằm trong vùng kích thước cho phép sẽ đạt tính đổi lẫn chức năng hoàn toàn ngay cả khi chúng có giá trị biên, mặc dù xác suất xuất hiện các giá trị đó là rất nhỏ.

## 5.2.2. Giải bài toán chuỗi kích thước

### 1. Bài toán thuận

Từ công thức (5.5), ta có:

$$A_{\Sigma \max} = \sum_{i=1}^m \beta_i A_{i \max} + \sum_{i=m+1}^n \beta_i A_{i \min} \quad (5.6)$$

$$A_{\Sigma \min} = \sum_{i=1}^m \beta_i A_{i \min} + \sum_{i=m+1}^n \beta_i A_{i \max} \quad (5.7)$$

Trừ (5.6) và (5.5), sẽ có sai lệch giới hạn trên của khâu khép kín:

$$\begin{aligned} ES_{\Sigma} &= A_{\Sigma \max} - A_{\Sigma} \\ ES_{\Sigma} &= \left[ \sum_{i=1}^m \beta_i A_{i \max} + \sum_{i=m+1}^n \beta_i A_{i \min} \right] - \left[ \sum_{i=1}^m \beta_i A_i + \sum_{i=m+1}^n \beta_i A_i \right] \\ \Rightarrow ES_{\Sigma} &= \sum_{i=1}^m \beta_i ES_i + \sum_{i=m+1}^n \beta_i EI_i \end{aligned} \quad (5.8)$$

Trừ (5.7) và (5.5), sẽ có sai lệch giới hạn dưới của khâu khép kín:

$$\begin{aligned} EI_{\Sigma} &= A_{\Sigma \min} - A_{\Sigma} \\ EI_{\Sigma} &= \left[ \sum_{i=1}^m \beta_i A_{i \min} + \sum_{i=m+1}^n \beta_i A_{i \max} \right] - \left[ \sum_{i=1}^m \beta_i A_i + \sum_{i=m+1}^n \beta_i A_i \right] \\ \Rightarrow EI_{\Sigma} &= \sum_{i=1}^m \beta_i EI_i + \sum_{i=m+1}^n \beta_i ES_i \end{aligned} \quad (5.9)$$

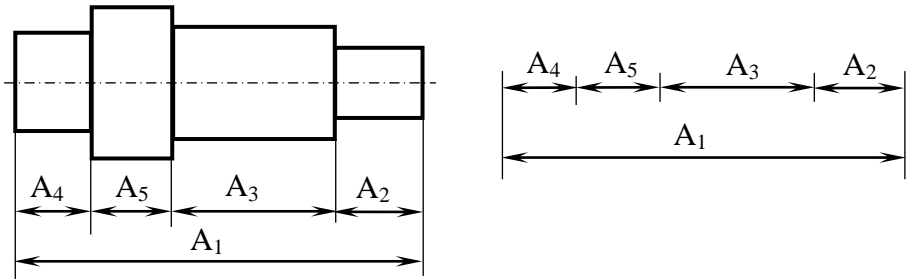
Trừ (5.8) và (5.9), sẽ có dung sai khâu khép kín  $T_{\Sigma}$  là:

$$T_{\Sigma} = A_{\Sigma \max} - A_{\Sigma \min} = \sum_{i=1}^m \beta_i T_i - \sum_{i=m+1}^n \beta_i T_i \quad (5.10)$$

Trường hợp đối với chuỗi kích thước đường thẳng, vì  $\beta_i = \pm 1$  nên công thức (5.10) trở thành:

$$T_{\Sigma} = A_{\Sigma \max} - A_{\Sigma \min} = \sum_{i=1}^m T_i + \sum_{i=m+1}^n T_i = \sum_{i=1}^n T_i \quad (5.11)$$

*Ví dụ:* Với chi tiết như hình (5.1), giả sử trình tự gia công là  $A_1, A_2, A_3, A_4$ . Biết  $A_1 = 450 \pm 0,15$ ;  $A_2 = 65_{-0,09}$ ;  $A_3 = 285_{-0,05}^{+0,08}$ ;  $A_4 = 58_{-0,14}^{-0,03}$ . Tính kích thước  $A_5$ .



*Giải*

Do trình tự gia công là  $A_1, A_2, A_3, A_4$  nên  $A_5 = A_{\Sigma}$ .

$A_1$  là khâu tăng  $\Rightarrow \beta_1 = 1$

$A_2, A_3, A_4$  là khâu giảm  $\Rightarrow \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = -1$

Kích thước danh nghĩa của  $A_5$  là:

$$A_{\Sigma} = A_5 = A_1 - A_2 - A_3 - A_4 = 450 - 65 - 285 - 58 = 42$$

Áp dụng các công thức (5.8), (5.9) để tính các sai lệch giới hạn của kích thước  $A_5$ :

$$ES_{\Sigma} = [1 \times 0,15] + [(-1) (-0,09) + (-1) (-0,05) + (-1) (-0,14)] \\ = 0,43$$

$$EI_{\Sigma} = [1 \times (-0,15)] + [(-1) (0) + (-1) (0,08) + (-1) (-0,03)] = -0,20$$

$$\text{Vậy khâu khép kín } A_{\Sigma} = A_5 = 42^{+0,43}_{-0,20}$$

Kiểm tra lại kết quả tính toán bằng công thức (5.11):

$$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n T_i \Leftrightarrow T_{A_5} = T_{A_1} + T_{A_2} + T_{A_3} + T_{A_4} \\ \Leftrightarrow 0,63 = 0,30 + 0,09 + 0,13 + 0,11$$

## 2. Bài toán nghịch

Bài toán nghịch là bài toán biết khâu khép kín và phải tìm khâu thành phần. Có hai loại bài toán nghịch:

- Bài toán nghịch đơn giản: biết khâu khép kín và  $n-1$  khâu thành phần, chỉ tìm khâu thành phần còn lại.
- Bài toán nghịch phức tạp: biết khâu khép kín, phải tìm tất cả các khâu thành phần.

Trước hết, xét trường hợp giải bài toán nghịch phức tạp. Trình tự giải bài toán nghịch phức tạp gồm các bước sau:

*Bước 1:* Do phải tìm  $n$  ẩn số ( $n$  khâu thành phần) nên người ta thường phải đưa vào điều kiện ban đầu là **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).

Giả thiết này không phải bao giờ cũng hợp lý vì trong thực tế ít có trường hợp tất cả các khâu thành phần đều có cùng một mức độ chính xác. Tuy nhiên, có thể khắc phục sự bất hợp lý này trong bước sau bằng cách căn cứ vào điều kiện làm việc cụ thể của chi tiết máy hoặc bộ phận máy để xác định lại mức độ chính xác của các khâu thành phần.

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

$$T_i = a_i. i_i = a_{tb}. i_i = a_{tb} (0,45 \sqrt[3]{A_{itb}} + 0,001 A_{itb}) \quad (5.12)$$

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 (5.12) vào (5.10):

$$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m \beta_i \cdot a_{tb} \left( 0,45\sqrt[3]{A_{itb}} + 0,001A_{itb} \right) - \sum_{i=m+1}^n \beta_i \cdot a_{tb} \left( 0,45\sqrt[3]{A_{itb}} + 0,001A_{itb} \right)$$

$$\Rightarrow a_{tb} = \frac{T_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^m \beta_i \left( 0,45\sqrt[3]{A_{itb}} + 0,001A_{itb} \right) - \sum_{i=m+1}^n \beta_i \left( 0,45\sqrt[3]{A_{itb}} + 0,001A_{itb} \right)}$$

$$\Leftrightarrow a_{tb} = \frac{T_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^m \beta_i i_i - \sum_{i=m+1}^n \beta_i i_i} \quad (5.13)$$

Để thuận lợi cho việc tính toán, trị số  $i_i$  được cho sẵn trong bảng

**Bảng 5.1:** Giá trị  $i$  của các khoảng kích thước

Khoảng kích thước, mm	đến 3	3 ÷ 6	6 ÷ 10	10 ÷ 18	18 ÷ 30	30 ÷ 50	50 ÷ 80
Giá trị $i_i$	0,55	0,73	0,90	1,08	1,31	1,56	1,86
Khoảng kích thước, mm	80÷120	120÷180	180÷250	250÷315	315÷400	400÷500	
Giá trị $i_i$	2,17	2,52	2,92	3,23	3,54	3,95	

**Bước 2:** Sau khi có  $a_{tb}$ , đem so sánh với trị số  $a$  trong bảng hệ số chính xác (chương 2) và chọn cấp chính xác cho các khâu thành phần. Trị số  $a_{tb}$  thường không khớp với trị số  $a$  trong bảng, khi đó có thể quyết định 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 cấp chính xác tính toán. Cách chọn này hợp lý và phù hợp với thực tế hơn, đồng thời khắc phục được nhược điểm của giả thiết ban đầu đưa ra. Tuy nhiên, nó đòi hỏi người thiết kế phải có kinh nghiệm về công nghệ, biết kết hợp chặt chẽ giữa yêu cầu của thiết kế và khả năng công nghệ.

**Bước 3:** Dựa vào bảng TCVN 2244-1991 và TCVN 2245-1991 để xác định các sai lệch giới hạn của các khâu thành phần với qui ước khâu

tăng tra theo lỗ cơ bản (H) và khâu giảm tra theo trục cơ bản (h). Qui ước này không có tính chất bắt buộc mà chỉ nhằm để xác định vị trí của miền dung sai, do đó tùy theo trường hợp cụ thể có thể chọn cách bố trí vị trí miền dung sai khác phù hợp với thiết kế và công nghệ.

Lúc tra bảng để xác định sai lệch giới hạn của các khâu thành phần, chỉ được tra cho  $n-1$  khâu thành phần, còn một khâu thành phần nào đó phải để lại để tính toán bù trừ và được gọi là khâu bù ( $A_b$ ). Sở dĩ phải làm như vậy là để bù lại sự khác nhau giữa hệ số  $a$  của cấp chính xác đã chọn với hệ số  $a_{tb}$  tính được từ công thức (5.13), ngay cả khi 2 hệ số đó có trùng nhau đi nữa thì cũng phải tính sai lệch giới hạn cho khâu bù nhằm đảm bảo dung sai và sai lệch giới hạn của nó cùng với dung sai và sai lệch giới hạn của  $n-1$  khâu thành phần tra theo bảng phù hợp với dung sai và sai lệch giới hạn của khâu khép kín đã cho trước.

Về nguyên tắc có thể chọn bất kỳ khâu thành phần nào làm khâu bù cũng được. Tuy nhiên khi chọn khâu bù, cần lưu ý các điểm sau:

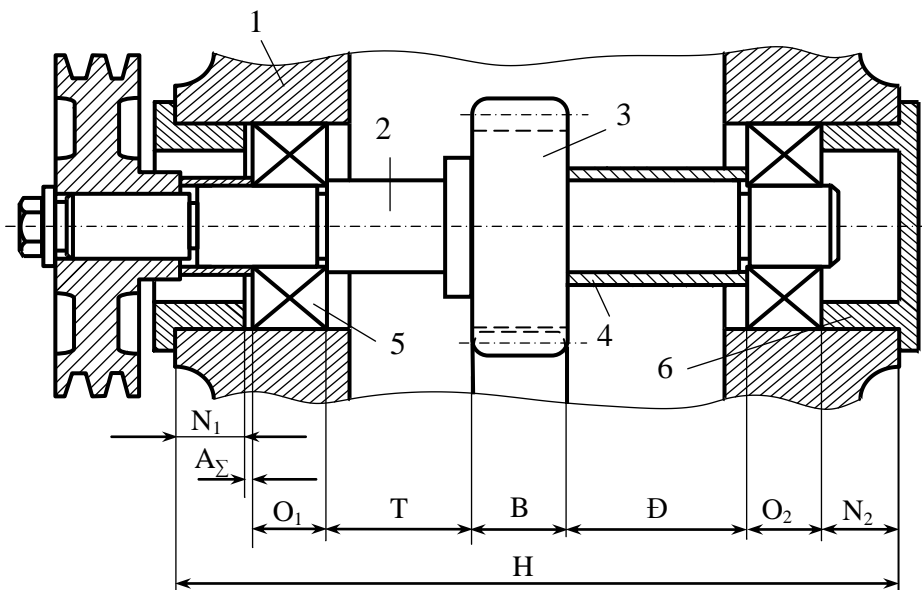
- Nếu chọn cấp chính xác các khâu thành phần cao hơn cấp chính xác tính toán (tức là dung sai của các khâu này đã bị thu hẹp) thì dung sai khâu bù rộng ra. Do đó nên chọn khâu bù là khâu khó gia công.

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

*Bước 4:* Đến đây bài toán nghịch phức tạp trở thành bài toán nghịch đơn giản (đã biết khâu khép kín và  $n-1$  khâu thành phần), chỉ còn tìm dung sai và sai lệch giới hạn của khâu bù. Do khâu bù cũng là một khâu thành phần nên thế các số liệu đã có vào công thức (5.8) và (5.9) để rút ra sai lệch giới hạn của khâu bù.

*Ghi chú:* Với bài toán nghịch đơn giản, khâu cần tìm được xem như khâu bù và không cần tính đủ 4 bước như trên mà chỉ cần tính bước 4 để tìm khâu bù  $A_b$ .

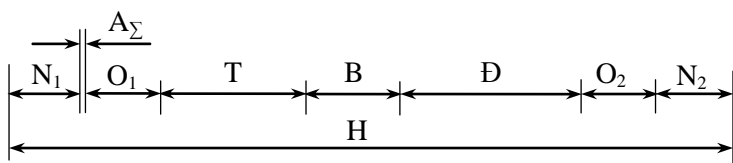
*Ví dụ:* Có một bộ phận máy như hình 5.5. Yêu cầu kỹ thuật cuối cùng sau khi lắp là khe hở dành cho biến dạng nhiệt là  $A_\Sigma = 0_{+0,2}^{+0,6}$  mm. Biết:  $H = 253$ mm,  $T = 60$ mm,  $B = 35$ ,  $D = 70$ ,  $O_1 = O_2 = 19$ mm,  $N_1 = N_2 = 25$ mm.



**Hình 5.5:** Bản vẽ lắp hộp giảm tốc  
1 – Hộp; 2 – Trục; 3 – Bánh răng; 4 – Đệm; 5 – Ổ; 6 – Nắp

### GIẢI

Lập chuỗi kích thước để giải như sau:



Khâu tăng:  $H \Rightarrow \beta_i = 1$

Khâu giảm:  $N_1, O_1, T, B, Đ, O_2, N_2 \Rightarrow \beta_i = -1$

**Bước 1:** Theo công thức (5.13), ta có:

$$a_{tb} = \frac{T_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^m \beta_i i_i - \sum_{i=m+1}^n \beta_i i_i} = \frac{T_{\Sigma}}{i_H + 2i_N + 2i_O + i_T + i_B + i_D}$$

$$a_{tb} = \frac{400}{3,23 + 2(1,31) + 2(1,31) + 1,86 + 1,56 + 1,86} \approx 29$$

**Bước 2:** Chọn cấp chính xác cho các khâu thành phần là cấp 8 (có  $a = 25$ ) và chọn khâu Đ là khâu bù.

**Bước 3:** Tra bảng tiêu chuẩn ổ lăn để xác định bề rộng ổ  $O_1 = O_2 = 19_{-0,02}$ ; tra bảng 2.7 và 2.8 để xác định sai lệch giới hạn của các khâu thành phần khác:  $H = 253H8 = 253^{+0,081}$ ;  $N_1 = N_2 = 25h8 = 25_{-0,033}$ ;  $T = 60h8 = 60_{-0,046}$ ;  $B = 35h8 = 35_{-0,039}$ .

**Bước 4:** Tính khâu bù Đ

$$\text{Từ công thức (5.8): } ES_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m \beta_i ES_i + \sum_{i=m+1}^n \beta_i EI_i$$

$$\Leftrightarrow 0,6 = (0,081) + (-1)[(-0,033 \times 2) + (-0,02 \times 2) + (-0,046) + (-0,039) + EI_D]$$

$$\Rightarrow EI_4 = -0,328$$

$$\text{Từ công thức (5.9): } EI_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m \beta_i EI_i + \sum_{i=m+1}^n \beta_i ES_i$$

$$\Leftrightarrow 0,2 = 0 + [(-1).0 + (-1)ES_D]$$

$$\Rightarrow ES_4 = -0,2$$

Vậy kích thước của đệm Đ  $= 70_{-0,328}^{-0,2}$  mm

### 5.2.3. Ưu khuyết điểm của phương pháp giải

**Ưu điểm:** Vì dung sai và sai lệch giới hạn của các khâu được xác định trên cơ sở tính đối lẫn chức năng hoàn toàn nên nó có những ưu điểm của tính đối lẫn chức năng hoàn toàn, nghĩa là:

- Tạo điều kiện dễ dàng cho quá trình lắp ráp các chi tiết máy lại thành máy vì không cần phải sửa chữa hoặc lựa chọn trong quá trình lắp.
- Tạo điều kiện thuận lợi cho việc hợp tác sản xuất, phân công sản xuất và chuyên môn hóa sản xuất.
- Tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình sử dụng và sửa chữa các chi tiết hư hỏng của máy sau này.

**Khuyết điểm:** Trong một số trường hợp, khi số lượng khâu thành phần trong chuỗi kích thước khá lớn, theo công thức (5-13), giá trị của  $a_{tb}$  sẽ nhỏ đi, nghĩa là đòi hỏi các khâu thành phần có cấp chính xác cao. Độ chính xác cao như vậy sẽ gây khó khăn cho việc chế tạo, thậm chí có thể không chế tạo được. Do đó, phương pháp giải này chỉ dùng cho những chuỗi có số khâu thành phần nhỏ hoặc chuỗi không đòi hỏi độ chính xác cao. Các trường hợp khác bắt buộc phải sử dụng phương pháp đối lẫn chức năng không hoàn toàn để giải.

## 5.3. GHI KÍCH THƯỚC TRÊN BẢN VẼ CHI TIẾT

### 5.3.1. Các yêu cầu cơ bản của việc ghi kích thước

Trong quá trình thiết kế một bộ phận máy hoặc một máy, việc ghi kích thước đóng một vai trò rất quan trọng bởi vì kích thước và dung sai của kích thước có ảnh hưởng quyết định đến chất lượng làm việc của bộ phận máy hoặc máy cũng như đến quá trình chế tạo chúng. Vì vậy khi ghi kích thước, người thiết kế cần chú ý đảm bảo các yêu cầu cơ bản sau:

– ***Phải dùng kích thước tiêu chuẩn nếu loại kích thước đó đã được tiêu chuẩn hoá.*** Trong quá trình thiết kế, người thiết kế đã sử dụng các kết cấu và các chi tiết máy tiêu chuẩn thì cũng phải sử dụng các kích thước tiêu chuẩn tương ứng. Điều này rất có lợi cho quá trình thiết kế, chế tạo cũng như quá trình sửa chữa thay thế sau này.

– ***Phải xuất phát từ yêu cầu về chất lượng làm việc của chi tiết máy trong bộ phận máy hoặc trong máy cũng như chất lượng làm việc của máy.*** Yêu cầu này nhằm thiết kế và chế tạo ra những máy đáp ứng được công dụng của nó với chất lượng tốt nhất trong điều kiện kinh tế nhất. Nếu không, máy có khả năng không làm việc được hoặc làm việc mà không thỏa mãn các điều kiện kỹ thuật cần thiết.

– ***Phải tạo điều kiện thuận lợi nhất cho việc gia công các chi tiết máy và lắp ráp máy.*** Yêu cầu này nhằm làm cho quá trình chế tạo các chi tiết máy và lắp ráp chúng thành máy được dễ dàng nhất. Nếu ghi kích thước không hợp lý có thể gây khó khăn cho việc chế tạo và ảnh hưởng đến hiệu quả kinh tế. Vì vậy đòi hỏi người thiết kế phải có kiến thức sâu về công nghệ.

### 5.3.2. Các nguyên tắc cơ bản của việc ghi kích thước

Sau khi có bản vẽ lắp với đầy đủ các kết cấu cần thiết, đến giai đoạn ghi kích thước, nhiệm vụ của người thiết kế là lựa chọn loại kích thước cần ghi và xác định độ chính xác cho các kích thước đó (thể hiện bởi dung sai và các sai lệch giới hạn của nó).

Để thỏa mãn các yêu cầu cơ bản của việc ghi kích thước đã nêu ở trên, người thiết kế cần tiến hành ghi kích thước theo các nguyên tắc thứ tự lần lượt như sau:

#### ***1. Nguyên tắc 1: Ghi kích thước cho các lắp ghép đã tiêu chuẩn hoá***

Với những lắp ghép thông dụng như lắp ghép hình trụ trơn, lắp ghép then, then hoa, lắp ghép ren ... mà đã được nghiên cứu ở các chương trước; chúng ta thấy nó có các đặc điểm sau:

- Yêu cầu của các lắp ghép này chủ yếu do công dụng bản thân nó quyết định mà ít chịu ảnh hưởng của các yêu cầu kỹ thuật chung của máy. Vì vậy lúc quyết định lắp ghép cho các mối ghép này, thường chỉ chú ý đến các yêu cầu cục bộ của nó. Ví dụ trục cần quay trong bạc thì phải chọn lắp ghép có độ hở, bánh răng cần truyền chuyển động quay và có thể dịch chuyển dọc trục nên chọn mối ghép then hoa có độ hở ...

Tuy nhiên cũng có những lắp ghép, ngoài ảnh hưởng cục bộ còn có ảnh hưởng đến yêu cầu chung của máy. Ví dụ lắp ghép giữa nòng và thân ụ động máy tiện. Ngoài yêu cầu cục bộ là nòng cần phải dịch chuyển tịnh tiến trong lỗ của thân ụ động còn cần phải đảm bảo độ đồng tâm cao giữa đường tâm ụ động với tâm trục chính máy tiện. Do đó phải chọn mức độ chính xác tương đối cao cho lắp ghép này, chẳng hạn chọn lắp ghép H6/h5.

- Tính chất của các lắp ghép này thường do một số ít kích thước của các chi tiết có liên quan quyết định. Ví dụ với mỗi ghép hình trụ tròn chỉ có hai kích thước đường kính của lỗ và trục quyết định tính chất của lắp ghép; với mỗi ghép then hoa tùy theo phương pháp định tâm mà chỉ có một hoặc hai trong ba kích thước quyết định là đường kính ngoài  $D$ , đường kính trong  $d$  và bề rộng  $b$  của then hoa.

Vì có những đặc điểm nêu trên nên đối với các lắp ghép đã tiêu chuẩn hoá, chỉ cần căn cứ vào điều kiện làm việc của nó mà người thiết kế quyết định lắp ghép phù hợp. Từ lắp ghép đã chọn, tra trong các bảng tương ứng để xác định dung sai và sai lệch giới hạn cho các kích thước liên quan của chi tiết.

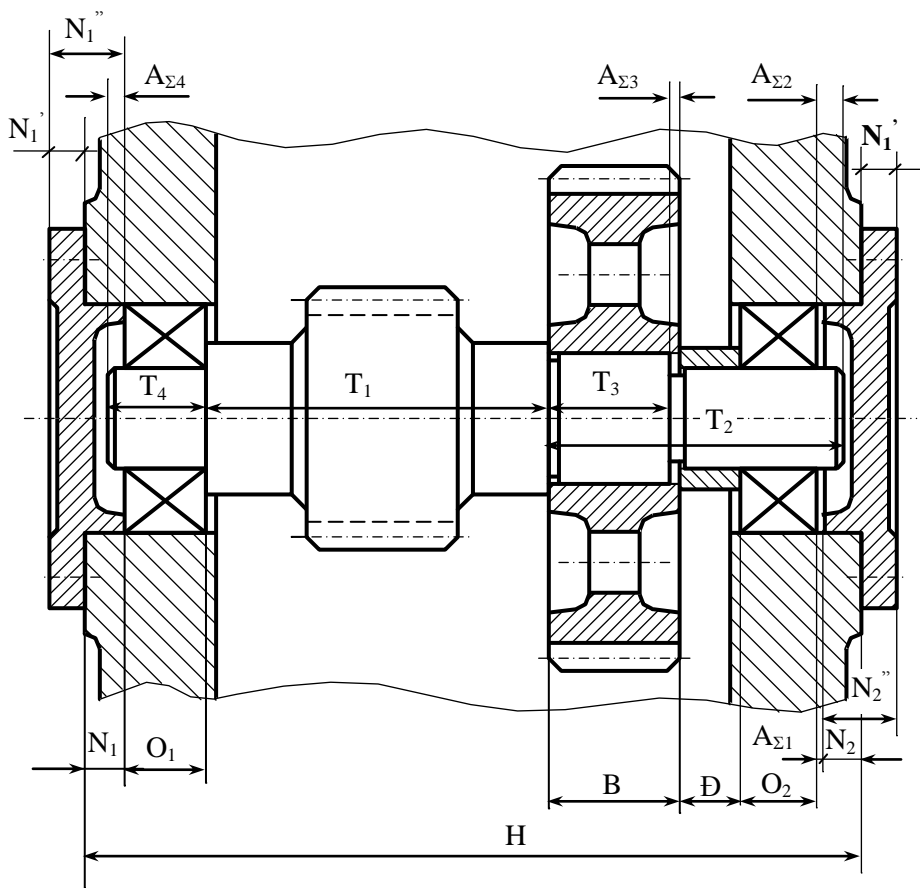
## **2. Nguyên tắc 2: Kích thước của chi tiết phải được xác định trên cơ sở phân tích và giải bài toán chuỗi kích thước**

Nguyên tắc này chủ yếu đề cập đến kích thước chiều dài có tham gia vào chuỗi kích thước lắp ghép vì kích thước đường kính đã được tiến hành ghi theo nguyên tắc 1.

Sở dĩ cần phải phân tích chuỗi kích thước lắp để ghi kích thước cho chi tiết là vì ta nhận thấy: Chi tiết là một thành phần của máy, cho nên ***một yêu cầu chung nào đó của máy thường là khâu khép kín của một chuỗi kích thước lắp, trong khi kích thước các chi tiết sẽ đóng vai trò các khâu thành phần của chuỗi đó.***

Vì vậy, muốn ghi kích thước nào đó của chi tiết thì phải lập chuỗi kích thước lắp có chứa kích thước đó, sau đó từ yêu cầu của khâu khép kín mà giải bài toán nghịch để tìm ra kích thước của chi tiết.

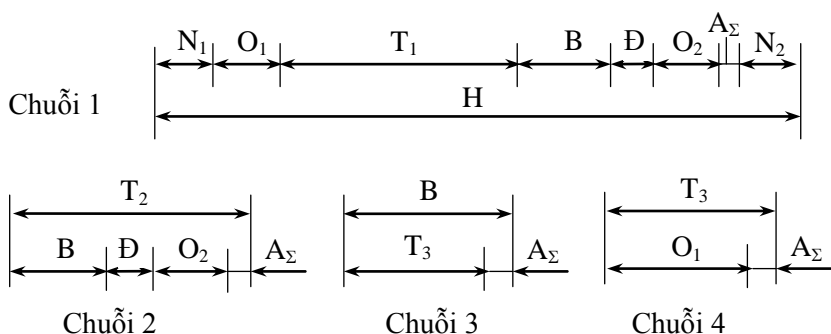
Để minh họa cho nguyên tắc này, lấy một ví dụ cụ thể và đơn giản sau: Tính toán và ghi kích thước cho chi tiết trục trung gian của một hộp giảm tốc hai cấp như hình (5.6).



**Hình 5.6:** Hộp giảm tốc hai cấp

Sử dụng các ký hiệu sau cho các kích thước:

- Kích thước thuộc hộp : ký hiệu H
- Kích thước thuộc nắp : ký hiệu N
- Kích thước thuộc ổ lăn : ký hiệu O
- Kích thước thuộc trục : ký hiệu T
- Kích thước thuộc đệm : ký hiệu Đ
- Kích thước thuộc bánh răng : ký hiệu B



**Hình 5.7:** Lập các chuỗi kích thước

Các yêu cầu của bộ phận máy này sẽ là:

- **Yêu cầu 1:** Sau khi lắp, phải đảm bảo khe hở giữa nắp và ổ là  $A_{\Sigma 1} = 0^{+0,2}$  mm. Khe hở này là khâu khép kín của chuỗi 1 có kích thước  $T_1$  của trục tham gia. Giải bài toán nghịch của chuỗi này, sẽ xác định được kích thước  $T_1$  của trục và các kích thước  $B, N_1, N_2, H, Đ$  của các chi tiết khác (trong đó kích thước  $O_1, O_2$  đã có sẵn từ loại ổ lăn được chọn trước).

- **Yêu cầu 2:** Sau khi lắp, phải đảm bảo đầu trục không được lọt vào trong lỗ của ổ lăn bên phải, nghĩa là phải đảm bảo kích thước  $A_{\Sigma 2} = 2^{+0,5}$  mm. Từ yêu cầu đó, lập được chuỗi 2 có kích thước  $T_2$  của trục tham gia, còn các khâu  $B, Đ, O_2$  đã có sẵn sau khi giải chuỗi 1.

- **Yêu cầu 3:** Để miếng đệm có thể tựa vào mặt đầu của bánh răng, cần phải thỏa điều kiện  $A_{\Sigma 3} = 1 \pm 0,5$  mm. Từ yêu cầu này, lập được chuỗi 3 có kích thước  $T_3$  của trục tham gia, còn khâu  $B$  đã có sẵn sau khi giải chuỗi 1.

- **Yêu cầu 4:** Để đầu trục không được lọt vào trong lỗ của ổ lăn bên trái, phải đảm bảo kích thước  $A_{\Sigma 4} = 2^{+0,5}$  mm. Từ yêu cầu này, lập được chuỗi 4 có kích thước  $T_4$  của trục tham gia với khâu  $O_1$  đã có sẵn.

Giải các chuỗi kích thước trên sẽ có các kích thước cần thiết  $T_1, T_2, T_3, T_4$  của trục. Ghi các kích thước này lên bản vẽ chi tiết của trục và thêm vào đó các kích thước  $T_5, T_6, T_7$  để xác định vị trí bánh răng liên trục, các rãnh thoát dao  $T_8, T_9, T_{10}$  tùy ý nhưng sao cho không làm ảnh hưởng đến các kích thước đã được tính toán ở trên (hình 5.8).

**Lưu ý:** Nếu một kích thước nào đó tham gia vào nhiều chuỗi khác nhau với vai trò là khâu thành phần thì khi tiến hành giải các chuỗi kích thước cần thực hiện nguyên tắc **ưu tiên giải chuỗi khâu khép nhất**. Chuỗi khâu khép nhất là chuỗi có số khâu thành phần nhiều nhất và dung sai khâu



khép kín nhỏ nhất. Mức độ khắc khe của các chuỗi có thể được đánh giá bởi hệ số  $k$ :

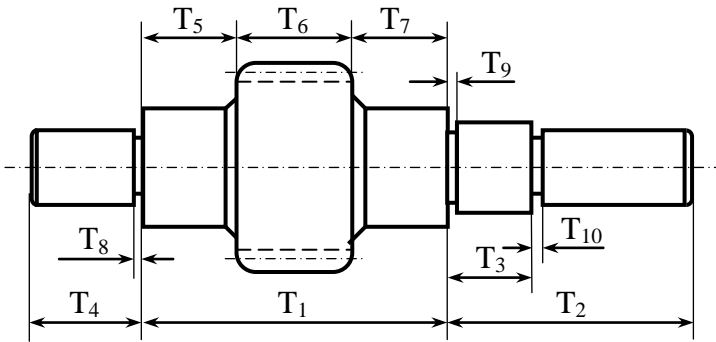
$$k = \frac{T_{\Sigma i}}{n_i} \quad (5.14)$$

với  $T_{\Sigma i}$  — dung sai khâu khép kín của chuỗi thứ  $i$ .

$n_i$  — số khâu thành phần của chuỗi thứ  $i$ .

Lý do của việc thực hiện nguyên tắc này là khi một kích thước có chung trong nhiều chuỗi thì nó phải thỏa mãn yêu cầu của khâu khép kín trong tất cả các chuỗi mà nó tham gia. Khi ưu tiên giải chuỗi khắc khe nhất, kích thước tìm được chẳng những thỏa mãn được chuỗi khắc khe nhất đó mà đương nhiên cũng sẽ thỏa mãn được yêu cầu của chuỗi ít khắc khe hơn.

Với ví dụ trên, kích thước  $B$  tham gia vào cả ba chuỗi 1, 2, 3. Để thấy chuỗi 1 là chuỗi khắc khe nhất nên phải ưu tiên giải trước chuỗi này.



**Hình 5.8:** Các kích thước chiều dài của trục

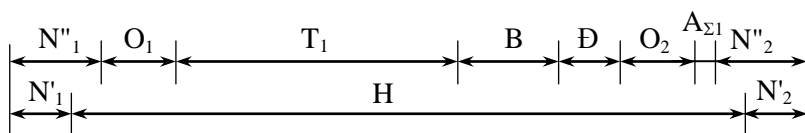
### 3. Nguyên tắc 3: Ghi kích thước phải tạo điều kiện thuận lợi cho việc chế tạo chi tiết

Muốn thế, cần phải lưu ý hai vấn đề:

- Khi thành lập chuỗi phải đảm bảo thỏa mãn nguyên tắc "**chuỗi ngắn nhất**". "Chuỗi ngắn nhất" là chuỗi có số khâu thành phần ít nhất. Với cùng một khâu khép kín, có thể lập được nhiều chuỗi với số lượng khâu thành phần khác nhau. Số lượng khâu thành phần càng nhiều thì dung sai của chúng càng nhỏ khi tiến hành giải chuỗi kích thước. Do đó, mục đích của nguyên tắc "chuỗi ngắn nhất" là tạo điều kiện cho dung sai khâu thành phần có thể có giá trị lớn nhất và điều này sẽ tạo thuận lợi cho việc chế tạo chúng.

Muốn thực hiện nguyên tắc chuỗi kích thước ngắn nhất, chỉ được chọn kích thước nào của chi tiết có ảnh hưởng trực tiếp đến khâu khép kín làm khâu thành phần của chuỗi. Nói một cách khác, **mỗi chi tiết chỉ được chọn một kích thước** tham gia vào chuỗi.

Trở lại chuỗi 1 ở trên, đây là chuỗi thực hiện được nguyên tắc "chuỗi ngắn nhất" mặc dầu nó có khá nhiều khâu. Bởi vì cũng với khâu khép kín  $A_{\Sigma 1}$ , có thể lập được chuỗi khác dài hơn như sau:



Trong chuỗi này, số khâu thành phần tăng lên hai khâu so với chuỗi 1 nên không thực hiện được nguyên tắc "chuỗi ngắn nhất". Vấn đề ở chỗ là đã đưa vào chuỗi này đồng thời hai kích thước  $N''_1, N'_1$  của nắp 1 và  $N''_2, N'_2$  của nắp 2.

– Chọn phương án ghi kích thước thích hợp.

Với cùng một chi tiết có thể có nhiều phương án ghi kích thước khác nhau. Các phương án đó đều thỏa mãn yêu cầu làm việc của chi tiết nói riêng và của máy nói chung. Vấn đề là phải chọn được phương án thích hợp để chế tạo chi tiết dễ dàng. Phần sau sẽ đề cập đến một số phương pháp tổng quát để ghi kích thước.

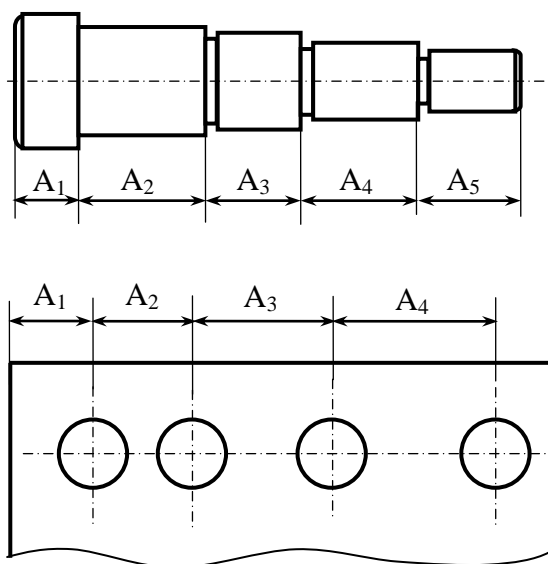
### 5.3.3. Các phương pháp ghi kích thước

Thông thường các kích thước của chi tiết có được là do giải các chuỗi kích thước được lập từ các yêu cầu chung của máy. Các kích thước đó sẽ thỏa mãn chức năng phục vụ của chi tiết. Nhưng không phải bất kỳ trường hợp nào cũng ghi nguyên các kích thước đó lên bản vẽ chi tiết được vì có nhiều kích thước rất khó chế tạo hoặc không chế tạo được. Bởi vậy, nhiều khi phải thay thế bằng những kích thước khác để dễ dàng gia công mà vẫn đảm bảo khả năng làm việc của chi tiết.

Có các phương pháp cơ bản để ghi kích thước như sau:

#### 1. Ghi kích thước theo phương pháp xích liên tiếp

Theo phương pháp này, các kích thước của chi tiết được ghi nối tiếp nhau (hình 5.13).



**Hình 5.13:** Ghi kích thước theo phương pháp xích liên tiếp

Phương pháp này thường được sử dụng khi ghi khoảng cách tâm của các lỗ trong một vòng hoặc một dãy, các kích thước chiều dài các bậc của chi tiết trục bậc nếu yêu cầu các kích thước cần phải chính xác.

## 2. Ghi kích thước theo phương pháp tọa độ

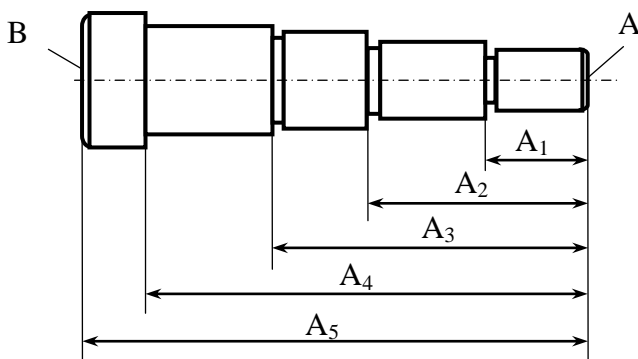
Theo phương pháp này, các kích thước của chi tiết được ghi từ một chuẩn đã chọn. Phương pháp này chỉ thích hợp trong trường hợp khoảng cách tâm của các lỗ hoặc các kích thước chiều dài các bậc không yêu cầu chính xác.

Tùy theo việc chọn chuẩn mà hình thành ba cách ghi kích thước:

- Ghi kích thước theo phương pháp tọa độ từ chuẩn thiết kế

Chuẩn thiết kế là bề mặt, đường hoặc điểm dùng để xác định các bề mặt, đường hoặc điểm khác của chi tiết trong quá trình thiết kế. Chuẩn thiết kế được chọn căn cứ vào vị trí của chi tiết trong cơ cấu.

Trong hình (5.14), chuẩn thiết kế là mặt đầu A của chi tiết.

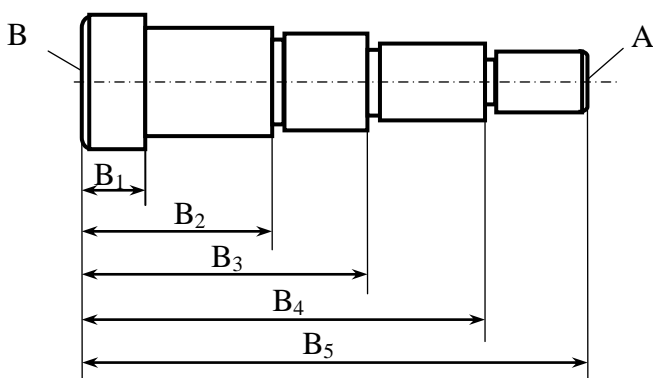


**Hình 5.14:** Ghi kích thước theo phương pháp tọa độ từ chuẩn thiết kế

- Ghi kích thước theo phương pháp tọa độ từ chuẩn công nghệ

Chuẩn công nghệ là bề mặt, đường hoặc điểm dùng để xác định các bề mặt, đường hoặc điểm khác của chi tiết trong quá trình gia công.

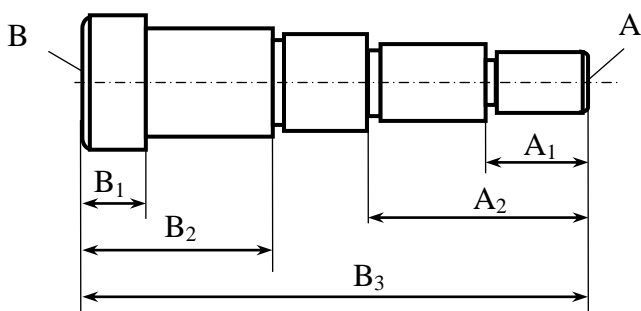
Trong hình (5.15), chuẩn công nghệ là mặt đầu B của chi tiết.



**Hình 5.15:** Ghi kích thước theo phương pháp tọa độ từ chuẩn công nghệ

- Ghi kích thước theo phương pháp tọa độ phối hợp giữa chuẩn thiết kế và chuẩn công nghệ.

Trong trường hợp này, một số kích thước được ghi từ chuẩn thiết kế và số còn lại được ghi từ chuẩn công nghệ (hình 5.16).



**Hình 5.16:** Ghi kích thước theo phương pháp tọa độ phối hợp giữa chuẩn thiết kế và chuẩn công nghệ

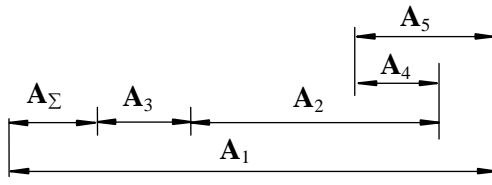
### 3. Ghi kích thước theo phương pháp kết hợp

Đây là cách ghi kết hợp cả hai phương pháp ghi kích thước: phương pháp xích liên tiếp và phương pháp tọa độ. Ưu điểm của phương pháp này là vừa đảm bảo chế tạo chính xác các kích thước quan trọng vừa đảm bảo các kích thước khác có dung sai lớn tạo điều kiện dễ dàng cho quá trình gia công.

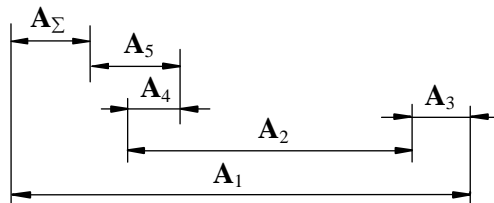
Tóm lại, để chọn được phương pháp ghi kích thước thích hợp, người thiết kế phải nghiên cứu chức năng phục vụ của chi tiết trong cơ cấu máy rồi từ đó lập chuỗi kích thước và tính toán xác định độ chính xác kích thước. Ưu tiên chọn phương pháp ghi kích thước để đảm bảo điều kiện làm việc của chi tiết trong bộ phận máy. Tuy nhiên, cũng cần căn cứ vào điều kiện công nghệ gia công cụ thể của chi tiết mà vạch ra phương án ghi kích thước thật hợp lý.

## CÂU HỎI ÔN TẬP

1. .... là chuỗi mà các khâu trong chuỗi là kích thước của các chi tiết khác nhau.
  - a. Chuỗi kích thước chi tiết.
  - b. Chuỗi kích thước lắp ghép.
  - c. Chuỗi kích thước đường thẳng.
  - d. Chuỗi kích thước mặt phẳng.
2. Trong một chuỗi kích thước hợp lý, có thể:
  - a. Chỉ có các khâu tăng, không có khâu giảm.
  - b. Chỉ có các khâu giảm, không có khâu tăng.
  - c. Số khâu khép kín khác 1.
  - d. Số khâu thành phần bằng số khâu khép kín.
3. Trong chuỗi kích thước sau, xác định khâu tăng, khâu giảm:



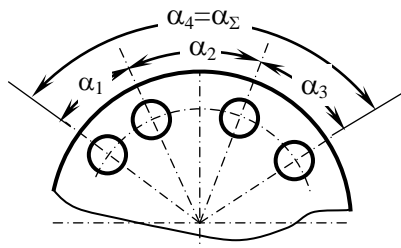
- a. Khâu tăng  $A_1, A_2, A_4$ ; khâu giảm  $A_3, A_5$ .
  - b. Khâu tăng  $A_1, A_4$ ; khâu giảm  $A_2, A_3, A_5$ .
  - c. Khâu tăng  $A_2, A_3, A_5$ ; khâu giảm  $A_1, A_4$ .
  - d. Khâu tăng  $A_1, A_2, A_3$ ; khâu giảm  $A_4, A_5$ .
4. Trong chuỗi kích thước sau, xác định khâu tăng, khâu giảm:



- a. Khâu tăng  $A_1, A_3$ ; khâu giảm  $A_2, A_4, A_5$ .
- b. Khâu tăng  $A_1, A_4$ ; khâu giảm  $A_2, A_3, A_5$ .
- c. Khâu tăng  $A_1, A_4, A_2$ ; khâu giảm  $A_3, A_5$ .
- d. Khâu tăng  $A_1, A_3, A_2$ ; khâu giảm  $A_4, A_5$ .

5. *Xác định các khâu tăng trong chuỗi kích thước sau:*

- a.  $\alpha_1$ .                      c.  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ .  
b.  $\alpha_1, \alpha_2$ .                  d. Không có khâu nào.



6. *Khi giải bài toán chuyển từ kích thước thiết kế sang kích thước công nghệ thì:*

- a. kích thước thiết kế luôn đóng vai trò là khâu khép kín trong chuỗi kích thước được thành lập.  
b. kích thước công nghệ luôn đóng vai trò là khâu khép kín trong chuỗi kích thước được thành lập.  
c. khâu khép kín có thể là kích thước thiết kế hay kích thước công nghệ tùy thuộc trình tự gia công chi tiết.  
d. khâu khép kín có thể là kích thước thiết kế hay kích thước công nghệ tùy thuộc trình tự lắp ghép chi tiết.

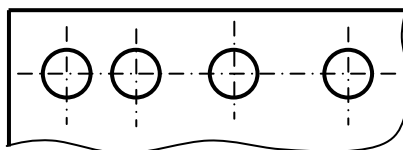
7. *Giải chuỗi kích thước bằng phương pháp đối lẫn hoàn toàn chỉ được sử dụng khi:*

- a. Chuỗi phải là chuỗi ngắn nhất.  
b. Chuỗi chỉ có các khâu giảm, không có khâu tăng.  
c. Chuỗi có số khâu thành phần lớn mà dung sai khâu khép kín lại nhỏ.  
d. Chuỗi có số khâu thành phần nhỏ hoặc không yêu cầu độ chính xác cao.

8. *Một trong các nguyên tắc cơ bản khi ghi kích thước trên bản vẽ chi tiết là trước hết phải:*

- a. Ghi các kích thước để chế tạo nhất của chi tiết.  
b. Ghi các kích thước của chi tiết không ảnh hưởng đến chi tiết khác trong bộ phận máy hoặc máy.  
c. Ghi các kích thước của chi tiết có giá trị dung sai lớn nhất.  
d. Ghi kích thước cho các lắp ghép đã tiêu chuẩn hoá.

9. *Để ghi kích thước về vị trí cho các lỗ của chi tiết dưới đây, phương pháp tạo độ chỉ thích hợp khi:*



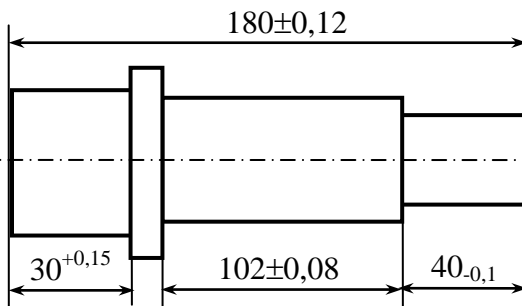
- a. Đường kính các lỗ phải bằng nhau và không yêu cầu chính xác cao về kích thước.  
b. Đường kính các lỗ không cần bằng nhau nhưng có yêu cầu chính xác cao về kích thước.  
c. Khoảng cách tâm các lỗ liên tiếp có yêu cầu chính xác cao.  
d. Khoảng cách tâm giữa các lỗ liên tiếp không yêu cầu chính xác cao.

## BÀI TẬP

1. Cho một chi tiết như hình vẽ.

Biết trình tự gia công chi tiết là:  $A_1 = 180 \pm 0,12$ ,  $A_2 = 30^{+0,15}_{-0,1}$ ,  $A_3 = 40_{-0,1}$ ,  $A_4 = 102 \pm 0,08$ .

Tính kích thước danh nghĩa, sai lệch giới hạn và dung sai của vai trục còn lại trên chi tiết  $A_z$



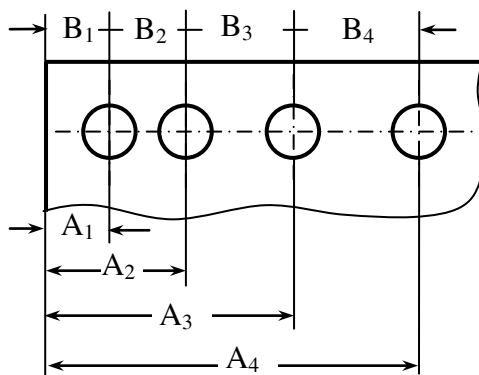
2. Cho một chi tiết như hình vẽ.

Biết các kích thước thiết kế:

$$A_1 = 25^{+0,03}_{-0,04}, A_2 = 55^{+0,05}_{-0,08},$$

$$A_3 = 90 \pm 0,085, A_4 = 120^{+0,02}_{-0,30}$$

Tính các kích thước công nghệ  $B_1, B_2, B_3, B_4$ .

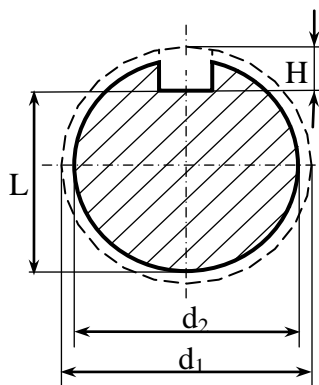


3. Cho một chi tiết như hình vẽ:

Trình tự gia công là:

- Gia công thô  $d_1 = \phi 60,3^{+0,1}$
- Phay rãnh then theo kích thước H.
- Gia công tinh  $d_2 = \phi 60_{-0,03}$

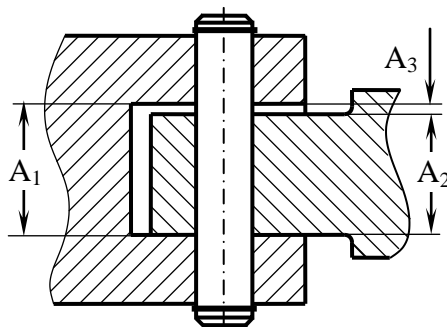
Xác định kích thước H để sau khi gia công xong chi tiết sẽ đạt kích thước  $L = 53 \pm 0,1$



4. Cho một bộ phận máy như hình vẽ.

Biết khe hở  $A_3 = 0,2^{+0,25}_{-0,1}$ .

Tính các kích thước  $A_1, A_2$

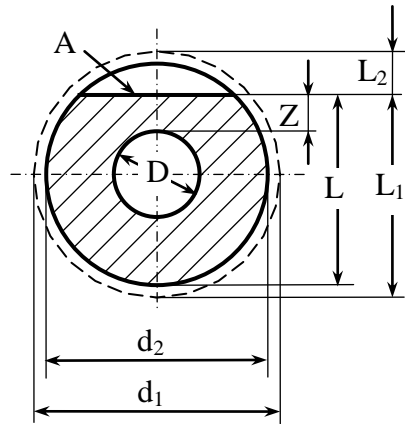




5. Cho một chi tiết như hình vẽ.

Trình tự gia công là:

- Gia công thô  $d_1 = \phi 100,5_{-0,15}$
- Gia công lỗ  $D = \phi 30 \pm 0,03$ .
- Gia công mặt phẳng A.
- Gia công tinh  $d_2 = \phi 100_{-0,02}$



a) Xác định kích thước dùng để điều chỉnh máy khi gia công mặt A theo hai phương án dưới đây với yêu cầu sau khi gia công tinh  $D_2$  thì kích thước L đạt giá trị là  $L = 80 \pm 0,14$ .

- Phương án 1: Kích thước điều chỉnh là  $L_1$ .
- Phương án 2: Kích thước điều chỉnh là  $L_2$ .

b) Xác định kích thước Z của chi tiết sau khi gia công xong trong hai trường hợp sau:

- Giả thiết mặt trong D và mặt ngoài  $d_1$  đồng tâm tuyệt đối với nhau.
- Mặt trong D và mặt ngoài  $d_1$  lệch tâm với nhau một đoạn  $e = 0,01\text{mm}$ .

6. Cho một chi tiết như hình vẽ. Trình tự gia công là:

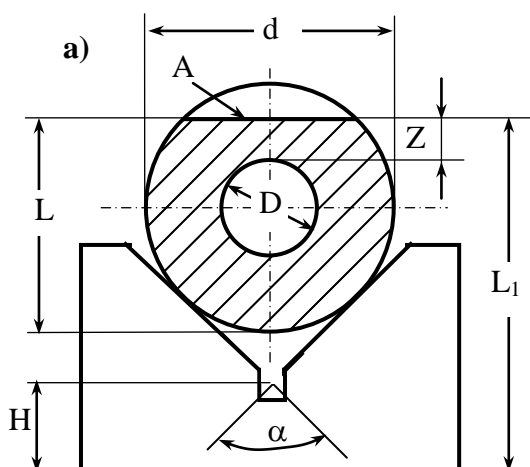
- Gia công mặt ngoài  $d = \phi 120_{-0,1}^0$
- Gia công lỗ  $D = \phi 40 \pm 0,03$ .
- Gia công mặt phẳng A.

Có hai phương án gia công mặt A:

a) Phương án 1: Dùng mặt ngoài làm chuẩn, gá chi tiết trên khối V (hình a). Xác định:

- Kích thước điều chỉnh máy  $L_1$ .
- Kích thước Z của chi tiết sau khi gia công trong hai trường hợp: Mặt ngoài d và lỗ D đồng tâm tuyệt đối; Mặt ngoài d và lỗ D lệch tâm với nhau một đoạn  $e = 0,01\text{mm}$ .

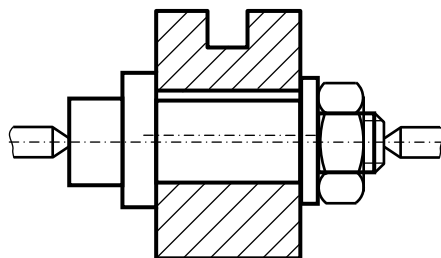
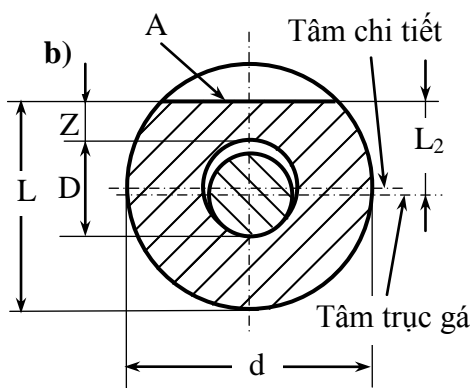
Biết khối V có góc  $\alpha = 90^\circ$ , kích thước  $H = 25 \pm 0,02$



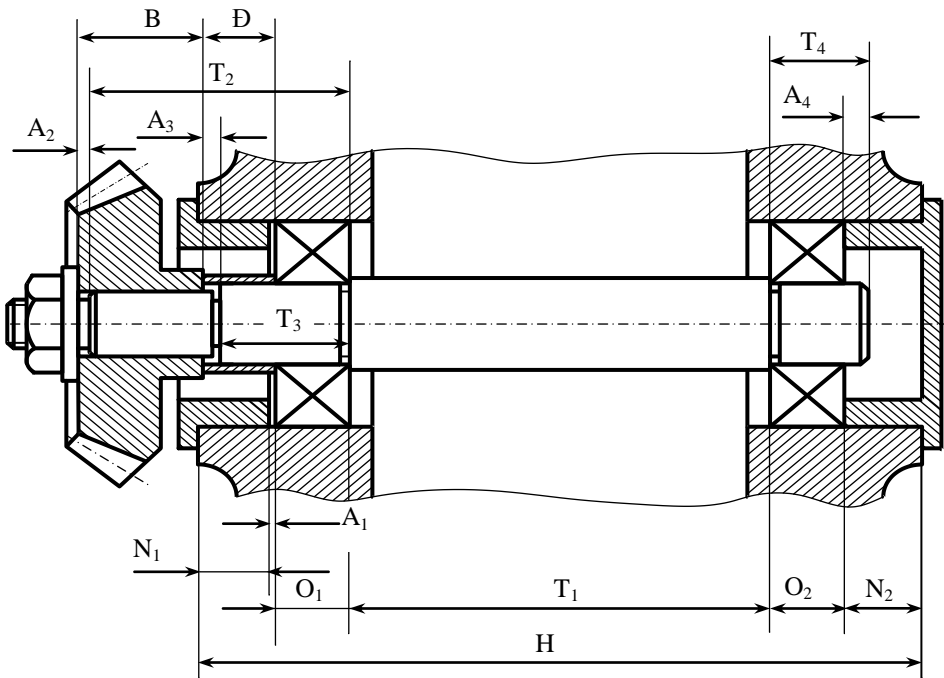
b) Phương án 2: Dùng mặt trong làm chuẩn, gá chi tiết lên trục gá (hình b). Xác định:

- Kích thước điều chỉnh máy  $L_2$ .
- Kích thước  $Z$  của chi tiết sau khi gia công trong hai trường hợp: Mặt ngoài  $d$  và lỗ  $D$  đồng tâm tuyệt đối; Mặt ngoài  $d$  và lỗ  $D$  lệch tâm với nhau một đoạn  $e = 0,01\text{mm}$ .

Biết đường kính của trục gá lắp ghép là  $d_t = \phi 30_{-0,020}^{-0,007}$



7. Có một bộ phận máy như hình vẽ:



Yêu cầu khe hở sau khi lắp là:  $A_1 = 0^{+0.5}$ ;  $A_2 = 2 \pm 0.26$ ;  $A_3 = 1 \pm 0.3$ ;  $A_4 = 2 \pm 0.3$ .

a) Xác định toàn bộ các kích thước cần thiết của các chi tiết trong bộ phận máy. Biết kích thước danh nghĩa của hộp  $H = 190$ ; của nắp  $N_1 = N_2 = 12$ ; của bánh răng  $B = 54$ ; của đệm  $\Delta = 14$ . Ổ lăn có kích thước chọn trước  $O_1 = O_2 = 20_{-0.02}$

b) Vẽ bản vẽ chi tiết trục và ghi kích thước lên bản vẽ đó từ các kích thước  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  và  $T_4$  của trục đã tính.