

## CHƯƠNG 3

**ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG****3.1- KHÁI NIỆM VÀ ĐỊNH NGHĨA**

*Độ chính xác gia công của chi tiết máy là mức độ giống nhau về hình học, về tính chất cơ lý lớp bề mặt của chi tiết máy được gia công so với chi tiết máy lý tưởng trên bản vẽ thiết kế.*

Nói chung, độ chính xác của chi tiết máy được gia công là chỉ tiêu khó đạt và gây tốn kém nhất kể cả trong quá trình xác lập ra nó cũng như trong quá trình chế tạo.

Trong thực tế, không thể chế tạo được chi tiết máy tuyệt đối chính xác, nghĩa là hoàn toàn phù hợp về mặt hình học, kích thước cũng như tính chất cơ lý với các giá trị ghi trong bản vẽ thiết kế. Giá trị sai lệch giữa chi tiết gia công và chi tiết thiết kế được dùng để đánh giá độ chính xác gia công.

*\* Các chỉ tiêu đánh giá độ chính xác gia công:*

- Độ chính xác kích thước: được đánh giá bằng sai số kích thước thật so với kích thước lý tưởng cần có và được thể hiện bằng dung sai của kích thước đó.

- Độ chính xác hình dáng hình học: là mức độ phù hợp lớn nhất của chúng với hình dạng hình học lý tưởng của nó và được đánh giá bằng độ côn, độ ôvan, độ không trụ, độ không tròn... (bề mặt trụ), độ phẳng, độ thẳng (bề mặt phẳng).

- Độ chính xác vị trí tương quan: được đánh giá theo sai số về góc xoay hoặc sự dịch chuyển giữa vị trí bề mặt này với bề mặt kia (dùng làm mặt chuẩn) trong hai mặt phẳng tọa độ vuông góc với nhau và được ghi thành điều kiện kỹ thuật riêng trên bản vẽ thiết kế như độ song song, độ vuông góc, độ đồng tâm, độ đối xứng....

- Độ chính xác hình dáng hình học tế vi và tính chất cơ lý lớp bề mặt: độ nhám bề mặt, độ cứng bề mặt...

Khi gia công một loạt chi tiết trong cùng một điều kiện, mặc dù những nguyên nhân sinh ra từng sai số của mỗi chi tiết là giống nhau nhưng xuất hiện giá trị sai số tổng cộng trên từng chi tiết lại khác nhau. Sở dĩ có hiện tượng như vậy là do tính chất khác nhau của các sai số thành phần.

Một số sai số xuất hiện trên từng chi tiết của cả loạt đều có giá trị không đổi hoặc thay đổi nhưng theo một quy định nhất định, những sai số này gọi là *sai số hệ thống không đổi hoặc sai số hệ thống thay đổi*.

Có một sai số khác mà giá trị của chúng xuất hiện trên mỗi chi tiết không theo một quy luật nào cả, những sai số này gọi là *sai số ngẫu nhiên*.

**3.2- CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐẠT ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG TRÊN MÁY**

Đối với các dạng sản xuất khác nhau thì sẽ có phương hướng công nghệ và tổ chức sản xuất khác nhau. Để đạt được độ chính xác gia công theo yêu cầu ta thường dùng hai phương pháp sau:

### 3.2.1- PHƯƠNG PHÁP CẮT THỬ TỪNG KÍCH THƯỚC RIÊNG BIỆT

Sau khi gá chi tiết lên máy, cho máy cắt đi một lớp phoi trên một phần rất ngắn của mặt cần gia công, sau đó dừng máy, đo thử kích thước vừa gia công. Nếu chưa đạt kích thước yêu cầu thì điều chỉnh dao ăn sâu thêm nữa dựa vào du xích trên máy, rồi lại cắt thử tiếp một phần nhỏ của mặt cần gia công, lại đo thử v.v... và cứ thế tiếp tục cho đến khi đạt đến kích thước yêu cầu thì mới tiến hành cắt toàn bộ chiều dài của mặt gia công. Khi gia công chi tiết tiếp theo thì lại làm như quá trình nói trên.

Trước khi cắt thử thường phải lấy dấu để người thợ có thể rà chuyển động của lưỡi cắt trùng với dấu đã vạch và tránh sinh ra phế phẩm do quá tay mà dao ăn vào quá sâu ngay lần cắt đầu tiên.

#### \* Ưu điểm:

- Trên máy không chính xác vẫn có thể đạt được độ chính xác nhờ tay nghề công nhân.
- Có thể loại trừ được ảnh hưởng của dao mòn đến độ chính xác gia công, vì khi rà gá, người công nhân đã bù lại các sai số hệ thống thay đổi trên từng chi tiết.
- Đối với phôi không chính xác, người thợ có thể phân bố lượng dư đều đặn nhờ vào quá trình vạch dấu hoặc rà trực tiếp.
- Không cần đến đồ gá phức tạp.

#### \* Khuyết điểm:

- Độ chính xác gia công của phương pháp này bị giới hạn bởi bề dày lớp phoi bé nhất có thể cắt được. Với dao tiện hợp kim cứng mài bóng lưỡi cắt, bề dày bé nhất cắt được khoảng 0,005 mm. Với dao đã mòn, bề dày bé nhất khoảng 0,02 ÷ 0,05 mm.

Người thợ không thể nào điều chỉnh được dụng cụ để lưỡi cắt hớt đi một kích thước bé hơn chiều dày của lớp phoi nói trên và do đó không thể bảo đảm được sai số bé hơn chiều dày lớp phoi đó.

- Người thợ phải tập trung khi gia công nên dễ mệt, do đó dễ sinh ra phế phẩm.
- Do phải cắt thử nhiều lần nên năng suất thấp.
- Trình độ tay nghề của người thợ yêu cầu cao.
- Do năng suất thấp, tay nghề của thợ yêu cầu cao nên giá thành gia công cao.

**Phương pháp này thường chỉ dùng trong sản xuất đơn chiếc, loạt nhỏ, trong công nghệ sửa chữa, chế thử.** Ngoài ra, khi gia công tinh như mài vẫn dùng phương pháp cắt thử trong sản xuất hàng loạt để loại trừ ảnh hưởng do mòn đá mài.

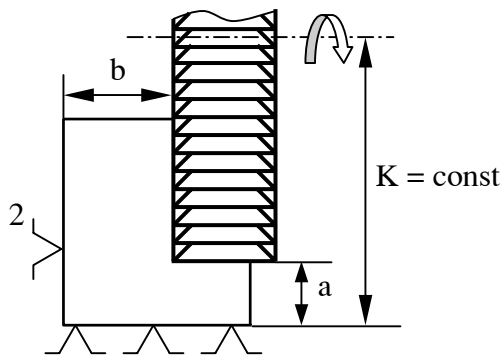
### 3.2.2- PHƯƠNG PHÁP TỰ ĐỘNG ĐẠT KÍCH THƯỚC

**Trong sản xuất hàng loạt lớn, hàng khối,** để đạt độ chính xác gia công yêu cầu, chủ yếu là dùng phương pháp tự động đạt kích thước trên các máy công cụ đã được điều chỉnh sẵn.

Ở phương pháp này, **dụng cụ cắt có vị trí chính xác so với chi tiết gia công.** Hay nói cách khác, chi tiết gia công cũng phải có vị trí xác định so với dụng cụ cắt, vị trí này được đảm bảo nhờ các cơ cấu định vị của đồ gá, còn đồ gá lại có vị trí xác định

trên bàn máy cũng nhờ các đồ định vị riêng.

Khi gia công theo phương pháp này, máy và dao đã được điều chỉnh sẵn.



Hình 3.1- Phương pháp tự động đạt kích thước trên máy phay.

Chi tiết gia công được định vị nhờ cơ cấu định vị tiếp xúc với mặt đáy và mặt bên. Dao phay đĩa ba mặt đã được điều chỉnh trước sao cho mặt bên trái của dao cách mặt bên của đồ định vị một khoảng cách  $b$  cố định và đường sinh thấp nhất của dao cách mặt trên của phiến định vị phía dưới một khoảng bằng  $a$ . Do vậy, khi gia công cả loạt phôi, nếu không kể đến độ mòn của dao (coi như dao không mòn) thì các kích thước  $a$  và  $b$  nhận được trên chi tiết gia công của cả loạt đều bằng nhau.

#### \* Ưu điểm:

- Đảm bảo độ chính xác gia công, giảm bớt phế phẩm. Độ chính xác đạt được khi gia công hầu như không phụ thuộc vào trình độ tay nghề công nhân đứng máy và chiều dày lớp phoi bé nhất có thể cắt được bởi vì lượng dư gia công theo phương pháp này sẽ lớn hơn bề dày lớp phoi bé nhất có thể cắt được. (Không cần công nhân có tay nghề cao nhưng cần thợ điều chỉnh máy giỏi).

- Chỉ cần cắt một lần là đạt kích thước yêu cầu, do đó năng suất cao.
- Nâng cao hiệu quả kinh tế.

#### \* Khuyết điểm: (nếu quy mô sản xuất quá bé)

- Phí tổn về việc thiết kế, chế tạo đồ gá cũng như phí tổn về công, thời gian điều chỉnh máy và dao lớn có thể vượt quá hiệu quả mà phương pháp này mang lại.
- Phí tổn về việc chế tạo phôi chính xác không bù lại được nếu số chi tiết gia công quá ít khi tự động đạt kích thước ở nguyên công đầu tiên.
- Nếu chất lượng dụng cụ kém, mau mòn thì kích thước đã điều chỉnh sẽ bị phá vỡ nhanh chóng. Do đó lại phải điều chỉnh để khôi phục lại kích thước điều chỉnh ban đầu. Điều này gây tốn kém và khá phiền phức.

### 3.3- CÁC NGUYÊN NHÂN SINH RA SAI SỐ GIA CÔNG

Trong quá trình gia công, có rất nhiều nguyên nhân sinh ra sai số gia công. Sai số gia công gồm có sai số hệ thống và sai số ngẫu nhiên.

Sai số xuất hiện trên từng chi tiết của cả loạt đều có giá trị không đổi gọi là **sai số hệ thống không đổi**.

Hoặc sai số xuất hiện trên từng chi tiết của cả loạt có giá trị thay đổi nhưng theo một quy luật nhất định, sai số này gọi là **sai số hệ thống thay đổi**.

Có một sai số khác mà giá trị của chúng xuất hiện trên mỗi chi tiết không theo một quy luật nào cả, những sai số này gọi là **sai số ngẫu nhiên**.

**Các nguyên nhân sinh ra sai số hệ thống không đổi:**

- Sai số lý thuyết của phương pháp cắt.
- Sai số chế tạo của dụng cụ cắt, độ chính xác và mòn của máy, đồ gá, ..
- Độ biến dạng của chi tiết gia công.

**Các nguyên nhân sinh ra sai số hệ thống thay đổi:**

- Dụng cụ cắt bị mòn theo thời gian.
- Biến dạng vì nhiệt của máy, đồ gá, dụng cụ cắt.

**Các nguyên nhân sinh ra sai số ngẫu nhiên:**

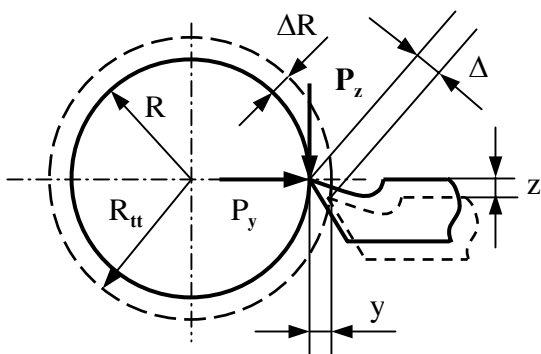
- Tính chất vật liệu (độ cứng) không đồng nhất.
- Lượng dư gia công không đều (do sai số của phôi).
- Vị trí của phôi trong đồ gá thay đổi (sai số gá đặt)
- Sự thay đổi của ứng suất dư.
- Do gá dao nhiều lần.
- Do mài dao nhiều lần
- Do thay đổi nhiều máy để gia công một loạt chi tiết.
- Do dao động nhiệt của chế độ cắt gọt.

**3.3.1- ẢNH HƯỞNG DO BIẾN DẠNG ĐÀN HỒI CỦA HỆ THỐNG CÔNG NGHỆ**

Hệ thống công nghệ MGDC (máy, đồ gá, dao, chi tiết) không phải là một hệ thống tuyệt đối cứng vững mà ngược lại khi chịu tác dụng của ngoại lực nó sẽ bị biến dạng đàn hồi và biến dạng tiếp xúc. Trong quá trình cắt gọt, các biến dạng này gây ra sai số kích thước và sai số hình dáng hình học của chi tiết gia công.

Lực cắt tác dụng lên chi tiết gia công, sau đó thông qua đồ gá truyền đến bàn máy, thân máy. Mặt khác, lực cắt cũng tác dụng lên dao và thông qua cán dao, bàn dao truyền đến thân máy. Bất kỳ một chi tiết nào của các cơ cấu máy, đồ gá, dụng cụ hoặc chi tiết gia công khi chịu tác dụng của lực cắt ít nhiều đều bị biến dạng. Vị trí xuất hiện biến dạng tuy không giống nhau nhưng các biến dạng đều trực tiếp hoặc gián tiếp làm cho dao rời khỏi vị trí tương đối so với mặt cần gia công, gây ra sai số.

Gọi  $\Delta$  là **lượng chuyển vị tương đối** giữa dao và chi tiết gia công do tác dụng của lực cắt lên hệ thống công nghệ. Lượng chuyển vị  $\Delta$  có thể được phân tích thành ba lượng chuyển vị  $x, y, z$  theo ba trục tọa độ  $X, Y, Z$ .



Hình 3.2- Ảnh hưởng của lượng chuyển vị  $\Delta$  đến kích thước gia công khi tiện.

Khi tiện, dưới tác dụng của lực cắt, dao tiện bị dịch chuyển một lượng là  $\Delta$ . Lúc đó, bán kính của chi tiết gia công sẽ tăng từ  $(R)$  đến  $(R + \Delta R)$ .

Ta có:

$$\begin{aligned} R_{tt} &= R + \Delta R = \sqrt{(R + y)^2 + z^2} \\ &= (R + y) \sqrt{1 + \left(\frac{z}{R + y}\right)^2} \end{aligned}$$

vì  $z$  là rất nhỏ so với  $R$  nên  $\left(\frac{z}{R+y}\right)^2$  là đại lượng nhỏ không đáng kể, gần đúng ta có:

$$R_{tt} \approx R + y \text{ và } \Delta R \approx y.$$

Do đó, **đối với dao một lưỡi cắt**, lượng chuyển vị  $y$  (chuyển vị theo phương pháp tuyến của bề mặt gia công) có ảnh hưởng tới kích thước gia công nhiều nhất, còn chuyển vị  $z$  (chuyển vị theo phương tiếp tuyến của bề mặt gia công) không ảnh hưởng nhiều đến kích thước gia công.

**Đối với dao nhiều lưỡi cắt hoặc dao định hình** thì có trường hợp cả ba chuyển vị  $x, y, z$  đều có ảnh hưởng đến độ chính xác gia công. Để xác định ảnh hưởng này, người ta **phải dùng phương pháp thực nghiệm**. Phân lực cắt tác dụng lên hệ thống công nghệ MGDC thành ba thành phần lực  $P_x, P_y, P_z$ , sau đó đo biến dạng của hệ thống theo ba phương  $X, Y, Z$ .

Trong tính toán, người ta chỉ quan tâm đến lực pháp tuyến  $P_y$ , ở trường hợp yêu cầu độ chính xác cao, thì phải tính đến độ ảnh hưởng của  $P_x, P_z$  bằng cách nhân thêm hệ số.

$P_y$  là thành phần lực pháp tuyến thẳng góc với mặt gia công và  $y$  là lượng chuyển vị tương đối giữa dao và chi tiết gia công. Tỷ số  $\frac{P_y}{y}$  được gọi là độ cứng vững của hệ thống công nghệ và ký hiệu là  $J_{HT}$ :

$$J_{HT} = \frac{P_y}{y} \quad \text{MN/mm} \quad (\text{kG/mm})$$

Như vậy, trị số biến dạng  $y$  có quan hệ với lực tác dụng theo hướng đó và với độ cứng vững của hệ thống công nghệ.

Định nghĩa về độ cứng vững: **“Độ cứng vững của hệ thống công nghệ là khả năng chống lại biến dạng của nó khi có ngoại lực tác dụng vào”**.

Lượng chuyển vị của hệ thống công nghệ không phải là chuyển vị của một chi tiết mà là chuyển vị của cả một hệ thống gồm nhiều chi tiết lắp ghép với nhau. Do đó, theo nguyên lý cộng độc lập tác dụng ta có:

$$y = y_m + y_g + y_d + y_p$$

$$\text{Mặt khác, theo định nghĩa ta có: } y = P_y \cdot \frac{1}{J_\Sigma}$$

$$\text{Từ đó, suy ra: } \frac{1}{J_\Sigma} = \frac{1}{J_m} + \frac{1}{J_g} + \frac{1}{J_d} + \frac{1}{J_p} = \sum \frac{1}{J_i}$$

điều này cho thấy rằng, **hệ thống càng có nhiều thành phần thì càng kém cứng vững. Với một chi tiết có độ cứng vững là  $J$ , nếu ta chia chi tiết này thành nhiều chi tiết nhỏ khác rồi ghép lại thì chi tiết mới sẽ có độ cứng vững kém hơn trước. Tuy nhiên, đôi khi ta phải chia nhỏ chi tiết ra để cho dễ gia công, lúc này cần phải chọn phương pháp phù hợp để vẫn đảm bảo việc gia công và độ cứng vững.**

Gọi  $\omega = \frac{1}{J}$  là độ mềm dẻo, thì ta được:  $\omega_{HT} = \omega_m + \omega_g + \omega_d + \omega_p$

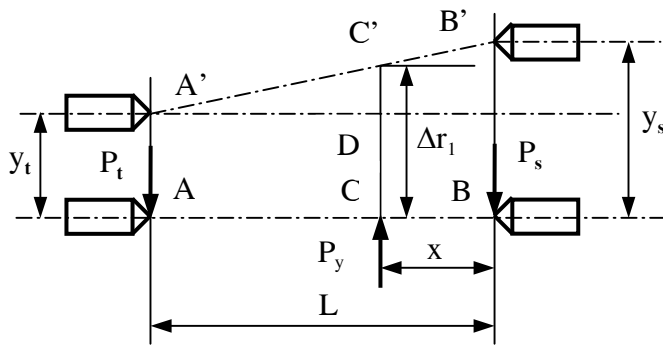
Ta có định nghĩa độ mềm dẻo: "**Độ mềm dẻo của hệ thống là khả năng biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ dưới tác dụng của ngoại lực**".

### a) Ảnh hưởng của độ cứng vững hệ thống công nghệ

Để thấy rõ hơn ảnh hưởng của độ cứng vững hệ thống công nghệ đến độ chính xác gia công, ta khảo sát quá trình tiện một trục tròn. Chi tiết được gá trên hai mũi tâm, vị trí tương đối giữa dao và chi tiết phụ thuộc vào vị trí tương đối của ụ trước, ụ sau và bàn dao. Do vậy, ta khảo sát chuyển vị của từng bộ phận nói trên, rồi tổng hợp lại sẽ được chuyển vị của cả hệ thống công nghệ, từ đó biết được sai số gia công.

#### ① Sai số do chuyển vị của hai mũi tâm gây ra

Giả sử, xét tại vị trí mà dao cắt cách mũi tâm sau một khoảng là  $x$ .



Hình 3.3- Sơ đồ tiện trục trên hai mũi tâm

Lực cắt pháp tuyến tại điểm đang cắt là  $P_y$ . Lúc này, do kém cứng vững nên mũi tâm sau bị dịch chuyển một đoạn  $y_s$  từ điểm B đến B', còn mũi tâm trước bị dịch chuyển một đoạn  $y_t$  từ điểm A đến A'. Nếu xem chi tiết gia công cứng tuyệt đối thì đường tâm của chi tiết sẽ dịch chuyển từ AB đến A'B'.

Gọi  $L$  là chiều dài trục cần gia công, lúc này lực tác dụng lên mũi tâm sau là:

$$\sum m_A = 0 \Leftrightarrow P_s \cdot L - P_y \cdot (L-x) = 0 \Rightarrow P_s = P_y \cdot \frac{(L-x)}{L}$$

Lực tác dụng lên mũi tâm trước sẽ là:

$$P_t + P_s = P_y \Rightarrow P_t = P_y \cdot \frac{x}{L}$$

Lượng chuyển vị của mũi tâm sau theo phương lực tác dụng  $P_y$ :

$$y_s = \frac{P_s}{J_s} = \frac{P_y}{J_s} \cdot \frac{(L-x)}{L} \quad (1)$$

Lượng chuyển vị của mũi tâm trước theo phương lực tác dụng  $P_y$ :

$$y_t = \frac{P_t}{J_t} = \frac{P_y}{J_t} \cdot \frac{x}{L} \quad (2)$$

Vậy, vị trí tương đối của mũi dao so với tâm quay của chi tiết sẽ dịch chuyển đi một khoảng từ C đến C':  $\overline{CC'} = \overline{CD} + \overline{CD'} = y_t + (y_s - y_t) \cdot \frac{(L-x)}{L} \quad (3)$

Như vậy, nếu chưa kể đến biến dạng của chi tiết gia công thì đại lượng CC' chính là lượng tăng bán kính  $\Delta r_1$  của chi tiết gia công tại mặt cắt đang xét.

$$\text{Thay (1), (2) vào (3) ta được: } \Delta r_1 = \frac{P_y}{J_s} \cdot \frac{(L-x)^2}{L^2} + \frac{P_y}{J_t} \cdot \frac{x^2}{L^2}$$

Từ phương trình này ta thấy, *khi ta thực hiện chuyển động ăn dao dọc để cắt hết chiều dài chi tiết (tức là khi x thay đổi) thì lượng tăng bán kính  $\Delta r_1$  là một đường cong parabol.*

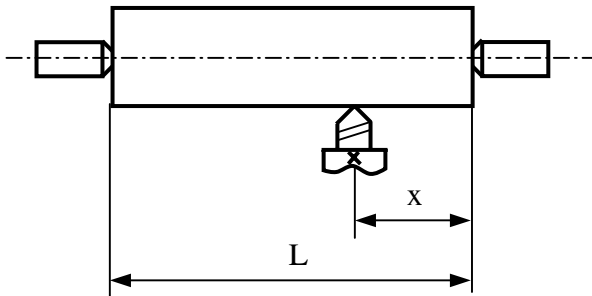
Từ đó, ta thấy rõ ảnh hưởng của độ cứng vững của hai mũi tâm không những gây ra sai số kích thước mà còn cả sai số hình dáng, nó làm cho trục đã tiện có dạng lõm ở giữa và lồi ở hai đầu.

### ② Sai số do biến dạng của chi tiết gia công

Chi tiết gia công có độ cứng vững không phải là tuyệt đối như khi ta xét ở trên, mà nó cũng sẽ bị biến dạng khi chịu tác dụng của lực cắt. Ngay tại điểm mà lực cắt tác dụng, chi tiết gia công sẽ bị võng. Độ võng đó chính là lượng tăng bán kính  $\Delta r_2$  và cũng là một thành phần của sai số gia công.

Lượng tăng bán kính  $\Delta r_2$  này hoàn toàn có thể xác định được nhờ các bài toán cơ bản về biến dạng đàn hồi của một hệ dưới tác dụng của ngoại lực. Sau đây là vài kết quả cho các trường hợp điển hình:

#### - Trường hợp chi tiết gá trên 2 mũi tâm



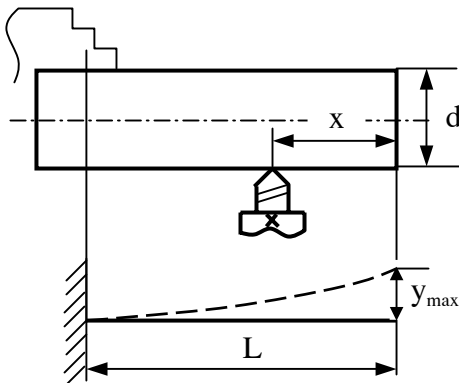
$$\Delta r_2 = \frac{P_y}{3EI} \cdot \frac{x^2(L-x)^2}{L}$$

với: E: môđun đàn hồi của vật liệu chi tiết gia công.

I: mômen quán tính của mặt cắt gia công (với trục tròn  $I = 0,05d^4$ ).

Khi dao ở chính giữa chi tiết thì  $\Delta r_2$  là lớn nhất:  $\Delta r_{2\max} = \frac{P_y L^3}{48EI}$

#### - Trường hợp chi tiết gá trên mâm cặp (côngxon)



Khi gia công những chi tiết ngắn có  $\frac{L}{d} < 5$ , phôi chỉ cần gá trên mâm cặp.

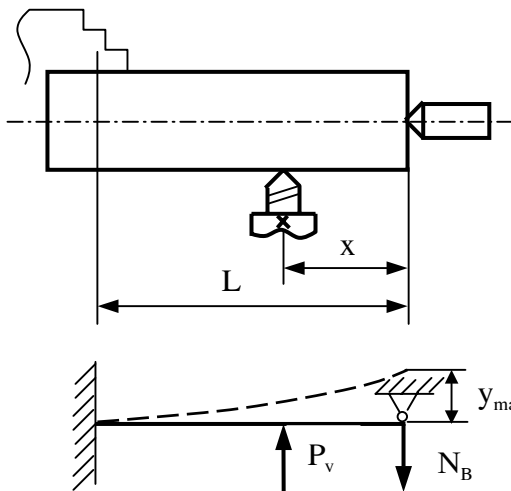
Lượng chuyển vị cực đại của phôi:

$$y_{\max} = P_y \cdot \frac{L^3}{3EI}$$

Trong trường hợp này độ cứng

vững của phôi sẽ là:  $J_p = \frac{3EI}{L^3}$

**- Trường hợp phôi được gá trên mâm cặp và có chống mũi tâm sau**



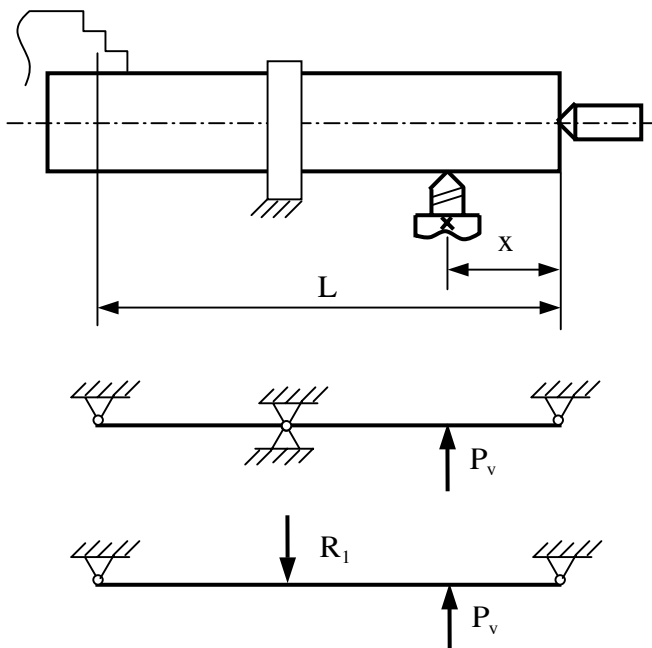
Khi phôi được gá như bên thì việc xác định lượng chuyển vị cực đại của phôi phải giải bằng bài toán siêu tĩnh.

$$\text{Ta có: } y_{\max} = \frac{P \cdot L^3}{102 \cdot E \cdot I}$$

$$\text{tại vị trí: } \frac{x}{L} = \sqrt{2} - 1 = 0,414$$

$$\text{và: } J_P = \frac{102 \cdot E \cdot I}{L^3}$$

**- Trường hợp gia công trục tròn có thêm luyet**



Khi gia công trục tròn dài có tỷ số  $\frac{L}{d} > 10$ , cần thiết phải có thêm luyet.

Nếu là luyet cố định thì lượng chuyển vị cực đại của phôi theo phương  $P_y$  được xác định bằng công thức:

$$y_{\max} = \frac{0,089 \cdot P_y \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I}$$

$$\text{tại vị trí: } \frac{x}{L} = 0,2343, \text{ độ cứng}$$

$$\text{vững của phôi: } J_P = \frac{48 \cdot E \cdot I}{0,089 \cdot L^3}$$

**③ Sai số do biến dạng của dao và ụ gá dao:**

Dao cắt và ụ gá dao khi chịu tác dụng của ngoại lực cũng bị biến dạng đàn hồi và làm cho bán kính chi tiết gia công tăng lên một lượng  $\Delta r_3$  với:  $\Delta r_3 = \frac{P_y}{J_d}$ .

Độ cứng vững  $J_d$  của dao cắt và ụ gá dao là hằng số. Ụ dao sẽ mang dao cắt đi chuyển dọc theo trục của chi tiết để cắt hết chiều dài. Vì vậy, ở vị trí bất kỳ khi coi chế độ cắt là không đổi thì  $P_y$  luôn là hằng số. Vì thế,  $\Delta r_3$  cũng là hằng số.

Điều này chứng tỏ rằng  $\Delta r_3$  chỉ có thể gây ra sai số kích thước đường kính của chi tiết gia công mà không gây ra sai số hình dáng. Do đó, bằng cách cắt thử, đo và điều chỉnh lại chiều sâu cắt hoàn toàn có thể khử được  $\Delta r_3$ .



### b) Ảnh hưởng do dao mòn

Khi dao mòn sẽ làm cho lưỡi cắt bị cùn đi, việc đó làm cho kích thước gia công thay đổi, lực cắt cũng thay đổi một lượng  $\Delta P_y$  tỷ lệ thuận với diện tích mòn  $U_m$ .

Ngoài ra, các thông số hình học của dao cũng có ảnh hưởng đến lượng thay đổi lực pháp tuyến  $P_y$ . Do vậy, khi xác định  $\Delta P_y$  ngoài mòn dao còn phải nhân thêm các hệ số điều chỉnh.

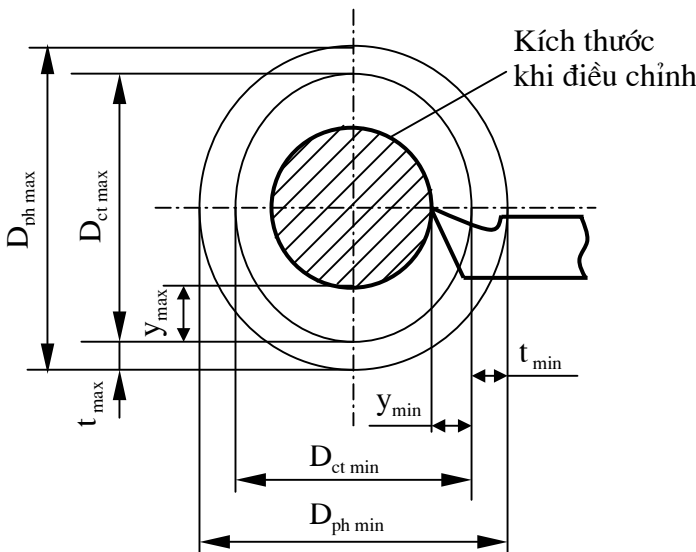
Ta có:  $\Delta P_y = K_{dm} \cdot K_\phi \cdot K_\gamma \cdot K_r \cdot U_m$  (các hệ số tỷ lệ được tra theo bảng)

Khi gia công trên các máy đã điều chỉnh sẵn (theo phương pháp tự động đạt kích thước), mòn dao sẽ gây ra sai số hệ thống thay đổi.

### c) Ảnh hưởng do sai số của phôi

Tổng quát thì sai số đường kính của chi tiết gia công do ảnh hưởng của độ cứng vững là:  $\Delta D = 2(y_m + y_d + y_p) = 2 \cdot y = 2 \frac{P_y}{J_\Sigma}$ , với  $P_y = C_{Py} \cdot S^y \cdot t^x \cdot HB^n = C_y \cdot S^y \cdot t^x$ .

Do sai số về hình dạng hình học của phôi trong quá trình chế tạo mà trong quá trình cắt lượng dư gia công thay đổi, làm cho chiều sâu cắt cũng thay đổi và lực cắt thay đổi theo, gây nên sai số hình dạng cùng loại trên chi tiết.



Hình 3.4- Ảnh hưởng sai số hình dạng của phôi đến sai số hình dạng của chi tiết khi tiện.

Gọi  $\varepsilon = \frac{\Delta_{ph}}{\Delta_{ct}}$  là hệ số chính xác hóa,  $K = \frac{\Delta_{ct}}{\Delta_{ph}}$  là hệ số giảm sai (hệ số in dập).

$$\Rightarrow K = \frac{y_{\max} - y_{\min}}{t_{0\max} - t_{0\min}} = \frac{y_{\max} - y_{\min}}{(t_{\max} + y_{\max}) - (t_{\min} + y_{\min})} = \frac{y_{\max} - y_{\min}}{(t_{\max} - t_{\min}) + (y_{\max} - y_{\min})}$$

$$\text{Vậy,} \quad \varepsilon = \frac{1}{K} = 1 + \frac{t_{\max} - t_{\min}}{y_{\max} - y_{\min}} > 1.$$

Nếu gọi  $\Delta_p$  là sai số của phôi thì khi gia công sẽ xuất hiện sai số của chi tiết là  $\Delta_{ct}$ .

$$\begin{aligned} \text{Ta có: } \Delta_{ph} &= 2\Delta R_{ph} \\ &= 2(R_{ph\max} - R_{ph\min}) \\ &= 2(t_{0\max} - t_{0\min}) \end{aligned}$$

$$\text{và} \quad \Delta_{ct} = 2\Delta_{ct} = 2(y_{\max} - y_{\min})$$

với,  $t_0$  là chiều sâu cắt tính toán khi điều chỉnh máy; nếu gọi  $t$  là chiều cắt thực tế thì:

$$t = t_0 - y$$

$$\text{Do đó: } t_{\max} = t_{0\max} - y_{\max}$$

$$t_{\min} = t_{0\min} - y_{\min}$$

Hay  $\Delta_{ph} > \Delta_{ct}$ , điều này nói lên rằng sau mỗi bước gia công, sai số sẽ giảm đi. Nếu  $\varepsilon$  càng lớn thì sai số của phôi ảnh hưởng đến sai số của chi tiết càng giảm.

Từ phôi ban đầu có sai số  $\Delta_{ph}$ , sau khi gia công lần 1 sẽ được chi tiết có sai số là  $\Delta D_1$ . Sau gia công lần 2, sai số chi tiết sẽ là  $\Delta D_2$ , suy ra  $\varepsilon = \frac{\Delta D_1}{\Delta D_2}$ .

Cứ như vậy, đến lần cắt thứ  $i$ , sai số của chi tiết sau lần cắt  $i$  là  $\Delta D_i$ , hệ số chính xác là:

$$\varepsilon = \frac{\Delta D_{i-1}}{\Delta D_i}$$

Nhân các hệ số chính xác  $\varepsilon$  sau  $i$  lần cắt, ta có:

$$\varepsilon^i = \left( \frac{\Delta_{ph}}{\Delta D_i} \right) \Leftrightarrow i = \frac{\ln \left( \frac{\Delta_{ph}}{\Delta D_i} \right)}{\ln \varepsilon}$$

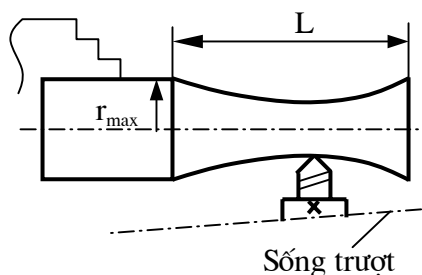
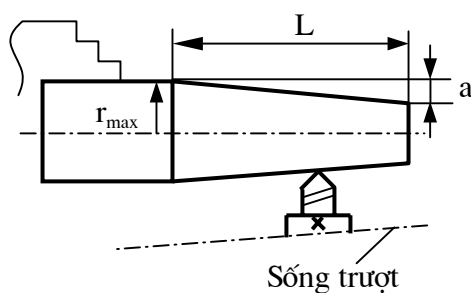
Chú ý rằng, việc tính số bước công nghệ chỉ đúng đến số bước thứ  $i$  nào đó mà sai số gia công  $\Delta D_i$  của chi tiết lớn hơn sai số do ảnh hưởng của hệ thống công nghệ.

**Tóm lại, không thể sau một lần gia công mà ta được chi tiết có độ chính xác theo yêu cầu, và ở các lần gia công về sau thì ảnh hưởng của sai số do phôi càng ít.**

### 3.3.2- ẢNH HƯỞNG DO ĐỘ CHÍNH XÁC VÀ TÌNH TRẠNG MÒN CỦA MÁY, ĐỒ GÁ VÀ DAO CẮT

#### a) Ảnh hưởng của máy

Việc hình thành các bề mặt gia công là do các chuyển động cắt của những bộ phận chính của máy như trục chính, bàn xe dao, bàn máy... Nếu các chuyển động này có sai số, tất nhiên nó sẽ phản ánh lên bề mặt gia công của chi tiết máy.

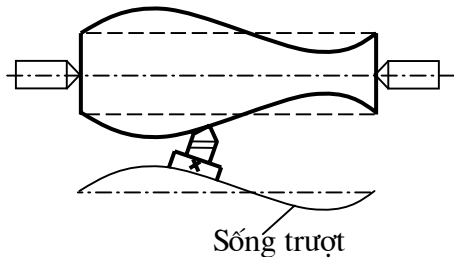


\* Nếu đường tâm trục chính máy tiện không song song với sóng trượt của thân máy *trong mặt phẳng nằm ngang* thì khi tiện chi tiết gia công sẽ có hình côn.

Ta có,  $r_{max} - r = a$ , với  $a$  là độ không song song trong mặt phẳng nằm ngang trên chiều dài  $L$ .

\* Nếu đường tâm trục chính máy tiện không song song với sóng trượt của thân máy *trong mặt phẳng thẳng đứng* thì khi tiện chi tiết gia công sẽ có hình hypecbôlôit.

Ta có,  $r_{max}^2 = r^2 + b^2$ , với  $b$  là độ không song song trong mặt phẳng thẳng đứng trên chiều dài  $L$ .

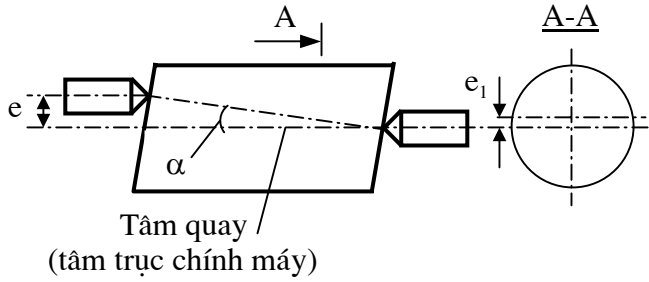


\* Nếu sóng trượt không thẳng trên mặt phẳng nằm ngang sẽ làm cho quỹ đạo chuyển động của mũi dao không thẳng, làm cho đường kính chi tiết gia công chỗ to, chỗ nhỏ.

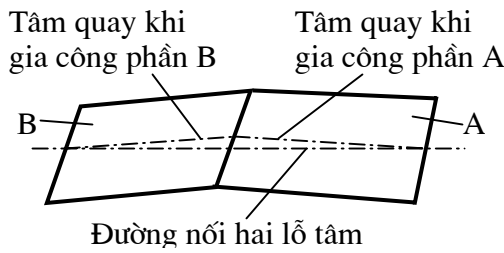
Đường kính  $D_1$  tại một mặt cắt nào đó sẽ

là:  $D_1 = D \pm 2\delta$

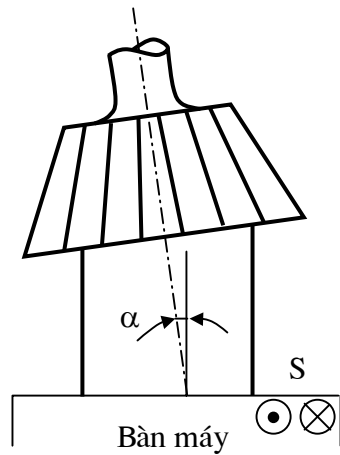
với:  $D$  là đường kính tại mặt cắt đó nếu sóng trượt thẳng;  $\delta$  là lượng dịch chuyển lớn nhất của sóng trượt trên mặt phẳng nằm ngang so với vị trí tính toán.



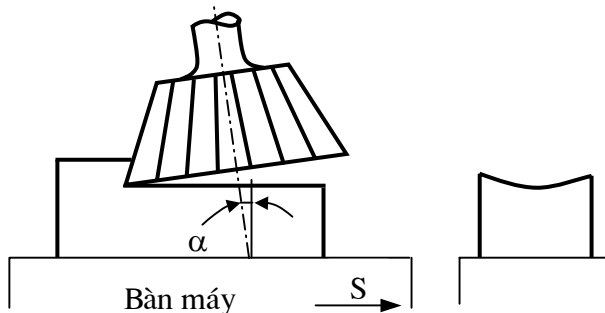
\* Độ lệch tâm của mũi tâm trước so với tâm quay của trục chính sẽ làm cho đường tâm của chi tiết gia công không trùng với đường tâm của hai lỗ tâm đã được gia công trước để gá đặt. Chi tiết vẫn có tiết diện tròn nhưng tâm của nó lệch với đường nối hai lỗ tâm là  $e_1$ .



\* Nếu chi tiết gia công trong một lần gá thì đường tâm của chi tiết là đường thẳng nhưng hợp với đường nối hai lỗ tâm một góc  $\alpha$ . Nhưng nếu gia công với hai lần gá (đổi đầu) thì mỗi đoạn cắt có một đường tâm riêng.



\* Nếu trục chính máy phay đứng không thẳng góc với mặt phẳng của bàn máy theo phương ngang thì mặt phẳng phay được sẽ không song song với mặt phẳng đáy của chi tiết đã được định vị trên bàn máy. Độ không song song này chính bằng độ không vuông góc của đường tâm trục chính trên cả chiều rộng của chi tiết gia công.



\* Nếu trục chính máy phay đứng không thẳng góc với mặt phẳng của bàn máy theo phương dọc của bàn máy thì bề mặt gia công sẽ bị lõm.

Máy dù được chế tạo như thế nào thì sau một thời gian sử dụng cũng bị mòn. Hiện tượng mòn trong quá trình sử dụng là do ma sát giữa các mặt có chuyển động tương đối với nhau. Nhất là khi có bụi phoi trộn lẫn với dầu bôi trơn thì hiện tượng mài mòn càng nhanh. Ngoài ra, dầu bôi trơn và dung dịch trơn nguội còn gây nên hiện tượng ăn mòn hóa học ở những bộ phận nó tác dụng vào và làm mòn thêm nhanh. Trạng thái mòn của máy sẽ gây ra sai số mang tính chất hệ thống.

#### **b) Ảnh hưởng của đồ gá**

Sai số chế tạo, lắp ráp đồ gá cũng ảnh hưởng đến độ chính xác của chi tiết gia công. Nếu đồ gá chế tạo có sai số hoặc bị mòn sau một thời gian sử dụng sẽ làm thay đổi vị trí tương quan giữa máy, dao và chi tiết gia công, do đó, gây ra sai số gia công.

Để đảm bảo độ chính xác gia công (bù lại những sai số do chế tạo, lắp ráp, mòn các chi tiết chính của đồ gá), độ chính xác của đồ gá được chế tạo ra phải cao hơn ít nhất một cấp so với độ chính xác của kích thước cần đạt được sẽ gia công trên đồ gá đó. Điều này không dễ dàng đạt được khi gia công những chi tiết có độ chính xác cao.

#### **c) Ảnh hưởng của dụng cụ cắt**

Độ chính xác chế tạo dụng cụ cắt, mức độ mài mòn của nó và sai số gá đặt dụng cụ trên máy đều ảnh hưởng đến độ chính xác gia công.

Khi gia công bằng các dụng cụ định kích thước (mũi khoan, khoét, doa, chuốt...) thì sai số chế tạo dụng cụ ảnh hưởng trực tiếp đến độ chính xác gia công.

Dao phay ngón, phay đĩa dùng để gia công rãnh then thì sai số đường kính và chiều rộng của dao cũng ảnh hưởng trực tiếp đến độ chính xác chiều rộng rãnh then.

Sai số bước ren, góc nâng của ren, góc đỉnh ren, đường kính trung bình của các loại tarô, bàn ren đều phản ánh trực tiếp lên ren gia công.

Khi gia công bằng các loại dao định hình, nếu profin của lưỡi cắt có sai số sẽ làm sai bề mặt gia công.

Ngoài sai số chế tạo, trong quá trình cắt, dao sẽ bị mòn và ảnh hưởng rất lớn đến độ chính xác gia công. Tùy theo mức độ mòn, dao có thể thay đổi cả hình dạng lẫn kích thước và sinh ra sai số trên chi tiết gia công dưới dạng sai số hệ thống thay đổi.

Ngoài ra, việc gá đặt dao không chính xác cũng gây nên sai số kích thước và hình dạng hình học của chi tiết gia công. Ví dụ, khi tiện ren, nếu dao gá không vuông góc với đường tâm chi tiết thì góc ren cắt ra ở bên phải và bên trái không bằng nhau. Hay khi tiện trục trơn, nếu dao gá cao hơn hoặc thấp hơn tâm quay của chi tiết thì sẽ làm cho đường kính chi tiết gia công tăng lên một lượng.

### **3.3.3- ẢNH HƯỞNG DO BIẾN DẠNG NHIỆT CỦA MÁY, DAO VÀ CHI TIẾT**

#### **a) Ảnh hưởng do biến dạng nhiệt của máy**

Khi máy làm việc, nhiệt độ ở các bộ phận khác nhau có thể chênh lệch khoảng  $10 \div 15^{\circ}\text{C}$ , sinh ra biến dạng không đều và máy sẽ mất chính xác.

Ảnh hưởng đến độ chính xác gia công nhiều nhất là **biến dạng nhiệt của ổ trục chính**. Nhiệt tăng làm cho tâm trục chính xô dịch theo hướng ngang và hướng đứng vì các điểm trên nó có nhiệt độ khác nhau.

Thông thường, nhiệt tăng nhiều nhất ở ổ đỡ trục chính, nhiệt độ ở đây có thể cao hơn các nơi khác của ổ trục chính từ 30 ÷ 40%.

**Xê dịch theo hướng ngang làm thay đổi kích thước và hình dạng của chi tiết gia công, gây ra sai số hệ thống thay đổi. Khi số vòng quay trục chính  $n$  càng lớn thì sự xô dịch càng nhiều và tỉ lệ thuận với  $\sqrt{n}$ .**

Thời gian đốt nóng ổ trục chính khoảng 3 ÷ 5 giờ, sau đó nhiệt độ đốt nóng cũng như vị trí tâm sẽ ổn định. Nếu tắt máy sẽ xảy ra quá trình làm nguội chậm và tâm của trục chính sẽ xô dịch theo hướng ngược lại.

Để khắc phục sai số gia công do biến dạng nhiệt gây ra có thể cho máy chạy không tải chừng 2 ÷ 3 giờ rồi mới tiến hành điều chỉnh máy.

Ngoài ra, đối với các máy công cụ chính xác cao, ánh nắng mặt trời chiếu vào cũng làm cho máy mất chính xác.

#### **b) Ảnh hưởng do biến dạng nhiệt của dao cắt**

Tại vùng cắt, hầu hết công cơ học cần thiết cho quá trình cắt đều chuyển thành nhiệt. Tùy theo chế độ cắt, vật liệu làm dao, vật liệu gia công mà tỷ lệ phần nhiệt phân bố vào phoi, chi tiết gia công, dụng cụ cắt và một phần tỏa ra môi trường xung quanh sẽ khác nhau.

Khi nhiệt cắt truyền vào dao, dao bị nở dài, mũi dao vươn thêm về phía trước làm cho đường kính ngoài giảm đi, đường kính lỗ tăng lên. Cho đến khi dao ở trạng thái cân bằng nhiệt thì dao không nở dài thêm nữa và nếu không có sự mòn dao thì kích thước gia công sẽ không đổi.

#### **c) Ảnh hưởng do biến dạng nhiệt của chi tiết gia công**

Một phần nhiệt ở vùng cắt truyền vào chi tiết gia công, làm nó biến dạng và gây ra sai số gia công. Nếu chi tiết được nung nóng toàn bộ thì chỉ gây ra sai số kích thước, còn nếu bị nóng không đều thì còn gây ra cả sai số hình dáng.

Nhiệt độ của chi tiết gia công trong quá trình cắt **phụ thuộc vào chế độ cắt**. Khi tiện, nếu tăng vận tốc cắt và lượng chạy dao, tức là rút ngắn thời gian nung nóng liên tục chi tiết gia công thì nhiệt độ của nó sẽ nhỏ. Còn chiều sâu cắt tăng thì nhiệt độ chi tiết gia công cũng tăng theo.

### **3.3.4- SAI SỐ DO RUNG ĐỘNG PHÁT SINH RA TRONG QUÁ TRÌNH CẮT**

Rung động của hệ thống công nghệ trong quá trình cắt không những làm tăng độ nhám bề mặt và độ sóng, làm cho dao nhanh mòn mà còn làm cho lớp kim loại mặt bị cứng nguội, hạn chế khả năng cắt gọt.

Rung động làm cho vị trí tương đối giữa dao cắt và vật gia công thay đổi theo

chu kỳ, nếu tần số thấp, biên độ lớn sẽ sinh ra độ sóng bề mặt; nếu tần số cao, biên độ thấp sẽ sinh ra độ nhám bề mặt.

Ngoài ra, rung động làm cho chiều sâu cắt, tiết diện phoi và lực cắt sẽ tăng, giảm theo chu kỳ, làm ảnh hưởng tới sai số gia công.

### **3.3.5- SAI SỐ DO CHỌN CHUẨN VÀ GÁ ĐẶT CHI TIẾT GIA CÔNG GÂY RA**

Để có thể gia công được phải gá đặt chi tiết lên máy. Bản thân việc gá đặt này cũng có sai số và ảnh hưởng trực tiếp đến độ chính xác gia công. Khi gá đặt không hợp lý, sai số do gá đặt lớn và ảnh hưởng đến độ chính xác gia công.

### **3.3.6- SAI SỐ DO PHƯƠNG PHÁP ĐO VÀ DỤNG CỤ ĐO GÂY RA**

Trong quá trình chế tạo, việc kiểm tra, đo lường cũng gây ra sai số và ảnh hưởng đến độ chính xác gia công. Những sai số do đo lường bao gồm:

- Sai số do dụng cụ đo: tuy là dụng cụ để đánh giá độ chính xác gia công nhưng bản thân nó khi chế tạo, lắp ráp cũng bị sai số.
- Sai số do phương pháp đo như chọn chuẩn, cách đọc, lực đo không đều....
- Sai số do độ mòn của dụng cụ sau một thời gian sử dụng,

Để giảm bớt ảnh hưởng của đo lường đến độ chính xác gia công, khi đo lường phải chọn dụng cụ đo và phương pháp đo phù hợp với độ chính xác theo yêu cầu.

## **3.4- CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG**

### **3.4.1- PHƯƠNG PHÁP THỐNG KÊ KINH NGHIỆM**

Đây là phương pháp đơn giản nhất, căn cứ vào *độ chính xác bình quân kinh tế* để đánh giá.

Độ chính xác bình quân kinh tế là độ chính xác có thể đạt được một cách kinh tế trong điều kiện sản xuất bình thường, là điều kiện sản xuất có đặc điểm sau:

- Thiết bị gia công hoàn chỉnh.
- Trang bị công nghệ đạt được yêu cầu về chất lượng.
- Sử dụng bậc thợ trung bình.
- Chế độ cắt theo tiêu chuẩn và định mức thời gian cũng theo tiêu chuẩn.

Cách tiến hành: *Cho gia công trên một loại máy, một chế độ công nghệ, bậc thợ trong điều kiện tiêu chuẩn và xem thử đạt được độ chính xác gia công ra sao. Làm nhiều lần như thế, thống kê lại kết quả đạt được và lập thành bảng.*

Độ chính xác bình quân kinh tế không phải là độ chính xác cao nhất có thể đạt được của một phương pháp gia công và cũng không phải là độ chính xác có thể đạt được trong bất kỳ điều kiện nào.

Phương pháp này nên dùng làm tham khảo và khi vận dụng phải căn cứ thêm điều kiện sản xuất cụ thể để xác định cho thích hợp.

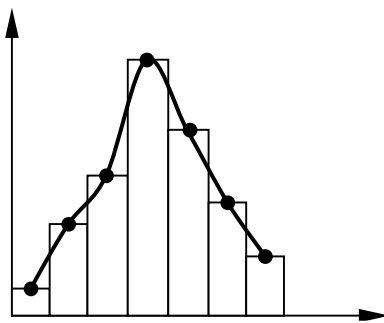
### **3.4.2- PHƯƠNG PHÁP XÁC SUẤT THỐNG KÊ**

Phương pháp này được sử dụng trong sản xuất hàng loạt và hàng khối.

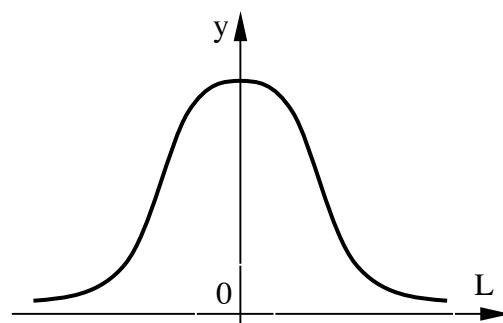
Cách tiến hành: *Cắt thử một loạt chi tiết có số lượng đủ để thu được những*

**đặc tính phân bố của kích thước đạt được.** Thông thường, số lượng chi tiết cắt thử từ 60 đến 100 chi tiết trong một lần điều chỉnh máy. **Đo kích thước thực của từng chi tiết trong cả loạt.** **Tìm kích thước giới hạn lớn nhất, nhỏ nhất của cả loạt.** **Chia khoảng giới hạn từ lớn nhất đến nhỏ nhất đó thành một số khoảng** (thường lớn hơn 6 khoảng). **Xác định số lượng chi tiết có kích thước nằm trong mỗi khoảng và xây dựng đường cong phân bố kích thước thực nghiệm.**

Đường cong thực nghiệm có trục hoành là kích thước đạt được, còn trục tung là tần suất của các kích thước xuất hiện trong mỗi một khoảng. Trên đường cong thực nghiệm ta thấy rằng: kích thước phân bố của cả loạt chi tiết cắt thử tập trung ở khoảng giữa. Số chi tiết cắt thử trong một lần điều chỉnh máy càng lớn thì đường cong càng có dạng tiệm cận đến đường cong phân bố chuẩn Gauss.



Hình 3.5- Đường cong phân bố kích thước thực nghiệm.



Hình 3.6- Đường cong phân bố kích thước chuẩn Gauss.

Phương trình đường cong phân bố chuẩn được viết dưới dạng:

$$y = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(L_i - \bar{L})^2}{2\sigma^2}}$$

với,  $\sigma$ : phương sai của đường cong phân bố.

$L_i$ : kích thước thực đạt được của chi tiết cắt thử thứ  $i$

$\bar{L}$ : kích thước trung bình cộng của loạt chi tiết cắt thử.

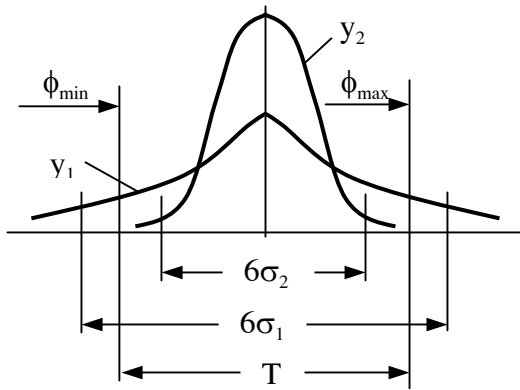
$$\bar{L} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n}$$

trong đó,  $n$  là số lượng chi tiết cắt thử của một loạt trong một lần điều chỉnh máy.

Phương sai của đường cong phân bố tức thời xác định theo công thức:

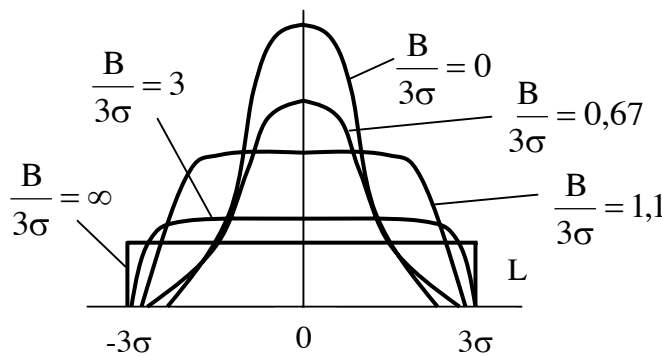
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_i - \bar{L})^2}{n}}$$

**Trong khoảng  $\pm 3\sigma$ , các nhánh của đường cong gần sát với trục hoành và giới hạn tới 99,73% toàn bộ diện tích của nó. Như vậy, trong phạm vi  $\pm 3\sigma$  đường cong phân bố chuẩn chứa tới 99,73% số chi tiết trong cả loạt cắt thử.**



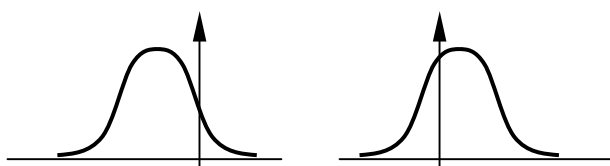
**Ý nghĩa:** Giả sử có hai đường cong phân bố kích thước  $y_1$  và  $y_2$  với khoảng phân tán tương ứng là  $6\sigma_1$  và  $6\sigma_2$ . Dung sai của kích thước cần gia công là  $T$ . Ta thấy rằng,  $y_2$  có cấp chính xác cao hơn  $y_1$  (vì  $\sigma_2 < \sigma_1$ ) và  $y_2$  có  $6\sigma_2 < T$  nên sẽ không có phế phẩm, còn  $y_1$  có  $6\sigma_1 > T$  nên sẽ có phế phẩm.

Tuy nhiên, **đường cong phân bố chuẩn mới chỉ thể hiện tính chất phân bố của các sai số ngẫu nhiên.** Trong quá trình gia công, các sai số ngẫu nhiên, sai số hệ thống thay đổi, sai số hệ thống không đổi cũng đồng thời xuất hiện. Vì vậy, **sau khi xác định được phương sai  $\sigma$  của sai số ngẫu nhiên cần phải xác định quy luật biến đổi của sai số hệ thống thay đổi  $B(t)$ .** Riêng sai số hệ thống không đổi  $A$  sẽ không ảnh hưởng đến sự phân tán kích thước gia công và có thể triệt tiêu được nó khi điều chỉnh máy.



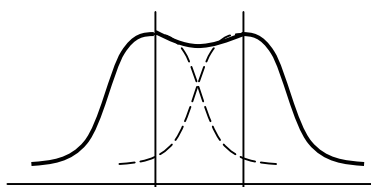
Hình 3.7- Đường cong phân bố kích thước thực.

Như vậy, trong quá trình gia công, **phân bố kích thước thực phải là tổ hợp của quy luật phân bố chuẩn** và quy luật biến đổi sai số hệ thống thay đổi là quy luật đồng xác suất. Lúc này, đường cong phân bố kích thước sẽ phụ thuộc vào tỷ lệ  $\frac{B}{3\sigma}$ .



Hình 3.8- Đường cong phân bố không đối xứng.

Nếu sai số hệ thống thay đổi không tuyến tính với thời gian thì đường cong phân bố kích thước sẽ không đối xứng. Lúc đó, dù đảm bảo  $6\sigma \leq T$  nhưng có thể vẫn có phế phẩm.

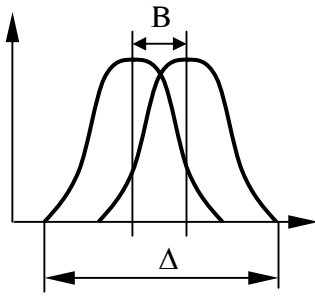


Hình 3.9- Đường cong phân bố kích thước của 2 nhóm chi tiết trên 2 máy khác nhau.

Nếu khi gia công một loạt chi tiết mà có hai hay nhiều nhóm chi tiết có sai số hệ thống khác nhau thì đường cong phân bố sẽ có hai hoặc nhiều đỉnh. Ví dụ như một loạt

chi tiết nhưng được gia công trên hai máy khác nhau thì đường cong phân bố sẽ có 2 đỉnh.





Hình 3.10- Đường cong phân bố có tính tới các sai số ngẫu nhiên và sai số hệ thống.

Ngoài ra, có thể tổ hợp các sai số ngẫu nhiên và các sai số hệ thống thay đổi bằng cách xô dịch đường cong phân bố chuẩn đi một lượng bằng sai số hệ thống nhưng vẫn giữ nguyên hình dạng đường cong phân bố (hình 3.10). Trong trường hợp này, khoảng phân tán tổng cộng các kích thước cả loạt chi tiết cắt thử được xác định theo công thức:

$$\Delta = 6\sigma + B$$

Phương pháp này tuy đơn giản nhưng tốn kém vì phải cắt thử cả loạt chi tiết. Để giảm bớt chi phí đồng thời rút ngắn thời gian xác định quy luật phân bố kích thước, người ta dùng các số liệu có sẵn để tham khảo khi gia công các kích thước có tính chất tương tự trong điều kiện gia công tương tự.

### 3.4.3- PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN PHÂN TÍCH (dùng trong nghiên cứu)

Theo phương pháp này, ta **phân tích nguyên nhân sinh ra sai số gia công, tính các sai số đó, rồi tổng hợp chúng lại thành sai số gia công tổng. Từ đó, vẽ quy luật phân bố và căn cứ vào đó để đánh giá độ chính xác gia công.**

Trong mọi trường hợp, sai số gia công tổng phải nhỏ hơn dung sai cho phép của chi tiết cần chế tạo.

\* **Phân tích nguyên nhân:** (xem trang 22; 23)

\* **Tổng hợp các sai số:**

- Tổng các sai số hệ thống không đổi  $A_{\Sigma}$  là một sai số hệ thống không đổi và được tổng hợp theo nguyên tắc tổng đại số:

$$A_{\Sigma} = \sum_{i=1}^p A_i .$$

- Tổng các sai số hệ thống thay đổi  $B_{\Sigma}(t)$  là một sai số hệ thống thay đổi và được tổng hợp theo nguyên tắc tổng đại số:

$$B_{\Sigma}(t) = \sum_{j=1}^q B_j(t) .$$

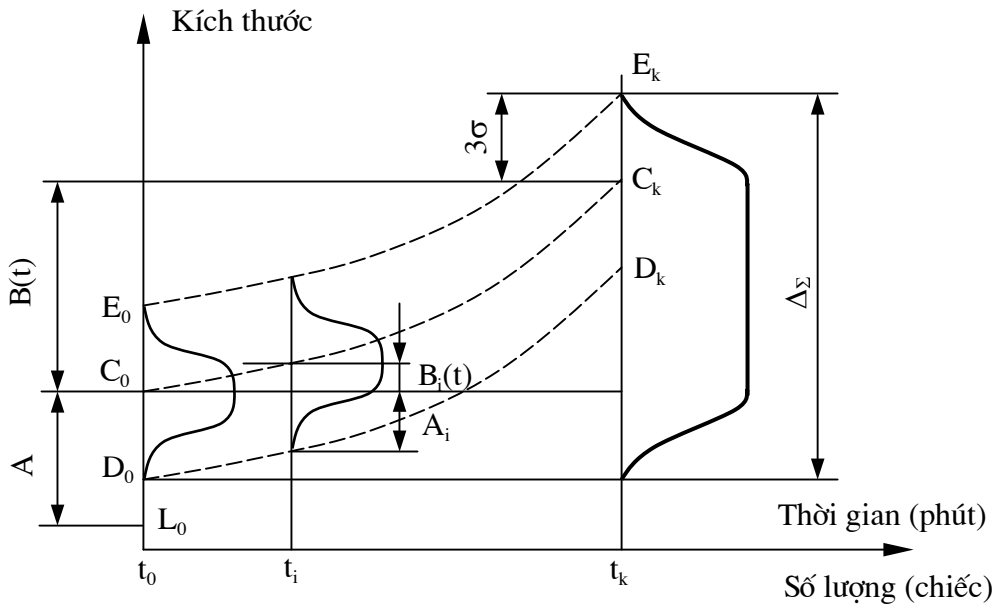
- Tổng các sai số ngẫu nhiên là một sai số ngẫu nhiên và được tổng hợp theo nguyên tắc cộng xác suất, có phương sai là:

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{\sum_{z=1}^n (K_z \cdot \sigma_z)^2} .$$

- Sai số hệ thống và sai số ngẫu nhiên tổng hợp theo nguyên tắc tổng số học.

\* **Vẽ quy luật phân bố:**

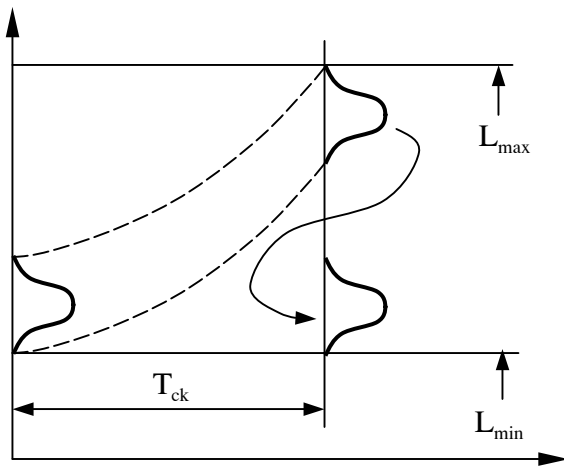
Lúc bắt đầu gia công, trung tâm phân bố là  $C_0$ , khoảng phân tán là  $D_0E_0$  với  $C_0D_0 = C_0E_0 = 3\sigma$ .



Hình 3.11- Đường cong phân bố thực kích thước gia công.

Sau đó, theo thời gian sai số hệ thống thay đổi sẽ làm cho trung tâm phân bố di động theo đường  $C_0C_k$ , giới hạn phân bố nó cũng biến đổi theo đường  $D_0D_k$  và  $E_0E_k$ .

Như vậy, trong quá trình gia công kích thước các chi tiết đạt được theo thời gian sẽ thay đổi trong hai đường giới hạn  $D_0D_k$  và  $E_0E_k$ . Từ đó, đường phân bố kích thước gia công sẽ có dạng như trên, đó là đường cong tổng hợp của sai số hệ thống thay đổi  $B(t)$  và sai số ngẫu nhiên.



Hình 3.12- Chu kỳ điều chỉnh lại máy.

*Khi khoảng phân tán của đường cong kích thước thực đã bằng với dung sai của chi tiết cần gia công:  $\Delta_{\Sigma} = T$ , thì ta phải điều chỉnh lại máy, đưa tâm phân bố về lại vị trí ban đầu. Khoảng thời gian giữa hai lần điều chỉnh máy, người ta gọi là chu kỳ điều chỉnh lại máy.*

Chú ý rằng, chu kỳ điều chỉnh máy phải nhỏ hơn hoặc bằng tuổi bền dao vì nếu không thì dao sẽ hư khi chưa kịp điều chỉnh lại máy.

### 3.5- ĐIỀU CHỈNH MÁY

*Điều chỉnh máy nhằm để đảm bảo độ chính xác của từng nguyên công. Đây là quá trình chuẩn bị, gá đặt dụng cụ cắt, đồ gá và các trang bị công nghệ khác lên máy; xác định vị trí tương đối giữa dụng cụ cắt và mặt cần gia công nhằm giảm bớt các sai số gia công, đạt được các yêu cầu đã cho trên bản vẽ.*

Trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ, độ chính xác gia công yêu cầu có thể

đạt được bằng phương pháp cắt thử.

Trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối, độ chính xác gia công nhận được bằng phương pháp tự động đạt kích thước trên máy đã điều chỉnh sẵn. Lúc này, điều chỉnh máy có nhiệm vụ:

- Gá đặt đồ gá và dụng cụ cắt vào vị trí có lợi nhất cho điều kiện cắt gọt.

- Xác định chế độ làm việc của máy và chu kỳ điều chỉnh lại máy.

- Đảm bảo vị trí tương đối của dụng cụ cắt, đồ gá, cữ tỳ, mẫu chép hình... để xác định chính xác quỹ tích và lượng dịch chuyển của dao so với chi tiết gia công. Đây là vấn đề phức tạp nhất đồng thời nó cũng có ý nghĩa quyết định đến độ chính xác gia công.

Hiện nay có ba phương pháp điều chỉnh hay dùng nhất là: điều chỉnh tĩnh, điều chỉnh theo chi tiết cắt thử bằng calip thợ và điều chỉnh theo chi tiết cắt thử bằng dụng cụ đo vạn năng.

### 3.5.1- ĐIỀU CHỈNH TĨNH

Điều chỉnh tĩnh là gá dao theo calip hay mẫu khi máy đang đứng yên (chưa cắt).

**Tiến hành:**

- Lắp calip (hoặc mẫu) vào vị trí của chi tiết gia công, sau đó dịch chuyển dụng cụ cắt tỳ sát vào bề mặt của calip (hoặc mẫu) rồi kẹp chặt dụng cụ lại.

- Các cữ tỳ cũng theo calip đó mà điều chỉnh một cách tương tự.

- Xác định chế độ cắt và chu kỳ điều chỉnh lại máy.

- Gá phôi vào vị trí và gia công.

**Đặc điểm:**

- Phương pháp này nhanh, đơn giản.

- Tuy nhiên, **không đạt được độ chính xác gia công cao** vì trong quá trình gia công, hệ thống công nghệ bị biến dạng đàn hồi do nhiệt cắt và lực cắt gây ra (khi máy đang đứng yên thì chưa có). Ngoài ra, do chưa tính đến độ đảo trục chính (do có khe hở ổ trục), nhám bề mặt của calip hay mẫu chép hình. Do đó, kích thước thực gia công sẽ lớn hơn (mặt ngoài) hoặc nhỏ hơn (mặt trong) so với kích thước yêu cầu.

Để hạn chế sai số, người ta phải bù lại lượng thay đổi kích thước thực của chi tiết gia công so với kích thước điều chỉnh bằng cách thêm hoặc bớt đi một lượng bổ sung  $\Delta_{bs}$  (thêm vào khi gia công mặt trong, bớt đi khi gia công mặt ngoài).

$$L_{dc}^{tt} = L_{dc}^{ct} \pm \Delta_{bs}$$

Trong đó,  $L_{dc}^{tt}$ : kích thước điều chỉnh tính toán.

$L_{dc}^{ct}$ : kích thước thực của chi tiết gia công cần nhận được sau khi điều chỉnh máy; nếu điều chỉnh ban đầu tâm phân bố nằm ở giữa trường dung sai thì:

$$L_{dc}^{tt} = \frac{(L_{min} + L_{max})}{2}, L_{min}, L_{max}: \text{kích thước nhỏ nhất, lớn nhất trên bản vẽ.}$$

$\Delta_{bs}$ : lượng bổ sung cho biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ, khe hở ổ đỡ trục chính, độ nhám bề mặt của chi tiết gia công.

Đối với bề mặt không đối xứng:  $\Delta_{bs} = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3$

Đối với bề mặt đối xứng:  $\Delta_{bs} = 2(\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3)$

với,  $\Delta_1$ : lượng biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ,  $\Delta_1 = \frac{P_y}{J}$ .

$\Delta_2$ : chiều cao nhấp nhô,  $\Delta_2 = R_z$ .

$\Delta_3$ : khe hở bán kính của ổ đỡ trục chính máy, thông thường  $\Delta_3 = 0,02 \div 0,04$  mm.

Dấu (+) lấy khi gia công mặt tron và dấu (-) khi gia công mặt ngoài

Theo kinh nghiệm, sai số của lượng bổ sung có thể tới 50% giá trị bản thân nó cộng thêm các sai số khác nên **phương pháp điều chỉnh tinh không cho phép đạt độ chính xác cao hơn cấp 7**. Vậy, điều chỉnh tinh chỉ dùng ở sản xuất đơn chiếc, loạt nhỏ.

### 3.5.2- ĐIỀU CHỈNH THEO CHI TIẾT CẮT THỬ NHỜ CALIP THỢ

Phương pháp này dùng calip làm việc của người thợ để tiến hành điều chỉnh. Calip là dụng cụ để kiểm tra xem kích thước thực của chi tiết có nằm trong phạm vi dung sai hay không mà không cần biết giá trị thực của chi tiết. Kết cấu của calip nút có hai đầu: một đầu có kích thước danh nghĩa bằng kích thước giới hạn nhỏ nhất của lỗ, gọi là “đầu qua”; một đầu có kích thước danh nghĩa bằng kích thước giới hạn lớn nhất của lỗ, gọi là “đầu không qua”.

#### Tiến hành:

- Xác định vị trí tương đối của dao với phôi, sau đó cố định các vấu, cữ chặn...
- Tiến hành cắt thử khoảng 3 ÷ 5 chi tiết.
- Dùng calip kiểm tra các chi tiết trên, nếu đạt thì gia công cho cả loạt chi tiết.

#### Đặc điểm:

- Điều chỉnh máy theo phương pháp này chắc chắn có phế phẩm bởi vì loạt chi tiết được gia công là n chiếc, có khoảng phân tán là  $6\sigma$ :

+ Nếu  $6\sigma > T$ , thì chắc chắn có phế phẩm.

+ Nếu  $6\sigma \leq T$ , sẽ không có phế phẩm khi tâm của đường cong phân bố kích thước trùng tâm miền dung sai chi tiết, tuy nhiên do ta không xác định được tâm của đường cong phân bố kích thước do vậy vẫn có phế phẩm.

- Nếu số lượng chi tiết cắt thử càng nhiều thì phế phẩm càng giảm nhưng cũng không thể loại trừ hết phế phẩm.

Điều chỉnh máy là phương pháp phổ biến, được dùng trong các nhà máy cơ khí.

### 3.5.3- ĐIỀU CHỈNH THEO CHI TIẾT CẮT THỬ NHỜ DỤNG CỤ ĐO VẠN NĂNG

#### Tiến hành:

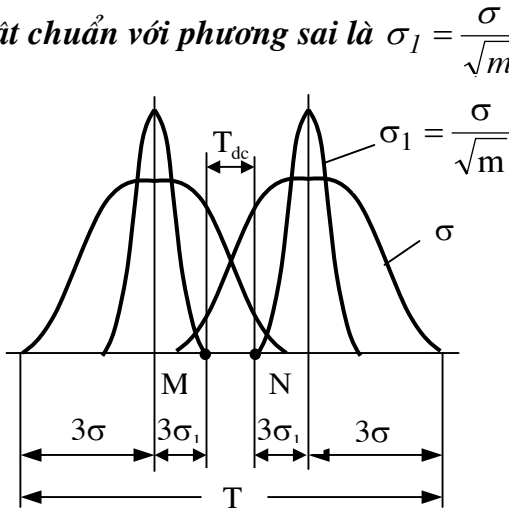
- Gá đặt dao và các cữ hành trình căn cứ vào kích thước điều chỉnh  $L_{dc}$ .

- Cắt thử  $m$  chi tiết.

- Đo kích thước  $m$  chi tiết đó, xác định được tâm phân bố và phương sai  $\sigma$

- So sánh tâm phân bố kích thước và tâm dung sai, từ đó điều chỉnh máy theo dung sai thu hẹp.

Phương pháp này do giáo sư A. B. Iakhin đề xuất dựa trên cơ sở lý thuyết xác suất là: *Nếu có một loạt chi tiết mà kích thước của nó phân bố theo quy luật chuẩn với phương sai là  $\sigma$ . Nếu phân loại số chi tiết trên thành nhiều nhóm, mỗi nhóm  $m$  chi tiết thì kích thước trung bình của các nhóm đã phân cũng phân bố theo quy luật chuẩn với phương sai là  $\sigma_1 = \frac{\sigma}{\sqrt{m}}$ .*



Hình 3.13- Đường cong phân bố kích thước của cả loạt ( $\sigma$ ) và đường cong phân bố theo kích thước trung bình của từng nhóm ( $\sigma_1$ ).

Hình 3.13 chỉ ra các vị trí biên của đường cong phân bố loạt phôi trong miền dung sai T và các đường cong phân bố của nhóm.

*Nếu kích thước trung bình cộng của  $m$  chi tiết cắt thử rơi vào khoảng MN thì sẽ không có phế phẩm. Khoảng MN được gọi là dung sai điều chỉnh  $T_{dc}$  và nó được xác định như sau:*

$$T_{dc} = T - 6(\sigma + \sigma_1)$$

Tỷ số  $\frac{T}{6\sigma} = \phi$  được gọi là hệ số an

toàn vì  $\phi$  càng lớn thì khả năng giảm phế phẩm càng tăng. Như vậy, *dung sai điều chỉnh  $T_{dc}$  có quan hệ với dung sai chi tiết chế tạo T, hệ số an toàn  $\phi$  và số chi tiết cắt thử  $m$ .* Nếu tăng số chi tiết cắt thử  $m$ , dung sai điều chỉnh  $T_{dc}$  sẽ tăng và dễ điều chỉnh hơn nhưng thời gian cắt thử kéo dài.

Số chi tiết cắt thử  $m$  được xác định như sau:

$$m > \left( \frac{6\sigma}{T - 6\sigma} \right)^2 \quad (\text{thường lấy } m = 2 \div 8 \text{ chi tiết})$$

Nếu có tính đến sai số hệ thống thì dung sai điều chỉnh sẽ giảm xuống. Lúc đó, dung sai điều chỉnh sẽ là:

$$\begin{aligned} T_{dc} &= T - 6(\sigma + \sigma_1) - \Delta_{HT} \\ &= T - 6(\sigma + \sigma_1) - [A + B(t)] \end{aligned}$$

với: A là sai số hệ thống cố định (có thể loại trừ được nên không cần quan tâm).

B(t) là sai số hệ thống thay đổi.

\* *Nếu không tính đến sai số hệ thống thay đổi B(t):* trường hợp này chỉ nên ứng dụng khi gia công đối mà dụng cụ cắt có tốc độ mài mòn nhỏ như dao kim cương...; dùng khi yêu cầu độ chính xác gia công cao bởi vì độ chính xác gia công cao thì cần T nhỏ, lúc đó yêu cầu  $T_{dc}$  nhỏ.

\* *Nếu tính đến sai số hệ thống thay đổi B(t):* trường hợp này được sử dụng rộng rãi hơn vì các dao có độ mài mòn nhỏ như dao kim cương thì rất đắt. Khi lượng mòn của dao làm cho kích thước gia công sắp vượt ra khỏi dung sai cho phép thì phải điều chỉnh lại để đường cong phân bố lùi lại, nằm trong phạm vi dung sai và không sinh ra phế phẩm.