

Chương 4: GIA CÔNG LỖ

(Machining of Holes)

NỘI DUNG

(Contents)

§4.1. Khoan (Drilling)

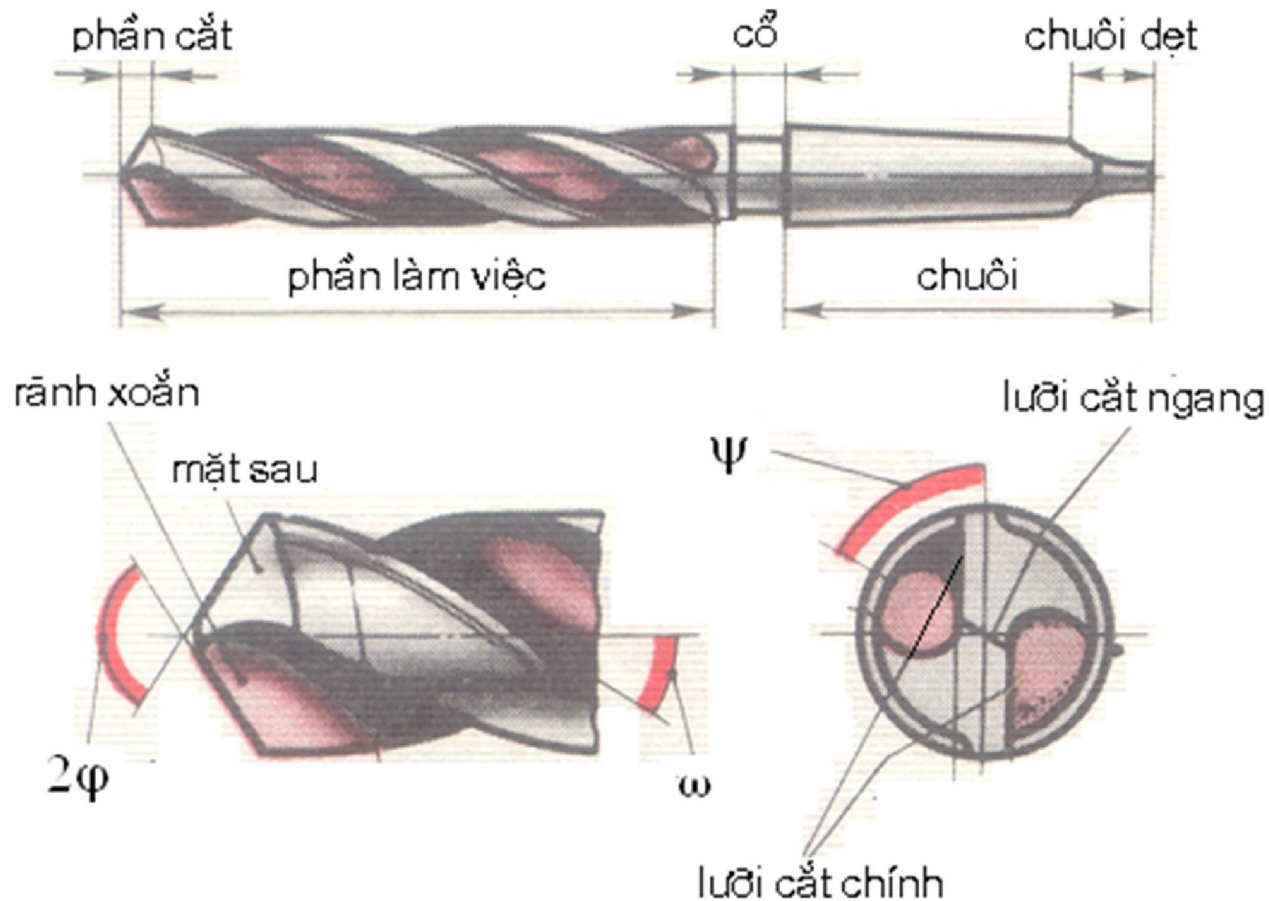
§4.2. Doa (Reaming)

§4.1. Chuốt (Broaching)

§4.1. Khoan (Drilling)

4.1.1. Kết cấu & thông số hình học của mũi khoan

(Structure and Geometrical Parameters of Drills)



§4.1. Khoan (Drilling)

4.1.1. Kết cấu & thông số hình học của mũi khoan

(Structure and Geometrical Parameters of Drills)

1/KẾT CẤU:

A/**Chuôi:** *(Shank)*

Dùng để định vị mũi khoan vào trục chính của máy, truyền chuyển động và mômen cắt. Có hai dạng chuôi:

- **Chuôi dạng trụ:** *(Straight Shank)*

Dùng cho mũi khoan có đường kính nhỏ hơn 12mm.

Ưu điểm: đơn giản, dễ chế tạo.

Nhược điểm: khả năng định tâm kém, truyền được momen xoắn nhỏ.

- **Chuôi dạng côn mooc:** *(Taper Shank)*

Dùng cho mũi khoan có đường kính lớn hơn 12mm.

Ưu điểm: khả năng định tâm cao, truyền được mômen xoắn lớn hơn so với chuôi trụ, dễ đảm bảo độ đồng trục giữa phần cán và phần làm việc.

Nhược điểm: khó chế tạo hơn so với chuôi trụ.

*Trên phần chuôi côn có **chuôi dẹt (Tang)***

§4.1. Khoan (Drilling)

4.1.1. Kết cấu & thông số hình học của mũi khoan

(Structure and Geometrical Parameters of Drills)

B) Cổ dao : (Neck)

Là phần nối tiếp giữa chuôi dao với phần làm việc, có tác dụng thoát đá khi mài phần cán dao và phần làm việc. Cũng là nơi thông dùng để ghi nhãn hiệu mũi khoan (đồng kính, vật liệu và nhà máy sản xuất...), kích thước tra theo sổ tay phụ thuộc vào đồng kính của mũi khoan.

C) Phần làm việc: (Body)

Gồm phần cắt và phần định hướng (Cutting and Orientation parts)

**Phần cắt: trực tiếp thực hiện nhiệm vụ bóc tách phoi.*

Gồm 5 lưỡi cắt: hai lưỡi cắt chính, 2 lưỡi cắt phụ và một lưỡi cắt ngang.

- *Lưỡi cắt chính: là giao của mặt trước và mặt sau. Mặt trước của mũi khoan có dạng mặt xoắn còn mặt sau tùy theo phương pháp mài mà có thể là mặt côn, mặt xoắn, mặt phẳng... Thông thường với mũi khoan tiêu chuẩn thông sử dụng mặt sau là mặt côn.*
- *Lưỡi cắt phụ: là giao tuyến của mặt sau với cạnh viên nằm trên phần trụ ở hai mé cắt.*
- *Lưỡi cắt ngang: là giao của hai mặt sau, có dạng đồng cong không gian, nhng hình chiếu của nó quy ớc là đồng thẳng.*

§4.1. Khoan (Drilling)

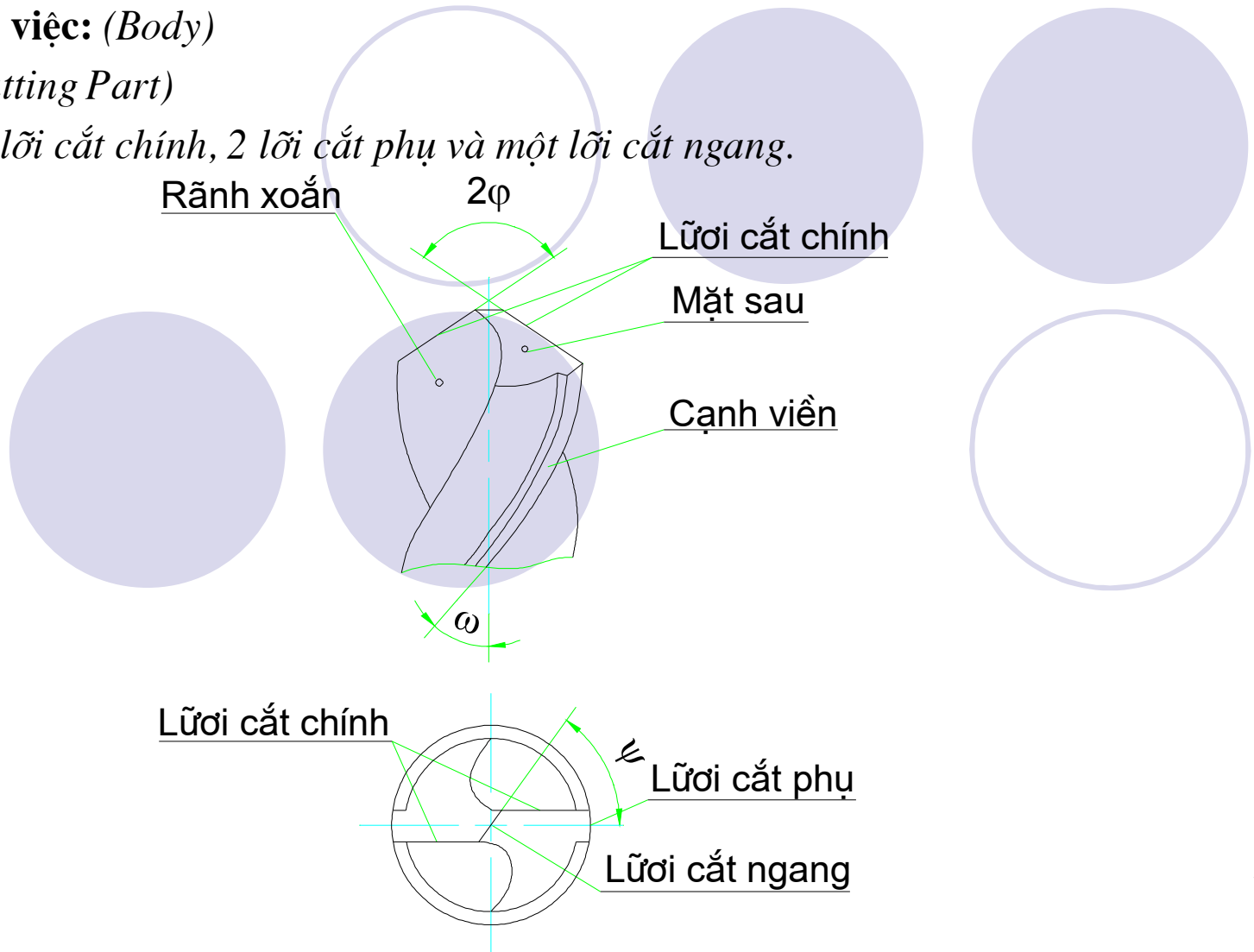
4.1.1. Kết cấu & thông số hình học của mũi khoan

(Structure and Geometrical Parameters of Drills)

C) Phần làm việc: (Body)

Phần cắt: (Cutting Part)

5 lưỡi cắt: hai lưỡi cắt chính, 2 lưỡi cắt phụ và một lưỡi cắt ngang.



§4.1. Khoan (Drilling)

4.1.1. Kết cấu & thông số hình học của mũi khoan

(Structure and Geometrical Parameters of Drills)

C) **Phần làm việc:** *(Body)*

Phần định hướng: *(Orientation part)*

- Có tác dụng định hướng cho mũi khoan trong quá trình cắt và là phần dự trữ mài lại phần cắt khi bị mòn.

+ Phần định hướng có dạng côn ngược, đường kính giảm dần từ phần cắt về phía cán dao tạo thành góc nghiêng phụ φ_1 . Lượng giảm thường lấy từ 0,03-0,1mm/100mm chiều dài.

+ Trên phần định hướng có hai rãnh xoắn (**Two flutes**) để thoát phoi và hai mé cắt (**Two lands**). Dọc theo rãnh xoắn ứng với đường kính ngoài có hai dải cạnh viền (**Margins**) làm nhiệm vụ định hướng cho mũi khoan khi làm việc. Để giảm ma sát với bề mặt đã gia công, phải hớt lmg trên suốt chiều dài hai mé cắt chỉ để lại cạnh viền với $f=0,3-2,6\text{mm}$ và chiều cao $h=0,1-1,2\text{mm}$.

+ Phần kim loại giữa hai rãnh xoắn được gọi là lõi mũi khoan (**Core of Drill**). Đường kính lõi được lấy lớn dần về phía cán. Đường kính lõi được tính theo công thức:

$$d_o = (0,125 \div 0,3) D$$

Trong đó: D - đường kính mũi khoan. (**Diameter of Drill**)

§4.1. Khoan (Drilling)

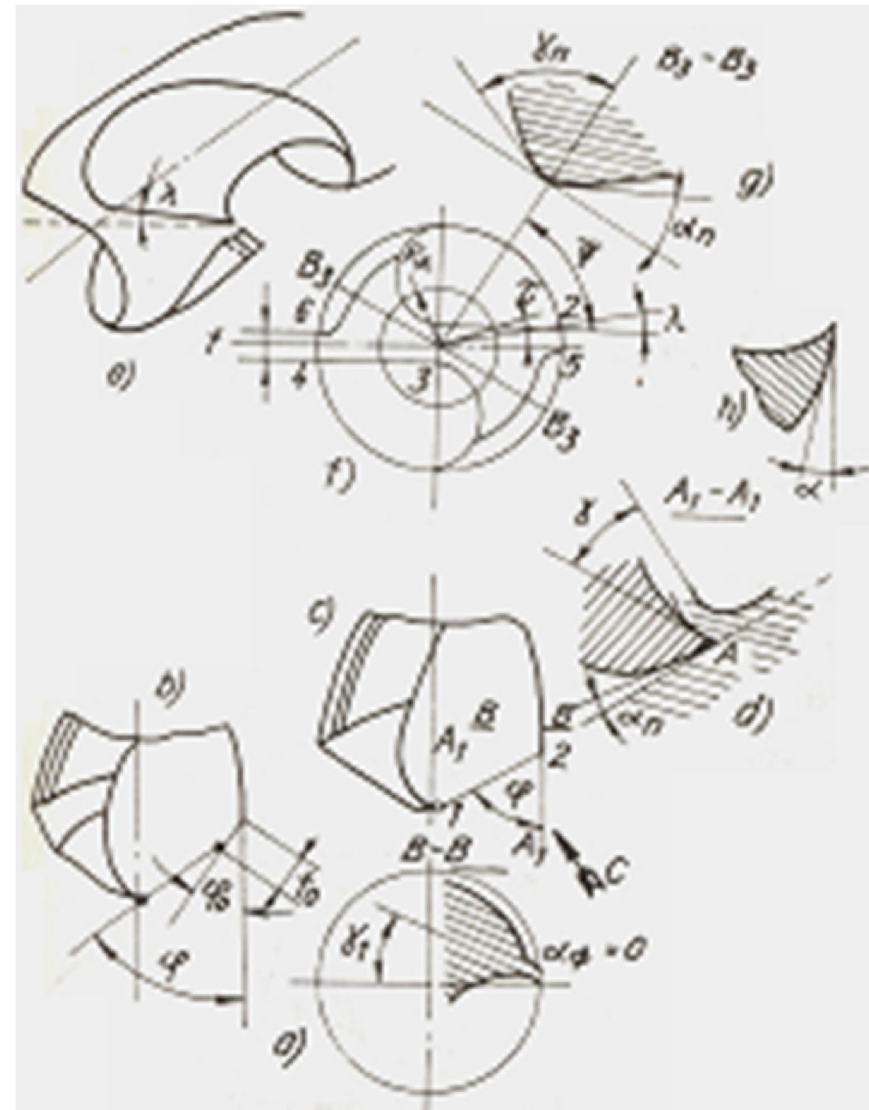
4.1.1. Kết cấu & thông số hình học của mũi khoan (Structure and Geometrical Parameters of Drills)

2) Thông số hình học của mũi khoan: (Geometrical Parameters of Drills)

Xét ở trạng thái tĩnh:

+ Mặt đáy tại một điểm trên lõi cắt chính là mặt phẳng tạo thành bởi điểm đó với trục mũi khoan.

+ Mặt cắt tại một điểm trên lõi cắt chính là mặt phẳng chứa tiếp tuyến với lưỡi cắt chính và véc tơ vận tốc cắt.



§4.1. Khoan (Drilling)

4.1.1. Kết cấu & thông số hình học của mũi khoan

2) Thông số hình học của mũi khoan: (Geometrical Parameters of Drills)

- **Góc tróc:** đo ở tiết diện chính tại một điểm A bất kỳ trên lỗ cắt chính (coi nh không có lỗ cắt ngang và lỗ cắt chính đi qua tâm mũi khoan) được xác định theo công thức sau:

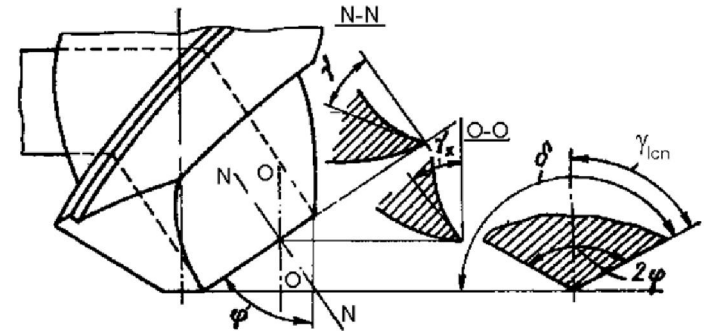
$$\operatorname{tg} \gamma_{AN} = \frac{D_A \cdot \operatorname{tg} \omega}{D \cdot \sin \varphi}$$

Trong đó: D_A - đường kính của mũi khoan xét tại điểm A, mm.

D - đường kính ngoài của mũi khoan, mm.

ω - góc xoắn của rãnh phoi, độ.

φ - góc nghiêng chính, độ.



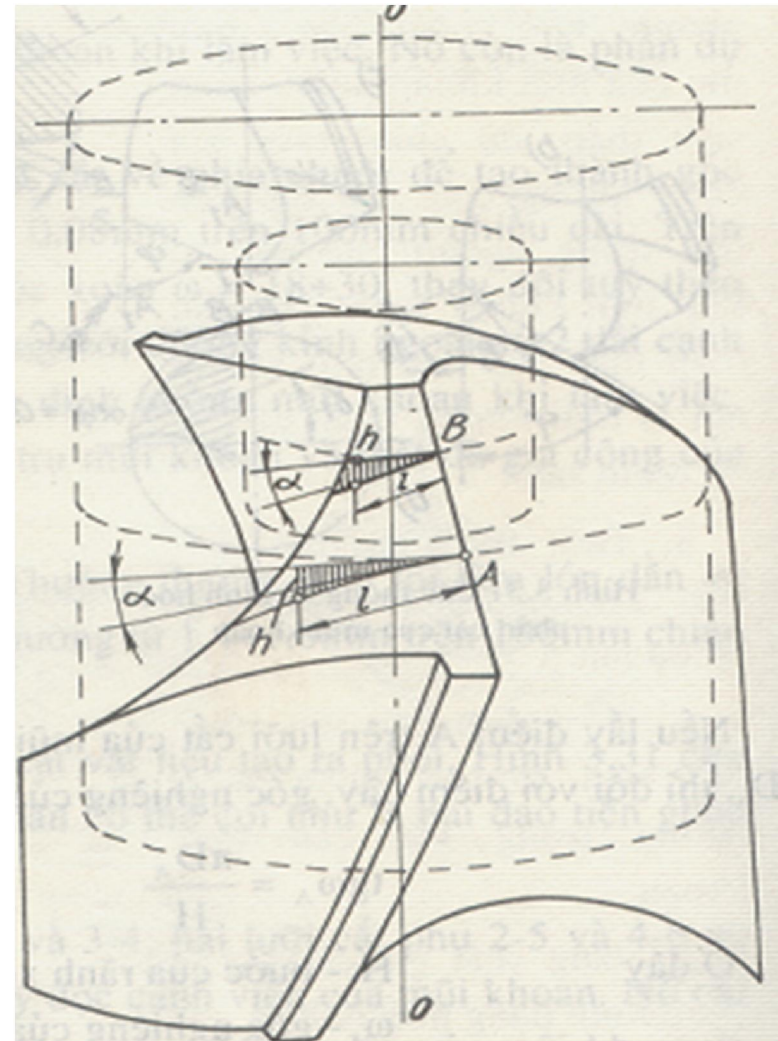
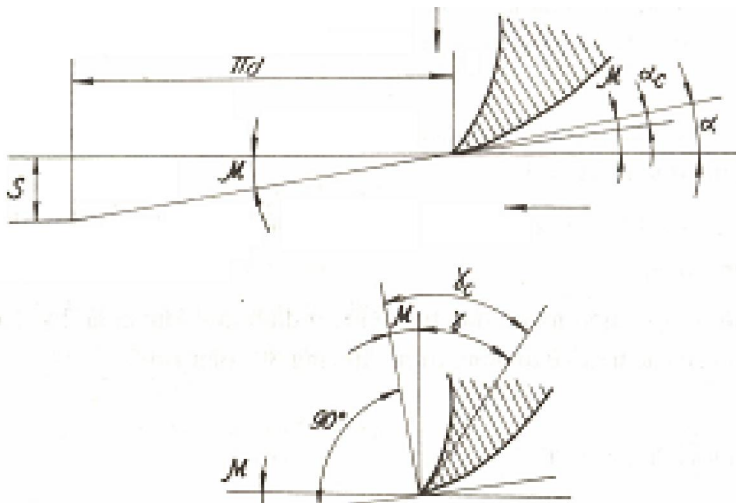
§4.1. Khoan (Drilling)

4.1.1. Kết cấu & thông số hình học của mũi khoan

2) Thông số hình học của mũi khoan:

(*Geometrical Parameters of Drills*)

* Góc sau:



§4.1. Khoan (Drilling)

4.1.1. Kết cấu & thông số hình học của mũi khoan

2) Thông số hình học của mũi khoan:

(Geometrical Parameters of Drills)

- **Góc nghiêng chính:**

Để đảm bảo cho hai lưỡi cắt đối xứng nhau qua trục mũi khoan, góc ở đỉnh thường xác định góc 2φ .

Khi giảm góc φ , cho phép mũi khoan dễ ăn sâu vào vật liệu, lưỡi cắt dài ra, nhiệt dễ thoát hơn.

Tuy nhiên khi đó độ bền của nó giảm xuống.

Góc φ được chọn theo độ bền và độ cứng của vật liệu gia công.

Với mũi khoan tiêu chuẩn thường chọn $2\varphi = 116^\circ \div 120^\circ$.

- **Góc nghiêng phụ:**

Góc nghiêng phụ φ_1 ở mũi khoan được hình thành bởi độ côn ngược của phần định hướng.

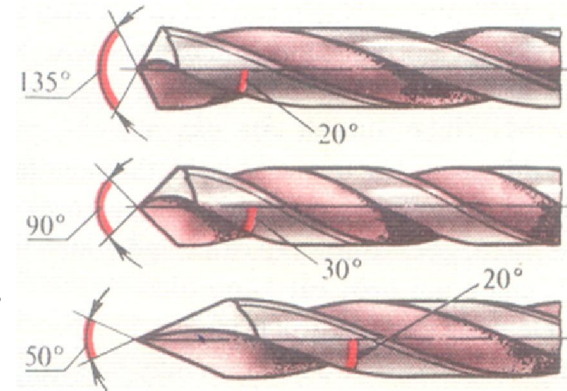
Thông thường lấy: $\varphi_1 = 1' \div 2'$. Khi khoan lỗ sâu trên vật liệu cứng, hoặc khi khoan lỗ không cân chính xác, góc φ_1 có thể chọn tăng gấp 2 lần so với góc φ_1 tiêu chuẩn.

- **Góc nghiêng của rãnh xoắn:**

Góc nghiêng của rãnh xoắn ω là góc hợp bởi gia đường thẳng tiếp tuyến với đường xoắn tại điểm nào đó với trục mũi khoan; có thể có hống xoắn phải hoặc xoắn trái.

Trong đó: D_A - đường kính mũi khoan tại điểm A, mm.

H - bước xoắn của mũi khoan, mm.



$$\operatorname{tg} \omega_A = \frac{\pi D_A}{H}$$

§4.1. Khoan (Drilling)

4.1.1. Kết cấu & thông số hình học của mũi khoan

2) Thông số hình học của mũi khoan:

(Geometrical Parameters of Drills)

- **Góc nghiêng của lõi cắt ngang ψ :**

Góc nghiêng của lõi cắt ngang ψ là góc hợp bởi hình chiếu của lõi cắt ngang và hình chiếu của lõi cắt chính trên mặt phẳng vuông góc với trục mũi khoan (lõi cắt ngang hình thành do mài sắc- mài mặt sau mũi khoan).

Mũi khoan tiêu chuẩn có thông lấy $\psi = 55^\circ \div 50^\circ$.

- **Góc nâng λ :**

Góc nâng λ là góc hợp bởi lõi cắt chính và hình chiếu của nó trên mặt đáy.

Góc nâng tại một điểm A bất kỳ trên lõi cắt chính được tính bằng công thức:

$$\sin \lambda_A = \frac{d_0 \cdot \sin \varphi}{D_A}$$

Trong đó: d_0 - đường kính của lõi mũi khoan, mm.

D_A - đường kính tại điểm A của mũi khoan, mm.

φ - góc nghiêng chính, độ.

§4.1. Khoan (Drilling)

4.1.2. Lực và mômen khoan

(Cutting Forces & Moment when drilling)

+ Lực khoan:

- **Lực hống kính P_y** : Phân bố đối xứng trên các lưỡi cắt. Chúng có trị số bằng nhau, cùng phương nhng ngược chiều nên tự triệt tiêu trong quá trình cắt.

- **Lực chiều trục P_x** : Có xu hướng chống lại lực chạy dao, lực P_x bằng tổng các lực chiều trục tác dụng lên lưỡi cắt chính, tác dụng lên lưỡi cắt phụ và tác dụng lên lưỡi cắt ngang.

Các thành phần lực P_x tác dụng lên lưỡi cắt ngang chiếm khoảng 57% lực P_x .

Các thành phần lực P_x tác dụng lên lưỡi cắt chính chiếm khoảng 40% lực P_x .

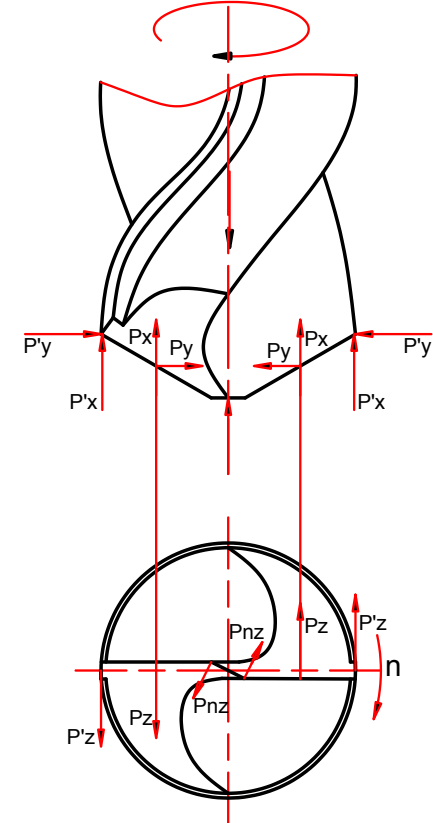
Các thành phần lực P_x tác dụng lên lưỡi cắt phụ chiếm khoảng 3% lực P_x .

- **Lực tiếp tuyến P_z** : Phân bố trên các lưỡi cắt và hình thành các ngẫu lực. Tập hợp các ngẫu lực này tạo ra mômen xoắn có xu hướng cản trở chuyển động cắt chính.

+ Mô men khoan:

Là tổng hợp mô men do các lực tiếp gây P_z gây ra: P_z – tác dụng lên 2 LCC

(chiếm 80%); P'_z – tác dụng lên 2 LCP (12%); P_{NZ} – tác dụng lên LCN (8 %). 12



§4.1. Khoan (Drilling)

4.1.3 Sự mài mòn và tuổi bền của mũi khoan

(*Tool Wear and Tool Life of Drill*)

1. Sự mài mòn:

Mũi khoan thường hay bị mòn ở các bộ phận sau:

- Mòn theo mặt sau và mặt trước: **Xảy** ra khi gia công thép.
- Mòn theo cạnh viên: **Xảy** ra khi gia công vật liệu dẻo hoặc thép có độ bền và độ dai lớn. Cạnh viên bị mòn làm **tăng** mômen xoắn M .
- Mòn theo góc nối tiếp giữa lõi cắt chính với cạnh viên: **Xảy** ra khi gia công vật liệu giòn, vật liệu kém dẻo. Dẫn tới cả P_X và M_X đều **tăng**.
- Mòn ở lõi cắt ngang: **Xảy** ra khi lõi cắt ngang quá dài và nhiệt luyện mũi khoan không đạt yêu cầu. Lõi cắt ngang bị mòn dẫn tới lực chiều trục P_X **tăng** lên rất nhanh.

2. Tuổi bền:

Cũng nh tiện, quan hệ gia tuổi bền và tốc độ cắt khi khoan đợc biểu thị bởi biểu thức sau:

Với mũi khoan thép gió, chỉ số tuổi bền lấy bằng : $m = 0,125 \div 0,2$

Với mũi khoan gắn mảnh hợp kim cứng : $m = 0,25 \div 0,4$

Nói chung, tuổi bền T đợc chọn theo đờng kính mũi khoan.

- HSS: $T = (1 \div 1,5) D$ [ph]

- HKC: $T = (1,5 \div 2) D$ [ph]

Trong đó: D - Đờng kính của mũi khoan, mm.

A- Hệ số phụ thuộc vào điều kiện gia công

$$V = \frac{A}{T^m}$$

§4.1. Khoan (Drilling)

4.1.4 Các yếu tố của lớp cắt và chế độ cắt khi khoan:

1- Chiều dày lớp cắt

Chiều dày lớp cắt được đo theo phương vuông góc với lưỡi cắt chính. Khi khoan lỗ đặc hoặc lỗ rỗng, chiều dày cắt được tính theo công thức:

$$a = S_z \cdot \sin \varphi = \frac{S}{2} \sin \varphi [\text{mm}]$$

2- Chiều rộng lớp cắt

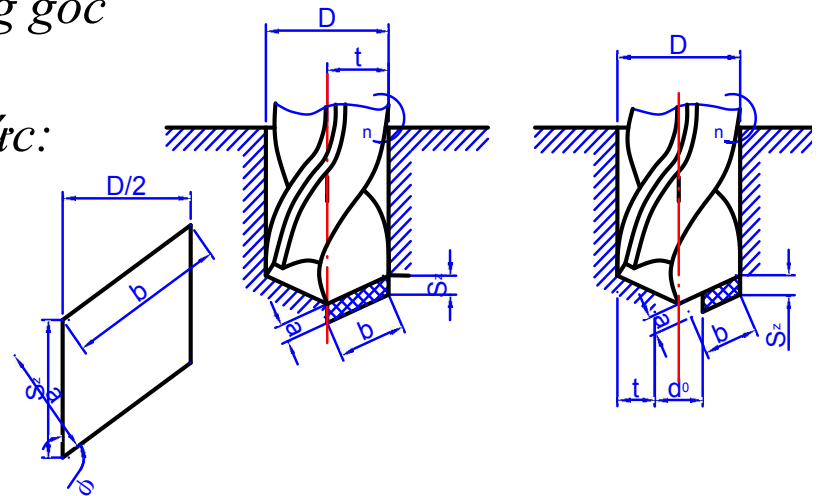
+ Khi khoan lỗ đặc: $b = \frac{D}{2 \cdot \sin \varphi} [\text{mm}]$

+ Khi khoan lỗ rỗng: $b = \frac{D - d}{2 \cdot \sin \varphi} [\text{mm}]$

3. Diện tích lớp cắt:

+ Khi khoan lỗ đặc: $f = 2a \cdot b = \frac{S \cdot D}{2} [\text{mm}^2]$

+ Khi khoan lỗ rỗng: $f = 2a \cdot b = \frac{S(D - d)}{2} [\text{mm}^2]$



§4.1. Khoan (Drilling)

4.1.4 Các yếu tố của lớp cắt và chế độ cắt khi khoan:

4. Chiều sâu cắt:

+ Khi khoan lỗ đặc:

$$t = \frac{D}{2} [mm]$$

+ Khi khoan lỗ rỗng:

$$t = \frac{D - d}{2} [mm]$$

5. Lượng chạy dao:

Lượng chạy dao khi khoan là lượng dịch chuyển của một điểm trên lưỡi cắt chính theo phương chuyển động chạy dao sau một vòng quay của mũi khoan. Ký hiệu: S [mm/vg].

Võ mũi khoan có hai lưỡi cắt chính, nên lượng chạy dao răng được tính bằng:

$$S_z = S/2 \text{ [mm/răng]}$$

Lượng chạy dao phút được tính bằng:

$$S_{ph} = S \cdot n \text{ [mm/ph]}$$

6. Tốc độ cắt:

+ Tính vận tốc cắt theo công thức & tính số vòng quay: $n = \frac{1000V}{\pi D} [rev./min]$

+ Tính lại vận tốc cắt thực:

7. Kiểm nghiệm chế độ cắt

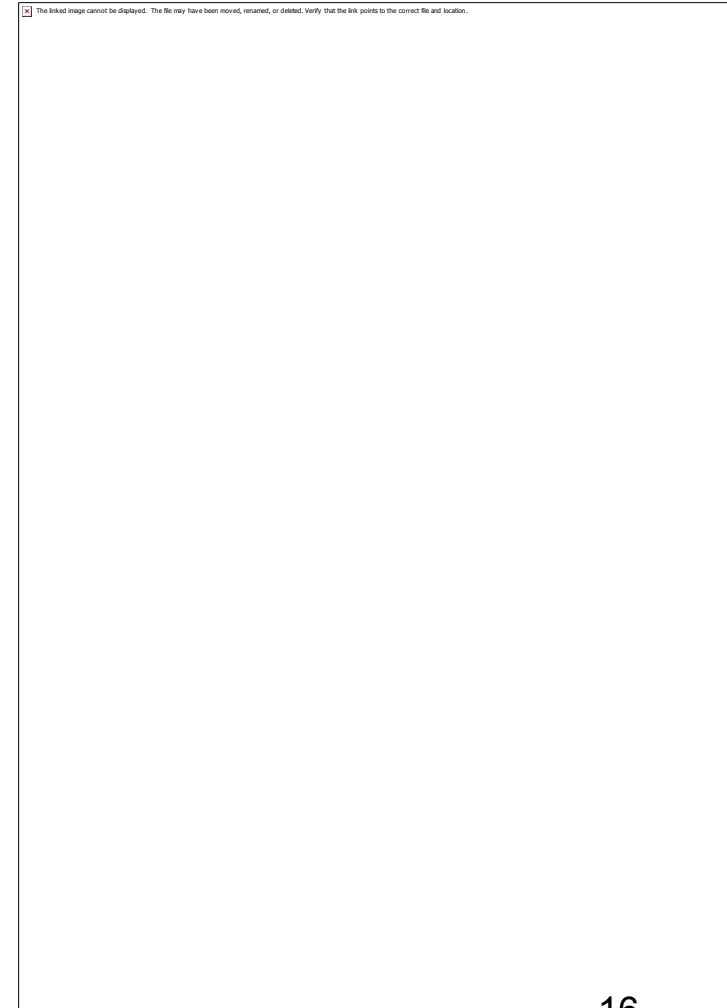
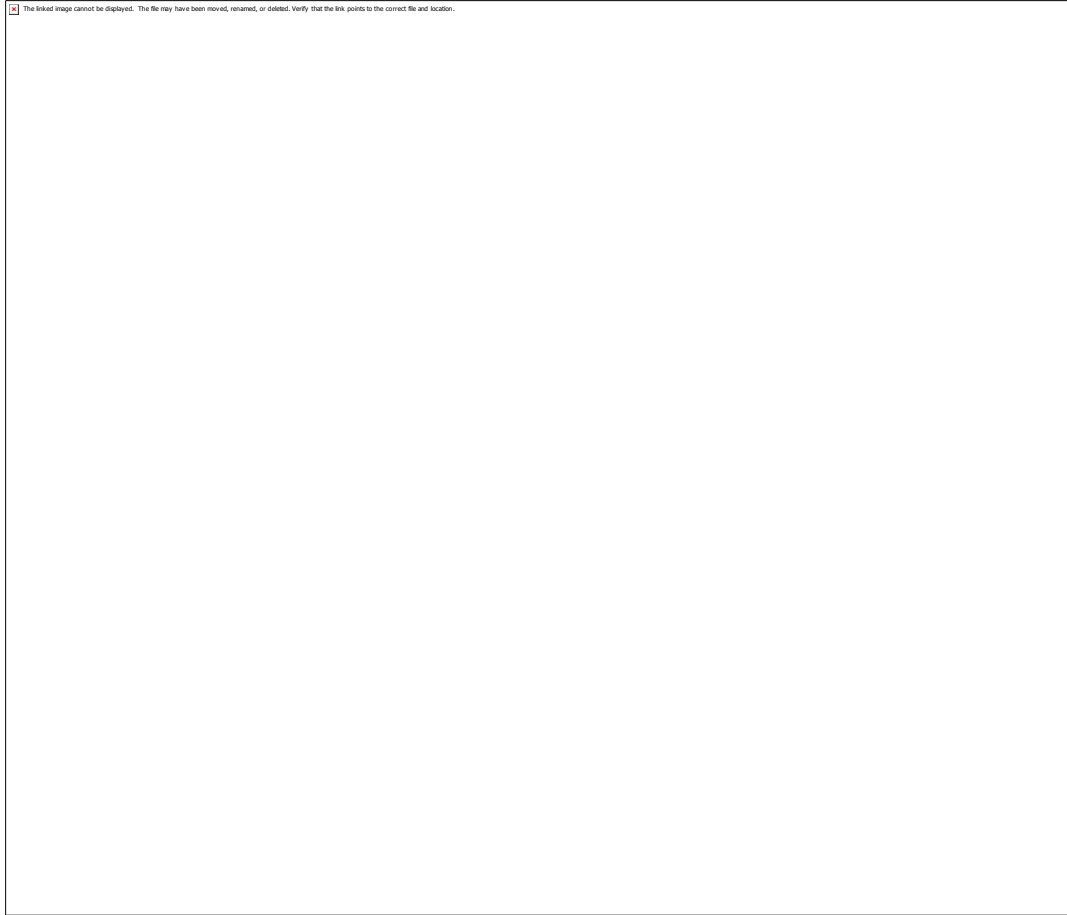
$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n_k}{1000} [m/min]$$

Chế độ cắt xác định trên phải bảo đảm các điều kiện sau:

$$P_X \leq P_{\text{máy}} ; M_X \leq M_{\text{máy}} ; N_C \leq N_{\text{máy}} \cdot \eta$$

§4.2 DOA (*Reaming*)

4.2.1 Kết cấu dao doa trụ: (Structure of a cylinder reamer)



§4.2 DOA (*Reaming*)

4.2.1 Kết cấu dao doa trụ:

(Structure of a cylinder reamer)

1. Phần cắt (*Cutting part*):

Đặc trng của phần cắt là góc nghiêng φ . Nó quyết định **hình dáng, kích thước phoi, tỷ lệ giữa các thành phần lực cắt, ảnh hưởng đến điều kiện thoát phoi, tới độ mòn của mũi doa, từ đó ảnh hưởng tới chất lượng và độ chính xác gia công.**

Với mũi doa máy khi gia công vật liệu dẻo (thép), chọn $\varphi = 8^\circ \div 15^\circ$. Khi gia công vật liệu giòn (gang), chọn $\varphi = 3^\circ \div 5^\circ$.

Mũi doa tay cần có đoạn dẫn hống lớn khi đi vào lỗ gia công. Do đó lõi cắt cần làm dài hơn nhiều so với mũi doa máy và thường chọn $\varphi = 30' \div 1,5^\circ$.

Mũi doa thép tấm dùng trên máy khoan tay, thường có $\varphi = 1,5^\circ \div 3^\circ$.

2. Phần sửa đúng: (*Adjustment / correcting part*)

Phần sửa đúng dùng để định hống mũi doa trong quá trình cắt, sửa đúng hình dáng, kích thước, bảo đảm độ chính xác và độ nhẵn bề mặt lỗ gia công. Ngoài ra, phần sửa đúng còn là phần dự trữ khi mài lại.

Phần sửa đúng của mũi doa máy gồm hai phần: Phần trụ ngắn dùng để định hống và sửa đúng lỗ, phần côn ngược để giảm ma sát giữa mũi doa và bề mặt lỗ đã gia công.

Với mũi doa tay không cần đoạn trụ định hống, đoạn côn ngược bắt đầu ngay từ sau phần cắt.

§4.2 DOA (*Reaming*)

4.2.1 Kết cấu dao doa trụ:

(Structure of a cylinder reamer)

3. Số răng: *the number of teeth of the reamer*

Dao doa khi làm việc chỉ cắt đi một lượng d bé do đó có thể chọn số răng ít. Tuy nhiên, để nhận được lỗ có độ chính xác và độ nhẵn cao, cần chọn số răng lớn.

Số răng nên chọn chẵn để kiểm tra thuận lợi.

Dao doa răng chẵn nên chọn số răng nhỏ hơn dao nguyên.

4. Các góc của răng: *geometrical parameters*

+ Góc trước của mũi doa thường lấy bằng $\gamma = 0$ nghĩa là mặt trước sẽ nằm theo phương hống kính. Mũi doa không dùng góc trước âm vì dễ sinh lẹo dao, phoi dính chặt vào mặt trước và cạnh viên làm giảm chất lượng bề mặt gia công.

+ Góc sau của mũi doa được chọn nhỏ để tăng độ bền răng dao, tăng điều kiện dẫn nhiệt và tăng tuổi thọ của dao.

+ Trên phần sửa đúng, răng dao được mài tạo cạnh viên trụ với chiều rộng $f = 0,05 \div 0,3mm$. Cạnh viên bảo đảm định hống tốt cho mũi doa và nâng cao độ chính xác, độ nhẵn bề mặt lỗ gia công

+ Góc xoắn của răng dao ω : Răng của dao doa có thể thẳng, nghiêng hoặc xoắn.

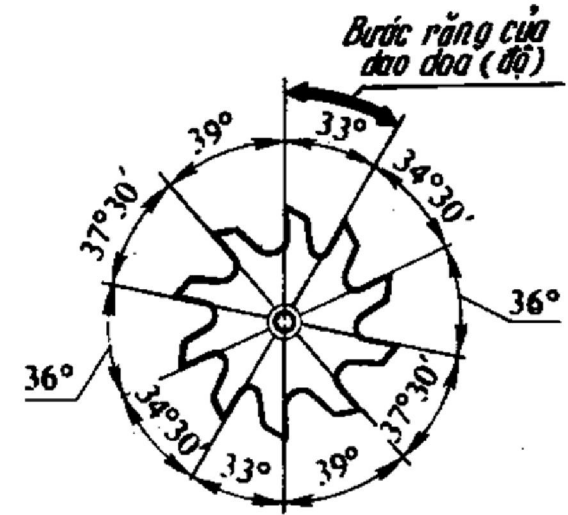
§4.2 DOA (Reaming)

4.2.1 Kết cấu dao doa trụ:

(Structure of a cylinder reamer)

5. Bớc răng: the cycle step of the reamer

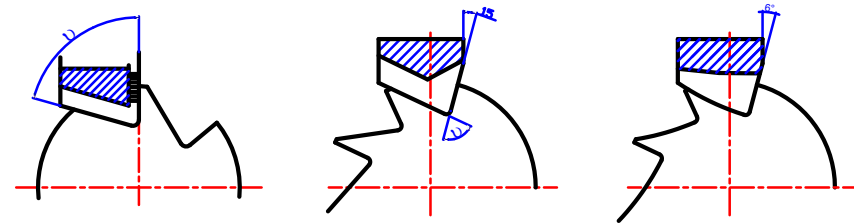
Bớc răng của mũi doa đợc bố trí không đều nhằm loại trừ những vạch dọc tương ứng với bớc răng xuất hiện trên bề mặt lỗ gia công. Bớc răng phân bố không đều có thể thực hiện đợc bằng nhiều cách. Trong đó phổ biến nhất là phân bố không đều của các răng theo nửa đờng tròn.



6. Dạng rãnh: the form of chip slots

Để tránh nứt khi nhiệt luyện, đáy rãnh cần vờ tròn theo bán kính $r = 0,3 \div 0,8\text{mm}$.

Lu ý: Vì bớc răng mũi doa không đều nên chiều sâu các rãnh phoi sẽ khác nhau để bảo đảm chiều rộng cạnh viền f nh nhau.



7. Phần kẹp dao

Với mũi doa tay, phần kẹp dao bao gồm một cổ ngắ, cán hình trụ và đầu vuông. Với mũi doa máy, phần kẹp dao có 2 dạng:

- Cán hình trụ, dùng cho mũi doa nhỏ có đờng kính $D \leq 12\text{mm}$.
- Cán hình côn moóc, dùng cho mũi doa có đờng kính $D > 12\text{mm}$.

§4.2 DOA (Reaming)

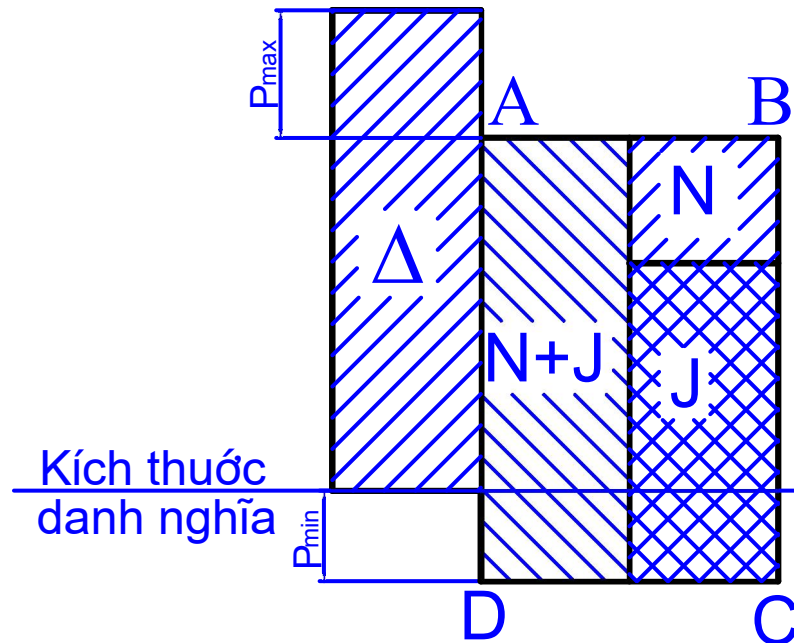
4.2.1 Kết cấu dao doa trụ:

(*Structure of a cylinder reamer*)

8. Dung sai đường kính mũi doa: *Tolerance of the reamer's diameter.*

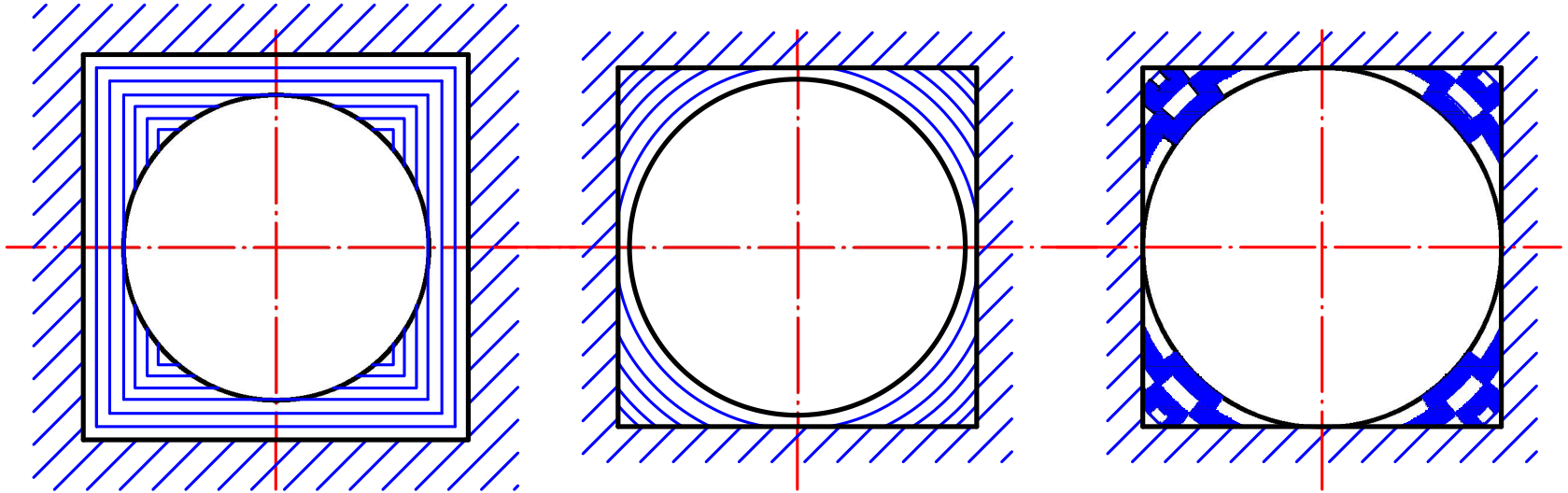
Khi nghiên cứu hệ thống dung sai của mũi doa cần xuất phát từ những điều kiện cơ bản sau:

- Mũi doa cần cho phép số lần mài lại lớn nghĩa là cần có lượng dự trữ nhất định cho độ mòn.
- Trong phạm vi lượng dự trữ đó, lỗ gia công phải đáp ứng được yêu cầu về độ chính xác kích thước và độ nhẵn bề mặt.
- Mũi doa cần có dung sai chế tạo sao cho khi mài sắc hoặc mài bóng không gặp khó khăn.



§4.3 CHUỐT (*Broaching*)

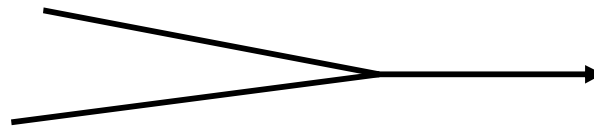
4.3.1 Sơ đồ cắt khi chuốt: (*Chip moving plan for broaching*)



1. Chuốt theo lớp:

2- Chuốt ăn dần:

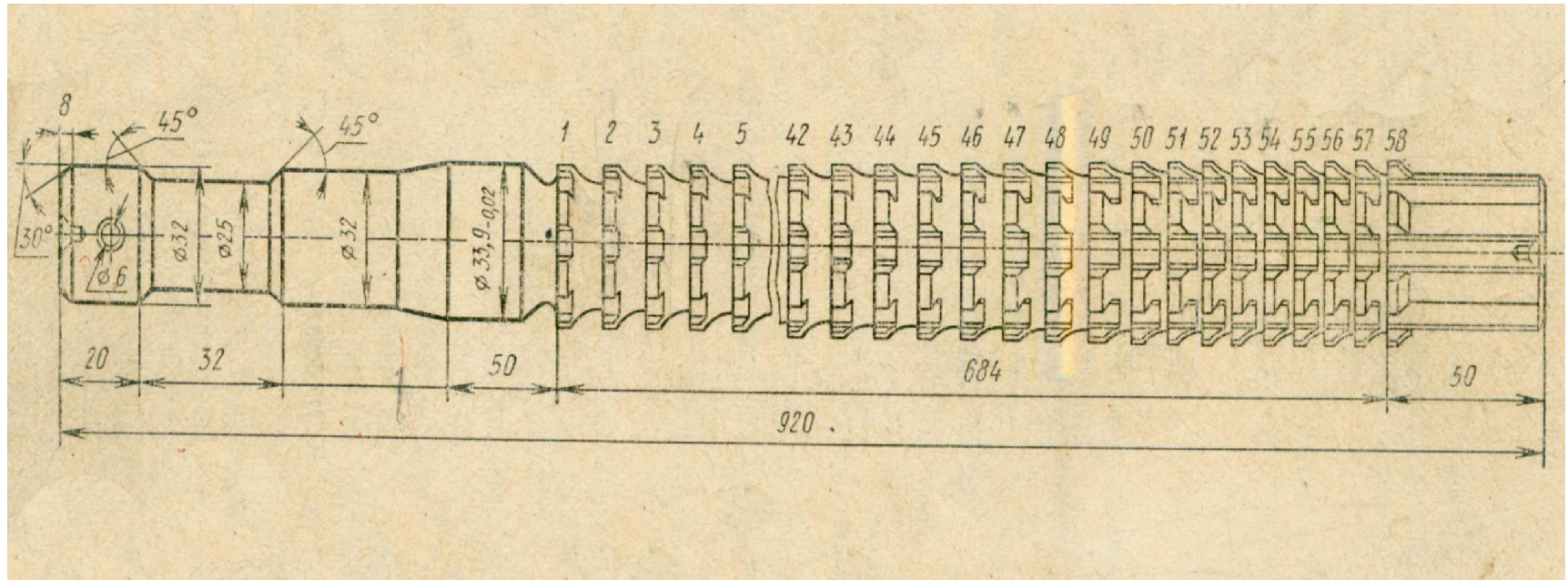
3- Chuốt theo mảnh:



Chuốt tổ hợp

§4.3 CHUỐT (*Broaching*)

4.3.2 Kết cấu dao chuốt lỗ trụ: (*Structure of an internal cylinder broach*)



1. Phần nối tiếp Bao gồm đầu dao, cổ dao, côn chuyển tiếp.

2. Phần định hướng

2.1 Phần định hướng trước

2.2 Phần định hướng sau

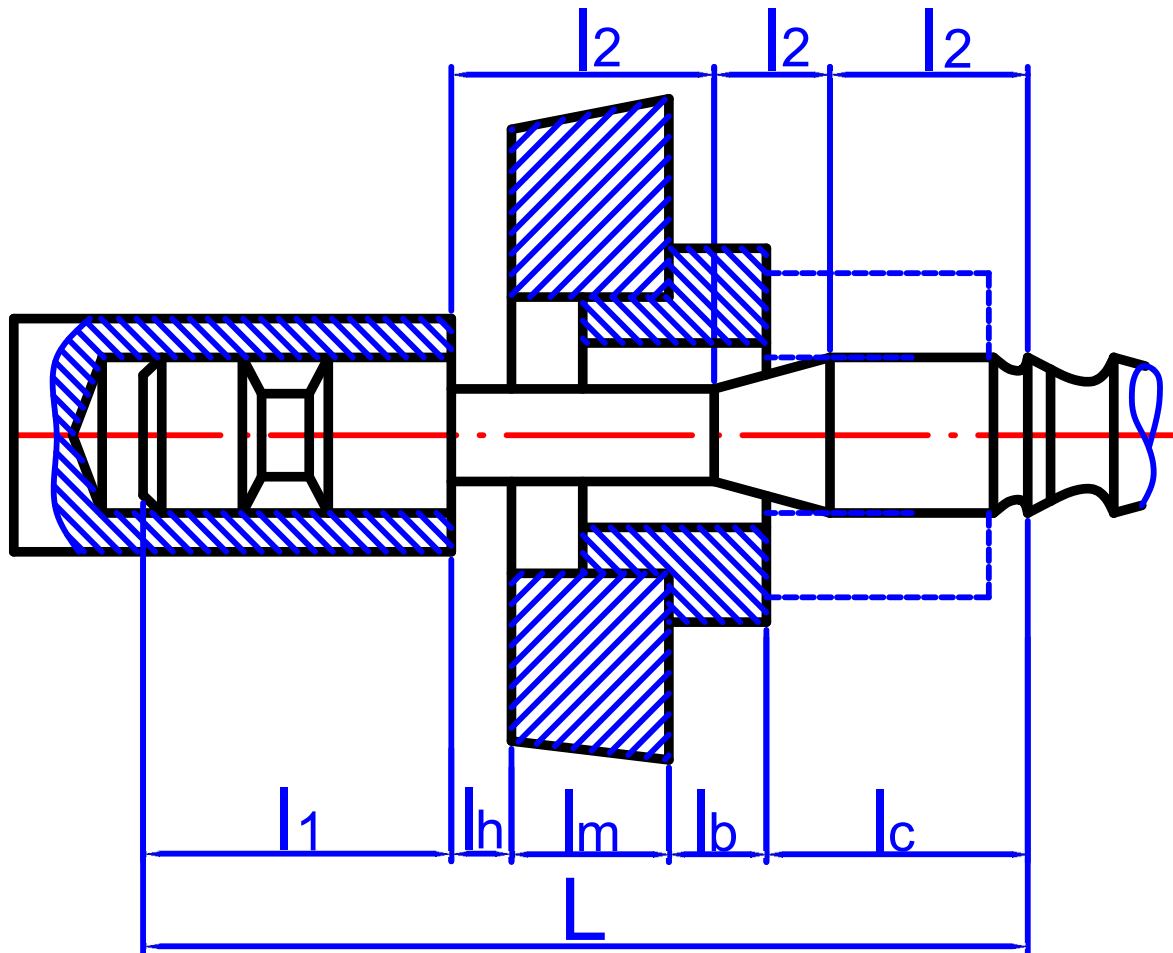
3. Phần làm việc:

3.1 Phần cắt:

3.2 Phần sửa đúng:

§4.3 CHUỐT (*Broaching*)

4.3.2 Kết cấu dao chuốt lỗ trụ: (*Structure of an internal cylinder broach*)



Sơ đồ xác định chiều dài cổ dao chuốt

§4.3 CHUỐT (*Broaching*)

4.3.2 Kết cấu dao chuốt lỗ trụ: (*Structure of an internal cylinder broach*)

+ *Phần cắt*: - Làm nhiệm vụ cắt gần hết lượng dư để tạo ra hõnh dáng kích thước của bề mặt gia công. Phần cắt gồm nhiều răng cắt thô và một số răng cắt tinh. Các răng cắt có chiều cao hoặc chiều rộng tăng dần để tạo ra lượng nâng của răng. Khi cắt vật liệu dẻo, trên các răng có thể bố trí các rãnh chia phoi.

+ *Phần sửa đúng*: - Làm nhiệm vụ sửa đúng hõnh dáng kích thước để nâng cao độ chính xác và độ nhẵn bề mặt gia công. Phần sửa đúng gồm một số răng sửa đúng có đường kính bằng nhau và bằng kích thước lỗ chuốt. Trên răng sửa đúng không có rãnh chia phoi.

+ *Lượng nâng của răng dao*

Trị số lượng nâng S_z ảnh hưởng lớn đến độ nhẵn bề mặt gia công, lực chuốt và chiều dài dao chuốt. Răng cắt thô đầu tiên có nhiệm vụ sửa đúng biên dạng lỗ phôi nên thường bố trí lượng nâng bằng 0. Các răng cắt thô còn lại có lượng nâng bằng nhau.

Khi chuốt lỗ trụ, lỗ then hoa, thường lấy $S_z = 0,02 \div 0,08\text{mm}$

Khi chuốt rãnh then, thường lấy $S_z = 0,05 \div 0,12\text{mm}$.

Các răng sửa đúng có lượng nâng bằng 0. Để tránh giảm lực cắt đột ngột, giữa răng cắt thô và răng sửa đúng được bố trí từ 2÷ 4 răng cắt tinh với lượng nâng giảm dần. có thể phân bố như sau:

Lượng nâng của răng cắt tinh thứ nhất: $S_{zt1} = 0,8 S_z$

Lượng nâng của răng cắt tinh thứ hai: $S_{zt2} = 0,6 S_z$

Lượng nâng của răng cắt tinh thứ ba: $S_{zt3} = 0,4 S_z$

Lượng nâng của răng cắt tinh cuối cùng không nên nhỏ hơn 0,004mm để tránh hiện tượng không cắt mà chỉ trượt miết trên bề mặt gia công.

§4.3 CHUỐT (*Broaching*)

4.3.2 Kết cấu dao chuốt lỗ trụ: (*Structure of an internal cylinder broach*)

Thụng số hõnh học răng dao:

+ Góc trước γ :

Góc trước của các răng dao chuốt chủ yếu được chọn phụ thuộc vật liệu gia công. Góc trước ảnh hưởng rất lớn đến lực cắt và độ nhẵn bề mặt gia công, nhưng ít ảnh hưởng đến độ mòn và tuổi bền của dao.

Để chuốt vật liệu gang, đồng thanh, đồng thau trên mặt trước răng cắt tinh và răng sửa đúng được tạo ra cạnh viền tăng bền có $f = 0,5 \div 1 \text{ mm}$ và $\gamma_f = 5^\circ \div (-5^\circ)$.

+ Góc sau α :

Khi chuốt, chiều dày lớp cắt rất nhỏ nên răng dao bị mòn chủ yếu theo mặt sau. Vì vậy góc sau có ảnh hưởng lớn tuổi bền và tuổi thọ của dao chuốt. Nếu chọn góc

sau lớn có thể cải thiện điều kiện cắt nhưng làm giảm đường kính dao chuốt rất nhanh khi mài lại. Để tăng tuổi thọ của dao chuốt, trên mặt sau của răng cắt thô và răng cắt tinh được tạo cạnh viền có $f' = 0,05 \text{ mm}$ và $\alpha_{f'} = 0$. Còn với răng sửa đúng cho phép lấy $f' = 0,2 \div 0,3 \text{ mm}$

§4.3 CHUỐT (*Broaching*)

4.3.2 Kết cấu dao chuốt lỗ trụ: (*Structure of an internal cylinder broach*)

+ *Bước răng*:

Là khoảng cách giữa đỉnh hai răng liên tiếp đo dọc theo trục của dao chuốt.

Bước răng ảnh hưởng đến chiều dài dao, số răng đồng thời tham gia cắt, năng suất và chất lượng bề mặt gia công. Bước răng dao chuốt đã được tiêu chuẩn hoá theo dãy trị số sau: 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25mm.

Bước răng tính phải bảo đảm điều kiện:

$$3 \leq Z_{\max} \leq 6$$

Z_{\max} - số răng đồng thời tham gia cắt lớn nhất, được tính theo công thức:

$$Z_{\max} = \frac{L}{t} + 1$$

Bước răng dao chuốt được thay đổi trong phạm vi $t \pm (0,2 \div 1)$ mm.

Để đơn giản khi chế tạo có thể lấy bước răng cắt thô, răng cắt tinh và răng sửa đúng bằng nhau.

Để nâng cao chất lượng gia công, bước răng cắt và răng sửa đúng có thể lấy hơn kém nhau một lượng ± 0.5 mm.

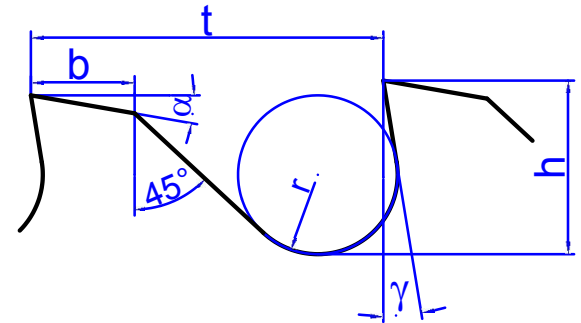
§4.3 CHUỐT (*Broaching*)

4.3.2 Kết cấu dao chuốt lỗ trụ: (*Structure of an internal cylinder broach*)

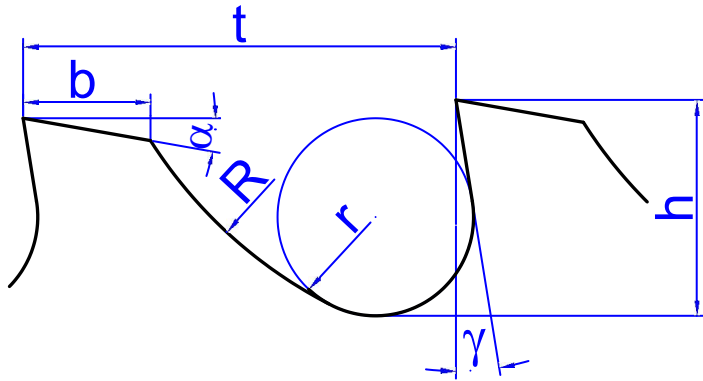
+ *Rãnh chứa phoi*: Rãnh chứa phoi phải bảo đảm các yêu cầu sau:

- Đủ không gian chứa phoi.
- Phoi được hõnh thành và cuộn chặt chẽ, dễ dàng.
- Không làm yếu răng dao & toàn bộ dao.
- Không gây tập trung ứng suất khi nhiệt luyện.
- Số lần mài lại răng dao lớn.

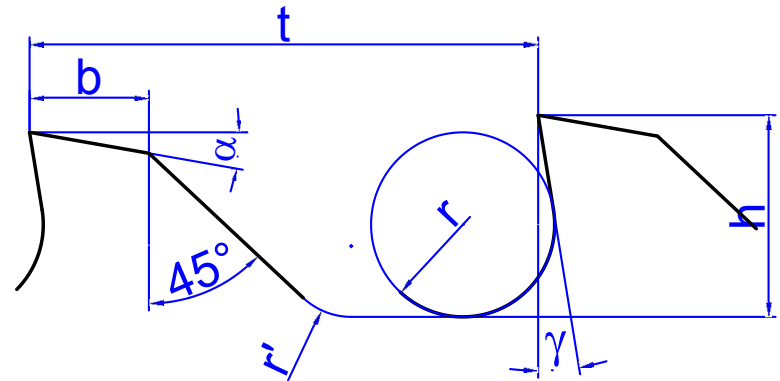
Dao chuốt có ba dạng rãnh chứa phoi:



Rãnh phoi dạng lưng thẳng



Rãnh chứa phoi dạng lưng cong



Rãnh phoi đáy bằng

§4.3 CHUỐT (*Broaching*)

4.3.2 Kết cấu dao chuốt lỗ trụ: (*Structure of an internal cylinder broach*)

+ **Răng dao chuốt:**

- **Răng cắt thô:** Làm nhiệm vụ cắt phần lớn lượng dư gia công. Số răng cắt thô được xác định phụ thuộc vào sơ đồ cắt. Với sơ đồ chuốt theo lớp, chuốt ăn dần:

$$Z_{th} = \frac{Z_{nh}(A - A_t)}{S_{znh}} + 0,5Z_{nh}$$
$$Z_{th} = \frac{A - A_t}{S_{th}} + 1$$

Với sơ đồ chuốt nhóm:

Trong đó:

A - lượng dư tổng cộng tính theo một phía, mm.

A_t - lượng dư tính theo một phía của các răng cắt tinh, mm.

Sz - lượng nâng của răng cắt thô theo sơ đồ cắt đơn (lớp ăn dần), mm.

$S_{z_{nh}}$ - lượng nâng của răng trong nhóm, được tính bằng:

$$S_{z_{nh}} = Z_{nh} \cdot Sz$$

Z_{nh} - số răng trong nhóm.

- **Răng cắt tinh:** Làm nhiệm vụ cắt hết lượng dư còn lại, nâng cao độ chính xác bề mặt gia công. Mặt khác răng cắt tinh còn có tác dụng giảm rung động khi cắt và là phần dự trữ khi mài lại răng cắt thô.

- **Răng sửa đúng:** Làm nhiệm vụ tăng độ chính xác hình dáng kích thước và độ nhẵn bề mặt gia công. Số răng sửa đúng được chọn theo cấp chính xác của bề mặt gia công và kiểu dao chuốt.

§4.3 CHUỐT (*Broaching*)

4.3.2 Kết cấu dao chuốt lỗ trụ: (*Structure of an internal cylinder broach*)

+ Chiều dài tổng cộng của dao chuốt:

Chiều dài tổng cộng của dao chuốt phải bảo đảm các yêu cầu sau:

$$L_d = \sum_{i=1}^7 l_i$$

- Không vượt quá hành trỡnh lớn nhất của máy chuốt.
- Phải phù hợp với trang thiết bị hiện có của xí nghiệp.
- Chiều dài dao hợp lý bảo đảm thuận tiện khi chế tạo, nhiệt luyện và sử dụng.

Chiều dài dao chuốt cần được kiểm nghiệm theo điều kiện cứng vững cho phép. Với dao chuốt lỗ cần bảo đảm điều kiện:

$$L_d \leq (30 \div 40) D_4$$

Trong đó: D_4 - đường kính phần định hướng sau, mm .

+ Kiểm tra bên dao chuốt:

Muốn gia công được, lực kéo Q của máy chuốt phải lớn hơn lực chuốt lớn nhất P_{max} , tức là phải bảo đảm điều kiện:

$$P_{max} < Q$$

Để bảo đảm độ bền kéo cho dao chuốt, cần thỏa mãn điều kiện:

$$\sigma = \frac{P_{max}}{F} \leq [\sigma]$$

Trong đó:

- F là diện tích tiết diện nguy hiểm ở phần kẹp của đầu dao chuốt hoặc ở tiết diện ứng với đáy rãnh răng cắt thô thứ nhất, mm^2

- $[\sigma]$ - giới hạn bền kéo, phụ thuộc vào kiểu dao và vật liệu dao tại tiết diện nguy hiểm, MPa

Với dao chuốt lỗ bằng thép gió, có: $[\sigma] = 350$ MPa

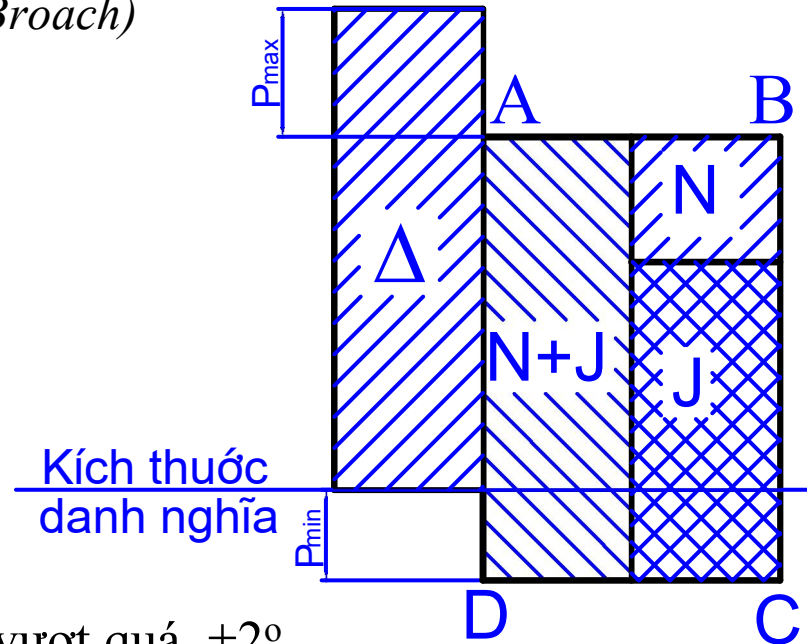
Với dao chuốt rãnh then bằng thép gió, có: $[\sigma] = 200$ MPa

§4.3 CHUỐT (*Broaching*)

4.3.2 Kết cấu dao chuốt lỗ trụ: (*Structure of an internal cylinder broach*)

+ *Dung sai dao chuốt: (Tolerance of the Broach)*

- Đường kính răng sửa đòng:



- Sai lệch cho phép của góc trước không vượt quá $\pm 2^\circ$.
- Sai lệch cho phép của góc sau răng cắt không vượt quá $\pm 30'$.
- Sai lệch cho phép của góc sau răng sửa đòng không vượt quá $\pm 15'$.
- Sai lệch cho phép của góc nghiêng đáy rãnh chia phoi không vượt quá $\pm 30'$.
- Sai lệch cho phép chiều sâu rãnh chứa phoi không được vượt quá $+0,3\text{mm}$ khi rãnh sâu đến 4mm , không vượt quá $+0,5\text{mm}$ khi rãnh sâu hơn 4mm .
- Độ đảo tâm theo đường kính ngoài của răng cắt tinh, răng sửa đòng và phần định hướng sau không được vượt quá trị số tuyệt đối của dung sai cho đường kính tương ứng.

§4.3 CHUỐT (*Broaching*)

4.3.3 *Lực chuốt, quá trình mòn và tuổi bền của dao chuốt:* (*Cutting Force, Tool Wear & Tool Life of the Broach*)

1. *Lực cắt khi chuốt:*

- Lực cắt chính P_z được xác định theo công thức: $P_z = p \cdot f \cdot Z_{\max}$, [N]
- Khi chuốt lỗ trụ: $P_z = C_p \cdot S_{zx} \cdot Dz \cdot Z_{\max} \cdot K_p$, [N]
- Khi chuốt rãnh then và lỗ then hoa: $P_z = C_p \cdot S_{zx} \cdot b \cdot n \cdot Z_{\max} \cdot K_p$, [N]

2. *Quá trình mòn và tuổi bền của dao chuốt:*

- + Lượng mòn theo mặt sau được dùng làm tiêu chuẩn mài mòn cho phép.
 - Với bề mặt đòi hỏi cả độ nhẵn và độ chính xác đều cao, $h_s = 0,05 \div 0,2\text{mm}$.
 - Với dao chuốt để gia công bề mặt thông thường, $h_s = 0,15 \div 0,2\text{mm}$.
 - Với dao chuốt cắt theo mảnh: $h_s = 0,33\text{mm}$.
- + Tuổi bền của dao chuốt được chọn phụ thuộc vào vật liệu gia công, vật liệu dao, độ chính xác gia công... Thường lấy: $T = 120 \div 480$ (min)

§4.3 CHUỐT (*Broaching*)

4.3.3 *Lực cắt, sự mài mòn & tuổi bền dao chuốt* (*Cutting Force, Tool Wear & Tool Life of the Broach*)

1. *Lực cắt khi chuốt:*

- Lực cắt chính P_z được xác định theo công thức: $P_z = p \cdot f \cdot Z_{\max}$, [N]
- Khi chuốt lỗ trụ: $P_z = C_p \cdot S_{zx} \cdot D_z \cdot Z_{\max} \cdot K_p$, [N]
- Khi chuốt rãnh then và lỗ then hoa: $P_z = C_p \cdot S_{zx} \cdot b \cdot n \cdot Z_{\max} \cdot K_p$, [N]

2. *Quá trình mòn và tuổi bền của dao chuốt:*

- + Lượng mòn theo mặt sau được dùng làm tiêu chuẩn mài mòn cho phép.
 - Với bề mặt đòi hỏi cả độ nhẵn và độ chính xác đều cao, cỡ $h_s = 0,05 \div 0,2\text{mm}$.
 - Với dao chuốt để gia công bề mặt thông thường, $h_s = 0,15 \div 0,2\text{mm}$.
 - Với dao chuốt cắt theo mảnh: $h_s = 0,33\text{mm}$.
- + Tuổi bền của dao chuốt được chọn phụ thuộc vào vật liệu gia công, vật liệu dao, độ chính xác gia công... Thường lấy: $T = 120 \div 480$ (min)