

Chương 4

LỰC CẮT

4.1. KHÁI NIỆM

Trong quá trình cắt kim loại, để tách được phoi và thắng được ma sát cần phải có lực. Lực sinh ra trong quá trình cắt là động lực cần thiết nhằm thực hiện quá trình biến dạng và ma sát.

Việc nghiên cứu lực cắt trong quá trình cắt kim loại có ý nghĩa cả lý thuyết lẫn thực tiễn. Trong thực tế, những hiểu biết về lực cắt rất quan trọng để thiết kế dụng cụ cắt, đồ gá, tính toán thiết kế máy móc thiết bị,... Dưới tác dụng của lực và nhiệt, dụng cụ sẽ bị mòn, bị phá hủy. Muốn hiểu được quy luật mài mòn và phá hủy dao thì phải hiểu được quy luật tác động của lực cắt. Muốn tính công tiêu hao khi cắt cần phải biết lực cắt. Những hiểu biết lý thuyết về lực cắt tạo khả năng chính xác hoá lý thuyết quá trình cắt. Trong trạng thái cân bằng năng lượng của quá trình cắt thì các mối quan hệ lực cắt cũng cân bằng.

Lực cắt sinh ra khi cắt là một hiện tượng động lực học, tức là trong chu trình thời gian gia công thì lực cắt không phải là hằng số mà biến đổi theo quỹ đường của dụng cụ.

Theo cơ học, nghiên cứu về lực nói chung là xác định 3 yếu tố:

- Điểm đặt của lực.
- Hướng (phương và chiều) tác dụng của lực.
- Giá trị (độ lớn) của lực.

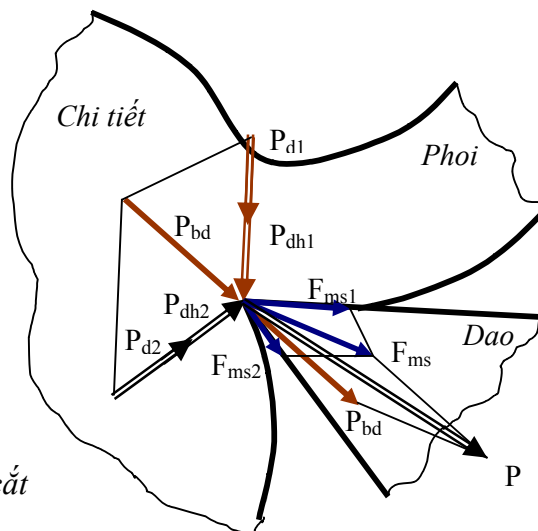
Trong cắt gọt kim loại, người ta gọi lực sinh ra trong quá trình cắt tác dụng lên dao là lực cắt, ký hiệu là \vec{P} ; còn lực có cùng độ lớn, cùng phương nhưng ngược chiều với lực cắt gọi là phản lực cắt, ký hiệu là \vec{P}' .

Quá trình cắt thực hiện được cần có lực để thắng biến dạng và ma sát, do vậy lực cắt theo định nghĩa trên có thể hiểu rằng có nguồn gốc từ quá trình biến dạng và ma sát. Biến dạng khi cắt có biến dạng đàn hồi và biến dạng dẻo. Do vậy lực sinh ra do biến dạng cũng có lực biến dạng đàn hồi \vec{P}_{dh} và lực biến dạng dẻo \vec{P}_d . Những lực này cùng với lực ma sát tác dụng lên dao, cụ thể trên mặt trước và mặt sau dao.

Trên hình 4.1, trong trường hợp cắt tự do, ta có:

$$\begin{aligned} P_{bd1} &= P_{dh1} + P_{d1} \\ P_{bd2} &= P_{dh2} + P_{d2} \\ P_{bd} &= P_{bd1} + P_{bd2} \\ F_{ms} &= F_{ms1} + F_{ms2} \\ \mathbf{P} &= \mathbf{P}_{bd} + \mathbf{F}_{ms} \quad (4.1) \end{aligned}$$

Hình 4.1- Sơ đồ nguồn gốc của lực cắt



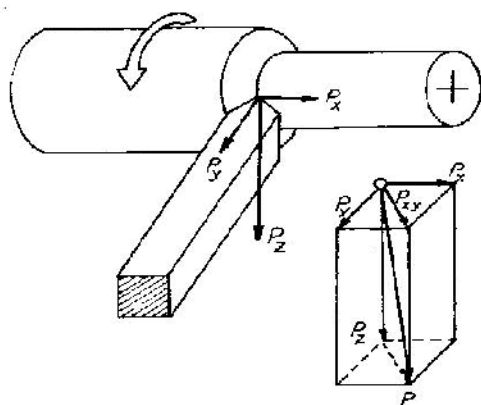
Trên đây hệ lực được xét là hệ lực phẳng, nhưng nói chung trong cắt gọt thực tế thì lực cắt là một hệ lực không gian. Để tiện cho việc nghiên cứu, tính toán, đo đạc và kiểm tra, ta có thể nghiên cứu lực cắt thông qua các thành phần của chúng.

4.2. PHÂN TÍCH CÁC THÀNH PHẦN LỰC CẮT.

Tuỳ thuộc vào mục đích nghiên cứu, sử dụng người ta có thể phân tích lực cắt thành các thành phần tương ứng qua nhiều phương pháp khác nhau.

4.2.1. Phân tích lực cắt theo các phương chuyển động.

Hệ thống lực cắt khi tiện được mô tả trên hình 4.2. Lực cắt tổng P được phân tích thành 3 thành phần theo 3 phương chuyển động v , s và t của chuyển động cắt: tiếp tuyến, ngược với chuyển động chạy dao và hướng kính.



Hình 4.2 - Hệ thống lực cắt khi tiện

* Thành phần P_z hay P_v : nằm theo hướng chuyển động chính (hướng tốc độ cắt), thành phần này gọi là lực tiếp tuyến, lực cắt chính. Giá trị lực P_z cần thiết để tính toán công suất của chuyển động chính, tính độ bền của dao, của chi tiết cơ cấu chuyển động chính và của những chi tiết khác của máy công cụ.

* Thành phần P_x hay P_s : tác dụng ngược hướng chạy dao, gọi là lực chiều trục hay lực chạy dao. Biết lực này để tính độ bền của chi tiết trong chuyển động chạy dao, độ bền của dao và công suất tiêu hao của cơ cấu chạy dao.

* Thành phần P_y hay P_t : tác dụng trong mặt phẳng nằm ngang và vuông góc với đường tâm chi tiết (vuông góc với mặt phẳng sau khi gia công). Thành phần này gọi là lực hướng kính có tác dụng làm cong chi tiết (biểu thị bằng độ võng), ảnh hưởng đến độ chính xác của chi tiết gia công, độ cứng vững của máy và dụng cụ cắt.

Sau khi xác định được các lực thành phần P_x , P_y và P_z , thì lực cắt tổng P được tính theo công thức:

$$\vec{P} = \vec{P}_x + \vec{P}_y + \vec{P}_z \quad \text{và} \quad P = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2}$$

Đây là phương pháp phân tích lực cắt phổ biến nhất, bởi vì phương các chuyển động cắt là hoàn toàn xác định nên việc đo các thành phần lực cắt được tiến hành dễ dàng. Mặt khác từ vận tốc chuyển động theo các phương và lực cắt thành phần tương ứng theo các phương đó ta có thể tính được công suất cắt và rõ ràng nếu xác định được các lực thành phần ta cũng dễ dàng xác định được giá trị lực cắt tổng.

4.2.2. Phân tích lực cắt theo các mặt chịu tải.

Khi nghiên cứu bản chất động lực học của quá trình cắt kim loại, lực cắt còn được phân tích thành các thành phần theo các mặt chịu tải. Khảo sát quá trình bào tự do, ta có sơ đồ trên hình 4.3.

Dựa vào lực cắt chính P_v và lực chạy dao P_s trong mô hình cắt tự do trên đây xây dựng vòng tròn Thales, nhờ đó ta vẽ và xác định được các lực:

* Trên mặt trước dao:

Lực ép trên mặt trước dao N_1

Lực ma sát trên mặt trước dao F_1

* Trên mặt sau dao:

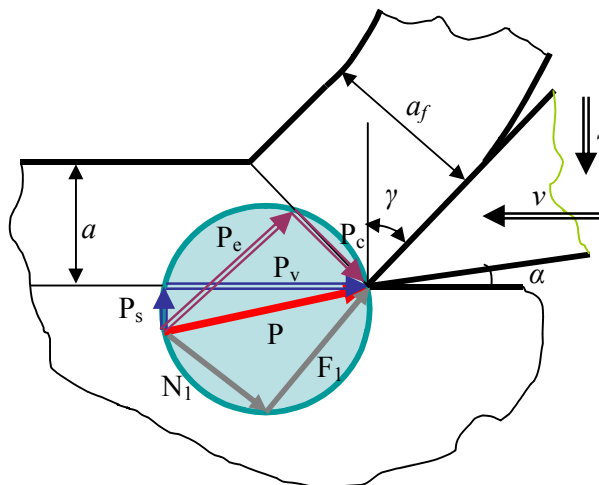
Lực ép trên mặt sau dao N_2

Lực ma sát trên mặt sau dao F_2

* Trên mặt trượt:

Lực tách phoi P_c

Lực ép lên vùng cắt P_e



Hình 4.3 - Vòng tròn xác định lực trên các mặt chịu tải

4.3. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH LỰC CẮT.

Để xác định lực cắt ta có thể dùng nhiều phương pháp sau:

- Phương pháp đo trực tiếp.
- Phương pháp xác định thông qua đo công suất cắt.
- Phương pháp bảng và biểu đồ.
- Phương pháp tính toán theo công thức.

4.3.1. Phương pháp đo trực tiếp lực cắt.

Việc đo lực cắt được tiến hành bằng cách dùng dụng cụ đo trực tiếp xác định giá trị các thành phần lực cắt theo các phương chuyển động cắt.

Tùy thuộc vào cấu tạo của thiết bị đo lực ta có thể xác định lực cắt qua độ lớn tức thời hay độ lớn cực đại của nó.

Thiết bị đo lực cắt được chế tạo trên cơ sở nhiều nguyên lý khác nhau, đó là:

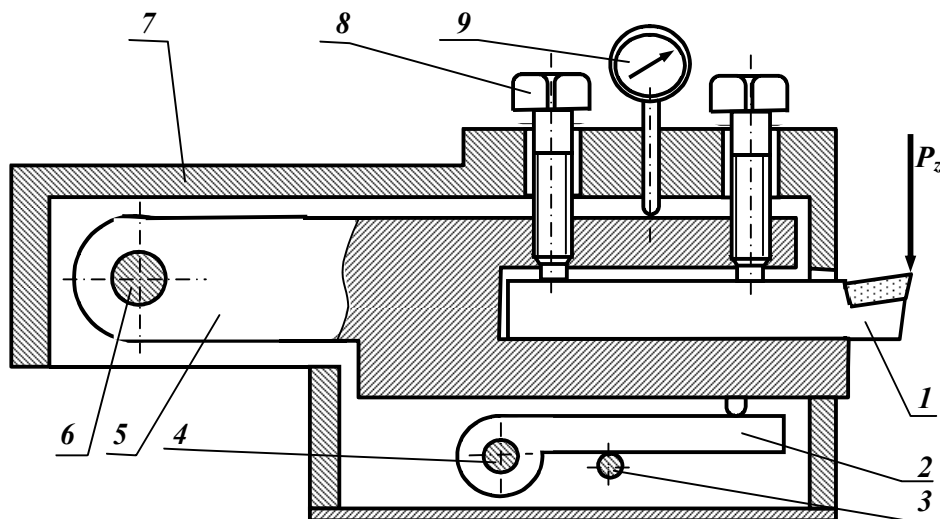
- Theo nguyên lý cơ học,
- Theo nguyên lý thủy khí,
- Theo hiệu ứng về điện,
- Theo nguyên lý biến dạng dẻo.

1. Dụng cụ đo lực cắt theo nguyên lý cơ học.

Dụng cụ đo dựa trên nguyên lý đàn hồi của lò xo.

Dao 1 được kẹp trên cơ cấu kẹp dao 5 nhờ các vít 8; cơ cấu 5 và lò xo 2 có thể quay quanh các chốt quay tương ứng 4 và 6 của chúng gắn trên thân dụng cụ 7. Dưới tác dụng của lực cắt P_z , dao và bộ kẹp 5 chuyển vị, độ lớn chuyển vị được đo trên đồng hồ so 9. Từ độ lớn chuyển vị trên 9 ta suy ra được lực P_z nhờ bảng đối chiếu đã lập sẵn.

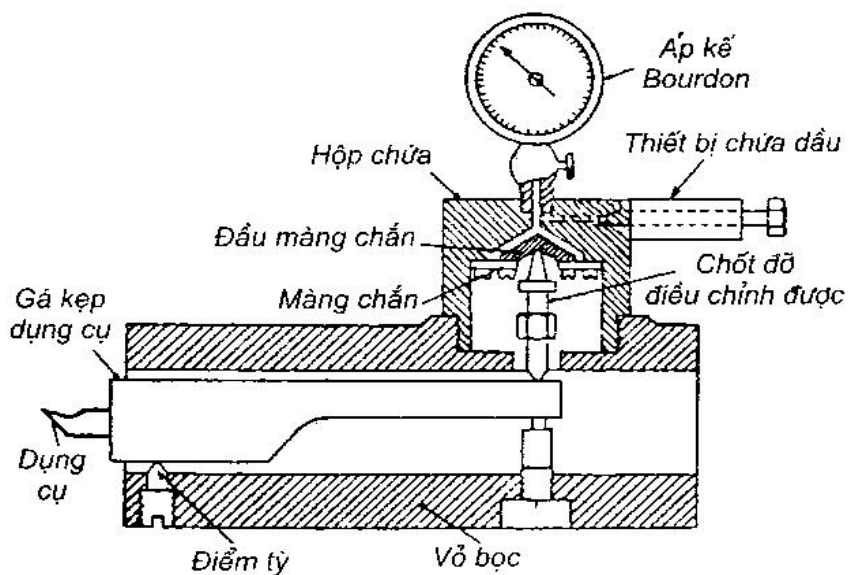
Ưu điểm của dụng cụ đo này là đơn giản về kết cấu, dễ dàng sử dụng, nhưng có nhược điểm là độ chính xác thấp do có ma sát tại các khớp quay.



1 – Dao; 2 – Lò xo; 3 - Chốt tỳ; 4 - Chốt quay của lò xo; 5 – Cơ cấu kẹp dao;
6 - Chốt quay của cơ cấu kẹp dao; 7 – Thân; 8 – Vít kẹp; 9 - Đồng hồ so.

Hình 4.4- Dụng cụ đo lực cắt dùng lò xo

2. Dụng cụ đo lực cắt theo nguyên lý thủy khí.



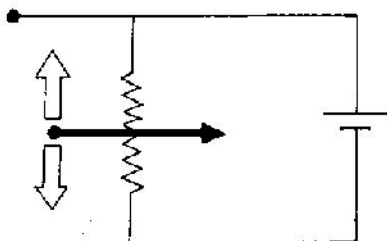
Hình 4.5- Lực kế theo nguyên lý thủy khí

Dưới tác dụng của lực cắt trên đầu dụng cụ, chốt đỡ sẽ ép lên màn chắn tạo nên áp lực dầu có giá trị được ghi nhận trên áp kế, từ giá trị áp suất suy ra được lực tác dụng trên đầu dụng cụ khi cắt.

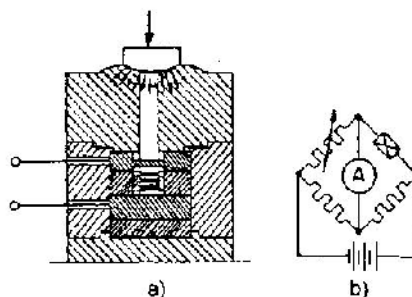
Loại dụng cụ đo này có ưu điểm lớn là nhạy, độ chính xác cao, nhưng có nhược điểm là kết cấu phức tạp và chịu ảnh hưởng của nhiệt độ lớn.

3. Dụng cụ đo lực cắt bằng điện.

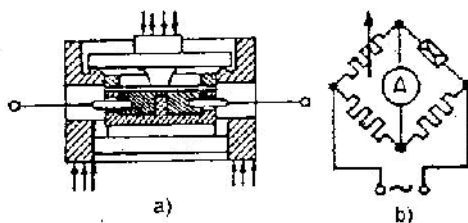
Ngày nay các loại lực kế sử dụng rộng rãi nhất là dùng các phần tử chuyển đổi từ các biến dạng cơ khí sang tín hiệu điện. Các dạng khác nhau của thiết bị điện được dùng như: điện dung, điện môi, điện cảm, tenxơ cảm biến. Việc thay đổi điện dung do thay đổi khoảng cách khe hở không khí được chuyển đổi sang dòng điện bằng việc sử dụng các thiết bị điện thích hợp.



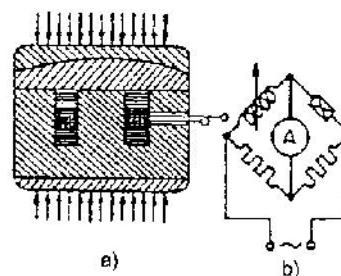
Hình 4.6- Bộ chuyển đổi điện trở kiểu chiết áp



Hình 4.7- Bộ chuyển đổi điện trở than



Hình 4.8- Bộ chuyển đổi điện trở lồng



Hình 4.9- Bộ chuyển đổi điện từ

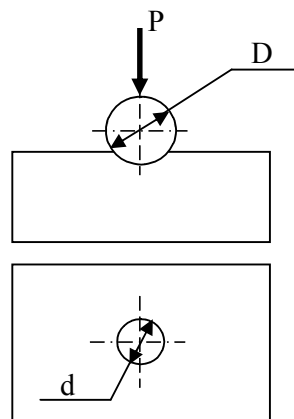
4. Dụng cụ đo lực theo nguyên lý biến dạng dẻo.

Theo sức bền vật liệu, nếu có lực P tác dụng lên quả cầu đường kính D , quả cầu sẽ ép lên bề mặt vật liệu tạo biến dạng, khi bỏ tải trọng lực P , do có biến dạng dư nên trên bề mặt tồn tại lõm cầu có đường kính d . Ta có thể thấy rằng giá trị d phụ thuộc vào lực P , đường kính quả cầu cứng D và tính chất vật liệu của bề mặt.

Với tính chất bề mặt và đường kính quả cầu D cho trước ta có thể lập được mối quan hệ giữa d và lực P .

$$d = f(P)$$

Từ quan hệ này ta có thể ứng dụng để chế tạo lực kế đo lực cắt. Dụng cụ đo lực theo nguyên lý biến dạng dư này cho ta xác định được lực cắt lớn nhất.



Hình 4.10- Nguyên lý biến dạng dư

4.3.2. Phương pháp đo lực cắt thông qua đo công suất.

Lực cắt có thể xác định thông qua đo công suất cắt.

Ta có mối quan hệ giữa lực P , tốc độ v và công suất N như sau:

$$N = \frac{P.v}{60.1000} \quad \text{với } N \text{ theo KW, } P \text{ theo N và } v \text{ theo m/ph}$$

$$\text{hoặc: } N = \frac{P.v}{60.102} \quad \text{với } N \text{ theo KW, } P \text{ theo kG và } v \text{ theo m/ph}$$

Trong quá trình cắt gọt, ta đã biết lực cắt có thể được phân thành 3 thành phần theo 3 phương chuyển động v , s , t . Công suất tương ứng là:

$$N_v = P_v.v.K$$

$$N_s = P_s.v_s.K$$

$$N_t = P_t.v_t.K$$

trong đó K là hệ số chuyển đổi đơn vị.

Công suất cắt sẽ là:

$$N_c = N_v + N_s + N_t$$

Thực tế ta có: khi cắt $v_t = 0$ nên $N_t = 0$

$$v \gg v_s \text{ và } P_v \gg P_s$$

Một cách gần đúng, để đơn giản trong tính toán ta có thể xem như

$$N_c = N_v = P_v.v.K$$

Mặt khác, khi cắt công suất của động cơ sản sinh ra một phần để thực hiện việc cắt gọt (N_c), một phần để thắng ma sát và lực cản quán tính trong động cơ và máy (có thể gọi là công suất chạy không tải N_{ck} , tương ứng với hiệu suất của máy η).

Như vậy nếu mở máy nhưng không cắt thì công suất đo được từ động cơ sản sinh ra sẽ là công suất tổn thất hay công suất chạy không N_{ck} . Khi thực hiện việc cắt gọt thì công suất đo được từ động cơ sẽ bao gồm công suất cắt N_c và công suất chạy không N_{ck} . Ta có:

$$N_{dc} = N_c + N_{ck} \text{ suy ra: } N_c = N_{dc} - N_{ck} = P_v.v.K$$

$$\text{Do vậy từ việc đo công suất ta có: } P_v = \frac{N_{dc} - N_{ck}}{v.K}$$

4.3.3. Xác định lực cắt bằng phương pháp tính.

Xác định lực cắt bằng phương pháp tính toán đã được rất nhiều nhà nghiên cứu quan tâm thực hiện trong hơn một thế kỷ qua và đã đạt được rất nhiều kết quả quan trọng.

Việc tính toán lực cắt nói chung được tiến hành theo 2 hướng:

- Tính toán lực cắt bằng nghiên cứu lý thuyết.
- Tính toán lực cắt bằng những công thức thực nghiệm.

1. Tính toán lực cắt bằng nghiên cứu lý thuyết.

Qua nghiên cứu lý thuyết về cơ học và biến dạng trong quá trình tách phoi và hình thành bề mặt gia công các nhà nghiên cứu đã thiết lập các công thức tính toán lực cắt. Các nghiên cứu này thực hiện theo 2 phương pháp phân tích:

a. Phương pháp dựa trên cơ sở phân tích về cơ học quá trình cắt.

Thực hiện nghiên cứu qui luật xuất hiện mặt trượt OM (thông qua góc tách phoi β), nghiên cứu ứng lực sinh ra khi tách phoi với diện tích thiết diện phoi cắt xác định và từ tính chất cơ học của vật liệu chi tiết gia công người ta đã xác định được lực cần thiết để tách được một đơn vị diện tích phoi cắt (tính cho 1mm^2), lực này được gọi là lực cắt đơn vị, ký hiệu là p , đơn vị tính là N/mm^2 .

Kết quả nghiên cứu của phần lớn các nhà khoa học cho ta công thức tính lực cắt đơn vị p như sau:

$$p = \sigma_c [\operatorname{tg}(\psi - \beta_1) + \operatorname{ctg} \beta_1] \quad [\text{N/mm}^2]$$

Trong đó: σ_c là ứng suất cắt sinh ra trong mặt trượt OM, $[\text{N/mm}^2]$,
 ψ là góc giữ phương trượt và phương lực tác dụng đối với một loại vật liệu xác định, phụ thuộc vào vật liệu gia công,
 β_1 là góc tách phoi.

Lực cắt được tính theo công thức sau:

$$P = p \cdot q \quad [\text{N}]$$

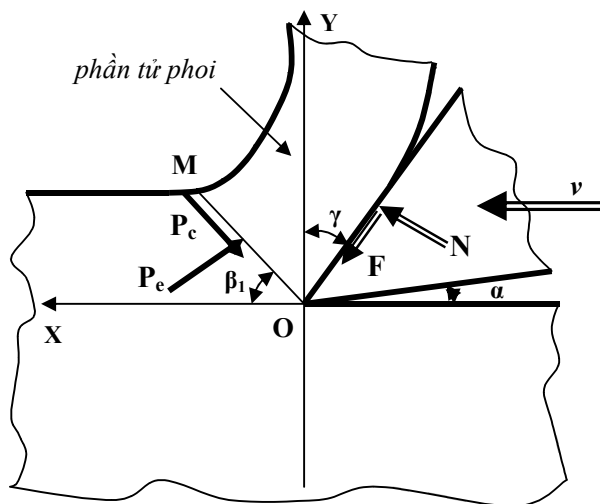
Trong đó: q là diện tích tiết diện lớp cắt được tách ra.

$$\text{Ta có: } q = s \cdot t = a_{tb} \cdot b \quad [\text{mm}^2]$$

b. Phương pháp dựa trên cơ sở phân tích về biến dạng.

Nghiên cứu quá trình tạo phoi khi cắt, qua phân tích biến dạng lớp cắt khi các phần tử kim loại phoi cắt di chuyển theo mặt trước của dao thì trong phương trượt xuất hiện ứng suất cắt và ứng suất nén. Tổng các ứng suất này tại mặt trượt OM được thể hiện bằng các lực P_c và P_e trên hình 4.11.

Trong quá trình phoi dịch chuyển trượt trên mặt trước dao sẽ chịu tác dụng của áp lực pháp N và lực ma sát F.



Hình 4.11- Sơ đồ lực tác dụng trên phoi cắt

Theo lý thuyết cân bằng lực thì tổng lực tác dụng vào phần tử phoi cắt phải bằng không:

$$\vec{N} + \vec{F} + \vec{P}_c + \vec{P}_e = 0$$

Chiếu hệ lực này trên hai trục của hệ tọa độ XOY trên hình 4.11, ta có:

$$N \cos \gamma + F \sin \gamma - P_c \sin \beta_1 - P_e \cos \beta_1 = 0$$

$$N \sin \gamma - F \cos \gamma + P_e \cos \beta_1 - P_c \sin \beta_1 = 0$$

Ta có trên mặt trước dao: $F = \mu N$

Từ quan điểm biến dạng kim loại trên mặt trượt, ta có thể xác định:

$$P_c = \frac{a_{tb} \cdot b}{\sin \beta_1} \sigma_c$$

Trong đó σ_c là ứng suất cắt sinh ra trong mặt trượt OM, $[\text{N/mm}^2]$,

Từ đó ta có thể tính được:

$$N = \frac{P_c (\cos \beta_1 + \sin \beta_1 \tan \beta_1)}{\tan \beta_1 (\sin \gamma - \mu \cos \gamma) + (\cos \gamma + \mu \sin \gamma)}$$

Với K là hệ số co rút phoi, sau khi biến đổi lực N được tính như sau:

$$N = \frac{\sigma_c \cdot a_{tb} \cdot b [(K - \sin \gamma)^2 + \cos^2 \gamma]}{\cos^2 \gamma (\sin \gamma - \mu \cos \gamma) + (\cos \gamma + \mu \sin \gamma) (K - \sin \gamma) \cos \gamma}$$

Ta cũng có thể tính được các thành phần P_e và F tương ứng.

2. Tính toán lực cắt bằng công thức thực nghiệm.

Dựa vào các kết quả thực nghiệm khi nghiên cứu về cắt gọt, ta xây dựng nên các công thức tính toán lực cắt. Công thức thực nghiệm tính toán lực cắt cũng được thiết lập theo 2 phương pháp.

a. Phương pháp dựa vào lực cắt đơn vị và diện tích tiết diện phoi cắt.

Ta có lực cắt P theo lực cắt đơn vị và diện tích phoi cắt như sau:

$$P = p \cdot q \quad [N]$$

Trong đó: q là diện tích tiết diện phoi cắt.

p là lực cắt đơn vị, là hằng số phụ thuộc vào vật liệu gia công.

Theo các nhà nghiên cứu về cắt gọt thì lực cắt đơn vị p có thể biểu diễn gần đúng trong mối quan hệ với độ bền σ_b của vật liệu (nếu là vật liệu dẻo) hoặc độ cứng HB của vật liệu (nếu là vật liệu giòn).

Thực tế khi cắt với dao một lưỡi cắt, từ thực nghiệm ta có:

$$p = (2,5 - 4,5)\sigma_b \quad \text{đối với vật liệu dẻo.}$$

$$p = (0,5 - 1,0)HB \quad \text{đối với vật liệu giòn}$$

Trong đó giá trị hệ số nhỏ dùng khi cắt với chiều dày cắt a lớn và ngược lại.

Để thuận tiện cho việc tra cứu khi tính toán lực cắt, trong các sổ tay cắt gọt người ta thường cho lực cắt đơn vị dưới dạng các đồ thị quan hệ: $p = f(a_{tb})$.

b. Phương pháp thiết lập công thức thực nghiệm dạng hàm mũ.

Công thức thực nghiệm tính toán lực cắt được xây dựng trên cơ sở khảo sát bằng thực nghiệm mức độ ảnh hưởng của các yếu tố cắt gọt đến lực cắt. Bằng các kết quả thực nghiệm thu được thông qua thống kê xử lý số liệu ta nhận được công thức thực nghiệm.

Nhiều nhà nghiên cứu đã đề xuất công thức tính toán lực cắt dưới dạng hàm mũ đối với các yếu tố cắt gọt chính:

$$P = C_p t^{x_p} s^{y_p} v^{z_p} K_p$$

Trong đó:

C_p là hằng số lực cắt; x_p, y_p, z_p là các số mũ; K_p là hệ số điều chỉnh được xác định từ thực nghiệm cắt gọt.

Trong cắt gọt kim loại, yếu tố cắt gọt ảnh hưởng đến độ lớn lực cắt có rất nhiều, để tiện khảo sát và nghiên cứu ta có thể phân chúng thành 3 nhóm:

- Nhóm yếu tố ảnh hưởng từ chi tiết gia công,
- Nhóm yếu tố ảnh hưởng từ các điều kiện cắt,
- Nhóm yếu tố ảnh hưởng từ dụng cụ cắt.

1) Ảnh hưởng của chi tiết gia công đến lực cắt.

Bản chất biến dạng và ma sát của quá trình cắt kim loại cho ta thấy rằng: chi tiết gia công có ảnh hưởng lớn đến quá trình cắt, đặc biệt đến lực cắt.

Thực nghiệm ghi nhận chi tiết gia công ảnh hưởng đến lực cắt bởi các yếu tố sau:

- * **Độ bền, độ cứng của vật liệu,**
- * **Thành phần hoá học,**
- * **Cấu trúc kim loại của vật liệu,**
- * **Phương pháp chế tạo phôi...**

Thực tế nếu tiến hành khảo sát ảnh hưởng của từng yếu tố trên đến lực cắt thì rất phức tạp và khó khăn; do vậy trong các công thức thực nghiệm tính toán lực cắt người ta biểu thị mức độ ảnh hưởng của vật liệu cụ thể đến lực cắt trong điều kiện cắt gọt xác định bằng độ lớn lực cần thiết để tách 1mm^2 diện tích tiết diện phoi cắt khỏi chi tiết gia công. Theo phân tích trên đây chính là lực cắt đơn vị p . Tuy vậy đối với một loại vật liệu thì p còn phụ thuộc vào chiều dày cắt a . Vì vậy để phân biệt trong khảo sát trong công thức kinh nghiệm: **Lực cắt đơn vị p được định nghĩa là lực cần thiết để tách một lớp phoi tiết diện 1mm^2 có chiều dày trung bình $a_{tb}=1\text{mm}$ và chiều rộng $b=1\text{mm}$ trong điều kiện dao tiêu chuẩn.**

Như vậy lực cắt đơn vị đặc trưng cho một loại vật liệu xác định được gọi là hằng số lực cắt, thường ký hiệu là C_p .

Xét thành phần lực P_v , ta có:

$$C_{pv} = P_v = p \quad \text{trong điều kiện } a=1\text{mm}, B=1\text{mm} \text{ và dao Tiêu chuẩn}$$

Trong thực tế, hằng số lực cắt C_p được xác định bằng thực nghiệm và cho theo bảng trong các sổ tay cắt gọt.

Bảng 4.1- Hằng số lực cắt C_p khi cắt vật liệu dẻo

$\sigma_b \text{ (N/mm}^2\text{)}$	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800
$C_{pv} \text{ (N)}$	1270	1390	1490	1630	1840

Bảng 4.2- Hằng số lực cắt C_p khi cắt vật liệu giòn

HB (N/mm ²)	1400-1600	1600-1800	1800-2000
$C_{pv} \text{ (N)}$	920	990	1050

Từ các bảng trên ta có nhận xét:

- Khi vật liệu có độ bền hoặc độ cứng càng cao thì lực cắt càng lớn bởi vì công thực hiện biến dạng cũng như thắng ma sát càng phải lớn.
- Lực cắt cần thiết để cắt gang (vật liệu giòn) nhỏ hơn khi cắt thép (vật liệu dẻo) bởi vì khi cắt gang công biến dạng nhỏ và hệ số ma sát của gang cũng nhỏ hơn của thép.

2) Ảnh hưởng của điều kiện cắt đến lực cắt.

Điều kiện cắt gọt bao gồm nhiều yếu tố như chế độ cắt v , s , t ; độ cứng vững của hệ thống công nghệ; có hay không tưới dung dịch trơn nguội vào vùng cắt... Ở đây ta chỉ khảo sát ảnh hưởng của chế độ cắt đến lực cắt.

Khảo sát ảnh hưởng của các thông số v , s , t đến lực cắt trong quá trình cắt. Sử dụng nguyên lý cộng tác dụng, khi nghiên cứu ảnh hưởng của một thông số nào đó, trong thí nghiệm ta cho tất cả các yếu tố khác không thay đổi và chỉ cho yếu tố đang xét thay đổi, sau đó tổng hợp lại ta nhận được ảnh hưởng đồng thời của các yếu tố xét đến lực cắt.

- *Ảnh hưởng của chiều sâu cắt t đến lực cắt.*

Vì chiều rộng cắt $b = t/\sin\phi$ có ý nghĩa vật lý trong quá trình cắt nên ta sẽ khảo sát ảnh hưởng của b đến lực cắt P_v .

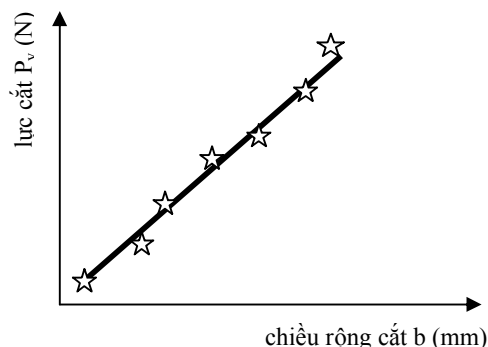
Thực hiện cắt thử nghiệm với các yếu tố khác không đổi, cho b thay đổi các giá trị khác nhau, ta đo được các giá trị lực cắt P_v tương ứng như trên đồ thị.

Từ đồ thị ta nhận thấy rằng khi tăng b thì lực cắt cũng tăng. Nếu như cắt với chiều dày cắt $a_{tb} = 1\text{mm}$ thì lực cắt chính P_v được tính bằng:

$$P_v = C_{p_v} \cdot b^{x_{p_v}}$$

Kết quả xử lý số liệu đo được như đồ thị ta nhận được:

$$x_{p_v} \approx 1$$



- Ảnh hưởng của lượng chạy dao s đến lực cắt.

Vì chiều dày cắt $a = s \cdot \sin \phi$ có ý nghĩa vật lý trong quá trình cắt nên ta sẽ khảo sát ảnh hưởng của a (qua a_{tb}) đến lực cắt P_v .

Thực hiện cắt thử nghiệm với các yếu tố khác không đổi với $b=1\text{mm}$, cho a thay đổi các giá trị khác nhau, ta đo được các giá trị lực cắt P_v tương ứng.

Bằng cách xử lý các số liệu đo ta có thể biểu diễn mối quan hệ giữa lực cắt và a như sau:

$$P_v = C_{p_v} \cdot a^{y_{p_v}}$$

Từ đồ thị ta nhận thấy rằng khi tăng chiều dày cắt a thì lực cắt cũng tăng, nhưng không tăng nhiều như đối với b , vì rằng khi tăng a thì sẽ tăng độ lớn của góc tách phoi dẫn đến giảm lực cắt đơn vị, mặt khác khi tăng a thì không làm tăng chiều dài làm việc thực tế của lưỡi cắt một cách tuyến tính như khi tăng chiều rộng cắt b .

Từ đồ thị ($\log P_v - \log a$) có dạng tuyến tính, ta có thể xác định được số mũ:

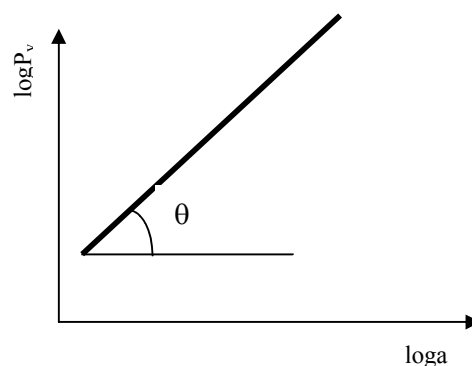
$$y_{p_v} = \tan \theta$$

Theo thực tế:

$$y_{p_v} < 1$$

Khi cắt thép thì

$$y_{p_v} \approx 0,75$$



Kết hợp cho thay đổi đồng thời chiều rộng cắt b và chiều dày cắt a , mối quan hệ giữa lực cắt P_v và b, a được viết như sau:

$$P_v = C_{p_v} \cdot b^{x_{p_v}} \cdot a^{y_{p_v}}$$

Hoặc có thể viết theo s, t :

$$P_v = C'_{p_v} \cdot t^{x_{p_v}} \cdot s^{y_{p_v}}$$

Trong đó ta nhận thấy:

$$x_{p_v} > y_{p_v}$$

- Ảnh hưởng của tốc độ cắt v đến lực cắt.