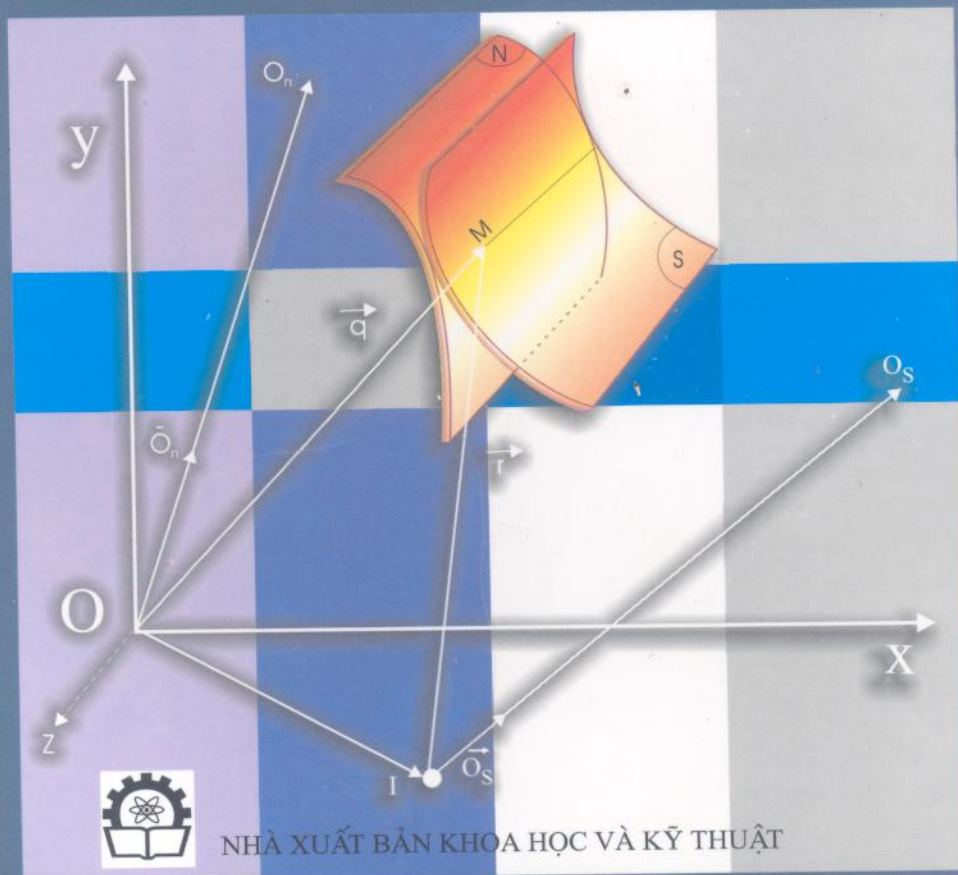


GS. TSKH. BÀNH TIẾN LONG

PGS. TS. TRẦN THẾ LỤC

THS. NGUYỄN CHÍ QUANG

CÔNG NGHỆ
TẠO HÌNH
BỀ MẶT DỤNG CỤ
CÔNG NGHIỆP



GS. TSKH. BÀNH TIẾN LONG - PGS. TS. TRẦN THỂ LỤC
THS. NGUYỄN CHÍ QUANG

Chủ biên: PGS. TS. Trần Thể Lục

Đón mừng kỷ niệm 50 năm thành lập trường Đại học Bách khoa Hà Nội

CÔNG NGHỆ TẠO HÌNH CÁC BỀ MẶT DỤNG CỤ CÔNG NGHIỆP

(Giáo trình cho sinh viên ngành chế tạo máy các trường đại học kỹ thuật)
In lần thứ nhất

**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC KỸ THUẬT
HÀ NỘI 2004**

Chịu trách nhiệm xuất bản: PGS. TS. Tô Đăng Hải

Biên tập và sửa chế bản : Nguyễn Thị Diệu Thuý

Sắp chữ điện tử : Nguyễn Thị Phương Giang, Nguyễn Đức Toàn

Trình bày : Thuy Anh

Vẽ bìa : Hương Lan

In 700 cuốn khổ 16 x 24 cm, tại Xí nghiệp in Thương mại.
Giấy phép xuất bản số 6-443 do Cục xuất bản cấp ngày 5/10/2004.
In xong và nộp lưu chiểu tháng 12/2004.

LỜI NÓI ĐẦU

Giáo trình "Công nghệ tạo hình các bề mặt dụng cụ công nghiệp" được soạn theo đề cương môn học "Công nghệ tạo hình các bề mặt" cho các sinh viên chuyên ngành chế tạo máy. Nó giúp sinh viên học ở nhà sau khi nghe giảng ở lớp, do đó được viết dưới dạng nội dung các bài giảng trên lớp.

Ngoài ra tài liệu này có thể dùng làm tài liệu tham khảo cho các kỹ sư và các cán bộ kỹ thuật ngành cơ khí chế tạo máy trong các cơ sở sản xuất, nghiên cứu khác nhau.

Chúng tôi mong nhận được và trân trọng cảm ơn các ý kiến đóng góp của các bạn đồng nghiệp và độc giả.

*Thư và ý kiến đóng góp xin gửi về Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật
70 Trần Hưng Đạo - Hà Nội.*

Các tác giả

PHẦN I - LÝ THUYẾT CƠ BẢN TẠO HÌNH CÁC BỀ MẶT

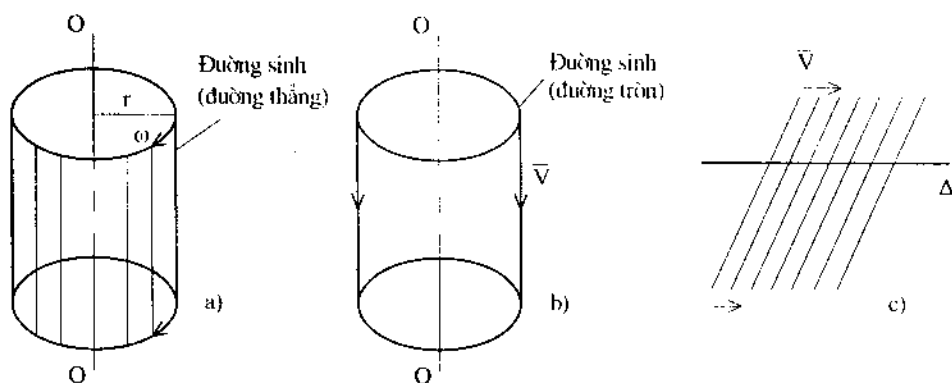
CHƯƠNG 1

ĐỘNG HỌC QUÁ TRÌNH TẠO HÌNH CÁC BỀ MẶT

Khi thiết kế dụng cụ cắt phải khảo sát các chuyển động trong quá trình tạo hình - chuyển động của các bề mặt - cấp chi tiết và dụng cụ.

1. Động học hình thành bề mặt

Trong thực tế tạo hình cần phải nắm vững động học hình thành các bề mặt. Một bề mặt sẽ được hình thành do một đường sinh nào đó chuyển động theo một quy luật nhất định. Các chuyển động đó là **động học hình thành bề mặt**.



Hình 1.1 Động học tạo hình mặt trụ, mặt phẳng.

- a) Đường sinh thẳng song song với trục \overline{OO} và quay quanh trục \overline{OO} .
- b) Đường sinh tròn bán kính r trong mặt phẳng vuông góc với trục \overline{OO} và chuyển động tịnh tiến song song với nó.
- c) Đường sinh thẳng chuyển động song song với nó dựa trên đường thẳng dẫn Δ tạo hình mặt phẳng.

Ví dụ:

Một bề mặt trụ được hình thành do một đường sinh thẳng chuyển động quay quanh một trục song song với nó (hình 1.1a), hoặc có thể do một vòng tròn nằm trong mặt phẳng vuông góc với trục qua tâm vòng tròn và chuyển động tịnh tiến dọc trục tâm tạo thành (hình 1.1b).

Một mặt phẳng do một đường sinh thẳng chuyển động tịnh tiến song song với nó dựa trên một đường dẫn là đường thẳng (hình 1.1c).

Một mặt xoắn vít do một đường sinh chuyển động xoắn vít (quay tròn và tịnh tiến) tạo thành, v.v..

Trong quá trình tạo hình, dựa vào động học hình thành các bề mặt, các lưỡi cắt của dụng cụ thường được chọn làm đường sinh để tạo hình bề mặt cần thiết cho trước.

2. Các chuyển động tạo hình

Chuyển động tạo hình là chuyển động tương đối của cặp bề mặt chi tiết và dụng cụ. Với chuyển động đó sẽ hình thành bề mặt chi tiết.

Tập hợp tất cả các chuyển động của bề mặt định trước đối với vật thể đối tượng cần tạo hình mà các chuyển động đó cần thiết để xác định bề mặt khởi thủy của vật thể đối tượng tạo hình gọi là *sơ đồ động học tạo hình*.

Đối với dụng cụ và chi tiết có thể gọi động học tạo hình hoặc sơ đồ động học tạo hình là tập hợp tất cả các chuyển động của bề mặt chi tiết (hoặc dụng cụ) đối với dụng cụ (hoặc chi tiết) trong quá trình cắt.

Trong thực tế, các chuyển động tạo hình có thể đồng nhất hoặc không đồng nhất với các chuyển động cắt gọt (gia công định hình trùng nhau, gia công bao hình không trùng nhau).

Các thiết bị, máy cắt sẽ được thiết kế theo các sơ đồ động học quá trình tạo hình. Các sơ đồ động học tạo hình thường được tổ hợp của hai chuyển động cơ bản được truyền cho phôi và dụng cụ. Hai chuyển động đó là *chuyển động quay tròn* và *chuyển động tịnh tiến*.

Hai chuyển động quay tròn và chuyển động tịnh tiến có thể được tổ hợp thành các nhóm chuyển động sau:

- *Nhóm một chuyển động:*

I - Một chuyển động thẳng.

II - Một chuyển động quay tròn.

- *Nhóm hai chuyển động:*

III - Hai chuyển động thẳng.

IV - Hai chuyển động quay tròn.

V - Một chuyển động thẳng, một chuyển động quay tròn.

- Nhóm ba chuyển động:

VI - Hai chuyển động thẳng và một chuyển động quay tròn.

VII - Hai chuyển động quay tròn và một chuyển động thẳng.

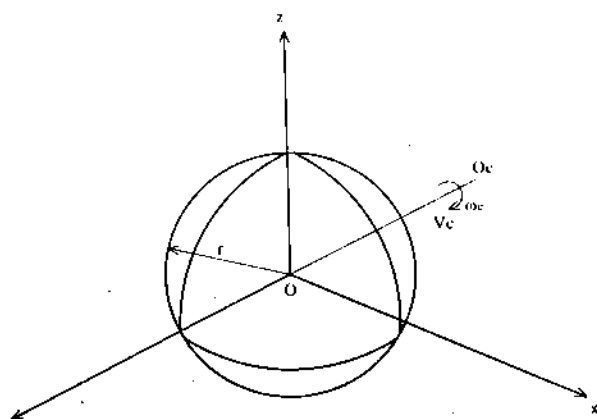
VIII - Ba chuyển động quay.

Có thể tổ hợp nhiều chuyển động nữa nhưng trong thực tế ứng dụng thường bị giới hạn bởi độ phức tạp của các tổ hợp và khó khăn trong việc chế tạo các thiết bị.

a) Cấu trúc đơn giản nhất của sơ đồ gia công chứa một chuyển động thẳng do máy công cụ truyền cho chi tiết hoặc dụng cụ. Chuyển động này thường là chuyển động cắt chính với tốc độ cắt $\overline{V_c}$. Vectơ $\overline{V_c}$ thực tế có hướng bất kỳ trong không gian.

Một chuyển động chỉ cho một tổ hợp.

Cũng tương tự như vậy với chuyển động quay ở nhóm hai (hình 1.2). Có thể hình dung như sự quay tại trục tọa độ quanh hướng kính với mặt cầu. Ở hai sơ đồ động học này thường các chuyển động được thực hiện theo hướng của trục tọa độ cơ bản, tức là chuyển động thẳng thì theo hướng nằm ngang hay thẳng đứng và chuyển động quay quanh trục nằm ngang hay thẳng đứng.



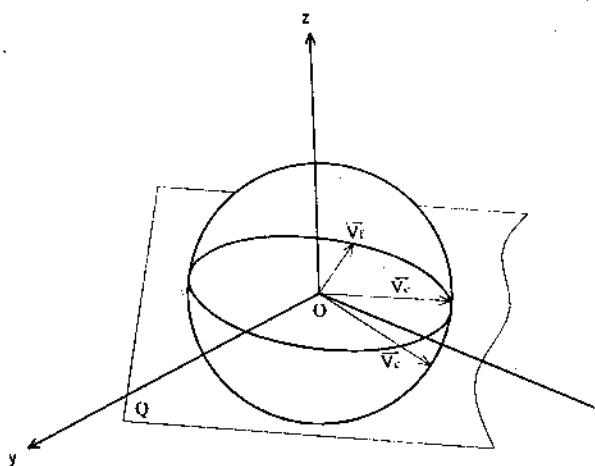
Hình 1.2 Sơ đồ một chuyển động quay nhóm II.

b) Cấu trúc phức tạp hơn của sơ đồ gia công chứa tổ hợp hai chuyển động thành phần cùng xảy ra đồng thời (nhóm III-V). Một chuyển động là chuyển động cắt chính còn chuyển động thứ hai là chuyển động chạy dao. Trong những trường hợp đặc biệt (chép hình), chuyển động này là chuyển động hỗ trợ (phụ). Hai cơ sở thành phần trong không gian có thể có hướng bất kỳ.

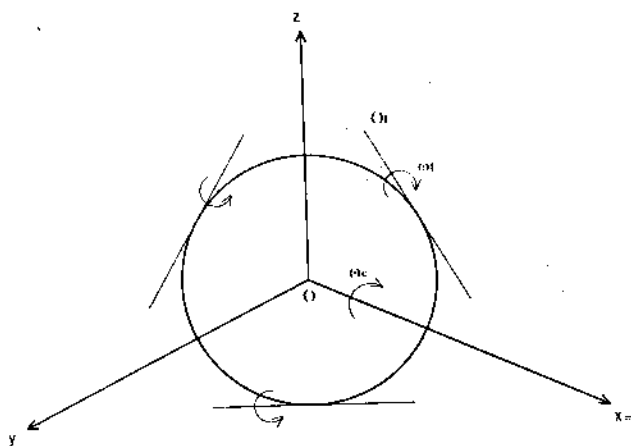
Ở nhóm III, sơ đồ động học của nó dựa trên cơ sở tổ hợp hai chuyển động thẳng. Chuyển động thứ nhất luôn luôn thẳng đều, chuyển động thứ hai có thể không thẳng đều. Kết quả tổ hợp các chuyển động thẳng đều là chuyển động thẳng. Kết quả tổ hợp các chuyển động thẳng đều và không thẳng đều là chuyển động cong đều $\overline{V_c}$. Độ lớn và hướng của vận tốc $\overline{V_c}$ phụ thuộc vào tỉ lệ của vận tốc tức thời $\overline{V_c}$ và $\overline{V_f}$. Những đường cong hình học phẳng hoặc cong của profin chi tiết tương ứng cho các chuyển động kết quả mà tất cả các điểm của chúng đều nằm trong mặt phẳng Q (hình 1.3).

c) Nhóm thứ IV chứa sơ đồ gia công dựa trên sự tổ hợp của hai chuyển động quay đều với những số lượng tổ hợp là vô cùng. Để xác định đặc trưng tổ hợp, chúng ta giả thiết rằng chuyển động quay đều với vận tốc góc ω_c có trục quay cố định $O_c \equiv X$ và chuyển động quay đều với vận tốc góc ω_r có trục chuyển động O_r nằm ở vị trí bất kỳ trong không gian. Vị trí đặc trưng của các trục của chuyển động quay O_r nằm trên bề mặt cầu (hình 1.4).

Kết quả của tổ hợp hai chuyển động quay đều là chuyển động cong đều.



Hình 1.3 Sơ đồ tổ hợp 2 chuyển động thẳng nhóm



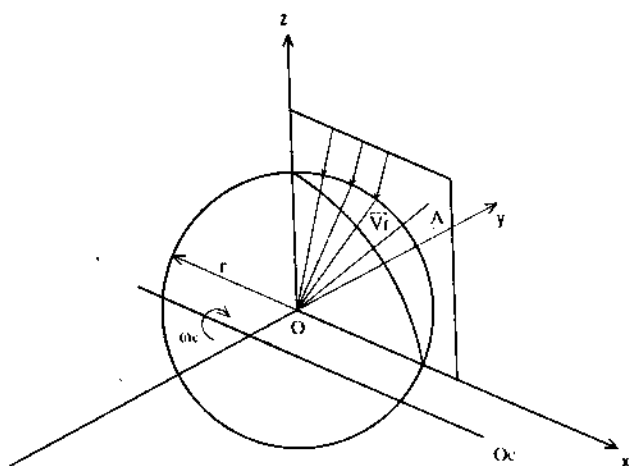
Hình 1.4 Sơ đồ tổ hợp 2 chuyển động quay nhóm IV.

Đường của chuyển động có thể là đường cong phẳng (trong trường hợp các trục chuyển động quay song song) hay đường cong không gian (trong trường hợp các trục ngoài nhau).

d) Nhóm thứ V của sơ đồ gia công được thiết lập trên cơ sở tổ hợp của hai chuyển động đơn giản là thẳng đều và quay đều. Đặc trưng của tổ hợp trên hình 1.5.

Chúng ta giả sử rằng chuyển động quay đều với vận tốc góc ω_c diễn ra quanh trục không đổi O_c song song với trục X. Chúng ta có thể coi chuyển động thẳng đều đi theo hướng pháp tuyến của bề mặt cầu có tâm O với vectơ v_t ; trong trường hợp này có thể cho ra 6 chuyển động tổ hợp. Kết quả của tổ hợp hai chuyển động này là chuyển động cong. Đường chuyển động có thể là đường cong trong mặt phẳng (cho trường hợp chuyển động thẳng diễn ra trong mặt phẳng của chuyển động quay) hay đường cong không gian (cho các trường hợp chuyển động khác, ví dụ chuyển động thẳng theo hướng trục quay).

e) Cấu trúc phức tạp nhất của sơ đồ động học gia công cơ bản ứng dụng trong thực tiễn được thiết lập trên sự tổ hợp của **ba chuyển động cơ bản diễn ra đồng thời**. Một trong các chuyển động luôn luôn là chuyển



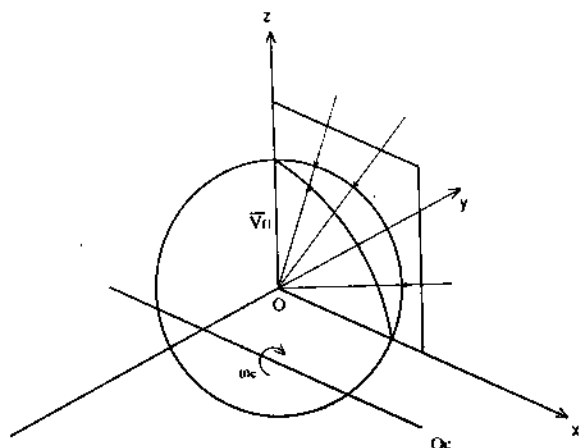
Hình 1.5 Sơ đồ tổ hợp hai chuyển động thẳng đều và quay đều nhóm V.

động cắt chính, chuyển động thứ hai là chuyển động chạy dao và chuyển động thứ ba là chuyển động phụ. Vận tốc của mỗi chuyển động có thể là tự do và nó tồn tại vô số các liên kết động học nhỏ mà mỗi liên kết tạo ra một biên dạng riêng của chi tiết, mà biên dạng đó là kết quả của quỹ đạo tổng

hợp của các điểm lưới cắt của dụng cụ. Vận tốc tức thời của chuyển động tổng hợp là vận tốc đều hoặc không đều của quá trình cắt.

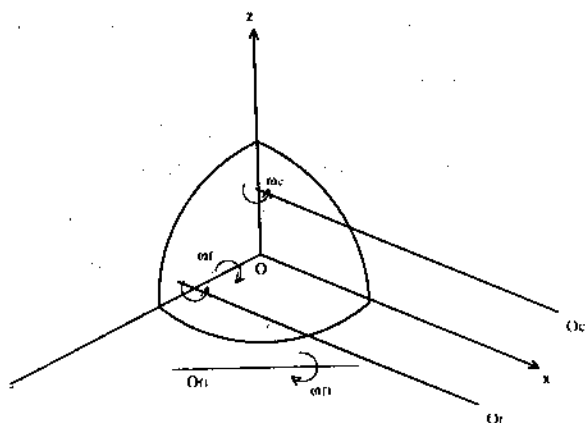
Sơ đồ động học gia công thiết lập trên sự tổ hợp của chuyển động thẳng đều của chuyển động ngược đều hoặc không đều và chuyển động quay đều được cho vào nhóm VI. Chính là sơ đồ nhóm V bổ sung thêm chuyển động tịnh tiến ngược. Chuyển động kết quả của ba chuyển động thành phần này là chuyển động ngắt quãng đều hoặc không đều, diễn ra trong mặt phẳng trong trường hợp tất cả các chuyển động nằm trong mặt phẳng hoặc trong không gian (hình 1.6).

Quãng đường của chuyển động tổng hợp tương ứng cho các thành phần của chuyển động đơn giản. Trong trường hợp thứ nhất là đường cong phẳng, trong trường hợp thứ hai là đường cong không gian mà các điểm của chúng nằm trên bề mặt côn có trục trùng với trục chuyển động quay.



Hình 1.6 Sơ đồ tổ hợp hai chuyển động thẳng và một chuyển động quay quanh nhóm VI.

f) Nhóm thứ VII chứa sơ đồ động học gia công cơ bản gồm hai chuyển động quay đều và một chuyển động thẳng đều. Đây là nhóm thứ tư mở rộng thêm một chuyển động thẳng đều. Chuyển động tổng hợp là tổ hợp của ba chuyển động thành phần đều diễn ra



Hình 1.7 Sơ đồ tổ hợp 3 chuyển động quay nhóm VIII.

trong mặt phẳng hay trong không gian. Theo đó thì các quỹ đạo chuyển động của lưỡi cắt dụng cụ hoặc là đường cong phẳng hoặc là không gian.

g) Nhóm thứ VIII là sơ đồ động học gia công cơ bản có cấu trúc tổ hợp ba chuyển động quay. Đây chính là mở rộng nhóm thứ tư thêm một chuyển động quay mà trục của nó có hướng bất kỳ trong không gian. Các trục của hai chuyển động quay ω_c và ω_f song song với trục X. Trục X đi qua giao điểm của hai trục y và z vuông góc với O_f và O_c đó cũng là gốc toạ độ O. Trục O_{11} là tiếp điểm tại điểm bất kỳ của bề mặt cầu có bán kính r và tâm tại gốc O của hệ toạ độ (hình 1.7).

Chuyển động tổng hợp của ba chuyển động quay đều là chuyển động tổ hợp đều trong mặt phẳng hay trong không gian. Đây là trường hợp trong thực tế ít xảy ra.

Có thể nói rằng các sơ đồ động học gia công cơ bản là những sơ đồ khởi thủy để thiết lập mối quan hệ xác định quỹ đạo chuyển động các điểm của lưỡi cắt dụng cụ. Chúng cũng được sử dụng để thiết lập các sơ đồ động học tạo hình bề mặt khởi thủy của dụng cụ và chúng cũng được sử dụng để tính toán chính xác tiết diện lớp cắt, lực cắt từ lực cắt đơn vị.

3. Các sơ đồ động học tạo hình bề mặt chi tiết

Khi tạo hình một bề mặt bởi một bề mặt đối tiếp (ví dụ, bề mặt chi tiết đối tiếp với bề mặt dụng cụ) cần phải khảo sát các phương án khác nhau của tổ hợp các chuyển động của các bề mặt (chi tiết đối với dụng cụ).

Sơ đồ tập hợp tất cả các chuyển động của các bề mặt tham gia trong quá trình tạo hình là *sơ đồ động học tạo hình*. Cụ thể là sơ đồ tập hợp tất cả các chuyển động của bề mặt chi tiết (dụng cụ) đối với dụng cụ (chi tiết) là sơ đồ động học tạo hình khi cắt. Trong trường hợp tổng quát thì sơ đồ động học tạo hình không đồng nhất với sơ đồ động học gia công cơ bản (gia công định hình thì đồng nhất, bao hình thì không đồng nhất).

Bảng 1.1 đưa ra sơ đồ động học tạo hình bề mặt thường gặp là sơ đồ tổng hợp của hai chuyển động quay đều và tịnh tiến thẳng.

Xét về quan điểm tạo hình thì người ta không quan tâm đến việc trên máy đã đạt được chuyển động tương ứng cần thiết bằng những chuyển động

nào của bán thành phẩm hoặc của dụng cụ (ví dụ, khoan lỗ trên máy khoan hoặc máy tiện).

Từ các chuyển động của bề mặt chi tiết (đầu vào) đối với vật thể tạo hình (dụng cụ) khi xác định bề mặt khởi thủy của nó thì có thể thiết lập được các sơ đồ động học tạo hình khác nhau. Trong thực tế các sơ đồ được xây dựng nhiều nhất dựa trên các chuyển động tịnh tiến thẳng và chuyển động quay và sự tổ hợp của chúng. Phần lớn tồn tại các sơ đồ tổ hợp của hai chuyển động đều, còn sơ đồ tổ hợp nhiều chuyển động hơn thì ít tồn tại và đến nay lý thuyết cũng chưa được đề cập đến.

Nhóm bậc 0 là tập hợp các sơ đồ động học tạo hình khi bề mặt tạo hình (bề mặt khởi thủy) của vật thể (dụng cụ) trùng với bề mặt nguyên gốc đầu vào (chi tiết), ví dụ, khi cắt ren bằng tarô, khi chuốt, khi đột lỗ... Trong trường hợp này chuyển động tương hỗ gọi là chuyển động "tự trượt", "theo nhau", "bám nhau" và để xác định bề mặt khởi thủy thì không cần quan tâm đến vấn đề này.

Nhóm bậc 1 là sơ đồ động học tạo hình mà chuyển động tương hỗ của vật thể được tạo hình (dụng cụ) đối với mặt đã tồn tại (chi tiết) là chuyển động thẳng tịnh tiến, quay hoặc xoắn vít. Sơ đồ đặc trưng đó là của các cặp bề mặt của phần tử quay và phần đứng yên trùng nhau và tạo thành đường thẳng. Nhóm bậc 1 này có ba kiểu sơ đồ theo sự tồn tại chuyển động.

Kiểu thứ nhất chứa chuyển động thẳng đều. Theo sơ đồ này ta tạo hình cho các loại dụng cụ chuốt ngoài các bề mặt tròn xoay, tiện bằng dao tiện định hình tiếp tuyến có lượng chạy dao thẳng.

Kiểu thứ hai chứa chuyển động quay để tạo hình các loại bề mặt dụng cụ hoặc các loại bề mặt (như dao phay định hình để phay các bề mặt trụ, bề mặt xoắn vít hoặc các bề mặt tròn xoay).

Kiểu thứ ba khi phay thanh răng có răng thẳng bằng dao phay lăn răng. Thực ra kiểu thứ nhất là trường hợp đặc biệt của kiểu thứ hai khi trục quay là ở xa vô cùng.

Nhóm bậc 2 là nhóm sơ đồ động học khi mà chuyển động tương hỗ của cặp tạo hình (dụng cụ và chi tiết) là chuyển động quay tức thời hay tịnh tiến thẳng. Ở đây có năm kiểu sơ đồ (trong bảng 1.1) và các cặp bề mặt liên

kết của cặp động học (dụng cụ và chi tiết) lăn theo nhau không có sự trượt. Chuyển động tịnh tiến tức thời là chuyển động tổng hợp của hai chuyển động quay quanh hai trục song song có các *vận tốc góc* và *hướng* giống nhau.

Các cặp bề mặt tạo bằng các bề mặt:

- Trụ - phẳng.
- Trụ - trụ (hai trụ).
- Côn - phẳng.
- Côn - côn (hai côn).
- Vòng (vành) - vòng.

Ví dụ, gia công bánh răng bằng dao xọc răng hoặc thanh răng lược... Ở các sơ đồ động học này các cặp bề mặt có thể đổi chỗ cho nhau (dụng cụ - chi tiết). Ví dụ, với sơ đồ trụ - mặt phẳng có thể dụng cụ là dao xọc răng tròn (đĩa), chi tiết là thanh răng và ngược lại.

Ở nhóm bậc hai này chứa kiểu sơ đồ mà chuyển động tức thời là kết quả của hai chuyển động quay quanh các trục song song hay ngoài nhau. Chuyển động tịnh tiến có thể coi là trường hợp đặc biệt của chuyển động quay và có thể coi mặt phẳng là hình trụ có bán kính vô cùng lớn.

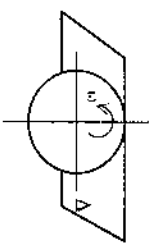
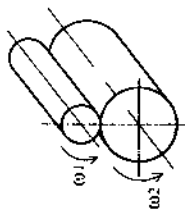
Nhóm bậc 3 là nhóm chứa các sơ đồ nơi mà chuyển động tương hỗ là chuyển động *xoắn vít tức thời*. Trong nhóm này thì các cặp bề mặt *tự lăn theo nhau có sự trượt*.

Các cặp bề mặt gồm:

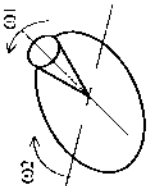
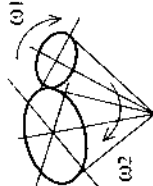
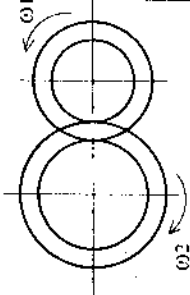
- Trụ - phẳng.
- Côn- phẳng.
- Hai mặt hypeboloit.

Chuyển động xoắn vít tổng hợp là tổng hợp của hai chuyển động quay quanh các trục ngoài nhau, có thể hình dung nó như là sự lăn bề mặt hypeboloit theo hypeboloit có gấn theo sự trượt. Đây là trường hợp tổng quát nhất (phay bánh răng bằng dao phay lăn răng).

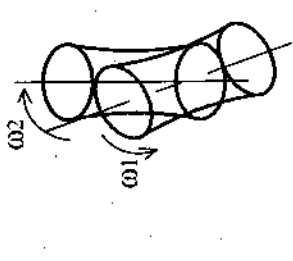
Bảng 1.1 Các sơ đồ tạo hình bề mặt chủ yếu là tổng hợp của hai chuyển động đều: tịnh tiến thẳng và quay.

Loại sơ đồ	Kiểu sơ đồ	Các chuyển động thành phần của chi tiết gia công và dụng cụ được xét khi tạo hình	Chuyển động tổng hợp tức thời	Biểu thị chuyển động tương đối với sự trợ giúp của cặp bề mặt	Phác thảo vị trí tương hỗ của cặp bề mặt	Cặp bề mặt	
						Dụng cụ	Vật gia công
I	1	Tịnh tiến	Tịnh tiến	-	-	Đường thẳng	Đường thẳng
	2	Quay	Quay	-	-	-	-
	3	Xoắn vít	Xoắn vít	-	-	-	-
II	1	Quay và tịnh tiến với vận tốc vuông góc với trục quay	Quay	Sự lắc của trụ theo mặt phẳng		Mặt phẳng	Trụ
			Quay	Sự lắc của trụ theo trụ		Trụ	Mặt phẳng
	2	Hai chuyển động quay quanh trục song song	Quay	Sự lắc của trụ theo trụ		Trụ	Trụ

Tiếp bảng 1.1

Loại sơ đồ	Kiểu sơ đồ	Các chuyển động thành phần của chi tiết gia công và dụng cụ được xét khi tạo hình	Chuyển động tổng hợp tức thời	Biểu thị chuyển động tương đối với sự trợ giúp của cặp bề mặt	Phác thảo vị trí tương hỗ của cặp bề mặt	Cặp bề mặt	
						Dụng cụ	Vật gia công
II	3	Hai chuyển động quay quanh 2 trục cắt nhau	Quay	Sự lắc của mặt côn theo mặt phẳng		Côn	Mặt phẳng
	4	Hai chuyển động quay quanh 2 trục cắt nhau	Quay	Sự lắc của mặt côn theo mặt côn		Cổ	Côn
	5	Bộ đôi quay	Tịnh tiến	Sự trượt của vòng theo vòng tròn		Vòng (vành, trụ)	Vòng (trụ)

Tiếp bảng 1.1

Loại sơ đồ	Kiểu sơ đồ	Các chuyển động thành phần của chi tiết gia công và dụng cụ được xét khi tạo hình	Chuyển động tổng hợp tức thời	Biểu thị chuyển động tương đối với sự trợ giúp của cặp bề mặt	Cặp bề mặt	
					Dụng cụ	Vật gia công
III	1	Quay và tịnh tiến với vận tốc cố hướng tạo thành góc với trục quay	Xoắn vít	Sự lặc với sự trượt của trụ theo mặt phẳng	Mặt phẳng	Trụ
	2	Hai chuyển động quay quanh 2 trục chéo nhau (Trục của vít tức thời và trục quay thứ hai là hai đường chéo nhau)	Xoắn vít	Sự lặc với sự trượt của mặt côn theo mặt phẳng	Côn	Mặt phẳng
	3	Hai chuyển động quay quanh 2 trục chéo nhau	Xoắn vít	Sự lặc với sự trượt của 2 mặt hypebololit với nhau	Mặt phẳng	Côn
					hypebololit	hypebololit

CHƯƠNG 2

NGUYÊN LÝ CƠ BẢN TẠO HÌNH BỀ MẶT

1. Mặt khởi thủy dụng cụ cắt

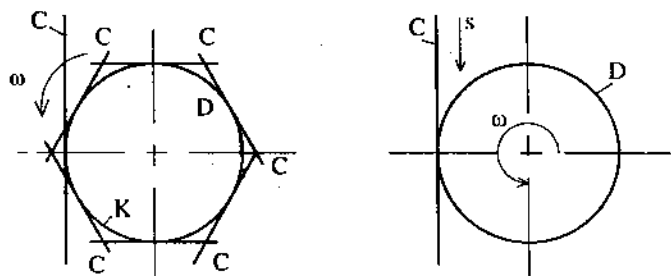
Cơ sở thiết kế và chế tạo dụng cụ cắt là nguyên lý tạo hình bề mặt. Khi thiết kế dụng cụ phải biết bề mặt chi tiết gia công và các chuyển động trong quá trình tạo hình bề mặt đó. Với bề mặt chi tiết C đã cho, sẽ tìm được bề mặt D đối tiếp với bề mặt C trong quá trình chuyển động. Bề mặt D tại từng thời điểm trong quá trình gia công sẽ tiếp xúc với bề mặt chi tiết C . Cần xác định được bề mặt luôn tiếp xúc với bề mặt C trong quá trình chuyển động. Bề mặt đó được gọi là *bề mặt khởi thủy K* của dụng cụ. Khi chế tạo dụng cụ phải tìm hiểu bề mặt khởi thủy K . Xác định mặt trước, mặt sau mà giao tuyến của nó là lưỡi cắt luôn tiếp xúc với mặt C - có nghĩa là phải nằm trên mặt khởi thủy K của dụng cụ.

Mặt khởi thủy K của dụng cụ là bề mặt tiếp tuyến với các vị trí liên tiếp của bề mặt C trong quá trình chuyển động tạo hình - chuyển động tương đối của bề mặt chi tiết và bề mặt dụng cụ - chuyển động cần thiết trong quá trình gia công (hình 2.1).

Với giả thiết là dụng cụ đứng yên, bề mặt C chi tiết sẽ chuyển động tương đối (tổng hợp) so với dụng cụ sẽ tạo thành một họ bề mặt (hình 2.1a). Bề mặt khởi thủy K luôn tiếp tuyến với mặt C trong quá trình chuyển động, nghĩa là tiếp tuyến với họ bề mặt chi tiết, do đó mặt khởi thủy K được xác định như là mặt bao của họ mặt chi tiết C trong quá trình chuyển động tạo hình - chuyển động tương đối so với dụng cụ (hình 2.1b).

Mặt khởi thủy K và mặt chi tiết C trong quá trình tạo hình tiếp xúc với nhau theo đường, được gọi là đường đặc tính E (hình 2.2).

với dụng cụ có chuyển động quay tròn thì đường đặc tính E chính

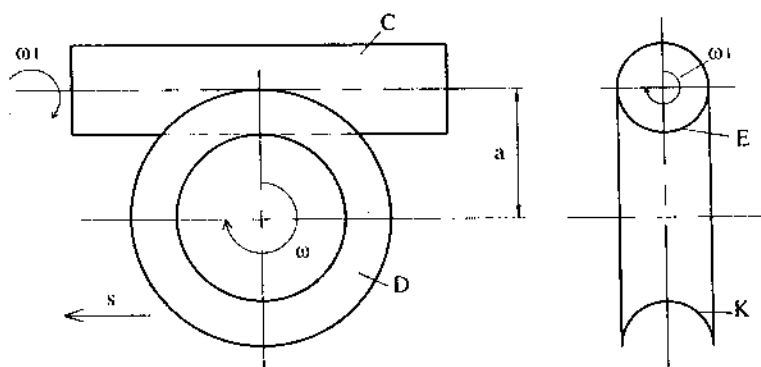


a) Cố định D , cho C chuyển động. b) Cố định C , cho D chuyển động.

Hình 2.1 Chuyển động tương đối chi tiết và dụng cụ và mặt khởi thủy K .

là lưỡi cắt của dụng cụ. Đối với dụng cụ cắt nhiều lưỡi cắt thì đường đặc tính E ở mỗi thời điểm khác nhau là một lưỡi cắt. Điều này sẽ làm đơn giản hoá các bài toán trong thực tế.

Ví dụ, hãy tìm mặt khởi thủy K của dụng cụ khi tạo hình bề mặt chi tiết C là mặt trụ (hình 2.2).



Hình 2.2 Đường đặc tính E và mặt khởi thủy K của dụng cụ.

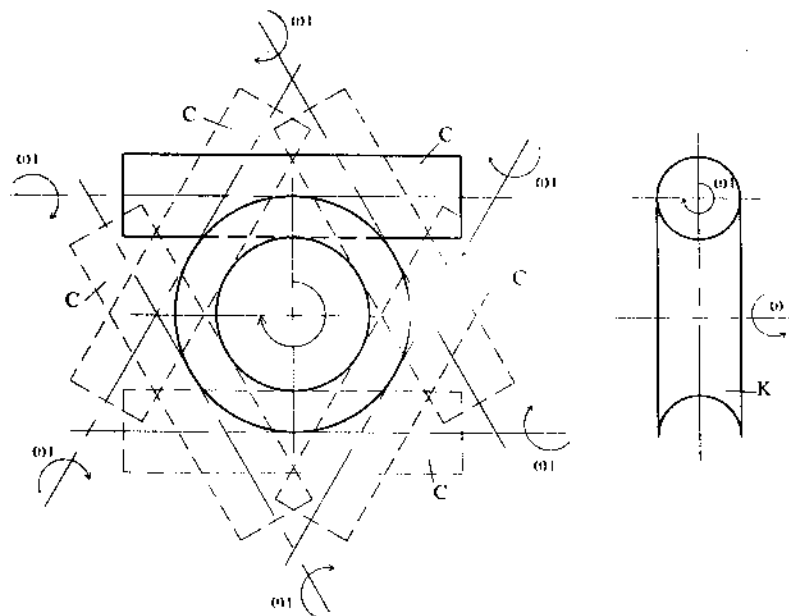
Khi chi tiết có chuyển động quay tròn quanh trục của nó, dụng cụ quay quanh trục vuông góc với trục chi tiết và cách một đoạn a như hình 2.2 và tịnh tiến dọc trục chi tiết. Nếu cố định dụng cụ thì chi tiết vừa chuyển động quay quanh trục của nó với tốc độ ω_1 , vừa chuyển động quay quanh trục của dụng cụ với tốc độ ω . Tại một thời điểm, chi tiết có một vị trí so với dụng cụ (hình 2.3). Vẽ bề mặt tiếp tuyến với các vị trí kế tiếp của dụng cụ trong quá trình chuyển động ta được mặt bao của họ bề mặt chi tiết chính là mặt khởi thủy K của dụng cụ.

2. Các phương pháp xác định bề mặt khởi thủy K của dụng cụ

2.1. Phương pháp đồ thị

Bề mặt chi tiết C và dụng cụ có chuyển động tạo hình (chuyển động tương đối) C/D. Để đơn giản, ta cố định dụng cụ và cho chi tiết chuyển động tương đối đối với dụng cụ (hình 2.3) khi đó sẽ nhận được một họ bề mặt chi tiết. Vẽ bề mặt tiếp tuyến với họ bề mặt đó chính là mặt khởi thủy K.

Trong trường hợp bề mặt chi tiết có thể biểu diễn bằng một đường cong của tiết diện thẳng của mặt C, ví dụ, mặt C là mặt phẳng, tiết diện phẳng là đường thẳng (hình 2.1). Khi cho chuyển động tương đối đối với dụng cụ, đường thẳng đó tạo thành một họ đường (ví dụ dụng cụ có chuyển động quay quanh trục với tốc độ góc ω (hình 2.1), đường cong tiếp tuyến với họ đường thẳng là vòng tròn (đường bao). Cho vòng tròn tịnh tiến dọc trục song song với mặt phẳng ta được mặt bao là mặt trụ. Vậy, mặt khởi thủy là mặt trụ. Đường đặc tính E là đường sinh mặt trụ tiếp xúc với mặt C.

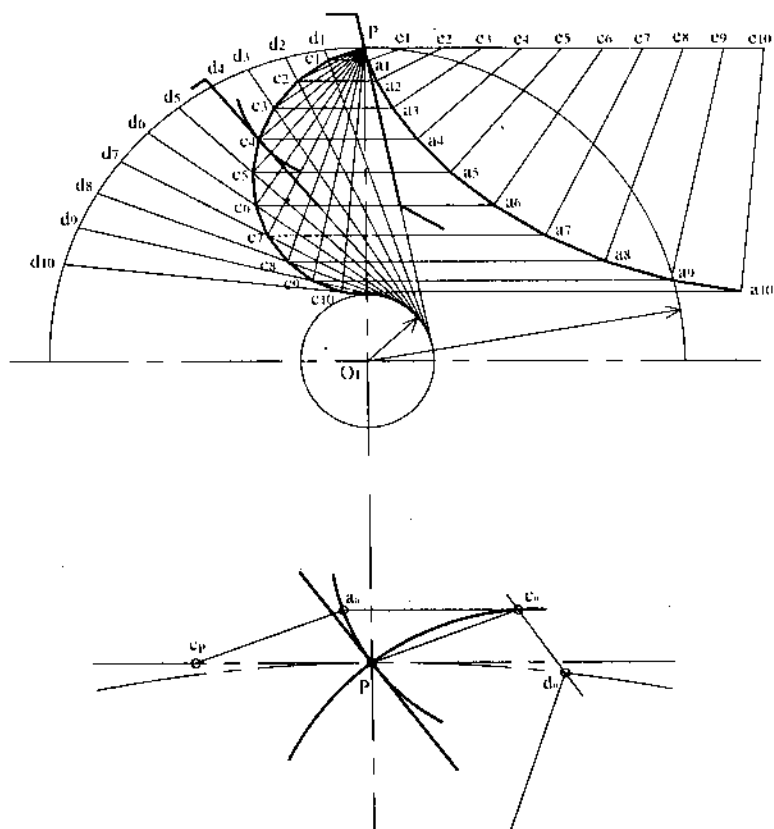


Hình 2.3 Xác định mặt khởi thủy K – mặt tiếp tuyến với các vị trí của bề mặt chi tiết C khi chuyển động tạo hình (họ bề mặt C).

Có thể tìm đường bao của họ đường profin chi tiết bằng đồ thị khi cho cả chi tiết và dụng cụ chuyển động. Trong trường hợp này, trước hết dựa vào điều kiện chuyển động tạo hình tìm điểm tiếp xúc của dụng cụ và chi tiết trong quá trình chuyển động tạo hình ở các thời điểm khác nhau (mặt khởi thủy). Sau đó dùng đồ thị chuyển các điểm của dụng cụ về vị trí ban đầu (trên đồ thị). Tập hợp tất cả các điểm đó là đường bao, đường tiếp tuyến với các vị trí của bề mặt chi tiết (tiếp tuyến với họ đường profin chi tiết).

Ví dụ, chi tiết là cạnh bên của trục then hoa, chuyển động tạo hình là chuyển động lăn không trượt của vòng tròn tâm tích chi tiết r trên đường tâm tích của dụng cụ (hình 2.4), nghĩa là chi tiết chuyển động quay tròn quanh trục của nó và dụng cụ chuyển động tịnh tiến song song với đường thẳng tâm tích, tiếp tuyến với vòng tròn tâm tích chi tiết tại P . Vẽ profin chi tiết ở các thời điểm i khác nhau. Tại điểm tiếp xúc của profin chi tiết và dụng cụ có một tiếp tuyến chung (véctor tốc độ chuyển động tương đối ở điểm tiếp xúc hướng theo phương của tiếp tuyến chung). Tại thời điểm đó, chuyển động tương đối coi như chuyển động quay quanh tâm quay tức thời P (tiếp điểm của hai đường tâm tích) – cực tạo hình. Do đó, để tìm các điểm tiếp xúc (điểm lưỡi cắt của dụng cụ cắt profin chi tiết), từ P hạ đường pháp tuyến đến profin chi tiết (pháp tuyến chung đi qua tâm quay tức thời P). Tìm được các điểm tiếp xúc c_i (c_1, c_2, \dots), để xác định đường bao của họ đường

cong chi tiết, các điểm c_i được lùi về vị trí ban đầu khi lưỡi cắt và chi tiết tiếp xúc tại P được các điểm a_1, a_2, \dots, a_i . Nối các điểm này lại với nhau bằng đồ thị được một đường cong, đó chính là đường bao của họ prôfin chi tiết cũng chính là prôfin lưỡi cắt (hình 2.4).



Hình 2.4 Xác định đường bao (prôfin lưỡi cắt) khi cắt cạnh bên thẳng của trục then hoa bằng đồ thị.

2.2. Phương pháp xác định mặt khởi thủy K bằng giải tích

Mặt khởi thủy K của dụng cụ được xác định như là mặt bao của họ bề mặt chi tiết C trong quá trình chuyển động. Bề mặt chi tiết có thể được biểu diễn bằng đường cong phẳng của tiết diện thẳng, do đó có thể tìm mặt khởi thủy bằng cách xác định đường bao của họ đường cong phẳng, đó chính là lưỡi cắt nằm trên mặt khởi thủy K của dụng cụ.

2.2.1. Xác định prôfin lưỡi cắt (mặt khởi thủy K) bằng cách xác định đường bao của họ đường cong phẳng

Phương pháp này được dùng phổ biến để xác định prôfin lưỡi cắt dụng cụ. Từ phương trình đường cong phẳng biểu diễn prôfin bề mặt C của chi

tiết, với các chuyển động tạo hình đã chọn, xác định được phương trình của họ đường cong phẳng. Từ phương trình của họ đường cong phẳng, xác định được đường bao của họ theo hình giải tích.

2.2.1.1. Xác định phương trình của họ prôfin chi tiết khi có chuyển động tạo hình

Để xác định phương trình có họ đường cong phẳng, một hệ trục gắn liền với chi tiết $O_1x_1y_1$ chuyển động cùng với chi tiết, một hệ trục Oxy gắn liền với dụng cụ. Họ đường cong phẳng prôfin chi tiết có thể được xác định bằng cách cố định dụng cụ (hệ Oxy cố định) và cho chi tiết (hệ $O_1x_1y_1$) chuyển động tương đối với dụng cụ. Với tham số chuyển động C, phương trình họ là phương trình chuyển trục từ hệ $O_1x_1y_1$ sang hệ cố định Oxy.

Ví dụ:

Hãy xác định phương trình họ đường prôfin chi tiết (cạnh bên trục then hoa), khi chuyển động tạo hình là chuyển động lăn không trượt của vòng tròn tâm tích chi tiết với bán kính r trên đường thẳng tâm tích của dụng cụ. Chi tiết quay quanh trục của nó và dụng cụ chuyển động tịnh tiến song song với đường thẳng tâm tích dụng cụ (hình 2.5).

- Hệ trục $O_1x_1y_1$ gắn với prôfin chi tiết, phương trình đường thẳng prôfin chi tiết viết trong hệ $O_1x_1y_1$ gắn liền với chi tiết:

$$y_1 = x_1 \cdot \cot g \gamma \quad (2.1)$$

- Chuyển động chi tiết lăn không trượt vòng tròn bán kính r (vòng tròn tâm tích) trên đường thẳng tâm tích của dụng cụ.

- Hệ trục gắn liền với dụng cụ Oxy (cố định). Thời điểm ban đầu (góc P) hai hệ trục trùng nhau (hình 2.5).

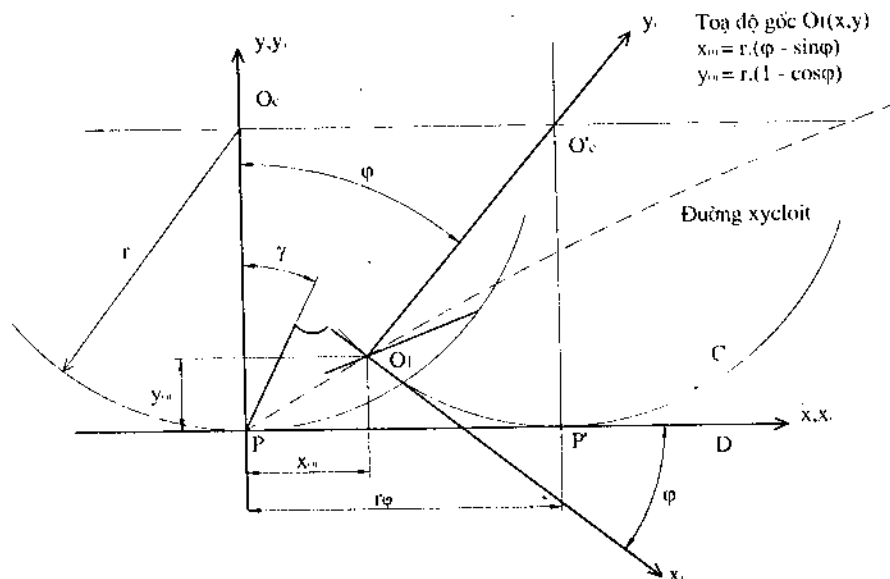
- Dụng cụ cố định nên chi tiết ($O_1x_1y_1$) vừa quay quanh trục của chi tiết vừa phải chuyển động tịnh tiến theo đường thẳng tâm tích của dụng cụ là trục Ox với điều kiện vòng tròn tâm tích của chi tiết bán kính r lăn không trượt trên đường thẳng tâm tích dụng cụ - trục Ox.

Giả sử sau khi quay một góc φ , hệ trục $O_1x_1y_1$ quay một góc φ so với hệ trục Oxy, đồng thời tịnh tiến dọc trục Ox một đoạn bằng $\overline{O_cO_c'} = \overline{PP'} = r \cdot \varphi$. Hệ trục $O_1x_1y_1$ có một vị trí mới gốc P' (hình 2.5). Theo hình giải tích, phương trình của prôfin chi tiết trong hệ trục Oxy sau khi quay một góc φ có dạng như sau:

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= (x - x_{01}) \cos \varphi - (y - y_{01}) \sin \varphi \\ y_1 &= -(x - x_{01}) \sin \varphi + (y - y_{01}) \cos \varphi \end{aligned} \right\} \quad (2.2)$$

x_{O1} và y_{O1} là toạ độ của gốc toạ độ O_1 trong hệ Oxy

$$\left. \begin{aligned} x_{O1} &= r(\varphi - \sin \varphi) \\ y_{O1} &= r(1 - \cos \varphi) \end{aligned} \right\} \quad (2.3)$$



Hình 2.5 Sơ đồ xác định đường bao của họ đường cong với góc quay φ là tham số (chi tiết then hoa thẳng).

Thay x_{O1} và y_{O1} từ (2.3) và quan hệ giữa y_1 và x_1 theo phương trình (2.1), sau khi khai triển và rút gọn ta được phương trình của họ prôfin chi tiết như sau:

$$y = x \cdot \cotg(\varphi + \gamma) + r[1 - \cos \varphi + \sin \varphi \cdot \cotg(\varphi + \gamma) - \varphi \cdot \cotg(\varphi + \gamma)] \quad (2.4)$$

Để tìm phương trình của họ có thể sử dụng ma trận chuyển trục từ $O_1x_1y_1$ sang Oxy , khi quay một góc φ và tịnh tiến theo trục x .

$$\begin{vmatrix} x \\ y \\ 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \cos \varphi & \sin \varphi & x_{O1} \\ -\sin \varphi & \cos \varphi & y_{O1} \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} x_1 \\ y_1 \\ 1 \end{vmatrix} \quad (2.5)$$

Thực hiện phép tính ma trận (2.5) và thay x_{O1}, y_{O1} từ phương trình (2.3) ta xác định được phương trình của họ như phương trình (2.4) ở trên.

2.2.1.2. Xác định prôfin lưỡi cắt (nằm trên mặt khối, thủy K) của dụng cụ như là xác định đường bao của họ đường cong phẳng

• Họ đường cong dạng: $F(x, y, C) = 0 \quad (2.6)$

C- tham số của họ

Phương trình của đường bao của họ được xác định bởi các phương trình sau:

$$\left. \begin{aligned} F(x, y, C) &= 0 \\ \frac{\partial F(x, y, C)}{\partial C} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (2.7)$$

Ví dụ 1:

Tìm đường cong của họ đường cong phẳng cho bởi phương trình:

$$y^2 - (x+c)^3 = 0$$

Giải:

Phương trình đường bao của họ được xác định khi giải đồng thời hai phương trình:

$$\left. \begin{aligned} y^2 - (x+c)^3 &= 0 \\ \frac{\partial F}{\partial C} = -3(x+c)^2 &= 0 \end{aligned} \right\}$$

Được giá trị $x = -c$

Thay giá trị $x = -c$ vào phương trình họ ta được phương trình đường bao: $y^2 = 0$ hay $y = 0$

Vậy trục Ox là đường bao của họ đường cong cho trên (hình 2.6).

Ví dụ 2:

Tìm đường bao của họ đường cong cho bởi phương trình:

$$y^3 - (x-c)^2 = 0$$

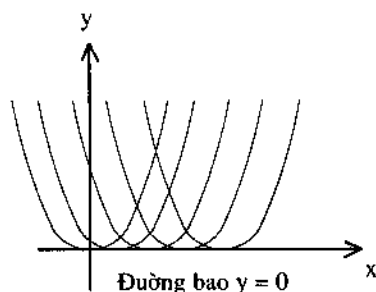
Giải:

Phương trình của đường bao của họ được xác định khi giải đồng thời hai phương trình:

$$\left. \begin{aligned} y^3 - (x-c)^2 &= 0 \\ \frac{\partial F}{\partial C} = -2(x-c) &= 0 \end{aligned} \right\}$$

Được giá trị $x = c$

Thay giá trị $x = c$ vào phương trình họ sẽ được phương trình đường bao: $y^3 = 0$ hay $y = 0$.



Hình 2.6 Đường bao của phương trình ở ví dụ 1.

Đường bao là trục Ox (hình 2.7).

Ví dụ 3:

Cho phương trình họ đường cong profin chi tiết (cạnh bên trục then hoa) khi thiết kế dao phay lần trục then hoa như phương trình (2.4):

$$y = x \cdot \cotg(\varphi + \gamma) + r[1 - \cos\varphi + \sin\varphi \cdot \cotg(\varphi + \gamma) - \varphi \cdot \cotg(\varphi + \gamma)]$$

Hãy xác định đường bao

Giải:

Để xác định đường bao của họ phương trình (2.4) cần xác định đạo hàm của họ với tham số φ :

$$\frac{\partial F(x, y, \varphi)}{\partial \varphi} = \frac{x}{\sin^2(\varphi + \gamma)} - r \left[\frac{\sin \gamma \cdot \cos(\varphi + \gamma)}{\sin^2(\varphi + \gamma)} + \frac{\varphi}{\sin^2(\varphi + \gamma)} - \cotg(\varphi + \gamma) \right] = 0$$

Sau khi biến đổi và rút gọn nhận được:

$$x = r\{\varphi - [\sin(\varphi + \gamma) - \sin\gamma] \cdot \cos(\varphi + \gamma)\} \quad (2.8)$$

Giải cùng với phương trình họ nhận được tọa độ y:

$$y = r \cdot \sin(\varphi + \gamma) \cdot [\sin(\varphi + \gamma) - \sin\gamma] \quad (2.9)$$

Phương trình (2.8) và (2.9) là phương trình thông số của đường bao của họ phương trình (2.4).

Phương trình profin lưỡi cắt nằm trên mặt khởi thủy K của dụng cụ.

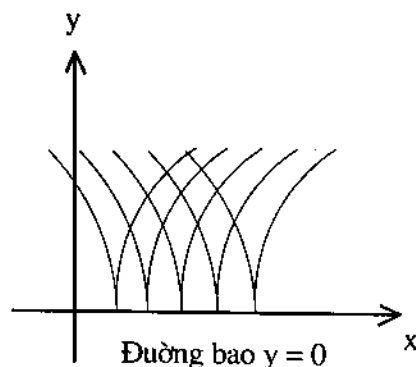
• Họ đường cong cho ở dạng phương trình thông số:

$$\left. \begin{aligned} x &= f_1(t, c) \\ y &= f_2(t, c) \end{aligned} \right\} \quad (2.10)$$

Trong đó: t - thông số đường cong.
 c - tham số của họ.

Phương trình đường bao được xác định theo các phương trình sau:

$$\left. \begin{aligned} x &= f_1(t, c) \\ y &= f_2(t, c) \\ \left| \begin{array}{cc} \frac{\partial f_1}{\partial t} & \frac{\partial f_1}{\partial c} \\ \frac{\partial f_2}{\partial t} & \frac{\partial f_2}{\partial c} \end{array} \right| &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (2.11)$$



Hình 2.7 Đường bao của phương trình ở ví dụ 2.

Ví dụ 4:

Xác định đường bao của họ đường cong cho bởi hệ phương trình sau:

$$x = \cos \alpha + t$$

$$y = \sin \alpha$$

Trong đó: α - thông số của đường cong.

t - tham số của họ.

Giải:

Để xác định phương trình đường bao của họ, cần xác định các đạo hàm riêng theo α và t :

$$\frac{\partial x}{\partial \alpha} = -\sin \alpha; \quad \frac{\partial x}{\partial t} = 1; \quad \frac{\partial y}{\partial \alpha} = \cos \alpha; \quad \frac{\partial y}{\partial t} = 0$$

$$\begin{vmatrix} \frac{\partial x}{\partial \alpha} & \frac{\partial y}{\partial \alpha} \\ \frac{\partial x}{\partial t} & \frac{\partial y}{\partial t} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} -\sin \alpha & 1 \\ \cos \alpha & 0 \end{vmatrix} = 0$$

$$\cos \alpha = 0; \quad \alpha = 0; \quad \alpha = \frac{\pi}{2}$$

Thay vào phương trình họ tìm được phương trình đường bao:

$$x = t \text{ và } y = \pm 1$$

Vậy đường bao của họ là hai đường thẳng $y = \pm 1$ song song với trục Ox (hình 2.8)

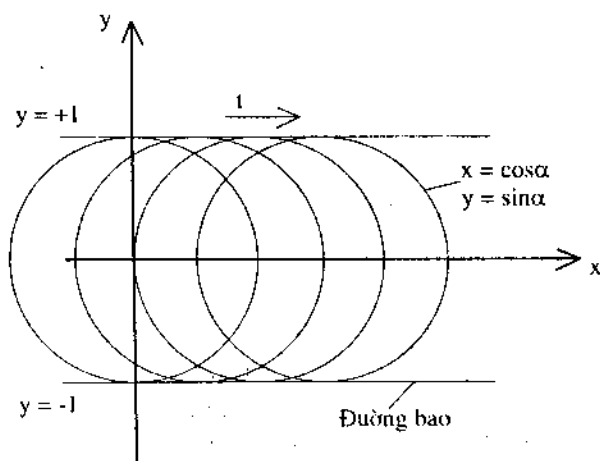
Ví dụ 5:

Xác định đường bao của họ đường cong phẳng cho bởi phương trình sau:

$$\left. \begin{aligned} x &= 2R + R \cdot \cos \alpha \\ y &= R \cdot \sin \alpha \end{aligned} \right\}$$

Trong đó: α - thông số của đường cong.

R - tham số của họ.



Hình 2.8 Đường bao của hệ phương trình ở ví dụ 4.

Giải:

Để xác định đường bao, cần tính đạo hàm riêng của x và y theo α và R .

$$\frac{\partial x}{\partial \alpha} = -R \cdot \sin \alpha \quad \frac{\partial y}{\partial \alpha} = R \cos \alpha$$

$$\frac{\partial x}{\partial R} = 2 + \cos \alpha \quad \frac{\partial y}{\partial R} = \sin \alpha$$

Giải định thức:

$$\begin{vmatrix} -R \cdot \sin \alpha & R \cdot \cos \alpha \\ 2 + \cos \alpha & \sin \alpha \end{vmatrix} = 0$$

$$-R \sin^2 \alpha - 2R \cos \alpha - R \cos^2 \alpha = 0$$

$$R(1 + 2 \cos \alpha) = 0 \quad \cos \alpha = -\frac{1}{2}$$

$\sin \alpha = \pm \frac{\sqrt{3}}{2}$ thay vào phương trình của họ ta xác định được phương

trình đường bao: $y = \pm \frac{\sqrt{3}}{3} x$

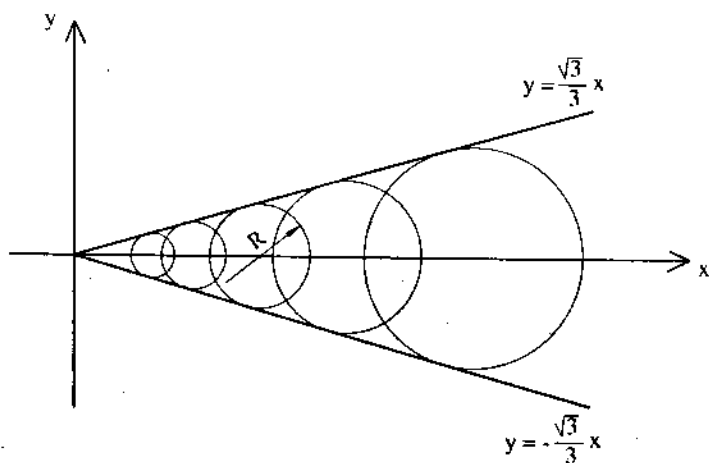
Đó là 2 đường thẳng có hệ số góc là $\pm \frac{\sqrt{3}}{3}$ (hình 2.9).

2.2.1.3. Phương pháp động học xác định đường bao của họ prôfin chi tiết.

Phương pháp động học xác định đường bao dựa

vào nguyên lý cơ bản động học tiếp xúc của hai bề mặt đối tiếp.

Tại điểm tiếp xúc của cặp prôfin đối tiếp (hai đường cong phẳng đối tiếp) có tiếp tuyến chung và pháp tuyến chung. Chuyển động tương đối tức thời của điểm tiếp xúc được coi như là chuyển động quay tức thời quanh



Hình 2.9 Đường bao của hệ phương trình ở ví dụ 5.

tâm quay tức thời nằm trên pháp tuyến chung. Vectơ chuyển động tương đối tức thời hướng theo phương tiếp tuyến chung. Vì thế tại điểm tiếp xúc của cặp profin đối tiếp (điểm nằm trên đường bao) thì vectơ tốc độ chuyển động tương đối \overline{V} phải vuông góc với vectơ pháp tuyến \overline{N} của đường cong. Do đó phương trình động học để xác định đường bao là:

$$\overline{N} \cdot \overline{V} = 0 \quad (2.12)$$

\overline{N} - vectơ pháp tuyến với đường cong.

\overline{V} - vectơ chuyển động tương đối.

Khảo sát khi gia công mặt trụ bằng dụng cụ có chuyển động quay tròn quanh trục song song với mặt trụ. Hãy tìm bề mặt khởi thủy (đường bao của họ) profin chi tiết (hình 2.10).

Theo sơ đồ trên hình 2.10, chi tiết quay quanh trục của nó với tốc độ $\overline{\omega}_1$, \overline{V}_1 (bán kính r_1). Dụng cụ quay quanh trục của nó với tốc độ $\overline{\omega}_2$, \overline{V}_2 (bán kính r_2). Cố định dụng cụ, chi tiết phải chuyển động tương đối quay quanh trục của nó với \overline{V}_1 và quay quanh trục của dụng cụ với \overline{V}_2 .

Xét tại các điểm bất kỳ trên bề mặt C:

Tại điểm 1 (hình 2.10) có tốc độ chuyển động tương đối $\overline{V} = \overline{V}_1 + \overline{V}_2$ không vuông góc với vectơ pháp tuyến \overline{N} .

Tại điểm 2, vectơ tốc độ $\overline{V} = \overline{V}_1 + \overline{V}_2$ chuyển động tương đối không vuông góc với vectơ pháp tuyến \overline{N} . Các điểm 1, 2 không thể nằm trên mặt khởi thủy K (mặt bao).

Tại điểm 3 và điểm 4, vectơ tốc độ chuyển động tương đối $\overline{V} = \overline{V}_1 + \overline{V}_2$ vuông góc với vectơ pháp tuyến với mặt C tại điểm \overline{N} . Vậy các điểm 3 và 4 trên hình (2.10) nằm trên mặt khởi thủy K - đường bao của họ đường cong C trong quá trình chuyển động.

Nổi các điểm 3-4 ta được đường bao của họ đường tròn khi quay quanh tâm O_2 là đường tròn bán kính $r_2 = \overline{O_1O_2} - r_1$.

Phương trình động học đường bao $\overline{N} \cdot \overline{V} = 0$ có thể được phân tích như sau:

Véc tơ pháp tuyến của đường cong $F(x,y) = 0$ có thể được viết dưới dạng:

$$\bar{N} = N \left(\frac{\partial F}{\partial x}; \frac{\partial F}{\partial y} \right) = \frac{\partial F}{\partial x} \mathbf{i} + \frac{\partial F}{\partial y} \mathbf{j} \quad (2.13)$$

Véc tơ tốc độ chuyển động tương đối \bar{V} có thể được viết dưới dạng:

$$\bar{V} = V \left(\frac{\partial x}{\partial t}; \frac{\partial y}{\partial t} \right) = \frac{\partial x}{\partial t} \mathbf{i} + \frac{\partial y}{\partial t} \mathbf{j} \quad (2.14)$$

Do đó
$$\bar{N} \cdot \bar{V} = \left(\frac{\partial F}{\partial x} \mathbf{i} + \frac{\partial F}{\partial y} \mathbf{j} \right) \cdot \left(\frac{\partial x}{\partial t} \mathbf{i} + \frac{\partial y}{\partial t} \mathbf{j} \right) = 0$$

$$\bar{N} \cdot \bar{V} = \frac{\partial F}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial t} + \frac{\partial F}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial t} = \frac{\partial F(x,y,t)}{\partial t} = 0 \quad (2.15)$$

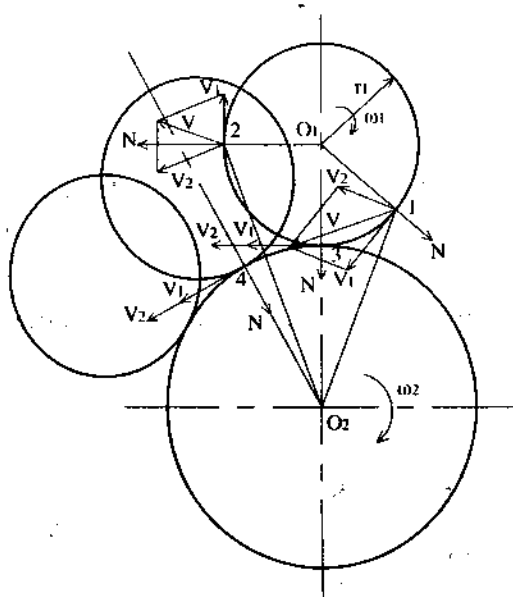
Phương trình (2.15) là phương trình điều kiện của đường bao, giải cùng với $F(x,y,t) = 0$ sẽ nhận được phương trình đường bao.

Ví dụ:

Bằng phương pháp động học hãy tìm đường bao của họ đường tròn khi chuyển động tịnh tiến dọc trục x.

Giải:

Giả sử đường tròn có bán kính bằng đơn vị ($r=1$) chuyển động với vận tốc \bar{V} song song với trục Ox. Phương của pháp tuyến \bar{N} tại một điểm bất kỳ trên vòng tròn trùng với bán kính vòng tròn tại điểm đó. Để tìm đường bao cần tìm điểm trên vòng tròn thoả mãn điều kiện véc tơ pháp tuyến \bar{N} vuông góc với véc tơ vận tốc \bar{V} . Điểm đó là điểm mà bán kính của nó vuông góc với phương của véc tơ \bar{V} , tức là vuông góc với trục Ox, tại đó giá trị $y = \pm 1$.



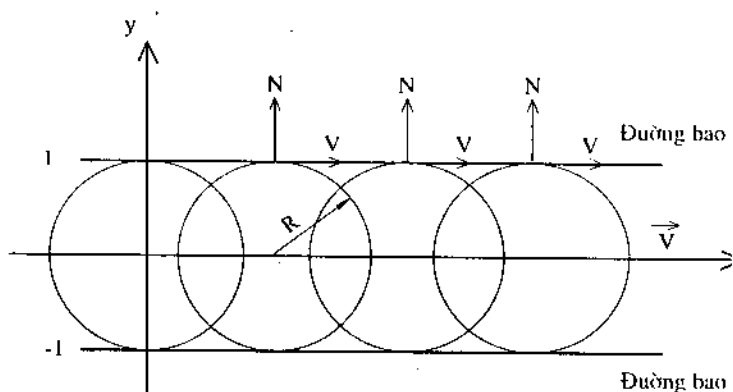
Hình 2.10 Phương pháp động học xác định đường bao.

Như vậy đường bao là hai đường thẳng song song với trục Ox và có tung độ là $y = \pm 1$ (hình 2.11).

2.2.2. Xác định mặt khới thủy K của dụng cụ bằng cách xác định mặt bao của họ bề mặt chi tiết

2.2.2.1. Xác định phương trình của họ bề mặt C khi có chuyển động tạo hình

Để xác định phương trình của họ bề mặt C trong quá trình chuyển động tạo hình, ta đặt hệ trục $O_1x_1y_1z_1$ gắn liền với chi tiết (mặt C) chuyển

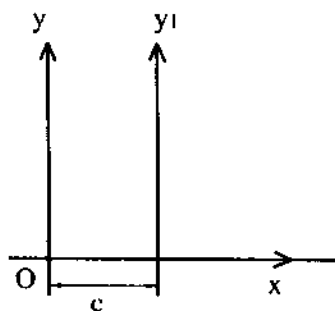


Hình 2.11 Xác định đường bao của họ đường tròn.

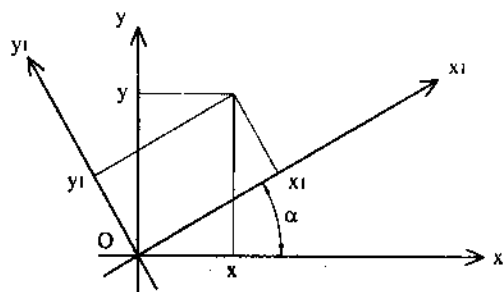
động cùng với mặt C . Đặt hệ trục $Oxyz$ gắn liền với dụng cụ (mặt D) chuyển động cùng với dụng cụ.

Họ mặt C có thể được xác định bằng cách cố định hệ trục $Oxyz$ gắn với dụng cụ và cho bề mặt C cùng với hệ trục $O_1x_1y_1z_1$ chuyển động tương đối đối với hệ $Oxyz$ (dụng cụ) với tham số là C . Phương trình của họ bề mặt C chính là phương trình chuyển trục từ hệ $O_1x_1y_1z_1$ sang hệ $Oxyz$ với tham số của họ là C .

Phương trình chuyển đổi trục có thể được viết dưới dạng hình giải tích, ma trận, v.v.



Hình 2.12a. Dịch tịnh tiến hệ trục tọa độ 1 đoạn bằng c .



Hình 2.12b. Quay hệ trục tọa độ quanh trục oz một góc α .

Ví dụ:

Khi dịch chuyển song song (tịnh tiến) một hệ trục tọa độ (hình 2.12a).

$$\left. \begin{aligned} y &= y_1 \\ x &= x_1 + c \end{aligned} \right\} \quad (2.16)$$

Quay hệ trục tọa độ quanh trục (Oz) đi một góc α , (hình 2.12b).

$$\left. \begin{aligned} x &= x_1 \cdot \cos \alpha - y_1 \cdot \sin \alpha \\ y &= x_1 \cdot \sin \alpha + y_1 \cdot \cos \alpha \\ x_1 &= x \cdot \cos \alpha - y \cdot \sin \alpha \\ y_1 &= x \cdot \sin \alpha + y \cdot \cos \alpha \end{aligned} \right\} \quad (2.17)$$

• Trường hợp tổng quát (hình 2.13).

Cho hai hệ tọa độ $S_1(x_1, y_1, z_1)$ và $S_2(x_2, y_2, z_2)$, gốc tọa độ là O_1 và O_2 biết:

- Góc của các trục tọa độ tương ứng của hai hệ là φ .
- Tọa độ tâm O_1 trong hệ tọa độ S_2 là (a, b, c) : $O_1(a, b, c)$.
- Điểm $A(x_1, y_1, z_1)$ trong hệ S_1 , xác định được điểm $A(x_2, y_2, z_2)$ trong hệ tọa độ S_2 .

Theo hình giải tích thì tọa độ x_2, y_2, z_2 được xác định như sau:

$$\left. \begin{aligned} x_2 &= a_{11} \cdot x_1 + a_{12} \cdot y_1 + a_{13} \cdot z_1 + a \\ y_2 &= a_{21} \cdot x_1 + a_{22} \cdot y_1 + a_{23} \cdot z_1 + b \\ z_2 &= a_{31} \cdot x_1 + a_{32} \cdot y_1 + a_{33} \cdot z_1 + c \end{aligned} \right\} \quad (2.18)$$

Trong đó a_{ij} là các cosin chỉ phương giữa các trục x_1, y_1, z_1 và x_2, y_2, z_2 :

$$\begin{aligned} a_{11} &= \cos(x_2, x_1); & a_{12} &= \cos(x_2, y_1); & a_{13} &= \cos(x_2, z_1); \\ a_{21} &= \cos(y_2, x_1); & a_{22} &= \cos(y_2, y_1); & a_{23} &= \cos(y_2, z_1); \\ a_{31} &= \cos(z_2, x_1); & a_{32} &= \cos(z_2, y_1); & a_{33} &= \cos(z_2, z_1); \end{aligned}$$

2.2.2.2. Xác định mặt khởi thủy K của dụng cụ như xác định mặt bao của họ bề mặt chi tiết C

1) Phương pháp xác định mặt bao bằng giải tích

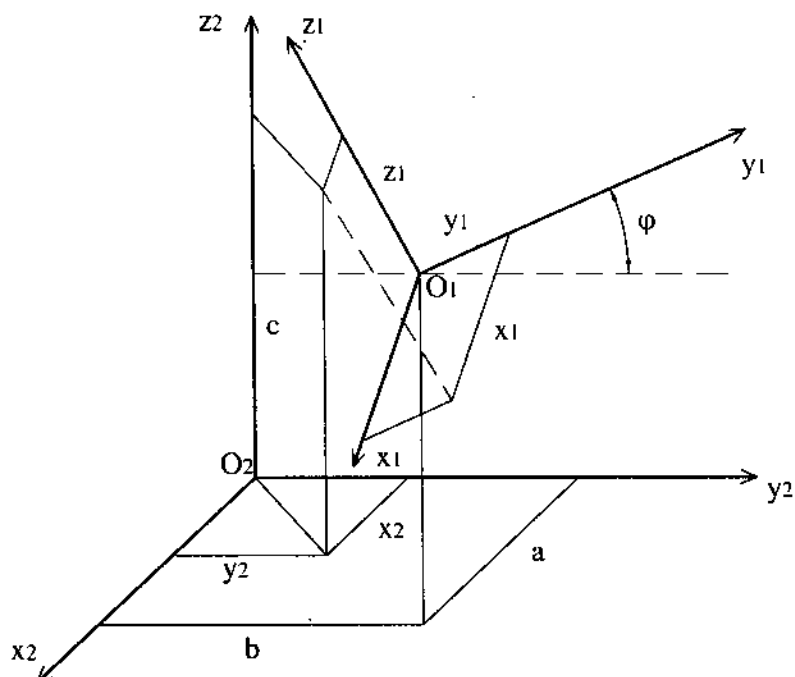
a) Họ bề mặt trong chuyển động tạo hình có tham số C cho dạng tường minh:

$$F(x, y, z, C) = 0 \quad (2.19)$$

Mặt bao của họ bề mặt (2.19) được xác định bởi các phương trình sau:

$$\left. \begin{aligned} F(x, y, z, C) &= 0 \\ \frac{\partial F(x, y, z, C)}{\partial C} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (2.20)$$

Từ phương trình $\frac{\partial F(x, y, z, C)}{\partial C} = 0$ xác định được tham số C và thay vào phương trình họ, tìm được phương trình mặt bao (2.20).



Hình 2.13 Hệ trục $Ox_1y_1z_1$ sang hệ $Oxyz$.

Ví dụ 1:

Tìm mặt bao của họ bề mặt cho bởi phương trình sau:

$$y \cdot \cos \alpha - z \cdot \sin \alpha - f(x) = 0 \quad (2.21)$$

α là tham số của họ.

Giải:

Để tìm mặt bao của họ cần tìm đạo hàm riêng của họ với tham số C :

$$\frac{\partial F(x, y, z, C)}{\partial C} = -y \cdot \sin \alpha - z \cdot \cos \alpha = 0$$

$y \cdot \sin \alpha + z \cdot \cos \alpha = 0$ giải cùng với phương trình của họ phương trình mặt bao là:

$$\left. \begin{aligned} y \cdot \sin \alpha + z \cdot \cos \alpha &= 0 \\ y \cdot \cos \alpha - z \cdot \sin \alpha &= f(x) \end{aligned} \right\}$$

Bình phương các vế của các phương trình và cộng lại ta được:

$$y^2 \cdot \sin^2 \alpha + z^2 \cdot \cos^2 \alpha + 2 \cdot y \cdot z \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha = 0$$

$$y^2 \cdot \cos^2 \alpha + z^2 \cdot \sin^2 \alpha - 2 \cdot y \cdot z \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha = f^2(x) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow y^2 \cdot (\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) + z^2 \cdot (\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) = f^2(x) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow y^2 + z^2 = f^2(x) \quad (2.22)$$

Phương trình (2.22) là phương trình mặt bao của họ phương trình (2.21). Đây là phương trình của bề mặt tròn xoay quanh trục Ox.

Ví dụ trên là tìm bề mặt khởi thủy của dụng cụ khi tạo hình bề mặt định hình (rãnh) có tiết diện thẳng là $y = f(x)$ (hình 2.14). Dụng cụ quay quanh trục Ox với tham số là góc quay α , cách bề mặt rãnh một đoạn bất kỳ nằm trong cùng tiết diện thẳng của mặt rãnh.

Khảo sát bề mặt phương trình (2.22) ta thấy:

- Cắt mặt phương trình (2.22) bằng mặt phẳng bất kỳ vuông góc với trục Ox, giao tuyến của chúng sẽ là: $y^2 + z^2 = f^2(A) = R^2$.

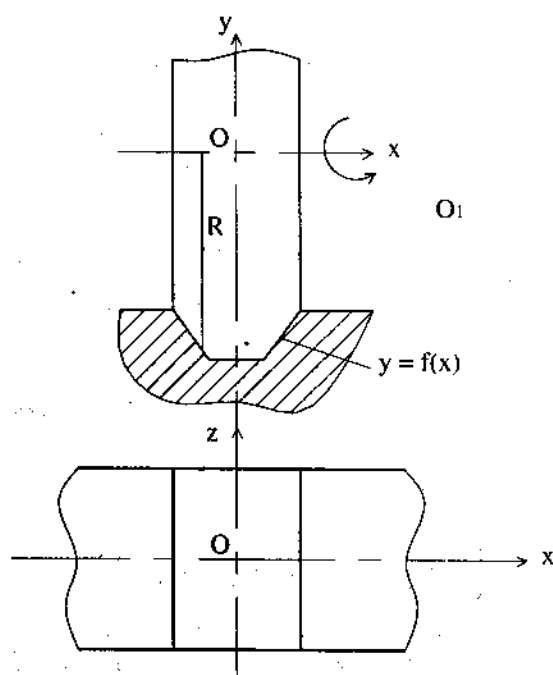
Phương trình giao tuyến là phương trình của vòng tròn có tâm là trục Ox.

- Cắt mặt phương trình (2.22) bằng mặt phẳng chứa trục x ($z = 0$) hoặc ($y = 0$)

$$z = 0 \quad y^2 = f^2(x) \quad y = f(x)$$

$$y = 0 \quad z^2 = f^2(x) \quad z = f(x)$$

Do đó bề mặt phương trình (2.22) là bề mặt tròn xoay có trục tâm là trục Ox (trục quay của dụng cụ) và tiết diện chiều trục của bề mặt tròn xoay là $y = f(x)$ trùng với tiết diện thẳng của bề mặt chi tiết. Bề mặt phương trình (2.22) là mặt khởi thủy của dao phay định hình phay rãnh.



Hình 2.14 Xác định mặt khởi thủy.

b) Khi họ bề mặt C định trước cho bởi phương trình thông số:

$$\left. \begin{aligned} x &= f_1(u, v, t) \\ y &= f_2(u, v, t) \\ z &= f_3(u, v, t) \end{aligned} \right\} \quad (2.23)$$

Trong đó u, v là thông số bề mặt; t là tham số của họ.

Phương trình mặt bao của họ được xác định bởi hệ các phương trình sau:

$$\left. \begin{aligned} x &= f_1(u, v, t) \\ y &= f_2(u, v, t) \\ z &= f_3(u, v, t) \\ \left| \begin{array}{ccc} \frac{\partial x}{\partial u} & \frac{\partial y}{\partial u} & \frac{\partial z}{\partial u} \\ \frac{\partial x}{\partial v} & \frac{\partial y}{\partial v} & \frac{\partial z}{\partial v} \\ \frac{\partial x}{\partial t} & \frac{\partial y}{\partial t} & \frac{\partial z}{\partial t} \end{array} \right| &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (2.24)$$

Ví dụ 2:

Tìm mặt bao của họ bề mặt cho bởi hệ phương trình:

$$\left. \begin{aligned} x &= l \cdot \sin \epsilon \cdot \cos \tau + l \cdot \operatorname{ctg} \rho \cdot \sin \tau + C \\ y &= l \cdot \operatorname{ctg} \rho \cdot \cos \tau - l \cdot \sin \epsilon \cdot \sin \tau \\ z &= l \cdot \cos \epsilon \end{aligned} \right\} \quad (2.25)$$

Trong đó: l và ϵ là thông số của bề mặt.

C - tham số của họ.

Giải:

Lấy các đạo hàm riêng của phương trình (2.25):

$$\begin{aligned} \frac{\partial x}{\partial C} &= 1 & \frac{\partial y}{\partial C} &= 0 & \frac{\partial z}{\partial C} &= 0 \\ \frac{\partial x}{\partial l} &= \sin \epsilon \cdot \cos \tau + \operatorname{ctg} \rho \cdot \sin \tau; & \frac{\partial y}{\partial l} &= \operatorname{ctg} \rho \cdot \cos \tau - \sin \epsilon \cdot \sin \tau; & \frac{\partial z}{\partial l} &= \cos \epsilon \\ \frac{\partial x}{\partial \epsilon} &= l \cdot \cos \epsilon \cdot \cos \tau & \frac{\partial y}{\partial \epsilon} &= -l \cdot \cos \epsilon \cdot \sin \tau & \frac{\partial z}{\partial \epsilon} &= -l \cdot \sin \epsilon \end{aligned}$$

$$\left| \begin{array}{ccc} \sin \epsilon \cdot \cos \tau + \operatorname{ctg} \rho \cdot \sin \tau & \operatorname{ctg} \rho \cdot \cos \tau - \sin \epsilon \cdot \sin \tau & \cos \epsilon \\ l \cdot \cos \epsilon \cdot \cos \tau & -l \cdot \cos \epsilon \cdot \sin \tau & -l \cdot \sin \epsilon \\ 1 & 0 & 0 \end{array} \right| = 0$$

Giải định thức trên ta được:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \tau &= \sin \varepsilon \operatorname{ctg} \rho \\ \sin \varepsilon &= \operatorname{tg} \tau \operatorname{tg} \rho \end{aligned} \right\} \quad (2.26)$$

Thay phương trình (2.26) vào phương trình (2.25) ta được phương trình mặt bao của họ (2.25).

$$y = z \cdot \sqrt{\frac{\cos^2 \tau}{\sin^2 \rho} - 1} \quad (2.27)$$

Vậy mặt bao của họ phương trình (2.25) là mặt phẳng phương trình (2.27) chứa trục Ox – góc nghiêng giữa mặt phẳng bao và trục z là góc β (hình 2.15a).

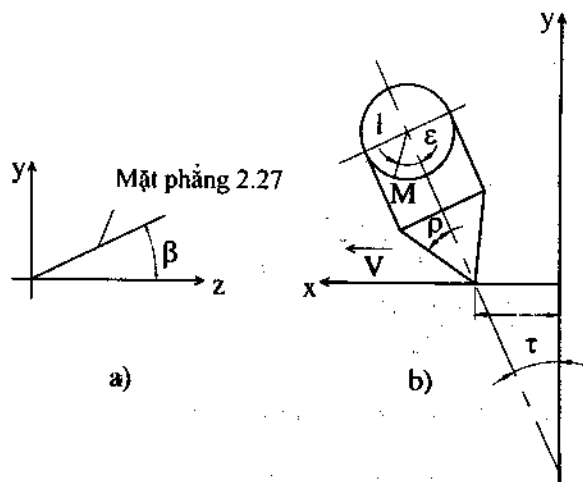
$$\operatorname{tg} \beta = \sqrt{\frac{\cos^2 \tau}{\sin^2 \rho} - 1} \quad \cos \beta = \frac{\sin \rho}{\cos \tau}$$

Họ bề mặt phương trình (2.25) là họ do mặt côn có trục nghiêng với trục y một góc τ chuyển động tịnh tiến dọc trục x với tốc độ \bar{V} tạo thành như trên hình 2.15b.

Tương tự như ví dụ trên, người ta mài mặt sau mũi khoan là mặt phẳng bằng hai đá mài côn lắp cùng một trục (hình 2.16).

Trong quá trình mài sắc, đá mài quay quanh trục của nó

(chuyển động cắt chính) tạo ra tốc độ cắt. Mũi khoan được mài nhờ chuyển động tịnh tiến nghiêng với phương của trục đá mài. Quá trình mài tạo ra hai mặt sau là hai mặt phẳng, mặt bao của họ mặt côn đá. Có nghĩa là mặt phẳng cần mài trùng với mặt bao của họ mặt côn (hình 2.16).

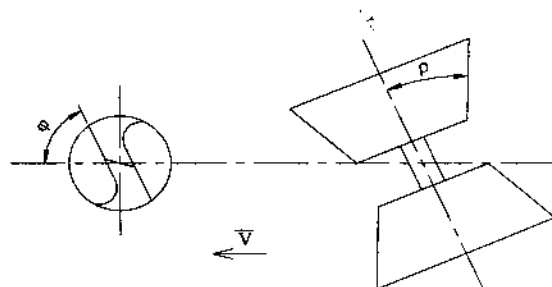


Hình 2.15 Bề mặt chi tiết và mặt bao khi chuyển động với thông số C .

Quan hệ giữa góc nghiêng của trục đá τ , góc prôfin của đá ρ và góc nghiêng của mặt phẳng cần mài được biểu diễn như quan hệ giữa mặt phẳng bao với trục z :

$$\sin \rho = \cos \beta \cdot \cos \tau \quad (2.28)$$

Vì giao tuyến của hai mặt sau là lưỡi cắt ngang cho nên khi đặt mũi khoan cần chỉnh cho lưỡi cắt ngang chuyển động song song với hướng tịnh tiến. Góc β là góc giữa 2 mặt sau do theo phương vuông góc với lưỡi cắt ngang.



Hình 2.16 Sơ đồ mài mặt sau mũi khoan là mặt phẳng bằng hai đá mài côn.

c) Phương trình của họ bề mặt định trước phụ thuộc hai tham số chuyển động có dạng:

$$F(x, y, z, C, k) = 0 \quad (2.29)$$

Phương trình mặt bao được xác định bởi hệ phương trình:

$$\left. \begin{aligned} F(x, y, z, C, k) &= 0 \\ \frac{\partial F(x, y, z, C, k)}{\partial C} &= 0 \\ \frac{\partial F(x, y, z, C, k)}{\partial k} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (2.30)$$

d) Họ bề mặt định trước cho dưới dạng:

$$\left. \begin{aligned} x &= f_1(u, v, c, k) \\ y &= f_2(u, v, c, k) \\ z &= f_3(u, v, c, k) \end{aligned} \right\} \quad (2.31)$$

Trong đó u, v là tham số của bề mặt, c, k là tham số của họ.

Mặt bao của họ phương trình (2.31) được xác định bởi hệ phương trình:

$$\left. \begin{aligned} x &= f_1(u, v, c, k) \\ y &= f_2(u, v, c, k) \\ z &= f_3(u, v, c, k) \end{aligned} \right\} \quad (2.32)$$

$$\left\{ \begin{aligned} \begin{vmatrix} \frac{\partial x}{\partial u} & \frac{\partial y}{\partial u} & \frac{\partial z}{\partial u} \\ \frac{\partial x}{\partial v} & \frac{\partial y}{\partial v} & \frac{\partial z}{\partial v} \\ \frac{\partial x}{\partial c} & \frac{\partial y}{\partial c} & \frac{\partial z}{\partial c} \end{vmatrix} &= 0; \\ \begin{vmatrix} \frac{\partial x}{\partial u} & \frac{\partial y}{\partial u} & \frac{\partial z}{\partial u} \\ \frac{\partial x}{\partial v} & \frac{\partial y}{\partial v} & \frac{\partial z}{\partial v} \\ \frac{\partial x}{\partial k} & \frac{\partial y}{\partial k} & \frac{\partial z}{\partial k} \end{vmatrix} &= 0 \end{aligned} \right\}$$

2) Phương pháp động học xác định mặt bao của họ bề mặt

- Giả sử bề mặt chi tiết C trong hệ tọa độ Oxyz gắn với chi tiết có phương trình :

$$F(x, y, z) = 0 \quad (2.33)$$

- Hệ trục cố định $O_0x_0y_0z_0$.

Vị trí của hệ tọa độ động Oxyz so với hệ trục tọa độ cố định $O_0x_0y_0z_0$ được xác định bằng các công thức chuyển trục tọa độ.

Chuyển động của xyz trong hệ $x_0y_0z_0$ được xác định bằng tham số chuyển động là thời gian t. Công thức chuyển trục tọa độ có dạng:

$$\left. \begin{aligned} x &= f_1(x_0, y_0, z_0) \\ y &= f_2(x_0, y_0, z_0) \\ z &= f_3(x_0, y_0, z_0) \end{aligned} \right\} \quad (2.34)$$

Giải đồng thời công thức chuyển trục tọa độ và phương trình mặt C trong hệ Oxyz xác định được họ bề mặt chi tiết C:

$$F[f_1(x_0, y_0, z_0); f_2(x_0, y_0, z_0); f_3(x_0, y_0, z_0)] = 0$$

Phương trình của mặt bao của họ trên là:

$$\left. \begin{aligned} F[f_1(x_0, y_0, z_0); f_2(x_0, y_0, z_0); f_3(x_0, y_0, z_0)] &= 0 \\ \frac{\partial F[f_1(x_0, y_0, z_0); f_2(x_0, y_0, z_0); f_3(x_0, y_0, z_0)]}{\partial t} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (2.35)$$

Lấy đạo hàm của (2.35) ta có:

$$\frac{\partial F}{\partial t} = \frac{\partial F}{\partial f_1} \cdot \frac{\partial f_1}{\partial t} + \frac{\partial F}{\partial f_2} \cdot \frac{\partial f_2}{\partial t} + \frac{\partial F}{\partial f_3} \cdot \frac{\partial f_3}{\partial t}$$

$$\frac{\partial F}{\partial f_1} = \frac{\partial F}{\partial x}; \quad \frac{\partial F}{\partial f_2} = \frac{\partial F}{\partial y}; \quad \frac{\partial F}{\partial f_3} = \frac{\partial F}{\partial z};$$

Với bề mặt C thì $\frac{\partial F}{\partial x}; \frac{\partial F}{\partial y}; \frac{\partial F}{\partial z}$ là tọa độ của vectơ pháp tuyến \vec{N} với mặt C:

$$\vec{N} = N \left(\frac{\partial F}{\partial x}; \frac{\partial F}{\partial y}; \frac{\partial F}{\partial z} \right)$$

$$\vec{N} = \frac{\partial F}{\partial x} \mathbf{i} + \frac{\partial F}{\partial y} \mathbf{j} + \frac{\partial F}{\partial z} \mathbf{k}$$

$$\frac{\partial f_1}{\partial t} = \frac{\partial x}{\partial t}; \quad \frac{\partial f_2}{\partial t} = \frac{\partial y}{\partial t}; \quad \frac{\partial f_3}{\partial t} = \frac{\partial z}{\partial t};$$

Ở đây $\frac{\partial x}{\partial t}, \frac{\partial y}{\partial t}$ và $\frac{\partial z}{\partial t}$ là 3 thành phần của vectơ vận tốc \vec{V} trên C trục.

$$\vec{V} = V \left(\frac{\partial x}{\partial t}; \frac{\partial y}{\partial t}; \frac{\partial z}{\partial t} \right)$$

$$\vec{V} = \frac{\partial x}{\partial t} \mathbf{i} + \frac{\partial y}{\partial t} \mathbf{j} + \frac{\partial z}{\partial t} \mathbf{k}$$

Do đó phương trình đạo hàm (2.35) có thể viết:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial F[f_1(x_0, y_0, z_0); f_2(x_0, y_0, z_0); f_3(x_0, y_0, z_0)]}{\partial t} = \\ & = \frac{\partial F}{\partial x} \cdot \frac{\partial x}{\partial t} + \frac{\partial F}{\partial y} \cdot \frac{\partial y}{\partial t} + \frac{\partial F}{\partial z} \cdot \frac{\partial z}{\partial t} = \vec{N} \cdot \vec{V} = 0 \end{aligned} \quad (2.36)$$

Tức là:

$$\vec{N} \cdot \vec{V} = \frac{\partial F[f_1(x_0, y_0, z_0); f_2(x_0, y_0, z_0); f_3(x_0, y_0, z_0)]}{\partial t} = 0$$

Điều kiện $\vec{N} \cdot \vec{V} = 0$ có nghĩa là tại điểm tiếp xúc của mặt bao và chi tiết vectơ tốc độ của chuyển động tương đối giữa chúng khi chuyển động tạo hình C/D, vuông góc với vectơ pháp tuyến với bề mặt tại điểm đó. Đó là điểm của mặt bao. Có thể viết phương trình mặt bao dưới dạng động học:

$$\left. \begin{aligned} F(x, y, z, t) &= 0 \\ \vec{N} \cdot \vec{V} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (2.37)$$

Tập hợp các điểm tiếp xúc trên bề mặt chi tiết mà ở đó vectơ tốc độ tiếp tuyến với bề mặt chính là đường đặc tính E. Đường đặc tính E có thể xác định bởi phương trình (2.37).

Do đó tập hợp tất cả các đường đặc tính E xác định theo thời gian trong hệ tọa độ cố định tạo ra mặt khởi thủy K của dụng cụ. Còn trong hệ xyz chính là mặt chi tiết C.

Như vậy cách tìm mặt khởi thủy K trong trường hợp tổng quát có thể tiến hành như sau:

- Từ phương trình $\overline{N} \cdot \overline{V} = 0$ tìm được đường đặc tính E trên bề mặt chi tiết ở các thời điểm khác nhau.

- Chuyển trục tọa độ sang hệ $x_0y_0z_0$. Tập hợp các đường đặc tính E trong hệ $x_0y_0z_0$ đó là mặt khởi thủy cần tìm.

Bề mặt chi tiết C có thể thực hiện chuyển động phức tạp, tức là tại mỗi điểm của bề mặt tốc độ \overline{V} là tổng của các tốc độ thành phần:

$$\overline{V} = \overline{V}_1 + \overline{V}_2 \quad (2.38)$$

Điều kiện tìm mặt khởi thủy (mặt bao):

$$\overline{N} \cdot \overline{V} = \overline{N} \cdot \overline{V}_1 + \overline{N} \cdot \overline{V}_2 = 0 \quad (2.39)$$

Có thể xảy ra trường hợp $\overline{N} \cdot \overline{V}_2$ hay $\overline{N} \cdot \overline{V}_1$ luôn luôn bằng 0, có nghĩa là một trong hai thành phần \overline{V}_1 hoặc \overline{V}_2 là vectơ tốc độ của chuyển động tự trượt của mặt C. Khi xác định mặt khởi thủy (mặt bao) có thể bỏ qua chuyển động đó.

Ví dụ về các chuyển động tự trượt:

- Một mặt trụ chuyển động tịnh tiến khứ hồi dọc trục (dọc đường sinh).
- Chuyển động quay của bề mặt tròn xoay quanh trục của nó.

Đường đặc tính E không chỉ phụ thuộc vào hình dáng kích thước của chi tiết mà còn phụ thuộc vào các chuyển động của nó.

Qua các kết quả phân tích trên ta thấy rằng:

- Nếu bề mặt C bất kỳ chuyển động tịnh tiến thì đường cong tiếp xúc (đường đặc tính) sẽ là tập hợp các vị trí hình học của các điểm mà pháp tuyến của nó vuông góc với hướng chuyển động tịnh tiến. Khi chuyển động tịnh tiến của mặt C có hướng không đổi thì đường đặc tính trên mặt C cũng

có hướng không đổi. Suy ra mặt bao sẽ là bề mặt trụ song song với hướng chuyển động tịnh tiến.

- Nếu tại điểm tiếp xúc của mặt C với mặt khời thủy (mặt bao) tại thời điểm bất kỳ có chuyển động tương đối là chuyển động quay tức thời quanh trục P thì đường đặc tính E là tập hợp của những điểm có vị trí hình học trên mặt C mà pháp tuyến với mặt C sẽ đi qua P. Tại các điểm này vectơ tốc độ \vec{V} vuông góc với pháp tuyến \vec{N} , do đó đường đặc tính E là hình chiếu trục P trên bề mặt C. Nếu mặt C quay tức thời quanh trục P không đổi thì đường đặc tính E trên bề mặt không thay đổi vị trí của mình. Mặt quay của E xung quanh trục P sẽ là mặt bao.

Ví dụ:

Dùng phương pháp động học tìm mặt bao của họ mặt C khi mặt C thực hiện chuyển động xoắn vít với thông số chuyển động vít là h dọc trục Ox, làm với C một góc φ không đổi.

$$h = \frac{t}{2\pi} = \frac{|\vec{V}|}{|\vec{\omega}|}$$

$|\vec{V}|$ - giá trị tốc độ tịnh tiến.

$|\vec{\omega}|$ - giá trị tốc độ góc.

(Trường hợp này tương tự như tìm mặt bao khi mài trục vít bằng mặt đầu của đá hoặc tìm mặt khời thủy của dao phay lăn răng khi phay thanh răng).

Cách xác định mặt bao bằng phương pháp động học như sau:

- Gắn vào mặt C hệ trục Oxyz (hình 2.17):

Trục x hướng theo trục chuyển động vít, trục y nằm trong mặt phẳng C.

Phương trình mặt phẳng C trong hệ xyz là:

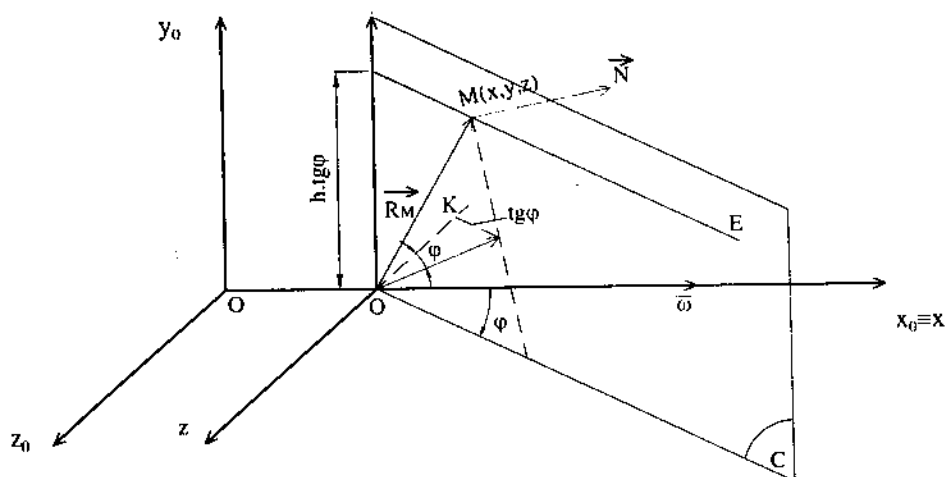
$$z = x.tg\varphi \quad (2.40)$$

- Hệ Oxyz gắn với mặt C và chuyển động xoắn vít đối với hệ cố định $Ox_0y_0z_0$.

- Mặt phẳng C vuông góc với mặt xOz và hợp với Ox $\equiv Ox_0$ một góc φ .

Trong hệ xOz vectơ pháp tuyến \vec{N} với bề mặt C được xác định theo phương trình:

$$\vec{N} = i.tg\varphi - k \quad (2.41)$$



Hình 2.17 Mặt C chuyển động xoắn vít dọc trục $Ox \equiv Ox_0$

Điểm $M(x, y, z)$ trên mặt C có bán kính vectơ $\overline{R_M}$:

$$\overline{R_M} = x.i + y.j + z.k \quad (2.42)$$

Tốc độ chuyển động xoắn vít của điểm M là:

$$\overline{V_M} = \overline{V} + (\overline{\omega} \wedge \overline{R_M}) \quad (2.43)$$

\overline{V} - tốc độ chuyển động tịnh tiến.

$\overline{\omega}$ - tốc độ góc.

$\overline{V_{(\omega)}}$ tại điểm M: $\overline{V_{(\omega)}} = (\overline{\omega} \wedge \overline{R_M})$.

Phương trình động học $\overline{N} \cdot \overline{V} = 0$ chỉ phụ thuộc vào phương của \overline{N} và $\overline{V_M}$ chứ không phụ thuộc vào giá trị của chúng. Do đó để đơn giản ta lấy

giá trị của $|\overline{\omega}| = 1$ thì độ lớn của vectơ $|\overline{V}| = h$ vì $\frac{|\overline{V}|}{|\overline{\omega}|} = h$.

$$\text{Vectơ } \overline{V} = i.h \text{ và } (\overline{\omega} \wedge \overline{R_M}) = \begin{vmatrix} i & j & k \\ 1 & 0 & 0 \\ x & y & z \end{vmatrix} \quad (2.43')$$

Vectơ chuyển động tương đối của điểm M được xác định:

$$\overline{V_M} = i.h + \begin{vmatrix} i & j & k \\ 1 & 0 & 0 \\ x & y & z \end{vmatrix} = i.h + j.z + k.y \quad (2.44)$$

$$\text{Từ đó} \quad \overline{N.V} = (i.tg\varphi - k).(i.h + k.y + j.z)$$

$$\overline{N.V} = h.tg\varphi - y = 0$$

$$\text{Rút ra} \quad y = h.tg\varphi \quad (2.45)$$

Phương trình đường đặc tính E là giao tuyến của hai bề mặt:

$$\left. \begin{aligned} z &= x.tg\varphi \\ y &= h.tg\varphi \end{aligned} \right\} \quad (2.46)$$

Đó là đường thẳng nằm trong mặt C ($z = x.tg\varphi$) và song song với mặt xOz , cách trục Ox một khoảng cách $y = h.tg\varphi$ (hình 2.17). Khi chuyển động xoắn vít đường đặc tính E sẽ vẽ nên mặt bao trong hệ $x_0y_0z_0$.

Để khảo sát mặt bao, giả sử góc quay của xyz quanh trục $Ox_0 \equiv Ox$ so với hệ cố định $x_0y_0z_0$ khi chuyển động xoắn vít là ε và tương ứng với góc quay ε hệ xyz tịnh tiến dọc trục $Ox_0 \equiv Ox$ một đoạn là $h.\varepsilon$. Công thức chuyển trục từ hệ xyz sang hệ $x_0y_0z_0$ là:

$$\left. \begin{aligned} x_0 &= x + h.\varepsilon \\ y_0 &= y.\cos\varepsilon - z.\sin\varepsilon \\ z_0 &= z.\cos\varepsilon + y.\sin\varepsilon \end{aligned} \right\} \quad (2.47)$$

Phương trình (2.47) chính là phương trình họ mặt phẳng C khi chuyển động xoắn vít quanh trục $Ox \equiv Ox_0$ (hình 2.17). Thay $y = h.tg\varphi$ và $z = x.tg\varphi$ (phương trình $\overline{N.V} = 0$ và phương trình mặt C) vào họ (2.47) ta xác định được phương trình mặt bao:

$$\left. \begin{aligned} x_0 &= x + h.\varepsilon \\ y_0 &= h.tg\varphi.\cos\varepsilon - x.tg\varphi.\sin\varepsilon \\ z_0 &= x.tg\varphi.\cos\varepsilon + h.tg\varphi.\sin\varepsilon \end{aligned} \right\} \quad (2.48)$$

Hệ phương trình (2.48) là phương trình của mặt xoắn vít thân khai có bán kính hình trụ cơ sở là $r_0 = h.tg\varphi$.

Như vậy mặt bao của họ mặt C khi chuyển động xoắn vít dọc trục x là mặt xoắn vít thân khai phương trình (2.48), thông số của nó là h và bán kính hình trụ cơ sở là $r_0 = h.tg\varphi$.

Khảo sát tiết diện vuông góc với trục $Ox \equiv Ox_0$ của mặt xoắn vít phương trình (2.48), ví dụ, tiết diện $x_0 = 0$; $x_0 = x + h.\varepsilon$ nên $x = -h.\varepsilon$ thay vào phương trình (2.48) ta có:

$$y_0 = h.tg\varphi.\cos\varepsilon - (-h.\varepsilon.tg\varphi.\sin\varepsilon) = h.tg\varphi(\cos\varepsilon + \varepsilon.\sin\varepsilon)$$

$$z_0 = -h \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot \varepsilon \cdot \cos \varepsilon + h \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot \sin \varepsilon = h \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot (-\varepsilon \cdot \cos \varepsilon + \sin \varepsilon)$$

Hệ phương trình của giao tuyến là:

$$\left. \begin{aligned} y_0 &= h \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot (\cos \varepsilon + \varepsilon \sin \varepsilon) \\ z_0 &= h \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot (\sin \varepsilon - \cos \varepsilon) \end{aligned} \right\} \quad (2.49)$$

Hệ phương trình giao tuyến (2.49) là phương trình đường thân khai vòng tròn cơ sở có bán kính $r_0 = h \cdot \operatorname{tg} \varphi$.

Cắt mặt xoắn vít thân khai phương trình (2.48) bằng mặt phẳng tiếp tuyến với mặt trụ cơ sở ta được một đường xoắn vít. Góc nghiêng của đường tiếp tuyến với giao tuyến và trục Ox được xác định theo công thức:

$$\operatorname{tg} \omega = -\frac{2\pi \cdot r_0}{t} = \frac{2\pi \cdot r_0}{2\pi \cdot h} = \frac{r_0}{h}$$

$$r_0 = h \cdot \operatorname{tg} \varphi = h \cdot \operatorname{tg} \omega \text{ do đó } \operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} \omega \text{ nên góc } \omega = \text{góc } \varphi \quad (2.50)$$

Kết quả trên có nghĩa là đường thẳng E khi chuyển động vít luôn tiếp tuyến với mặt vít bao trên mặt trụ cơ sở và nghiêng một góc với trục của chuyển động vít bằng góc nghiêng φ của mặt phẳng C với trục chuyển động vít.

Khi xác định mặt bao bằng phương pháp động học có thể phân tích chuyển động của mặt C thành các chuyển động thành phần sao cho một trong các chuyển động đó tạo ra chuyển động tự trượt của mặt C để khi xác định mặt khởi thủy (đường đặc tính) có thể bỏ qua chuyển động này. Điểm này cho phép có thể chuyển các chuyển động phức tạp thành các chuyển động thành phần đơn giản để đơn giản hoá quá trình tìm đường đặc tính E (mặt bao).

Phân tích chuyển động phức tạp thành các chuyển động thành phần khi mặt phẳng C vuông góc với mặt xOy và làm với trục Ox một góc φ chuyển động xoắn vít dọc trục $Ox \equiv Ox_0$ (như ví dụ trên hình 2.18).

Chuyển động vít của mặt C được đặc trưng bởi:

- Chuyển động quay quanh trục $Ox_0 \equiv Ox$ với tốc độ góc là $\bar{\omega}$.

- Chuyển động tịnh tiến dọc trục $Ox_0 \equiv Ox$ với tốc độ là \bar{V} .

- Thông số xoắn vít là $h = \frac{|\bar{V}|}{|\bar{\omega}|}$.

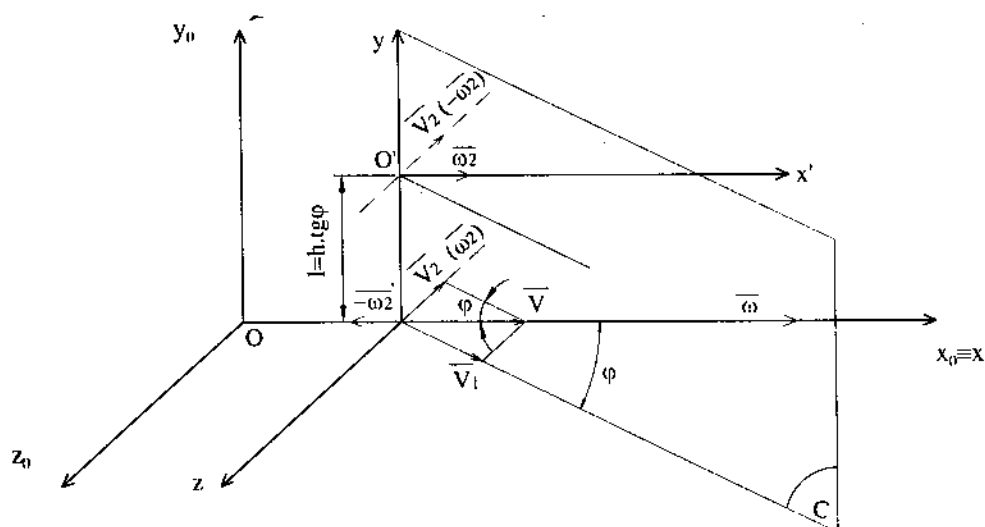
Mặt C làm với trục Ox một góc φ và vuông góc với mặt yOz .

Phân tích chuyển động \overline{V} thành hai thành phần:

+ Thành phần \overline{V}_1 hướng theo giao tuyến của mặt C với mặt toạ độ xOz.

+ Thành phần \overline{V}_2 hướng theo trục z.

$$\overline{V} = \overline{V}_1 + \overline{V}_2 \quad (2.51)$$



Hình 2.18 Chuyển động vít của mặt C. Tìm đường đặc tính và mặt bao.

Chuyển động \overline{V}_1 tạo ra chuyển động tự trượt của mặt C nên có thể bỏ qua vì $\overline{N} \cdot \overline{V}_1 = 0$.

$$\overline{N} \cdot \overline{V} = \overline{N} \cdot (\overline{V}_1 + \overline{V}_2) = \overline{N} \cdot \overline{V}_1 + \overline{N} \cdot \overline{V}_2 \quad \overline{N} \cdot \overline{V}_1 = 0 \text{ nên } \overline{N} \cdot \overline{V} = \overline{N} \cdot \overline{V}_2$$

Giá trị của \overline{V}_2 được tính theo công thức:

$$|\overline{V}_2| = |\overline{V}| \cdot \text{tg} \quad (2.52)$$

Chuyển động tịnh tiến có tốc độ \overline{V}_2 là chuyển động làm mặt C tịnh tiến theo phương song song với trục Oz. Do đó chuyển động tịnh tiến \overline{V}_2 có thể được thay bằng một cặp chuyển động quay với vectơ tốc độ góc là ω_2 và $-\omega_2$ phân bố cách đều nhau một khoảng l và ngược nhau (hình 2.18), chúng có mối quan hệ sau:

$$|\overline{V}_2| = |\omega_2| \cdot l$$

Giá trị tốc độ góc $|\overline{\omega_2}|$ có thể chọn tương ứng với khoảng cách l . Trục quay của chuyển động quay $\overline{\omega_2}$ là trục $O'x'$ và trục của chuyển động quay $-\overline{\omega_2}$ là trục Ox .

+ Tại O' , tốc độ góc $-\overline{\omega_2}$ gây nên một tốc độ dài là $\overline{V_2}(-\omega_2)$.

+ Tại O , tốc độ góc $\overline{\omega_2}$ gây nên một tốc độ dài là $\overline{V_2}(\omega_2)$.

Với hai tốc độ dài ở hai điểm O và O' của mặt phẳng C sẽ tạo nên chuyển động tịnh tiến của mặt C theo phương trục z với tốc độ là $\overline{V_2}$. Điều đó có nghĩa là tốc độ $\overline{V_2}$ dọc trục z được thay bằng hai tốc độ góc $\overline{\omega_2}$ và $-\overline{\omega_2}$ cách nhau một đoạn là l .

Nếu ta lấy giá trị $|\overline{\omega_2}| = |\overline{\omega}|$ thì:

$$|\overline{V_2}| = l \cdot |\overline{\omega_2}| \quad 1 = \frac{|\overline{V_2}|}{|\overline{\omega_2}|} = \frac{|\overline{V}| \cdot \text{tg}}{|\overline{\omega_2}|} = \frac{|\overline{V}| \cdot \text{tg}}{|\overline{\omega}|}$$

$$l = h \cdot \text{tg} \varphi \quad (2.53)$$

Hai chuyển động quay với tốc độ góc $\overline{\omega}$ và $-\overline{\omega_2}$ cùng phương ngược chiều nhau và cùng giá trị nên triệt tiêu nhau. Do đó khảo sát chuyển động vít đã cho của mặt phẳng C khi xét đường đặc tính (mặt bao) bằng phương pháp động học được khảo sát như chỉ có chuyển động quay quanh trục $O'x'$ song song và cách trục Ox một đoạn $l = h \cdot \text{tg} \varphi$ với tốc độ là $|\overline{\omega_2}| = |\overline{\omega}|$. Hình chiếu của vectơ $\overline{\omega_2}$ trên mặt phẳng C là đường đặc tính E (E là giao tuyến của mặt C với mặt phẳng trục quay $O'x'$ ($\overline{\omega_2}$) và vuông góc với Oy). Đường đặc tính E trên mặt C khi chuyển động xoắn vít luôn là đường thẳng làm với trục Ox_0 một góc φ và cách trục Ox_0 một khoảng là $l = h \cdot \text{tg} \varphi$.

Kết quả của chuyển động vít đã cho đường đặc tính E vẽ nên mặt xoắn vít thân khai. Đó chính là mặt bao của mặt C khi chuyển động xoắn vít.

3) Phương pháp mặt cắt tìm mặt bao của họ bề mặt

Trong một số trường hợp sử dụng phương pháp mặt cắt để tìm mặt bao của họ bề mặt sẽ đơn giản hơn nhiều.

Ở phương pháp này thay vì phải tìm mặt bao của họ mặt chi tiết trong không gian ta tìm đường bao của họ đường cong trong một tiết diện (mặt

cắt) xác định. Tập hợp tất cả các đường bao trong các tiết diện khác nhau (cho đường bao chuyển động tạo hình) ta tìm được mặt bao cần tìm.

Để đơn giản, các mặt cắt thường được chọn là mặt phẳng hay mặt trụ.

Nguyên lý cơ bản của phương pháp này là:

- Cho mặt chi tiết C thực hiện chuyển động tạo hình trong không gian.
- Cắt mặt C trong quá trình chuyển động bằng một mặt tiết diện B.
- Tại thời điểm bất kỳ - xác định được giao tuyến của mặt C và B.
- Khi C chuyển động tạo hình ta được một họ giao tuyến.
- Đường bao D của họ giao tuyến này nằm trên mặt khởi thủy K.
- Tập hợp tất cả các đường bao D trong các tiết diện khác nhau cho ta mặt khởi thủy K cần tìm.
- Đường tiếp xúc D của những đường cong giao tuyến giữa B và C trong tiết diện B cũng có thể tìm được từ phương trình điều kiện $\overline{N.V} = 0$. Có nghĩa, tại điểm tiếp xúc tồn tại tính chất trực giao giữa vectơ pháp tuyến chung và vectơ chuyển động tương đối.

Ví dụ:

Xác định đường đặc tính E khi mặt phẳng C chuyển động xoắn vít (như ví dụ ở phần trên). Mặt cắt trong trường hợp này được dùng là mặt trụ có bán kính là r_x (hình 2.19).

Tại thời điểm bất kỳ điểm M nằm trên giao tuyến của mặt trụ B và mặt C, khi thực hiện chuyển động xoắn vít của mặt C, có tốc độ chuyển động $\overline{V_M}$ tiếp xúc với hình trụ và làm với trục chuyển động vít một góc là ω_x , góc ω_x có thể được xác định theo phương trình sau:

$$\operatorname{tg} \omega_x = \frac{2\pi \cdot r_x}{2\pi \cdot h} = \frac{r_x}{h} \quad (2.54)$$

h là thông số của chuyển động vít, $h = \frac{|V|}{|\omega|} = \frac{t}{2\pi}$

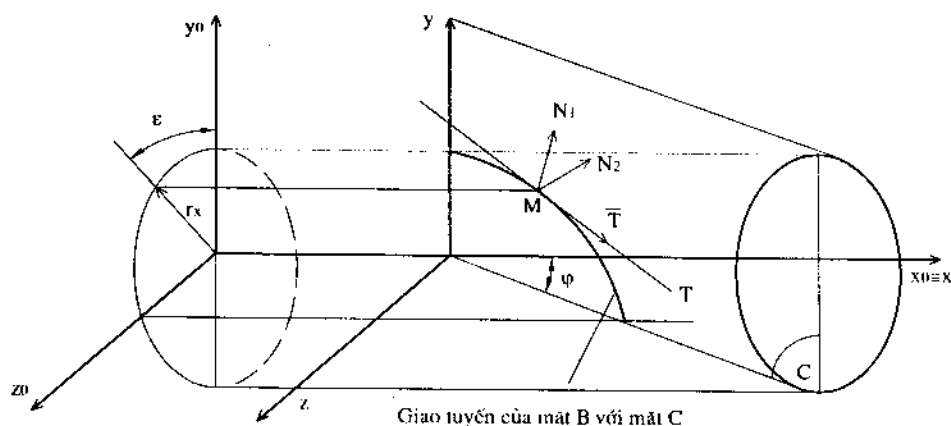
Theo hình 2.19 ta có:

$$r_x = \frac{y}{\cos \varepsilon} \quad (2.55)$$

Thay phương trình (2.55) vào phương trình (2.54) ta được:

$$\operatorname{tg} \omega_x = \frac{y}{h \cdot \cos \varepsilon} \quad (2.56)$$

r_x và ε là tọa độ của điểm M.



Hình 2.19 Phương pháp mặt cắt tìm mặt bao của họ mặt C-Mặt cắt là mặt trụ B.

Giao tuyến của mặt C với mặt trụ là đường elip.

Hãy khảo sát điểm M trên giao tuyến đó.

Điểm M nằm trên đường đặc tính E (nằm trên mặt bao) phải thỏa mãn điều kiện là pháp tuyến với mặt C tại điểm M phải vuông góc với vectơ tốc độ \overline{V}_M của điểm M.

Vectơ \overline{V}_M phải nằm trong mặt C vì $\overline{N} \perp \overline{V}_M$. Điểm M(x,y,z) nằm trên giao tuyến của mặt trụ với mặt C và trên tiếp tuyến của mặt trụ, nên phải nằm trên tiếp tuyến với giao tuyến của mặt trụ và mặt C. Tiếp tuyến đó hợp với phương trục chuyển động vút một góc δ_x . Do đó vectơ \overline{V}_M trùng phương với vectơ \overline{T} tiếp tuyến với giao tuyến.

- Vectơ \overline{N}_1 là vectơ pháp tuyến với mặt C (theo phương trình 2.41):

$$\overline{N}_1 = i \cdot \text{tg}\varphi - \overline{K} \quad (2.57)$$

- Gọi vectơ \overline{N}_2 là vectơ pháp tuyến với mặt trụ

$$\overline{N}_2 = j + \overline{K} \cdot \text{tgc} \quad (2.58)$$

Vectơ tiếp tuyến với giao tuyến \overline{T} phải vuông góc với \overline{N}_1 và \overline{N}_2 . Do đó:

$$\overline{T} = \overline{N}_1 \wedge \overline{N}_2 = \begin{vmatrix} i & j & k \\ \text{tg}\varphi & 0 & -1 \\ 0 & 1 & \text{tgc} \end{vmatrix}$$

$$\bar{T} = i - j.tg\varphi.tg\varepsilon + \bar{K}.tg\varphi \quad (2.59)$$

Tại điểm M góc giữa vectơ \bar{T} và trục Ox tức là giữa vectơ \bar{T} và \hat{i} (δ_x) được xác định như sau:

$$tg\delta_x = \frac{|\bar{T} \wedge \hat{i}|}{\bar{T} \cdot \hat{i}}; \quad \bar{T} \wedge \hat{i} = \begin{vmatrix} i & j & k \\ 1 & -tg\varphi.tg\varepsilon & tg\varphi \\ 1 & 0 & 0 \end{vmatrix} = j.tg\varphi + \bar{K}.tg\varphi.tg\varepsilon$$

$$|\bar{T} \wedge \hat{i}| = \sqrt{tg^2\varphi + tg^2\varphi.tg^2\varepsilon} = \frac{tg\varphi}{\cos\varepsilon} \quad (2.60)$$

$$\bar{T} \cdot \hat{i} = (i - j.tg\varphi.tg\varepsilon + k.tg\varphi) \cdot i = 1 \quad (2.61)$$

$$tg\delta_x = \frac{tg\varphi}{\cos\varepsilon}$$

- Góc δ_x là góc nghiêng của đường vít trên hình trụ bán kính r_x do chuyển động vít của điểm M tạo thành. Góc $\delta_x = \omega_x$. Từ phương trình (2.56) ta có:

$$tg\omega_x = \frac{y}{h.\cos\varepsilon} = tg\delta_x = \frac{tg\varphi}{\cos\varepsilon}$$

$$\text{nên } y = h.tg\varphi \quad (2.62)$$

Như vậy cắt bằng mặt trụ tròn có bán kính $r_x = h.tg\varphi$ thì những điểm nằm trên đường thẳng có tọa độ $y = h.tg\varphi$ không đổi nằm trên mặt bao. Đường thẳng $y = h.tg\varphi$ chính là đường đặc tính E. Đường đặc tính E là đường thẳng nằm trong mặt C cách mặt xOz một đoạn $y = h.tg\varphi$. Kết quả này tương tự như kết quả đã tìm thấy bằng các phương pháp trước.

CHƯƠNG 3

CÁC ĐIỀU KIỆN TẠO HÌNH BỀ MẶT KHI GIA CÔNG

Trong thực tế sản xuất có nhiều trường hợp không thể gia công đúng bề mặt cho trước theo như bản vẽ do khi gia công có thể xảy ra các hiện tượng sau:

- Cắt lẹm prôfin: tức là trong quá trình gia công, một phần của chi tiết bị dao thâm nhập vào.

- Không cắt hết lượng dư (phần đường cong chuyển tiếp).

Các hiện tượng đó xảy ra trong các trường hợp gia công sau:

- Khi gia công ren bằng dao phay luôn tồn tại cung cong ở đáy rãnh răng (đường cong chuyển tiếp).

- Khi phay trục then hoa bằng dao phay lăn luôn hình thành và tồn tại đường cong chuyển tiếp.

- Khi gia công bánh răng trụ bằng dao phay lăn có cạnh vát thì thường xảy ra hiện tượng cắt vào chân răng. Hiện tượng cũng tương tự xảy ra khi dùng dao xọc răng hoặc dao răng lược (cắt lẹm).

Do vậy nhiệm vụ đặt ra đối với người thiết kế dụng cụ đó là xác định, phân tích một cách đầy đủ các nguyên nhân gây ra sai lệch prôfin chi tiết trong quá trình cắt để từ đó đưa ra được những điều kiện không gây sai lệch, hoặc sai lệch chỉ nằm trong một giới hạn cho phép.

Khi phân tích các điều kiện tạo hình cần chú ý đến bề mặt chi tiết đã biết và sơ đồ gia công, nghĩa là chú ý đến chuyển động mà phôi và dụng cụ thực hiện trong quá trình cắt. Tuy nhiên, trước khi nhận xét các trường hợp trên, ta phải xét xem với bề mặt C và các chuyển động tạo hình đã chọn có thể tìm được mặt khởi thủy K của dụng cụ hay không. Đó là điều kiện cần thiết.

1. Điều kiện tồn tại mặt khởi thủy K của dụng cụ - điều kiện cần

Điều kiện cần:

Để có thể tạo thành bề mặt chi tiết C phải tồn tại mặt khởi thủy K của dụng cụ. Điều kiện này gắn liền với việc đảm bảo sự tiếp xúc đồng thời tại các thời điểm khác nhau của cặp bề mặt chi tiết C và dụng cụ trong quá trình gia công.

Ví dụ, đối với các loại dao phay lăn thì điều kiện tiếp xúc có thể trình

bây như sau: tại thời điểm tiếp xúc thì pháp tuyến chung của cặp profin đối tiếp phải đi qua cực tạo hình (cực ăn khớp). Tập hợp các cực ăn khớp trong hệ toạ độ gắn với bề mặt tạo hình (bề mặt chi tiết) phụ thuộc vào sơ đồ gia công tạo thành đường lẩn hay vòng lẩn.

Nếu bề mặt khởi thủy K của dụng cụ mà không tồn tại thì tất nhiên không thể tạo ra dụng cụ và cũng không gia công được bề mặt chi tiết C .

Như trong phần trước đã chỉ ra: bề mặt khởi thủy của dụng cụ được tìm như là mặt bao của họ bề mặt chi tiết. Profin của mặt bao ở một tiết diện xác định được tìm như là đường bao của họ đường cong profin chi tiết trong tiết diện đó.

Tuy vậy, không phải tất cả các họ đường cong hoặc họ mặt cong cho trước đều tìm được đường bao hay mặt bao của nó.

Ví dụ 1:

Khảo sát họ đường cong có phương trình:

$$y - x - C = 0 \quad (3.1)$$

C là tham số họ.

Lấy đạo hàm riêng của phương trình theo tham số C ta có:

$$\frac{\partial F}{\partial C} = -1$$

Trong khi đó muốn tồn tại đường bao thì $\frac{\partial F}{\partial C}$ phải bằng không. Như vậy trong trường hợp này không tồn tại đường bao.

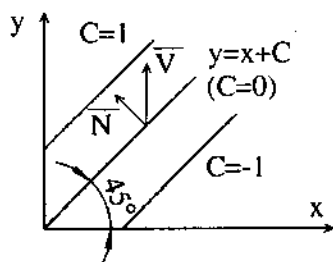
Họ đường trên là do một đường thẳng $y = x$ nghiêng với trục một góc 45° chuyển động tịnh tiến dọc trục y với tham số

chuyển động là C (hình 3.1). Tốc độ \vec{V} của một điểm bất kỳ trên đường thẳng $y = x$ có phương song song với Oy và không bao giờ vuông góc với pháp tuyến \vec{N} của đường thẳng (pháp tuyến này luôn tạo với trục Oy một góc 45°). Do đó sẽ không tồn tại bề mặt khởi thủy.

Ví dụ 2:

Cho họ đường cong xác định bởi phương trình:

$$x^2 + y^2 - C^2 = 0 \quad (3.2)$$



Hình 3.1 Hình minh họa cho ví dụ 1.

$$\frac{\partial F}{\partial C} = -2C = 0 \quad \text{nên } C = 0$$

Từ đó ta có phương trình đường bao: $y = x \cdot \sqrt{-1}$ (không tồn tại).

Ta có thể hình dung họ prôfin cho theo phương trình trên như là tập hợp các vòng tròn đồng tâm có bán kính C thay đổi, do đó không tồn tại đường bao (hình 3.2).

Để tồn tại mặt bao (mặt khởi thủy) K cần có điều kiện là pháp tuyến tại các điểm trên bề mặt chi tiết C phải vuông góc với vectơ tốc độ chuyển động tương đối giữa chi tiết và dụng cụ.

Vị trí và phương của pháp tuyến \bar{N} tại mỗi điểm của bề mặt chi tiết cho trước là hoàn toàn xác định. Không thể thay đổi vị trí của pháp tuyến \bar{N} nếu không thay đổi hình dáng chi tiết.

Vì vậy ở sơ đồ gia công đã chọn (tức là biết các chuyển động của chi tiết và dụng cụ) thì yếu tố ảnh hưởng đến điều kiện tiếp xúc là sự thay đổi hướng tốc độ chuyển động tương đối của cặp bề mặt đó.

Thay đổi hướng tốc độ \bar{V} tại các điểm của bề mặt chi tiết có thể tạo ra bằng cách thay đổi gá đặt (vị trí) của chi tiết trên máy hoặc bằng cách thay đổi tốc độ chuyển động tương đối của cặp động học (chi tiết và dụng cụ) ở các sơ đồ gia công phức tạp.

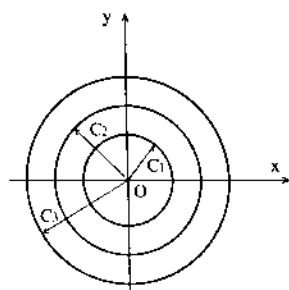
Ví dụ 3:

Khảo sát sơ đồ gia công mặt phẳng C khi dụng cụ quay quanh trục A . Xét hai trường hợp sau:

- Trục A nằm trên mặt C :

Chuyển động tương đối giữa chi tiết C và dụng cụ là chuyển động quay xung quanh trục cố định A nằm trên mặt phẳng C . Khi tốc độ quay của một điểm bất kỳ xung quanh trục A vuông góc với mặt chi tiết C . Do đó tốc độ \bar{V} sẽ song song với pháp tuyến \bar{N} . Lúc đó điều kiện $\bar{N} \cdot \bar{V} = 0$ không tồn tại, do vậy mặt khởi thủy không tồn tại. Gia công mặt phẳng trong điều kiện như trên là không thực hiện được.

- Trục A nằm ngoài mặt C và song song với mặt C :



Hình 3.2 Hình minh họa cho ví dụ 2.

Chuyển động tương đối của mặt C quay xung quanh trục A song song với mặt C và cách nó một đoạn r. Khi đó tồn tại điều kiện $\vec{N} \cdot \vec{V} = 0$ tại tất cả các điểm nằm trên hình chiếu của A lên mặt C và do đó đường đặc tính E là hình chiếu của A trên C. Đường E quay quanh A tạo ra mặt khởi thủy K (là mặt trụ tròn xoay).

Trong thực tế khi phay thường gồm hai chuyển động:

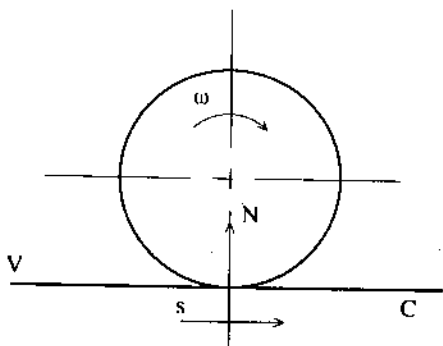
- Chuyển động quay tròn của dụng cụ.
- Chuyển động tịnh tiến của phôi.

Tìm mặt khởi thủy theo phương pháp tìm mặt bao của họ bề mặt chi tiết trong quá trình chuyển động tạo hình, tức là cho chi tiết chuyển động tương đối với dụng cụ và tìm mặt bao của nó (hình 3.3).

Chuyển động tương đối đó gồm hai chuyển động (quay của dụng cụ và tịnh tiến của chi tiết). Chuyển động tịnh tiến của chi tiết dẫn đến sự trượt của bề mặt chi tiết trên chính nó do vậy có thể bỏ qua không xét. Lúc này bài toán trở nên đơn giản hơn, tức là chỉ cần tìm mặt bao của họ bề mặt chi tiết khi bề mặt quay quanh trục dao A. Ta sẽ tìm được mặt khởi thủy của dụng cụ là mặt tròn xoay.

- Trục quay của dụng cụ A nghiêng với mặt phẳng C một góc nào đó ta sẽ có mặt khởi thủy của dụng cụ cắt là mặt côn (dao phay góc).

- Trục quay của dụng cụ vuông góc với mặt phẳng C lúc đó mặt khởi thủy của dụng cụ sẽ trùng với mặt phẳng C. Sau khi tạo răng ở mặt đầu ta sẽ có dao phay mặt đầu để gia công mặt phẳng.



Hình 3.3 Tìm mặt bao của họ bề mặt chi tiết trong quá trình chuyển động tạo hình

Điều kiện tiếp xúc $\vec{N} \cdot \vec{V} = 0$ của các điểm trên mặt C với các điểm tương ứng trên mặt khởi thủy cần xác định cụ thể ở mỗi sơ đồ gia công và cần chú ý đến đặc điểm của chúng:

- Nếu mặt phẳng C là chuyển động tịnh tiến đều thì tốc độ tại mỗi điểm của mặt phẳng C là không đổi.

- Để tồn tại mặt khởi thủy của dụng cụ K thì cần làm cho vectơ pháp tuyến \vec{N} của các điểm trên mặt phẳng C luôn vuông góc với vectơ tốc độ

\vec{V} của chuyển động tương đối chi tiết và dụng cụ.

- Trên cơ sở điều kiện đó cần xác định vị trí bề mặt C so với hướng của chuyển động tịnh tiến sao cho ở các sơ đồ sau có thể gia công được.

2. Điều kiện tiếp xúc của bề mặt khởi thủy của dụng cụ với bề mặt của chi tiết gia công không có hiện tượng cắt lẹm – điều kiện đủ

2.1. Hiện tượng cắt lẹm

Trong quá trình gia công luôn luôn có sự tiếp xúc giữa bề mặt khởi thủy K của dụng cụ và bề mặt chi tiết C.

Khi gia công có thể xảy ra hai trường hợp:

Trường hợp 1:

Khi tiếp xúc, mặt khởi thủy K nằm ngoài thân chi tiết, trường hợp này dụng cụ không cắt lẹm vào chi tiết.

Trường hợp 2:

Khi tiếp xúc, mặt khởi thủy K có phần thâm nhập vào thân chi tiết, lúc đó sẽ xảy ra hiện tượng chi tiết bị cắt lẹm.

Ví dụ, khi phay rãnh then bán nguyệt có bán kính r bằng dao phay đĩa có bán kính r_1 .

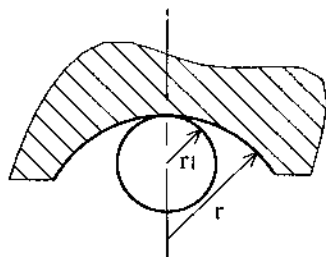
- Khi bán kính dao $r_1 < r$ bán kính của rãnh thì không xảy ra hiện tượng cắt lẹm (hình 3.4).

- Khi bán kính dao $r_1 > r$ bán kính của rãnh thì có hiện tượng cắt lẹm (hình 3.5).

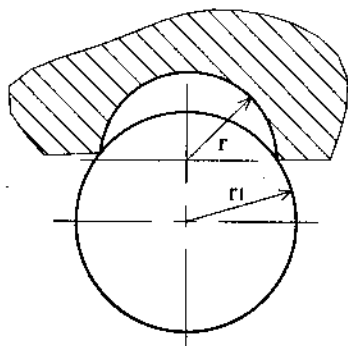
Như vậy để tạo hình bề mặt chi tiết đã cho C cần phải đảm bảo sự tiếp xúc giữa bề mặt khởi thủy K của dụng cụ với bề mặt chi tiết sao cho không có sự thâm nhập của bề mặt khởi thủy K vào thân chi tiết.

Để khảo sát tiếp xúc giữa bề mặt chi tiết C và bề mặt khởi thủy K người ta thường áp dụng phương pháp mặt cắt.

Trong mặt phẳng cắt đi qua điểm tiếp xúc có thể nhìn thấy một số dạng tiếp xúc của profil sau:

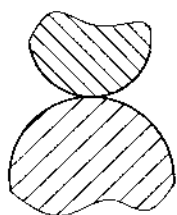


Hình 3.4 Khi bán kính dao bé hơn bán kính rãnh.



Hình 3.5 Khi bán kính dao lớn hơn bán kính rãnh.

- Khi tiếp xúc tại điểm lồi (tiếp xúc ngoài) của cặp profin thì không cần quan tâm đến bán kính cong nơi tiếp xúc (hình 3.6).



Hình 3.6 Tiếp xúc ngoài

- Khi tiếp xúc mà ở điểm đó tồn tại một profin lồi tiếp xúc với một profin lõm (tiếp xúc trong) (hình 3.7), để không có hiện tượng cắt lẹm thì bán kính cong của profin lõm phải lớn hơn bán kính cong của profin lồi.



Hình 3.7 Tiếp xúc trong

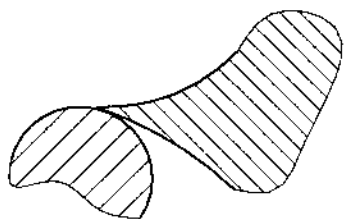
- Hai profin có thể tiếp xúc với nhau tại những điểm đặc biệt, đó là điểm dừng (điểm lồi). Ở đây ta chỉ xét điểm lồi loại I:

- Trong hình 3.8 chỉ ra điểm lồi của đường cong lồi. Trong trường hợp này có thể xảy ra hiện tượng cắt lẹm nếu điểm lồi được tiếp xúc với một profin khác không phải là điểm đặc biệt. Hiện tượng cắt lẹm sẽ không xảy ra khi điểm lồi là điểm giới hạn của hai profin tiếp xúc ở phần lồi.



Hình 3.8 Điểm lồi của đường cong lồi

- Trong hình 3.9 chỉ ra điểm lồi của đường cong lõm. Trong trường hợp này, hiện tượng cắt lẹm chỉ không xảy ra khi tiếp xúc với phần lồi của profin khác.



Hình 3.9 Điểm lồi của đường cong lõm

Do vậy khi nghiên cứu đặc tính tiếp xúc của cặp profin ở trong các tiết diện tương ứng cần phải biết bán kính cong của các profin và tại các điểm đặc biệt của nó.

2.2. Xác định bán kính cong của đường cong phẳng

- Nếu một đường cong phẳng cho bởi phương trình $y = f(x)$, thì bán kính cong tại các điểm của nó được xác định theo công thức:

$$r = \frac{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2}{\frac{d^2y}{dx^2}} \quad (3.3)$$

- Nếu phương trình đường cong cho ở dạng thông số: $x = \varphi(t)$; $y = \varphi(t)$ thì bán kính cong được tính theo công thức:

$$r = \frac{\left[\left(\frac{dx}{dt} \right)^2 + \left(\frac{dy}{dt} \right)^2 \right]^{\frac{3}{2}}}{\left| \begin{array}{cc} \frac{dx}{dt} & \frac{dy}{dt} \\ \frac{d^2x}{dt^2} & \frac{d^2y}{dt^2} \end{array} \right|}} \quad (3.4)$$

- Khi đường cong cho theo phương trình độc cực:

$$\rho = \rho(\theta) \quad (3.5)$$

Thì bán kính cong được tính theo công thức:

$$r = \frac{\left[\left(\frac{d\rho}{d\theta} \right)^2 + \rho^2 \right]^{\frac{3}{2}}}{2 \cdot \left(\frac{d\rho}{d\theta} \right)^2 - \rho \cdot \frac{d^2\rho}{d\theta^2} + \rho^2} \quad (3.6)$$

Ví dụ 1:

Xác định bán kính cong của đường cong xoắn vít Acsimet có phương trình dạng như sau:

$$\rho = R - \frac{K.Z.\theta}{2.\pi} = R - C.\theta$$

Đây là phương trình của đường cong hót lưng răng dao.

Lấy đạo hàm phương trình trên ta có:

$$\frac{d\rho}{d\theta} = -C \quad ; \quad \frac{d^2\rho}{d\theta^2} = 0 \Rightarrow r = \frac{[C^2 + (R - C.\theta)^2]^{\frac{3}{2}}}{2.C^2 + (R - C.\theta)^2}$$

Tại điểm $\rho = R$ và $\theta = 0$ ta có: $r = \frac{[C^2 + R^2]^{\frac{3}{2}}}{2.C^2 + R^2}$

Trong sản xuất dụng cụ cắt, trong nhiều trường hợp để cho đơn giản hoá cách giải, chúng ta có thể dùng công thức Öle và lý thuyết Mêno.

Tại một điểm cho trước của bề mặt có thể tìm được bán kính cong cơ bản, có nghĩa là tìm giá trị lớn nhất r_1 và giá trị nhỏ nhất r_2 nằm trong các

mặt phẳng pháp tuyến chính C_1, C_2 .

Hai tiết diện C_1 và C_2 vuông góc với nhau và chứa vectơ pháp tuyến \vec{N} của bề mặt tại điểm khảo sát.

Từ hai bán kính r_1 và r_2 đã biết trong các mặt C_1 và C_2 nói trên, có thể tìm được bán kính cong ở tiết diện vuông góc bất kỳ C làm với tiết diện pháp C_1 một góc α .

$$\frac{1}{r} = \frac{\cos^2 \alpha}{r_1} + \frac{\sin^2 \alpha}{r_2} \quad (3.7)$$

Ta có thể xác định bán kính cong r ở tiết diện bất kỳ (I-I) hợp với tiết diện pháp tuyến N-N tại điểm khảo sát một góc σ qua bán kính cong r_N ở tiết diện pháp tuyến N-N (hình 3.10).

$$r = r_N \cdot \cos \sigma \quad (3.8)$$

σ : góc giữa mặt nghiêng và mặt pháp tuyến.

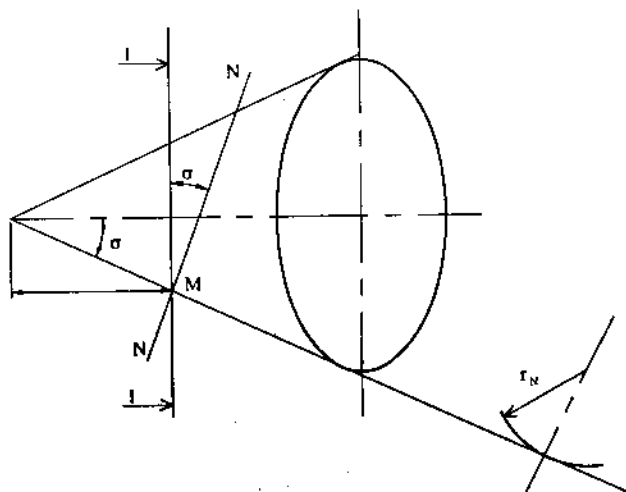
Ví dụ 2:

Hãy xác định bán kính cong r_N của mặt côn trong tiết diện NN vuông góc với đường sinh ở tiết diện I-I, bán kính cong r xem như đã biết, tiết diện NN đi qua pháp tuyến của bề mặt côn tại điểm M.

$$r = r_N \cdot \cos \sigma$$

Từ đó ta có:

$$r_N = \frac{r}{\cos \sigma}$$



Hình 3.10 Hình minh họa cho ví dụ 1.

Công thức này được dùng để chọn đường kính đá mài hình trụ khi mài mặt côn trong (hình 3.11). Đường tiếp xúc của đá mài và mặt côn là đường sinh AB. Góc của trục đá mài và trục chỉ tiết cắt nhau tạo thành là góc σ . Để gia công được mặt côn phải chọn đường kính đá mài sao cho không có hiện tượng cắt lẹm vào chỉ tiết.

Xét mặt cắt N-N vuông góc với đường sinh AB ta có:

- Giao tuyến của mặt cắt N-N với đá mài là vòng tròn có bán kính là r_d .
- Giao tuyến của mặt cắt N-N với bề mặt côn là hình elip có bán kính thay đổi khi mặt cắt N-N di chuyển từ A đến B.

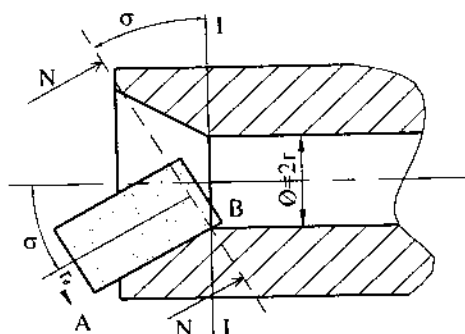
- Để profile của đá mài không cắt lẹm vào thân chi tiết thì phải xét điều kiện tiếp xúc tại điểm có bán kính nhỏ nhất (điểm B). Tại điểm B, bán kính cong của chi tiết là: $r_N = \frac{r}{\cos \sigma}$

Ở đây r - bán kính cong của chi tiết trong tiết diện vuông góc với trục chi tiết (tiết diện I-I).

Như vậy để đảm bảo khi mài mặt côn trong bằng đá mài hình trụ không có hiện tượng cắt lẹm thì bán kính r_N phải lớn hơn bán kính của đá mài r_d .

$$r_d \leq r_N = \frac{r}{\cos \sigma} \quad (3.9)$$

Tương tự như vậy có thể xác định kích thước của đá mài dạng côn đĩa để mài mặt côn trong (trường hợp này tương tự như mài sắc mặt trước của dao chuốt, hình 3.12).



Hình 3.11 Dùng đá mài hình trụ khi mài mặt côn trong.

- Mặt côn của đá tiếp xúc với mặt côn của chi tiết theo đường sinh A_1B_1 .
- Đường trục của tấm đá mài và đường trục của tâm mặt côn giao nhau theo góc β . Tiết diện N_1-N_1 đi qua điểm B_1 là tiết diện nguy hiểm nhất, do vậy cần xác định bán kính cong của hai bề mặt đá và chi tiết trên tiết diện đó.

- Bán kính cong của bề mặt chi tiết trên tiết diện N_1-N_1 :

$$\left. \begin{aligned} r_N &= \frac{r}{\cos \rho_1} = \frac{r}{\sin \gamma} \\ \rho_1 + \gamma &= 90^\circ \end{aligned} \right\} \quad (3.10)$$

- Bán kính cong của bề mặt đá mài trên tiết diện N_1-N_1 :

$$\left. \begin{aligned} R_N &= \frac{R}{\cos \rho_2} \\ \rho_2 &= 90^\circ - (\beta - \gamma) \end{aligned} \right\} \quad (3.11)$$

Nên

$$R_N = \frac{R}{\sin(\beta - \gamma)} \quad (3.12)$$

Trong trường hợp giới hạn cho phép thì bán kính cong của bề mặt dụng cụ và bán kính cong của bề mặt chi tiết trên tiết diện N_1-N_1 phải bằng nhau:

$$r_N = R_N$$

Hay:

$$\frac{r}{\sin \gamma} = \frac{R}{\sin(\beta - \gamma)} \quad (3.13)$$

Từ đó suy ra bán kính đá lớn nhất cho phép của đá mài để gia công được mặt côn trong mà không xảy ra hiện tượng cắt lẹm là:

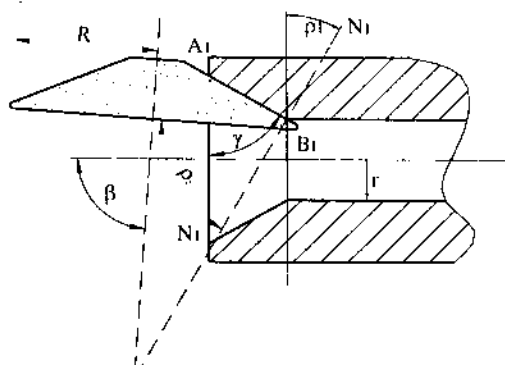
$$R = \frac{r \cdot \sin(\beta - \gamma)}{\sin \gamma} \quad (3.14)$$

Đây là công thức để tính đường kính đá mài để mài mặt trước của dao chuốt (hình 3.13).

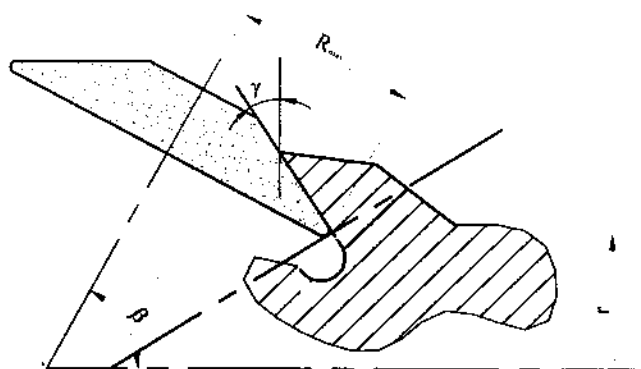
2.3. Xác định các điểm đặc biệt

Trong nhiều trường hợp cần tìm các điểm đặc biệt (điểm nhọn, điểm giới hạn, điểm đổi hướng) trên prôfin chi tiết. Tại đó prôfin chi tiết được đổi hướng và theo toán học như đã biết phương pháp để xác định các điểm đó (hình 3.14) như sau:

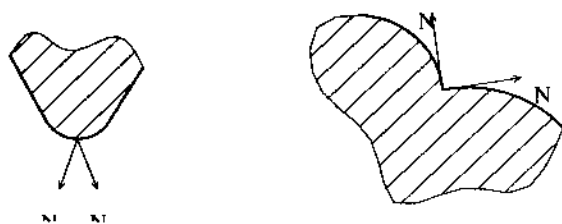
- Nếu đường cong cho theo phương trình $F(x,y) = 0$, thì tọa độ các điểm đặc biệt phải thỏa mãn hệ phương trình sau:



Hình 3.12 Dùng đá mài dạng côn đĩa để mài mặt côn trong



Hình 3.13 Sơ đồ mài mặt trước dao chuốt.



Hình 3.14 Các điểm đặc biệt.

$$\left. \begin{aligned} F(x, y) &= 0 \\ \frac{\partial F(x, y)}{\partial x} &= 0 \\ \frac{\partial F(x, y)}{\partial y} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (3.15)$$

• Nếu đường cong cho theo phương trình thông số thì các điểm đặc biệt phải thoả mãn hệ phương trình sau:

$$\left. \begin{aligned} x &= f_1(t) \\ y &= f_2(t) \\ \frac{\partial x}{\partial t} &= 0 \\ \frac{\partial y}{\partial t} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (3.16)$$

• Nếu đường cong khảo sát là đường bao của họ đường cong $F(x, y, t) = 0$ thì điểm đặc biệt của nó được xác định bằng hệ phương trình sau:

$$\left. \begin{aligned} F(x, y, t) &= 0 \\ \frac{\partial F(x, y, t)}{\partial t} &= 0 \\ \frac{\partial F(x, y, t)}{\partial x} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (3.17)$$

Ví dụ 3:

Cho phương trình đường cong thân khai theo dạng tham số:

$$\left. \begin{aligned} x &= R \cdot \sin \varphi - R \cdot \varphi \cdot \cos \varphi \\ y &= R \cdot \cos \varphi - R \cdot \varphi \cdot \sin \varphi \end{aligned} \right\} \quad (3.18)$$

Với R - bán kính vòng tròn cơ sở.

φ - thông số ứng với góc thân khai.

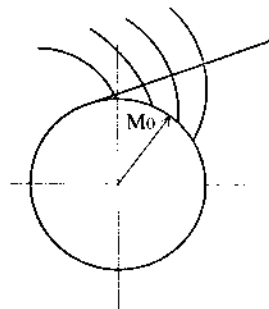
Điểm đặc biệt M_0 của đường cong trên theo hệ phương trình sau:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial x}{\partial \varphi} &= R \cdot \cos \varphi - R \cdot \cos \varphi + R \cdot \varphi \cdot \sin \varphi = 0 \\ \frac{\partial y}{\partial \varphi} &= -R \cdot \sin \varphi + R \cdot \sin \varphi + R \cdot \varphi \cdot \cos \varphi = 0 \end{aligned} \right\} \quad (3.19)$$

Giải ra ta có $\varphi = 0$.

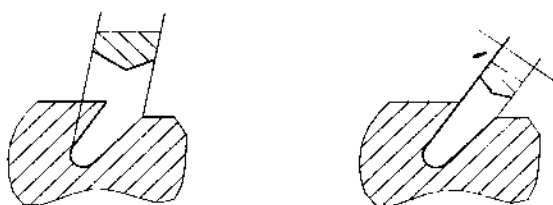
Lúc đó điểm M_0 có tọa độ $x_0 = 0$; $y_0 = R$.

Vậy điểm đặc biệt nằm trên vòng tròn cơ sở (hình 3.15).



Hình 3.15 Hình minh họa cho ví dụ 3.

Do vậy để gia công được chính xác các chi tiết theo bản vẽ cần đảm bảo không có hiện tượng cắt lẹm của bề mặt khởi thủy K của dụng cụ vào thân chi tiết. Nếu điều kiện trên không đảm bảo ở sơ đồ gia công hay bề mặt chi tiết đã cho thì phải thay đổi đặc tính tiếp xúc giữa dụng cụ và chi tiết, từ đó dẫn đến sự thay đổi kích thước và các thông số kết cấu của dụng cụ cắt như trong hình 3.16.



Hình 3.16 Thay đổi kích thước và thông số kết cấu của dụng cụ.

3. Đường cong chuyển tiếp ở profil chi tiết

Trong thực tế bề mặt chi tiết thường bao gồm nhiều phần liên tiếp nhau (ví dụ như trục then hoa: mặt trụ tròn xoay ở đỉnh, chân răng; mặt phẳng ở cạnh bên răng). Do vậy mặt khởi thủy của dụng cụ cũng là tập hợp các phần bề mặt tiếp xúc với các bề mặt tương ứng của chi tiết.

Các phần bề mặt của dụng cụ có thể nối tiếp nhau, cách nhau một khoảng và tiếp xúc nhau. Nếu các bề mặt thành phần của bề mặt khởi thủy của dụng cụ nối tiếp nhau hoặc gián đoạn cách nhau một khoảng, thì khi thiết kế dụng cụ sẽ thực hiện được trọn vẹn. Lúc đó bề mặt chi tiết sẽ được gia công như bản vẽ không có bề mặt chuyển tiếp ở các vùng biên.

Trong trường hợp các phần lân cận của bề mặt khởi thủy của dụng cụ cắt nhau đúng thì lưỡi cắt không thể tồn tại đầy đủ. Do đó chi tiết sẽ không được gia công hết bằng những phần tương ứng của dụng cụ, có nghĩa là ở những vùng lân cận của những đoạn chi tiết tiếp giáp nhau tạo thành những bề mặt chuyển tiếp. Bề mặt chuyển tiếp đó được hình thành do đường giới hạn của giao tuyến giữa các phần bề mặt liên nhau khi nó chuyển động tương đối với phôi.

Cần chú ý rằng trong một số trường hợp dùng đường biên giao tuyến giữa các phần bề mặt khởi thủy của dụng cụ để gia công mặt định hình là hợp lý, điều đó cho phép trong một số trường hợp dùng đường giao nhau đơn giản của bề mặt khởi thủy để gia công bề mặt định hình phức tạp. Phương pháp này là tổng hợp sự hình thành bề mặt chi tiết bằng bề mặt khởi thủy dụng cụ khi chúng tiếp xúc nhau.

Chúng ta hãy khảo sát phay trục then hoa bằng *dao phay định hình* và bằng *dao phay lăn trục then hoa*.

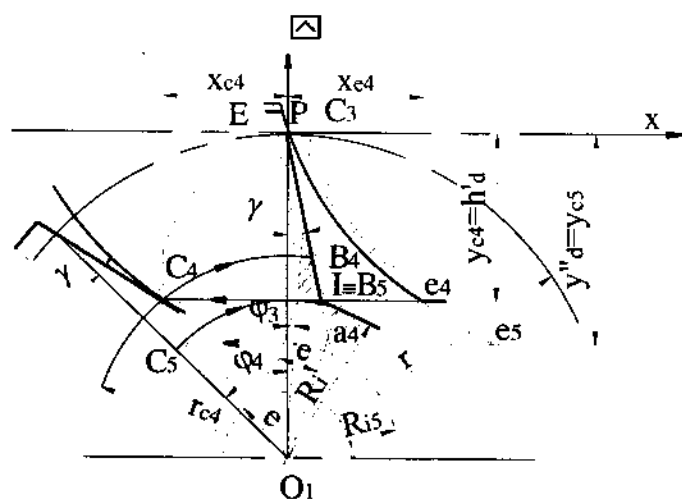
- Khi phay trục then hoa bằng dao phay định hình prôfin lưỡi cắt dao phay định hình đồng nhất với prôfin ở tiết diện thẳng của trục. Mặt khởi thủy K của dao phay định hình là mặt tròn xoay. Prôfin trong tiết diện hướng kính (prôfin lưỡi cắt) đồng nhất với prôfin thẳng của trục nên gia công sẽ không có đường cong chuyển tiếp ở các phần nối tiếp của prôfin, ở nối tiếp giữa cạnh bên và đường kính trong.

- Khi gia công trục then hoa bằng phương pháp bao hình (phay bằng dao phay lăn trục then hoa) thì tại các điểm nối tiếp các phần của prôfin chi tiết không thể gia công đúng theo bản vẽ mà tồn tại mặt chuyển tiếp gọi là đường cong chuyển tiếp. Trong trường hợp này cần phải xác định các điểm giới hạn đường cong chuyển tiếp. Bằng sơ đồ tạo hình, khi phay lăn trục then hoa có thể xác định được điểm giới hạn của đường cong chuyển tiếp B_4 (hình 3.17) có nghĩa là cạnh bên thẳng của trục then hoa chỉ được gia công đến đúng điểm

B_4 (đoạn EB_4).

Đoạn $B_4 - B_5$ ($B_4 - I$) sẽ không được gia công đúng mà có dạng đường cong chuyển tiếp từ cạnh bên đến đường kính trong của trục then hoa.

Theo sơ đồ tạo hình khi gia công trục then



Hình 3.17 Xác định đường cong chuyển tiếp ở các phần nối tiếp nhau của prôfin khi phay lăn trục then hoa.

hoa bằng dao phay lăn răng, vòng tròn tâm tích r của chi tiết lăn không trượt trên đường thẳng tâm tích của dao (\overline{PK}), điểm e_4 tìm được là giao điểm của lưỡi cắt bên (cắt cạnh bên) và lưỡi cắt đỉnh cắt vòng tròn chân răng R_i . Điểm e_4 sẽ cắt cạnh bên của trục then hoa ở thời điểm góc quay φ_4 và tại điểm C_4 tương ứng với điểm B_4 trên cạnh bên. Từ điểm B_4 đến B_5 chỉ được gia công bởi điểm e_4 sẽ tạo nên đường cong chuyển tiếp B_4-a_4 (a_4 trên vòng tròn chân răng R_i) hình 3.17. Với sơ đồ quá trình tạo hình có thể xác định được bán kính chi tiết ứng với điểm B_4 bằng cách xác định góc φ_4 và bán kính đường tạo hình r_{c4} .

Ta có $r_{c4} = R_{b4}$ theo hình 3.17.

$$r_{c4} = \sqrt{x_{c4}^2 + (r - y_{c4})^2} \quad (3.20)$$

$$\begin{aligned} x_{c4} &= -r[\sin(\varphi_4 + \gamma) - \sin\gamma] \cdot \cos(\varphi_4 + \gamma) \\ y_{c4} &= r[\sin(\varphi_4 + \gamma) - \sin\gamma] \cdot \sin(\varphi_4 + \gamma) \end{aligned} \quad (3.21)$$

Thay phương trình (3.21) vào phương trình (3.20) ta được:

$$r_{c4} = R_{b4} = r \cdot \sqrt{1 + \sin^2 \gamma - \sin^2(\varphi_4 + \gamma)} \quad (3.22)$$

Để xác định φ_4 trong (3.22) từ hình 3.18 ta có:

$$y_{c4} = r - R_i \quad (3.23)$$

Từ (3.21) và (3.23) rút ra được:

$$\sin(\varphi_4 + \gamma) = \frac{\sin \gamma}{2} + \sqrt{\frac{\sin^2 \gamma}{4} - \frac{R_i}{r} + 1} \quad (3.24)$$

Thay phương trình (3.24) và phương trình (3.22) rút gọn sẽ xác định được bán kính chi tiết ứng với điểm B_4 – điểm giới hạn đường cong chuyển tiếp:

$$R_{b4} = r \cdot \sqrt{\frac{R_i}{r} + \frac{\sin^2 \gamma}{4} + \sin \gamma \sqrt{\frac{\sin^2 \gamma}{4} - \frac{R_i}{r} + 1}} \quad (3.25)$$

PHẦN 2 - KỸ THUẬT TẠO HÌNH CÁC BỀ MẶT CỦA DỤNG CỤ CẮT- CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO DỤNG CỤ CẮT

CHƯƠNG 4

ĐẶC ĐIỂM CÔNG NGHỆ TẠO HÌNH CÁC BỀ MẶT DỤNG CỤ CẮT-CÁC GIAI ĐOẠN CƠ BẢN KHI CHẾ TẠO DỤNG CỤ CẮT

1. Đặc điểm công nghệ chế tạo

Dụng cụ cắt được coi như là một chi tiết (dụng cụ liền thân) hoặc một số chi tiết lắp ghép hoặc hàn gắn lại (dụng cụ răng chấp, hàn mảnh dao, hàn nối đầu...) với nhau. Chúng có những đặc điểm cần phải chú ý trong quá trình chế tạo.

1.1. Đặc điểm về vật liệu dụng cụ cắt

Vật liệu phần cắt của dụng cụ là loại vật liệu có độ cứng cao, khó gia công cơ, khó nhiệt luyện (thép gió và hợp kim cứng) và giá thành cao (vật liệu đắt tiền). Đặc biệt sau khi nhiệt luyện, một số loại vật liệu có độ cứng cao thì không thể gia công được bằng các phương pháp thường mà chỉ gia công được bằng mài như hợp kim cứng. Vì vậy khi lập quy trình công nghệ chế tạo các loại dụng cụ cắt cần chú ý đến những đặc điểm và vật liệu dụng cụ mà lựa chọn chế độ cắt và dụng cụ bậc hai (đá mài) hợp lý.

1.2. Đặc điểm về độ chính xác hình học các bề mặt dụng cụ cắt

Mặt khởi thủy K, mặt trước và mặt sau là các bề mặt quan trọng và có hình dạng hình học phức tạp. Giao tuyến giữa mặt trước, mặt sau của chúng là lưỡi cắt và nó phải nằm trên mặt khởi thủy K. Độ chính xác của lưỡi cắt quyết định độ chính xác của chi tiết gia công. Vì vậy trong quá trình chế tạo phải đảm bảo độ chính xác hình học của mặt khởi thủy K, mặt trước và mặt sau của dụng cụ đã được thiết kế.

Ví dụ, mặt trước là mặt côn, mặt xoắn vít,... khi chế tạo phải đảm bảo tạo hình đúng mặt côn, mặt xoắn vít. Mặt sau là mặt côn, mặt hót lưng... khi chế tạo phải đảm bảo tạo hình đúng mặt sau như các mặt hình học đã thiết kế. Đây là một đặc điểm và yêu cầu quan trọng nhất khi tạo hình các bề mặt dụng cụ.

Ngoài việc đảm bảo độ chính xác hình học, cần phải đảm bảo độ chính xác vị trí các bề mặt đã thiết kế. Có như vậy mới đảm bảo độ chính xác trong quá trình chuyển động tạo hình và chuyển động cắt.

1.3. Đặc điểm các thiết bị trong quá trình tạo hình các bề mặt dụng cụ cắt

Với những đặc điểm trên dẫn đến yêu cầu đối với các thiết bị trong quá trình chế tạo dụng cụ cắt.

Mặt khởi thủy, mặt trước và mặt sau của dụng cụ thường là các bề mặt đặc biệt (mặt xoắn, mặt tròn xoay định hình, mặt hút lưng...). Để đảm bảo độ chính xác khi tạo hình, yêu cầu thiết bị phải đảm bảo chính xác các chuyển động tạo hình và tạo hình đúng bề mặt đã thiết kế. Đặc biệt là các thiết bị dùng để gia công lần cuối (mài và mài sắc).

Để đảm bảo các yêu cầu trên khi tạo hình các bề mặt dụng cụ thường sử dụng các máy chuyên dùng tự động. Ví dụ, máy chuyên dùng mài sắc mũi khoan, bàn ren; máy mài sắc dao chuốt, dao phay lăn răng... Trong trường hợp sản xuất nhỏ hoặc tại các cơ sở sản xuất khi mài sắc lại không có các thiết bị chuyên dùng, có thể dùng máy mài sắc vạn năng với các thiết bị (đồ gá) chuyên dùng cho các loại dụng cụ. Ví dụ, đồ gá mài mặt trước dao phay lăn răng, đồ gá mài sắc mũi khoan... Yêu cầu đối với các đồ gá lắp chuyên dùng là đảm bảo tạo hình đúng và chính xác các bề mặt phức tạp của dụng cụ.

1.4. Đặc điểm về quá trình kiểm tra độ chính xác dụng cụ cắt

Các bề mặt dụng cụ là các bề mặt phức tạp nên cần có những dụng cụ (thiết bị) đo chuyên dùng, các máy đo chuyên dùng. Thiết bị đo góc trước dao xọc, góc sau mũi khoan, kiểm tra góc trước, bước... của dao phay lăn răng, v.v.

Với những đặc điểm trên của quá trình công nghệ chế tạo dụng cụ cắt đòi hỏi sản xuất dụng cụ phải tập trung tại các nhà máy chuyên chế tạo dụng cụ, và các dụng cụ phải được tiêu chuẩn hoá. Có như vậy giá thành chế tạo mới có thể chấp nhận được.

2. Các giai đoạn cơ bản khi chế tạo dụng cụ cắt

Quá trình chế tạo một dụng cụ cắt thường qua các giai đoạn cơ bản sau:

- Chuẩn bị phôi.
- Gia công cơ trước nhiệt luyện đối với các loại vật liệu dụng cụ phải nhiệt luyện như thép hợp kim dụng cụ, thép gió... Các nguyên công này phải tạo hình dụng cụ đạt hình dáng hình học và các kích thước cơ bản cộng với lượng dư cho các nguyên công mài.

- Gia công nhiệt luyện (tôi và ram) đối với các loại vật liệu dụng cụ phải nhiệt luyện.
- Gia công tinh sau nhiệt luyện tạo hình chính xác các bề mặt đặc biệt là các mặt trước, mặt sau.
- Tổng kiểm tra theo các yêu cầu kỹ thuật đã nêu trên bản vẽ chế tạo dụng cụ.
- Cắt thử với chế độ cắt quy định. Đây là yêu cầu bắt buộc đối với một dụng cụ sau khi đã chế tạo xong, đủ điều kiện đưa vào sản xuất. Kết quả của quá trình cắt thử được quy định trong tiêu chuẩn đối với dụng cụ chế tạo. Cắt thử coi như một nguyên công kiểm tra cơ lý tính của dụng cụ chế tạo.
- Bao gói, bảo quản.
- Quá trình chế tạo dụng cụ cắt phải qua nhiều nguyên công với các phương pháp kỹ thuật tạo hình khác nhau. Trong giáo trình này chỉ tập trung vào một số nguyên công và phương pháp gia công đặc trưng có liên quan đến tạo hình chính xác các bề mặt của dụng cụ và những đặc điểm của dụng cụ trong quá trình chế tạo, những sai số sinh ra trong quá trình chế tạo và cách khắc phục chúng.

3. Xác định lượng dư gia công

Trước khi tiến hành các nguyên công (quá trình) chế tạo dụng cụ cần phải tính toán, xác định lượng dư gia công. Trên cơ sở lượng dư gia công mới có thể lựa chọn và xác định phôi để chế tạo dụng cụ cần thiết.

Trị số của lượng dư gia công được tính theo các yếu tố sau:

- Kích thước và hình dáng của dụng cụ gia công.
- Phương pháp và độ chính xác chế tạo phôi, chất lượng lớp bề mặt của vật liệu phôi và độ chính xác gá đặt khi định chuẩn.
- Cấu trúc của quy trình công nghệ.
- Những yêu cầu kỹ thuật đối với dụng cụ được gia công.

Hình dáng và kích thước của dụng cụ được gia công ảnh hưởng tới trị số của lượng dư, vì khi tăng kích thước và mức độ phức tạp của hình dạng thì dung sai của phôi tăng lên và độ chính xác chuẩn giảm xuống (khi định vị và định hướng phôi trên đồ gá).

Bảng 4.1 Độ chính xác của các phương pháp tạo phôi.

Dạng phôi	Trạng thái bề mặt	Sai lệch kích thước, mm
Rèn tự do	Rất thô	1,5 – 10
Dập trong khuôn dẹt	Thô	1,5 – 3,5
Dập trong khuôn kẹp chặt	Ít thô hơn	0,5 – 3,0
Dập trên máy rèn đứng	Ít thô hơn	0,4 – 2,0
Dập trên máy rèn ngang	Ít thô hơn	0,4 – 2,5
Cán nóng	Thô	0,5 – 2,5
Cán nóng tinh	Nửa tinh	0,1 – 0,4
Cán nguội tinh	Tinh	0,03 – 0,3
Dập hình	Tinh	0,05 – 0,1
Đúc bằng khuôn cát	Rất thô	1 – 10
Đúc bằng khuôn thô	Thô	1 – 2
Đúc bằng khuôn vỏ mỏng	Tinh	0,3 – 0,7
Đúc bằng khuôn mẫu chảy	Tinh	0,2 – 0,5
Đúc bằng khuôn thường	Tinh	0,1 – 0,5

Trạng thái của vật liệu cung cấp (rèn, dập nóng, dập nguội, mài...) ảnh hưởng đến trị số lượng dư. Lượng dư cần phải đủ để đảm bảo hớt hết những khuyết tật cục bộ sinh ra trong quá trình rèn hoặc cán như vết lõm, vết nứt, lớp oxyt và lớp thoát cacbon rất lớn trên bề mặt của dụng cụ làm bằng thép rèn hoặc cán. Đối với thép gió, trị số của lớp thoát cacbon cho phép phụ thuộc vào kích thước: từ 0,4mm, đối với $\phi 5 \div 15\text{mm}$; đến 1,35mm, đối với $\phi 100\text{mm}$. Thép gió kéo nguội và thép mài không cho phép có lớp thoát cacbon. Nếu không hớt hết lớp thoát cacbon ra khỏi bề mặt phôi dụng cụ cắt thì khi nhiệt luyện có thể đưa đến việc hình thành những vết nứt. Lớp thoát cacbon còn nằm trên bề mặt dụng cụ thành phẩm sẽ làm cho dụng cụ chóng bị mòn.

Phương pháp tạo phôi có ảnh hưởng đến trị số của lượng dư gia công, bởi vì những phương pháp khác nhau cho ta độ chính xác về kích thước hình học và chất lượng bề mặt khác nhau (bảng 4.1).

Khi tạo phôi bằng cách hàn cần tính đến độ cong và lệch trục của phôi. Độ cong cho phép của phôi sau khi nắn phụ thuộc vào đường kính và chiều dài của phôi khoảng $0,3 \div 1,5\text{mm}$.

Điều kiện kỹ thuật của việc chế tạo dụng cụ cũng ảnh hưởng đến trị số của lượng dư. Dụng cụ có độ chính xác cao khi chế tạo dùng cách gia công các bề mặt nhiều lần liên tiếp, do đó tổng lượng dư – do kết quả tổng hợp các lượng dư nguyên công sẽ lớn hơn rất nhiều so với dụng cụ chỉ gia công các bề mặt một hoặc hai lần.

Trong bảng 4.2 cho dung sai độ đảo một số loại dụng cụ cắt sau khi nhiệt luyện và nắn thẳng.

Các lượng dư trung gian có thể tính toán theo các công thức sau:

+ Khi gia công vật thể quay có lượng dư đối xứng:

$$2z_{bmin} = 2[(H_a + T_a) + \sqrt{\rho_a^2 + \xi_b^2}] \quad (4.1)$$

+ Khi gia công các mặt phẳng có lượng dư không đối xứng:

$$z_{bmin} = (H_a + T_a) + (\rho_a + \xi_b) \quad (4.2)$$

Trong đó:

z_{bmin} - lượng dư gia công tối thiểu một bên tính cho kích thước nhỏ nhất của phôi đối với các mặt ngoài, và tính cho kích thước lớn nhất đối với các mặt trong.

H_a - chiều cao của các khuyết tật bề mặt hoặc độ nhấp nhô tế vi của bước gia công trước.

T_a - chiều sâu của lớp mất cacbon hoặc khuyết tật của bước gia công trước.

ρ_a - tổng giá trị của các sai lệch không gian của bề mặt bị gia công.

ξ_b - sai số định vị ở nguyên công đang thực hiện.

Khi tính toán lượng dư cho nguyên công thứ nhất thì trị số H_a , ρ_a và T_a có thể chọn đối với phôi cán, theo điều kiện kỹ thuật của thép cacbon dụng cụ TCVN 1822-76 hoặc thép hợp kim dụng cụ TCVN 1823-76 và của thép gió ISO.

Cũng có thể sử dụng các số liệu cho trong *Sổ tay công nghệ chế tạo máy* [12].

Khi tính toán những lượng dư trung gian, cần tính sao cho cắt hết lớp nhấp nhô bề mặt cũng như những lớp bị phá hủy do nguyên công trước để lại.

Nếu giữa các nguyên công trung gian còn có nhiệt luyện, thì khi xác định lượng dư gia công cần tính thêm lượng biến dạng do nhiệt luyện để lại

sau khi nắn thẳng (bảng 4.2).

Để xác định lượng dư mài sau nhiệt luyện cần tính đến lượng nhấp nhô trước nhiệt luyện, lớp mất cacbon, lớp biến dạng sau nhiệt luyện. Riêng đối với những dụng cụ có chuôi, sau khi nắn thẳng (bảng 4.2) còn phải xét đến sự mất chính xác của chuẩn khi mài và dung sai của nguyên công trước.

Bảng 4.2 Dung sai độ đảo của dụng cụ sau khi nhiệt luyện và nắn thẳng, mm

Loại dụng cụ	Đường kính	Chiều dài	Độ đảo cho phép
Mũi khoan	5 đến 10	Đến 150	0,15
		Lớn hơn 150 đến 170	0,20
Mũi khoét	Lớn hơn 10 đến 20	Đến 250	0,25
		Lớn hơn 250 đến 350	0,30
Dao doa	Lớn hơn 10 đến 30	Đến 250	0,25
		Lớn hơn 250 đến 500	0,30
Tarô	Lớn hơn 30 đến 50	Đến 250	0,20
		Lớn hơn 250 đến 500	0,25
Dao chuốt	Đến 10	250 đến 500	0,30
		Lớn hơn 10 đến 20	0,30
	Lớn hơn 10 đến 20	250 đến 500	0,30
		Lớn hơn 500 đến 800	0,30
	Lớn hơn 20 đến 30	Đến 250	0,20
		Lớn hơn 250 đến 500	0,25
	Lớn hơn 30 đến 50	Lớn hơn 500 đến 800	0,30
		Lớn hơn 800 đến 1200	0,30
		Đến 250	0,15
		Lớn hơn 250 đến 500	0,20
		Lớn hơn 500 đến 800	0,25
		Lớn hơn 800 đến 1200	0,30

Lượng dư trung gian lớn nhất được tính theo công thức:

$$Z_{\max} = \delta_{tr} + \delta_{hn} + Z_{hn \min} \quad (4.3)$$

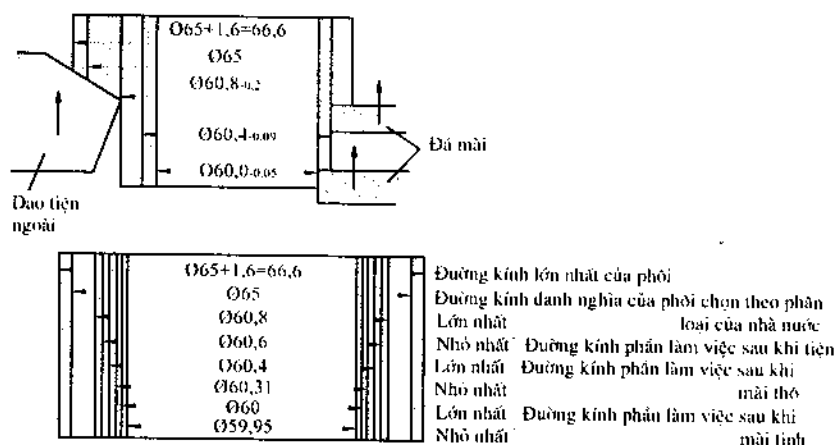
Trong đó:

δ_{tr} - dung sai khoảng cách hoặc kích thước các bề mặt của bước gia công trước.

δ_{hn} - dung sai khoảng cách hoặc kích thước các bề mặt của bước gia công đang thực hiện.

$Z_{hn \min}$ - lượng dư tính toán tối thiểu đối với bước gia công đang thực hiện.

Mối quan hệ tương hỗ của lượng dư trung gian và trường dung sai của chúng được biểu diễn làm mẫu trên sơ đồ hình 4.1 (đối với phần cắt của dao khoét đường kính 60_{-0,05} mm).



Hình 4.1 Sơ đồ tính toán lượng dư trung gian và dung sai.

Dùng các sơ đồ tương tự, có thể tính được các kích thước trung gian.

Trong trường hợp tổng quát, kích thước ở bước đang xét phụ thuộc vào:

$$D_{hn \max} = D_{tr} + Z_{hn \min} + \delta_{hn} \quad (4.4)$$

$$D_{hn \min} = D_{tr \max} + Z_{hn \min} \quad (4.5)$$

Trong đó:

$D_{hn \min}$ - kích thước lớn nhất của bước đương xét.

$D_{tr \max}$ - kích thước lớn nhất của bước trước.

δ_{hn} - dung sai chế tạo ở bước đương xét.

$Z_{hn \min}$ - lượng dư nhỏ nhất ở bước đương xét.

Lượng dư toàn phần của dụng cụ bằng tổng các lượng dư trung gian:

$$Z_t = \sum_{i=1}^m Z_{tgi} \quad (4.6)$$

Việc tính toán lượng dư được bắt đầu từ việc tính lượng dư nguyên công cuối, tiếp đó là xác định lượng dư của nguyên công trước nó và từ đó tính ngược lên theo các bước gia công.

Lượng dư tổng cộng một phía theo đường kính ngoài, tính bằng mm, đối với các dụng cụ có dạng tròn xoay được tính theo công thức:

$$Z_{tc} = T_{ph} + \xi + Z_{nl} + Z_m \quad (4.7)$$

Trong đó:

T_{ph} - chiều sâu lớp mất cacbon và các khuyết tật của phôi.

ξ - độ chính xác định tâm hoặc chuẩn.

Z_{nl} - lượng dư gia công trước khi nhiệt luyện.

Z_m - lượng dư mài sau nhiệt luyện.

Trị số tính được theo công thức (4.7) được nhân đôi và cộng vào kích thước danh nghĩa của thành phẩm. Kích thước của phôi được tính bằng cách quy tròn đến kích thước gần nhất của phôi theo tiêu chuẩn (TCVN) của nhà nước.

Bảng các lượng dư trung gian, lượng dư tổng cộng cho các loại dụng cụ được tính và lập ra theo phương pháp nói trên là có xét đến kinh nghiệm của các nhà máy sản xuất dụng cụ tiên tiến.

Sai số của chuẩn công nghệ - độ lệch của lỗ tâm đối với trục hình học của phôi có ảnh hưởng lớn tới việc định lượng dư cho những dụng cụ có chuôi, được gia công trên mũi tâm. Sai số định tâm phụ thuộc vào sai số hình dáng của phôi (chuẩn thô khi định tâm), độ cong vênh của phôi và sai số điều chỉnh tâm máy.

Khi dùng phôi cán, độ cong vênh của phôi ảnh hưởng không đáng kể đến độ chính xác định tâm, nên có thể dùng công thức sau đây để tính sai số định tâm:

$$\rho_{dt} = \sqrt{\Delta_{cp}^2 + \Delta_{dc}^2} \quad (4.8)$$

Trong đó:

Δ_{cp} - ảnh hưởng của sai số dạng mặt chuẩn khi định tâm đến độ lệch tâm của lỗ.

Δ_{dc} - ảnh hưởng của sai số điều chỉnh tâm máy.

Sai số hình dáng của phôi được phân bố trong vòng một nửa dung sai kích thước. Ở điều kiện bất lợi nhất khi đặt phôi trong khối chữ V có sai số một phía, trục của phôi lệch một phần tư dung sai, nghĩa là lệch đi 0,25δ.

Sai số điều chỉnh tâm máy phân bố trong giới hạn 0,25mm:

$$\rho_{dc} = \sqrt{(0,25.p)^2 + 0,25^2} = 0,25 \cdot \sqrt{p^2 + 1} \quad (4.9)$$

Khi định tâm phôi hàn độ lệch giữa các phần hàn (Δ_1) và độ nghiêng giữa chúng là hiện tượng thường gặp, do đó cần phải tính đến ảnh hưởng của các sai lệch đó. Khi đó dùng công thức có dạng:

$$\rho_{dc} = \sqrt{(0,25 \cdot \rho)^2 + 0,25^2 + \Delta_1^2} \quad (4.10)$$

CHƯƠNG 5

CÁC NGUYÊN CÔNG TẠO PHÔI DỤNG CỤ

1. Đặc điểm phôi dụng cụ và những yêu cầu công nghệ đối với vật liệu phôi dụng cụ

Có hai loại phôi dụng cụ thường gặp:

- Phôi các loại vật liệu dụng cụ cần gia công nhiệt luyện (phôi thép gió, thép hợp kim dụng cụ...).

- Phôi các loại vật liệu không cần nhiệt luyện : hợp kim cứng.

Đối với thép dụng cụ cần gia công nhiệt luyện phải chú ý các nguyên công tạo phôi để đảm bảo nâng cao cơ lý tính của vật liệu, độ chính xác và đặc biệt tiết kiệm được vật liệu dụng cụ (loại vật liệu đắt tiền).

Trong công nghiệp chế tạo dụng cụ cắt người ta thường dùng các loại phôi cán, rèn dập, đúc và hàn. Tuỳ theo kết cấu và chất liệu dụng cụ, đặc điểm quá trình sản xuất, tính kinh tế của các loại thép và giá thành của dụng cụ mà lựa chọn các loại phôi. Phôi cần phải có dạng và kích thước gần với dạng và kích thước của dụng cụ được chế tạo. Mức độ gần giống nhau đó được xác định bởi tình trạng của vật liệu ban đầu và phương pháp chế tạo phôi. Các kích thước của phôi phụ thuộc vào lượng dư và dung sai cần thiết để gia công cơ, vào dạng phôi và cũng phụ thuộc vào lượng dư và dung sai chế tạo nó.

Tương ứng với các tiêu chuẩn hiện hành, công nghiệp luyện kim chế tạo thép dụng cụ dạng thanh có tiết diện tròn, vuông, chữ nhật; hoặc đúc, rèn, dập, cán những dạng đặc biệt để chế tạo lưỡi dao, bàn ren và các dụng cụ khác. Kích thước tiết diện và dung sai của phôi được chọn theo tiêu chuẩn TCVN 1822-76, còn đối với các loại có dạng đặc biệt thì theo các tiêu chuẩn ngành. Trong các nhà máy chế tạo dụng cụ, phôi có dạng mong muốn được chế tạo bằng các phương pháp khác nhau như rèn, dập nóng, kéo nguội hoặc mài trên các máy mài vô tâm.

Trước khi đưa vào sản xuất, vật liệu dùng để chế tạo dụng cụ cắt được kiểm tra thành phần hoá học và các đặc tính công nghệ.

Thép cacbon dụng cụ theo TCVN 1822-76 cần phải kiểm tra độ thấm tôi. Người ta chế tạo các mẫu có kích thước 20x20mm và tôi các mẫu đó ở nhiệt độ 800°C. Sau đó tuỳ theo vết gãy mà phân loại thép thành 6 nhóm

theo hệ thống điểm. Độ cứng của thép ở lõi phải ở trong giới hạn $32 \div 42\text{HRC}$. Độ cứng của lớp tôi bề mặt phải đảm bảo các điều kiện kỹ thuật đối với dụng cụ bằng thép cacbon. Cấu trúc tế vi của thép được kiểm tra bằng sự tồn tại của lưới xementit, vì nó sẽ làm tăng độ giòn của dụng cụ. Lưới xementit được đánh giá theo hệ thống năm điểm.

Việc kiểm tra cấu trúc tế vi của thép cacbon còn dùng để xác định đặc tính cắt gọt và độ nhẵn bề mặt khi gia công cơ. Khi có peclit hạt, độ nhẵn bề mặt sau khi gia công thép Y10÷Y12 sẽ cao hơn so với thép có cấu trúc peclit tấm. Dụng cụ mà cấu trúc khởi thủy có peclit hạt ít bị biến dạng khi gia công nhiệt luyện.

Lớp thoát cacbon ở các mẫu không nhiệt luyện được kiểm tra bằng kính hiển vi sau khi cho ăn mòn mẫu bằng dung dịch axit nitric trong rượu metin. Đối với các mẫu sau khi nhiệt luyện việc kiểm tra lớp thoát cacbon được tiến hành ở các mẫu mài tế vi.

Đối với thép gió, người ta kiểm tra thành phần hoá học, độ không đồng đều của cacbit, độ mất cacbon và vết nứt. Độ không đồng đều của cacbit thể hiện tập trung cục bộ của cacbit trong cấu trúc. Khi độ không đồng đều của cacbit tăng lên, độ bền của dụng cụ sẽ giảm rõ rệt. Đối với sức bền của dụng cụ, đặc biệt không có lợi khi các hạt cacbit nằm theo các bề mặt giới hạn và khi mạng cacbit là liên tục.

Độ không đồng đều của cacbit được kiểm tra trên các mẫu tế vi dọc. Độ không đồng đều của cacbit được đánh giá bằng thang 10 điểm. Dụng cụ cắt được chế tạo bằng thép gió có độ không đồng đều cacbit không lớn hơn 6 điểm. Đối với dao phay lăn răng, dao chuốt, dao xọc răng, dao cà răng, dụng cụ cắt ren và các loại dụng cụ bé khác, độ không đồng đều cacbit chỉ ở trong phạm vi 1÷3 điểm. Cấu trúc của thép gió có cacbit nhỏ và phân bố đều chỉ có thể nhận được qua rèn nhiều lần hoặc cán. Vết nứt của thép gió được kiểm tra bằng cách tôi nhiều lần các mẫu và nghiên cứu sự tồn tại của các vết nứt trên các mẫu đó.

Lớp thoát cacbon của thép gió và thép sau cùng tinh được xác định theo sự khác nhau về nhiệt độ và thời gian chuyển mạng của austenit với thành phần cacbon khác nhau. Người ta đã tìm ra một số phương pháp xác định lớp thoát cacbon. Đối với thép gió người ta dùng phổ biến phương pháp V.D.Xadovxki.

Theo phương pháp đó mẫu thử được nung khoảng 2÷3 phút trong lò muối Bari-clorua (BaCl_2) đến giới hạn trên của nhiệt độ (t) của loại thép đã

cho (đối với thép P18 là $1280 \div 1290^{\circ}\text{C}$); sau đó chuyển sang lò dầu có nhiệt độ cao hơn điểm M_1 một ít (đối với thép P18 là $180 \div 195^{\circ}\text{C}$), và giữ ở nhiệt độ đó trong khoảng $5 \div 10$ phút. Ở nhiệt độ đó xảy ra chuyển biến mactenxit chỉ riêng ở lớp mặt cacbon mà vẫn giữ cấu trúc austenit ở lõi. Sau khi ở lò thứ 2, mẫu được chuyển sang lò thứ 3 có nhiệt độ khoảng $550 \div 600^{\circ}\text{C}$ và giữ trong lò này khoảng 10 phút. Sau đó làm nguội ngoài không khí. Khi ở trong lò này, cấu trúc austenit ở phần không bị mặt cacbon vẫn tồn tại, nhưng khi đó sẽ xảy ra hiện tượng ram mactenxit tạo thành ở lớp mặt cacbon trong lò thứ 2. Khi làm nguội trong không khí với nhiệt độ $550 \div 600^{\circ}\text{C}$ ở lõi của mẫu sẽ có chuyển biến mactenxit. Trên mẫu mài tế vi cho ăn mòn bằng dung dịch $2 \div 4\%$ axit nitric, mactenxit tạo thành do tôi có dạng của các phần sáng, còn mactenxit tạo thành do ram ở lớp mặt cacbon bị ăn mòn mạnh hơn và do đó có dạng như vết tôi.

Thép cacbon dụng cụ có độ bền nhiệt thấp và được tôi trong nước, có độ thấm tôi giới hạn, độ cong vênh lớn và nhiệt độ ram thấp. Thép nhiều cacbon có độ giòn cao.

Thép hợp kim dụng cụ có độ bền nhiệt lớn hơn và độ bền mòn tốt khi tốc độ cắt thấp. Loại thép này được tôi trong dầu và khi nhiệt luyện biến dạng ít hơn so với các loại thép cacbon dụng cụ.

Một trong những chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật cơ bản của quá trình công nghệ là hệ số sử dụng vật liệu: $K = \frac{Q}{Q_1}$

Trong đó: Q - trọng lượng phôi.

Q_1 - trọng lượng dụng cụ.

Để nâng cao hệ số sử dụng vật liệu trong sản xuất dụng cụ cắt hàng loạt và hàng khối, người ta lựa chọn vật liệu và sử dụng các phương pháp gia công phôi bằng biến dạng dẻo hoặc đúc; cũng như phải lựa chọn hợp lý lượng dư cho gia công cơ. Nâng cao hệ số sử dụng vật liệu còn có ảnh hưởng lớn đến giá thành phôi. Vật liệu hao phí cho việc chế tạo một đơn vị sản phẩm (M) được tính theo công thức:

$$M = \sum_{i=1}^p g_1 q_1 + \sum_{i=1}^p g_2 q_2$$

Trong đó:

g_1 - khối lượng vật liệu của mỗi loại hao phí để chế tạo một đơn vị sản phẩm, kg.

q_1 - giá thành 1kg vật liệu.

g_2 - khối lượng vật liệu cần thiết đối với mỗi loại, kg.

q_2 - giá thành 1kg vật liệu cần thiết.

p - số loại vật liệu khác nhau.

- Sử dụng phôi có hình dạng khác nhau.

Thép kéo nguội được dùng trong các trường hợp khi kích thước của phôi gần giống kích thước phôi dụng cụ. Loại phôi này được gia công trên máy tự động. Thép kéo nguội có mài (thép ánh bạc), chế tạo theo cấp chính xác 3-4, được dùng để chế tạo các loại dụng cụ bé, không gia công sơ bộ đường kính, với lượng dư chỉ đủ để mài.

Thép cán nóng được dùng trong các trường hợp khi tiết diện của phôi so với dụng cụ có lượng dư không lớn. Giá trị kinh tế cao của thép có thể đạt được bằng cách sử dụng rộng rãi các loại thép cán hình chuyên dùng để sản xuất dụng cụ.

Các loại thép gió có đường kính lớn hơn 50mm chỉ được rèn khi có yêu cầu cao về độ không đồng đều của cacbit và kích thước của phôi cán và dụng cụ khác nhau nhiều.

Trong điều kiện sản xuất dụng cụ hàng loạt và hàng khối, để có thể có dạng phôi và dạng dụng cụ gần giống nhau, người ta dùng phương pháp biến dạng dẻo để chế tạo phôi như: dập (khi chế tạo dao tiện, dao phay, dao xọc răng...), vuốt, nén, cán xoắn, cán ngang, xoắn vít (phôi mũi khoan).

Để đạt được tính kinh tế khi sử dụng thép gió, người ta dùng rộng rãi phôi ghép để chế tạo các loại dụng cụ có cán hoặc có phần lưng trụ. Trong trường hợp này người ta thường dùng phổ biến phương pháp hàn.

Chất lượng của dụng cụ cắt cũng được đảm bảo khi chế tạo phần cắt bằng thép cán, còn thân hoặc chuôi bằng thép đúc.

Giá trị kinh tế của thép gió cũng có thể đạt được bằng cách chế tạo dụng cụ có kết cấu lắp rắng. Phần thân được chế tạo bằng thép cacbon còn các răng cắt thì bằng thép gió.

Đối với phần cán của những dụng cụ không chịu mòn, thì việc lựa chọn thép tùy theo sức bền cần thiết và tính công nghệ (tính hàn, tính gia công tốt). Trong nhiều trường hợp, phần cán của dụng cụ cắt được chế tạo bằng thép 40, thép hợp kim 40X hoặc thép dụng cụ có thành phần cacbon thấp được nhiệt luyện để đạt được độ cứng 28÷32 HRC.

Đối với phần cán những dụng cụ làm việc trong điều kiện chịu mòn (phần dẫn hướng mũi khoan, mũi khoét, doa...) phải chọn loại thép có độ cứng cao ở phần chịu ma sát. Để đạt được yêu cầu đó, người ta dùng thép cacbon dụng cụ CD10, thép hợp kim 90CrSi. Độ cứng đạt được sau khi nhiệt luyện là 58÷62 HRC.

Để nhận được phôi có hình dạng và kích thước gần nhất với hình dạng và kích thước của dụng cụ, người ta dùng phương pháp đúc. Sử dụng phương pháp đúc chính xác sẽ giảm được hao phí kim loại đến 50÷70% so với phương pháp rèn.

Khi đúc phôi từ thép gió khó đảm bảo cấu trúc có chất lượng tốt và tuổi bền ổn định của dụng cụ cắt. Để nhận được kết quả tốt hơn khi đúc phôi có dạng hộp (vỏ) người ta dùng phương pháp làm nguội nhanh. Ngoài ra cũng có thể nhận được kết quả tốt khi chế tạo dụng cụ cắt bằng phương pháp đúc li tâm trong khuôn kim loại.

Hiệu suất sử dụng phôi đúc phụ thuộc vào tổ chức sản xuất, quá trình công nghệ, thiết bị và cách lắp ghép. Trong sản xuất hàng khối, việc chế tạo phôi bằng phương pháp đúc có lợi trong trường hợp không sử dụng được phương pháp biến dạng dẻo, ví dụ, khi chế tạo mũi khoan đường kính lớn hơn 40mm, mũi khoét hoặc dao phay có đường kính lớn.

2. Chuẩn bị phôi

2.1. Xác định khối lượng phôi

Để chuẩn bị khối lượng vật liệu cho cả một giai đoạn sản xuất đối với từng loại dụng cụ cần phải xác định khối lượng của từng phôi dụng cụ riêng biệt tương ứng với loại dụng cụ chế tạo. Xác định khối lượng phôi chính xác sẽ tiết kiệm được vật liệu dụng cụ và thời gian chi phí cho các nguyên công tiếp theo.

Từ bản vẽ dụng cụ (sản phẩm) sau khi đã biết lượng dư gia công sẽ tạo ra được bản vẽ phôi chính xác cho loại dụng cụ sản xuất.

Đối với dụng cụ thường gặp là phôi có dạng hình trụ với đường kính D , chiều dài L thì khối lượng phôi G được tính theo công thức như sau (đối với phôi cán):

$$G = \left[\frac{\pi}{4} \left(D + \frac{\delta_1}{2} \right)^2 \cdot \left(L + \frac{\delta_2}{2} \right) + \frac{\pi}{4} \left(D + \frac{\delta_1}{2} \right)^2 \cdot b \right] \cdot \rho \cdot \left(1 + \frac{a}{100} \right) \cdot 10^{-6} \text{ (kg)}$$

Trong đó:

D - đường kính phôi (mm).

δ_1 - dung sai đường kính phôi (mm) khi sai lệch giới hạn dương thì $\delta_1 > 0$ “+” và ngược lại $\delta_1 < 0$ “-” (trị số này có trong các tài liệu về cán thép, rèn, đúc...).

L - chiều dài phôi (mm).

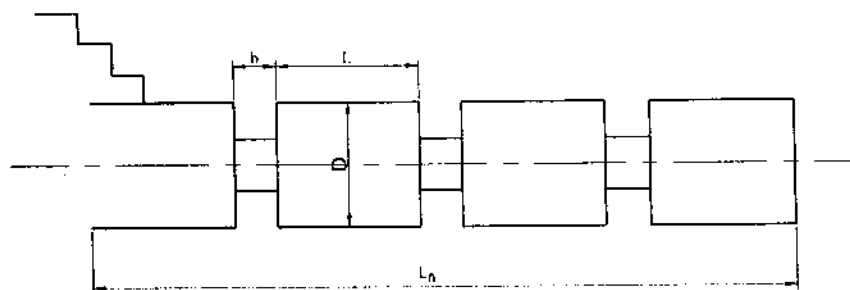
δ_2 - dung sai chiều dài phôi (mm) lấy dấu tương tự như δ_1 .

b - chiều rộng lớn nhất của rãnh cắt đứt phôi (mm). Giá trị b phụ thuộc vào phương pháp cắt đứt (cưa, tiện cắt đứt, phay cắt đứt, mài cắt đứt...).

a - phế liệu ở hai đầu phôi phải cắt bỏ đi được xác định theo phần trăm (%):

$$a \approx \frac{(0.6 \div 0.75) \cdot L}{L_n} \cdot 100\%$$

L_n - chiều dài toàn bộ thanh vật liệu (mm), hình 5.1.



Hình 5.1 Sơ đồ xác định chiều dài thanh phôi vật liệu.

G_n - khối lượng toàn bộ thanh vật liệu, $G_n = G \cdot n$

N - số dụng cụ gia công.

Có thể lấy vật liệu theo chiều dài phôi: $L_n = \frac{G_n}{\frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \rho}$

ρ - khối lượng riêng của vật liệu (tấn/m³, g/cm³).

Đối với phôi rèn có thể xác định như sau:

$$G = \frac{\pi}{4} \cdot \left(D + \frac{\delta_1}{2} \right)^2 \cdot \left(L + \frac{\delta_2}{2} \right) \cdot \left(1 + \frac{n \cdot a_1}{100} \right) \cdot \rho \cdot 10^{-6} \text{ (kg)}$$

δ_2 - dung sai chiều dài phôi (mm) lấy dấu (+).

N - số lần nung để rèn.

a₁ - lượng kim loại bị cháy sau một lần nung nóng để rèn tính theo % khối lượng phôi.

2.2. Nắn thẳng, cắt phôi

Phôi dùng trong chế tạo dụng cụ tùy theo hình dạng và kích thước mà dùng các loại phôi sau:

- Phôi dây - đường kính nhỏ $\phi \leq 10\text{mm}$ (ví dụ, phôi mũi khoan tarô $\phi < 10$).

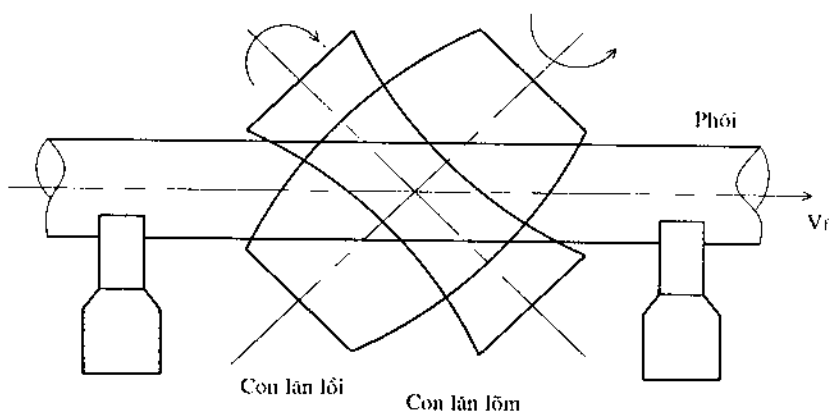
- Phôi thanh đường kính khác nhau, tiết diện vuông tròn hoặc chữ nhật. Phôi thanh tròn có thể được chế tạo phôi chính xác (đường kính) - thép ánh bạc dùng trong sản xuất tự động (phôi tarô, phôi mũi khoan...).

- Phôi cán nóng đúc hoặc rèn.

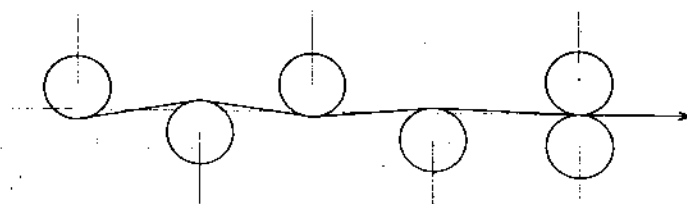
Đối với các loại phôi thanh trước khi gia công cơ phải nắn thẳng và cắt đứt.

Các loại phôi dây, thanh có đường kính đến $30 \div 40\text{ mm}$ có độ chính xác về độ thẳng thấp, không đủ điều kiện để gia công trên các máy tự động, máy cắt gọt. Để đảm bảo độ chính xác tối thiểu về độ thẳng của phôi, trước khi cắt phôi và gia công trên các máy cắt gọt phôi phải được nắn thẳng. Tùy theo đường kính phôi mà sử dụng các phương pháp nắn thẳng khác nhau. Nắn thẳng bằng các cặp con lăn dạng tang trống (hình 5.2) trên máy nắn thẳng với các phôi đường kính đến 30mm . Đối với các loại phôi dây ($\phi < 10$) được nắn thẳng trên các máy nắn thẳng dạng hai con lăn quay trục song song (hình 5.3).

Phôi sau khi nắn thẳng được cắt thành các phôi đơn phù hợp với từng dụng cụ cụ thể.



Hình 5.2 Sơ đồ nắn thẳng phôi qua hai con lăn dạng tang trống ($\phi > 10$).



Hình 5.3 Sơ đồ nắn thẳng phôi dây bằng con lăn trong máy nắn thẳng ($\varnothing < 10$).

Tuỳ theo các loại phôi, nguyên công cắt phôi được thực hiện trên các thiết bị khác nhau.

- Các loại phôi thanh đường kính khoảng $10 \div 20\text{mm}$ có thể được cắt trên các máy cắt đứng (phôi mũi khoan, khoét, doa, taro...) hoặc trên các máy tiện.

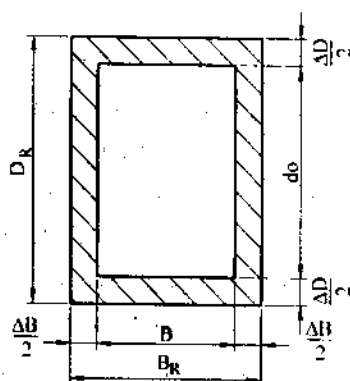
- Phôi có đường kính lớn hoặc kích thước lớn có thể được cắt trên các máy cưa, máy mài, máy phay cắt đứt (phôi dao phay, dao phay lăn răng...).

2.3. Rèn phôi, dập định hình phôi, cán định hình phôi

Đối với phôi của một số loại dụng cụ sau khi cắt, phôi được rèn hoặc dập định hình. Mục đích của các nguyên công này nhằm nâng cao cơ tính và tiết kiệm vật liệu.

Sau khi rèn để dễ cắt gọt, phôi được ủ đẳng nhiệt.

Lượng dư tổng của chi tiết gia công chế tạo từ phôi rèn và dung sai hình 5.4, có thể chọn theo bảng 5.1.



Hình 5.4 Kích thước phôi rèn.

Bảng 5.1 Lượng dư của chi tiết gia công chế tạo từ phôi rèn và dung sai.

Đường kính dụng cụ d_0 (mm)	ΔD	ΔB	Đường kính dụng cụ d_0 (mm)	ΔD	ΔB
≤ 125	6 ± 2	5 ± 1	$> 100 \div 200$	8 ± 2	6 ± 1
$> 125 \div 100$	7 ± 2	5 ± 1	> 200	10 ± 2	7 ± 1

$\Delta D, \Delta B$ - lượng dư theo đường kính và chiều dài.

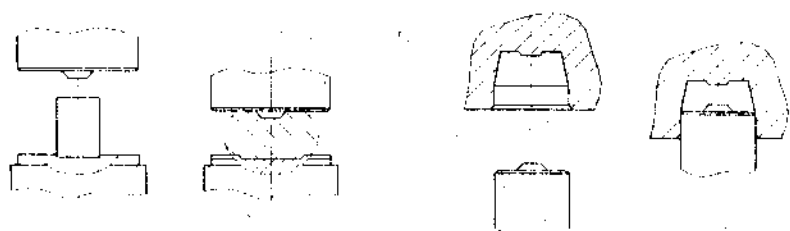
d_0 - đường kính chi tiết (dụng cụ).

B - chiều dài dụng cụ.

D_R - đường kính phôi rèn. $D_R = d_0 + \Delta D$.

B_R - chiều dài (rộng) phôi rèn $B_R = B + \Delta B$.

Dập phôi là phương pháp kinh tế, tiết kiệm được vật liệu và thời gian gia công cho các nguyên công sau và đảm bảo được kích thước ổn định. Phương pháp này thường được áp dụng trong sản xuất lớn với những dụng cụ có hình dáng bên ngoài không phức tạp. Ví dụ, dập phôi dao xọc hình đĩa theo hai bước như hình 5.5 với bước sơ bộ và bước kết thúc.



a) Bước sơ bộ.

b) Bước kết thúc.

Hình 5.5 Sơ đồ dập dao xọc răng.

Bước sơ bộ, chôn phôi hờ (hình 5.5a) dùng để giảm mức độ biến dạng ở bước cuối và tạo nên lỗ định tâm. Theo lỗ đó ở bước sau phôi được định vị tốt khi dập. Khi dập nóng sẽ sinh ra các vảy phôi. Bước sau cùng khi dập phôi trong khuôn kín sẽ đảm bảo cho phôi không có vết dập. Dập phôi được tiến hành trên các máy ép trực khuỷu hoặc ma sát.

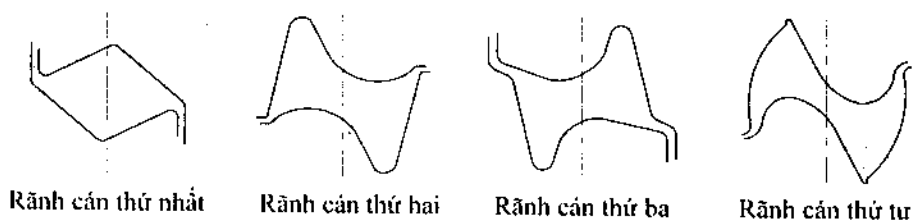
Ngoài ra chuốt phôi và rèn quay cũng là những phương pháp tiên tiến gia công kim loại bằng áp lực.

Phôi ban đầu được kéo chậm qua khuôn bằng hợp kim cứng, do đó tiết diện phôi sẽ nhỏ lại và chiều dài tổng cộng sẽ tăng lên.

Trong sản xuất dụng cụ, phương pháp rèn quay (xoay) được dùng để tạo các phôi. Bản chất của phương pháp này là phôi chịu tác dụng tải trọng xung theo phương hướng kính và biến dạng để được hình dạng của dụng cụ. Nhờ biến dạng từ từ theo ba hướng mà mức độ biến dạng lớn nhưng các loại vật liệu kém dẻo vẫn không bị vỡ.

Cán phôi là phương pháp tạo phôi bằng biến dạng dẻo đối với các loại dụng cụ dạng thanh. Ví dụ như mũi khoan: phôi từ thép gió (phần cắt) và thép 40 sẽ được hàn nối đầu, ủ và tiện đường kính ngoài trước khi cán. Sau đó nung phôi nhanh đến nhiệt độ $1050^{\circ} \div 1100^{\circ}\text{C}$ trong các lò điện, lò muối,

lò cao tần để tránh mất cacbon. Việc cán phôi được thực hiện trên máy cán rên qua bộ rãnh cán gồm bốn cặp rãnh cán. Bộ rãnh cán được đặt và kẹp chặt trên trục cán. Rãnh cán thứ nhất (hình 5.6) có hình ngoắc để hoàn thành cán sơ bộ phôi tròn. Rãnh cán thứ hai có dạng gần với prôfin của rãnh phôi mũi khoan, rãnh thứ 3 dùng để tạo hình lần cuối prôfin rãnh mũi khoan và để cho lượng kim loại thừa do phôi thiếu chính xác hay do chế độ cán gây nên thoát ra. Rãnh cán thứ tư có prôfin đúng hoàn toàn với prôfin mũi khoan chỉ để lượng dư cho mài mặt ngoài.

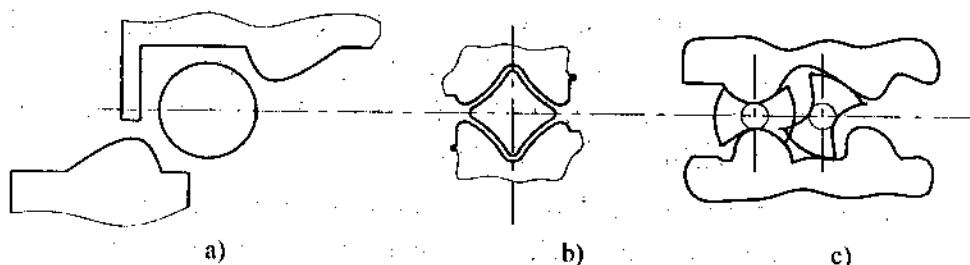


Hình 5.6 Các rãnh cán mũi khoan.

Mỗi cặp cánh cán sẽ nén từ từ phôi, hệ số nén dao động trong khoảng $(2,7 \div 3,6)$ mm phụ thuộc vào kích thước mũi khoan.

Trong sản xuất lớn, phôi mũi khoan đường kính từ $6 \div 12$ mm còn được chế tạo bằng phương pháp cán ngang. Đặc điểm của nguyên công này là cán xoắn và sửa đúng tiến hành cùng một lúc trên máy cán ngang. Năng suất của nguyên công này có thể đạt được 2000 chiếc trong 1 giờ.

Cán ngang được thực hiện giữa hai bàn cán phẳng, mỗi bàn gồm có phần dẫn hướng (a) phần gia công sơ bộ (b) và phần sửa đúng (c) (hình 5.7). Các phần đó có công dụng để giữ và hiệu chỉnh phôi trước khi bắt đầu cán tạo sơ bộ rãnh xoắn vít và tạo hình chính xác rãnh mũi khoan. Phần cán sơ bộ và sửa đúng của bàn cán có các rãnh cán nghiêng so với phần cơ sở. Prôfin của rãnh cán ở tiết diện ngang tương ứng với tiết diện phôi của mũi khoan.



Hình 5.7 Sơ đồ cán ngang phôi mũi khoan.

Độ nghiêng của rãnh tạo thành prôfin rãnh theo đường xoắn vít.

Phôi mũi khoan còn được chế tạo theo phương pháp cán xoắn dọc. Rãnh của mũi khoan được tạo thành bằng phương pháp cán dọc trong một nguyên công giữa hai cặp con lăn đối xứng có profile tương ứng với profile rãnh và lưng mũi khoan trong tiết diện pháp tuyến. Các con lăn được đặt nghiêng với trục phôi một góc bằng góc nghiêng của rãnh vít. Tất cả các con lăn nhận được chuyển động quay cưỡng bức cùng một hướng. Ở vùng tiếp xúc giữa con lăn với bề mặt phôi xuất hiện lực ma sát mà thành phần hướng kính của chúng sẽ tạo nên một cặp lực làm phôi quay, còn thành phần chiều trục đảm bảo phôi chuyển động dọc trục, kết quả là phôi sẽ chuyển động xoắn vít đối với con lăn cán xoắn dọc trục đảm bảo mũi khoan có lõi bền hơn so với các phương pháp khác.

2.4. Phôi đúc

Phôi đúc cũng được sử dụng tạo phôi dụng cụ. Sử dụng phôi đúc là một nhân tố quan trọng khi tính kinh tế vật liệu dụng cụ.

Chế tạo dụng cụ từ phôi đúc dễ dàng hơn từ phôi rèn hoặc cán. Lượng lao động hao phí khi chế tạo phôi đúc giảm từ 30% đến 50%, hao phí vật liệu giảm 6 ÷ 7 lần. Phôi đúc dụng cụ có thể được tiến hành trong khuôn cát ướt (lượng dư gia công lớn), trong khuôn khô thì hao phí vật liệu ít hơn. Đối với dụng cụ có hình dạng đơn giản có thể được đúc trong khuôn kim loại. Đúc trong khuôn vỏ mỏng là một trong những phương pháp đúc cho hiệu suất cao.

Độ chính xác và độ bóng cao của phôi dụng cụ có thể nhận được bằng phương pháp đúc mẫu chảy. Đúc theo mẫu chảy có thể chế tạo phôi cho các dụng cụ có hình dạng phức tạp nhất mà các nguyên công gia công cơ tiếp theo chỉ cần mài và mài sắc.

2.5. Hàn phôi

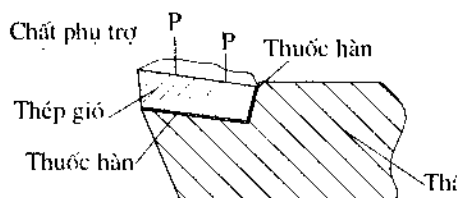
Hàn là phương pháp phổ biến để chế tạo phôi dụng cụ khi mà phần cắt và phần cán (chuôi) làm bằng hai loại vật liệu khác nhau. Đây là phương pháp đạt yêu cầu cao về tiết kiệm vật liệu dụng cụ cắt. Để chế tạo các phôi dạng trục (mũi khoan, dao chuốt) có phần cán từ các loại vật liệu thường thì dùng phương pháp hàn tiếp xúc (nội đầu).

Quá trình hàn tiếp xúc được tiến hành bằng cách nung nóng hai phần hàn đến nhiệt độ dẻo, chảy, sau đó ép nhanh hai phần lại. Hàn tiếp xúc được thực hiện trên máy hàn điện tiếp xúc (nung nóng bằng điện) hoặc máy hàn ma sát tiếp xúc (nung nóng bằng ma sát quay).

Đối với những dụng cụ các dạng khác, phần cắt thường là các mảnh dao (mảnh bằng thép gió hoặc hợp kim cứng) được hàn vào thân (hàn mảnh dao).

Việc hàn mảnh dao vào thân được thực hiện sau khi đã tạo được các mảnh dao (mảnh thép gió hoặc hợp kim cứng), các mảnh dao này đã được tiêu chuẩn hoá. Trên thân dao có rãnh để đặt mảnh dao đã được chế tạo. Giữa các bề mặt mảnh dao và rãnh trên thân dao có đặt một lớp vật liệu hàn (thuốc hàn). Toàn bộ phần đầu dao (thân dao, mảnh dao và thuốc hàn) được nung nóng để thuốc hàn chảy và ép lại như sơ đồ hình 5.8. Tùy theo loại vật liệu dụng cụ và thân dao mà có các loại thuốc hàn khác nhau.

Hàn các mảnh dao thép gió sẽ được tiến hành đồng thời với nguyên công nhiệt luyện. Sau khi ép chặt mảnh dao vào thân dao, thép gió sẽ được nhiệt luyện (tôi) luôn.



Hình 5.8 Sơ đồ hàn mảnh dao tiện thép gió.

CÁC NGUYÊN CÔNG CƠ BẢN TẠO HÌNH CÁC BỀ MẶT DỤNG CỤ TRƯỚC NHIỆT LUYỆN

1. Chọn chuẩn và các nguyên công tạo chuẩn

Khi chế tạo dụng cụ cắt, để đảm bảo độ chính xác cao cần phải chú ý đến khâu chọn chuẩn và các nguyên công tạo chuẩn.

Chuẩn trong quá trình chế tạo cần phải được chọn thống nhất cho các nguyên công gia công thô, tinh trước khi nhiệt luyện, đồng thời cho các nguyên công gia công tinh sau nhiệt luyện, kiểm tra, đo lường và gá dao khi làm việc. Do đó trước khi lập quy trình công nghệ cho một dụng cụ cần nghiên cứu đầy đủ các bề mặt của dụng cụ, trên cơ sở đó chọn chuẩn thống nhất cho gia công cơ, đo lường kiểm tra và gá đặt dụng cụ trên máy. Thực hiện được điều này, dụng cụ được chế tạo sẽ có độ chính xác cao và khi sử dụng đảm bảo dụng cụ gia công được chi tiết có độ chính xác yêu cầu.

Đối với các dụng cụ tròn xoay có lỗ gá, trục gá thì bề mặt chuẩn thường được chọn thống nhất là mặt lỗ hoặc trục tâm của các bề mặt tròn xoay. Ví dụ khi chế tạo mũi khoan, chuẩn được chọn là trục tâm mũi khoan, khi chế tạo dụng cụ dao phay lăn răng, chuẩn được chọn là mặt lỗ gá, v.v.

Sau khi chọn chuẩn phải tiến hành các nguyên công tạo chuẩn. Khi có mặt chuẩn, các nguyên công tiếp theo sẽ được thực hiện trên mặt chuẩn thống nhất. Đối với mũi khoan, sau khi tạo lỗ tâm trên phôi dụng cụ, các nguyên công sau sẽ lấy lỗ tâm làm chuẩn. Đối với dao phay lăn răng, sau khi tạo lỗ (trước nhiệt luyện), các nguyên công tiếp theo sẽ lấy bề mặt lỗ làm chuẩn thống nhất.

2. Các nguyên công tạo hình các bề mặt kết cấu

Các bề mặt kết cấu của dụng cụ không phải là các bề mặt làm việc mà nó tạo ra kết cấu của dụng cụ. Các bề mặt này thường là các bề mặt phẳng, trụ thông thường. Các bề mặt này có thể được tạo hình đồng thời với các bề mặt khác. Ví dụ, lỗ rộng ở trong lỗ gá các loại dụng cụ có lỗ gá, phần cổ của tarô, dao chuốt, ..., vòng gờ của dao phay lăn răng, phần lỗ rộng ở dao xọc răng, v.v.

Đối với dụng cụ, tất cả các bề mặt kết cấu phải được tạo hình trước các nguyên công tạo hình mặt khởi thủy, mặt trước và mặt sau.

3. Các nguyên công tạo hình mặt khởi thủy K của dụng cụ

3.1. Các dạng bề mặt khởi thủy K của dụng cụ

Mặt khởi thủy K của dụng cụ thường được thiết kế tùy thuộc vào bề mặt của chi tiết gia công và các chuyển động tạo hình (như phần 1). Mặt khởi thủy có thể là các bề mặt thường gặp: mặt phẳng (dao chuốt phẳng,...), mặt trụ (dao phay trụ,...), mặt côn (dao phay góc,...), mặt định hình tròn xoay (dao phay định hình, dao tiện định hình tròn,...). Các bề mặt khởi thủy của dụng cụ thông thường kể trên được tạo hình đơn giản như các bề mặt của một chi tiết.

Ngoài những bề mặt khởi thủy có dạng thông thường như trên, mặt khởi thủy của dụng cụ còn có thể là những bề mặt phức tạp khác cần chú ý đặc biệt khi chế tạo dụng cụ. Đó là các bề mặt xoắn vít (xoắn vít thân khai, Acsimet, Cônvolvut,...)

3.2. Tạo hình các bề mặt khởi thủy là các bề mặt xoắn vít

Mặt khởi thủy của dao phay lăn răng là mặt xoắn vít thân khai. Khi thiết kế gần đúng trục vít cơ bản thân khai được thay thế bằng trục vít Acsimet hoặc Cônvolvut. Do đó trong phần này sẽ trình bày phương pháp chế tạo các trục vít cơ bản của dao phay lăn răng là trục vít Acsimet và Cônvolvut.

Nguyên lý cơ bản khi chế tạo các mặt khởi thủy nói chung và các trục vít nói riêng là dùng lưỡi cắt của dụng cụ bậc hai (dao tiện hoặc dao phay) làm đường sinh khi tạo hình các trục vít.

3.1.1. Chế tạo trục vít Acsimet

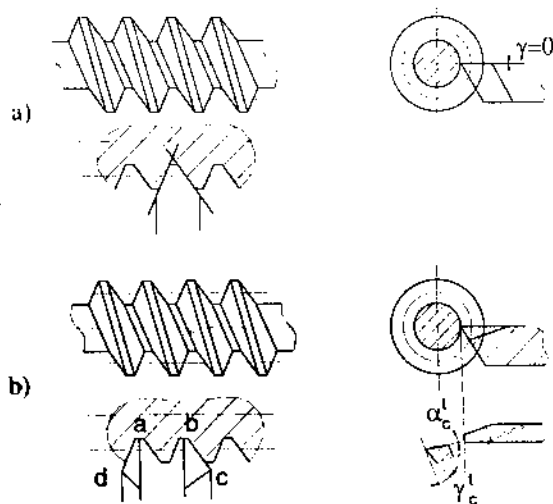
Về định nghĩa, trục vít Acsimet được hình thành do một đường sinh thẳng cắt trục và nghiêng với trục một góc β chuyển động quay tròn và tịnh tiến dọc trục của trục vít. Giao tuyến của trục vít Acsimet với mặt phẳng đi qua trục là đường thẳng nghiêng với trục một góc β . Do đó trục vít Acsimet thường được chế tạo trên máy tiện đảm bảo chuyển động quay tròn và tịnh tiến. Hai lưỡi cắt thẳng của dao tiện được gá sao cho nằm trong mặt phẳng đi qua trục và làm với trục một góc β theo hình 6.1.

Theo hình 6.1.a, dùng dao tiện có góc trước $\gamma = 0$, gá mặt trước nằm ngang tâm máy, profil của dao trong mặt trước đồng nhất với profil thẳng của trục vít trong tiết diện chiều trục. Cách gá dao này thường dùng khi gia công tinh (tiện tinh). Hai lưỡi cắt của dao tiện đóng vai trò hai đường sinh cắt trục của trục vít và nghiêng một góc β . Trong trường hợp này, ở lưỡi cắt trái và lưỡi cắt phải thì sự thay đổi góc trước và góc sau khi cắt là không

thích hợp. Ở lưỡi cắt trái, góc trước γ_l^c khi cắt tăng lên và góc sau α_l^c giảm. Ở lưỡi cắt bên phải thì ngược lại γ_p^c giảm đi và α_p^c tăng lên. Nhược điểm này có thể được khắc phục bằng cách dùng hai dao cắt hai phía của trục vít. Một dao cắt mặt bên phía phải và một dao cắt mặt bên phía trái (hình 6.1.b). Dao tiện được chế tạo có lưỡi cắt là đường thẳng và khi gá thì lưỡi cắt \overline{ad} và \overline{bc} nằm trong mặt phẳng qua tâm trục vít (tâm máy) và nghiêng với trục một góc bằng góc profile của trục vít cơ sở của dao phay lăn răng trong tiết diện chiều trục. Khi cắt các lưỡi cắt thẳng \overline{ad} và \overline{bc} cắt trục của trục vít và chuyển động quay tròn tịnh tiến sẽ tạo nên trục vít là trục vít Acsimet chính xác.

3.1.2. Chế tạo trục vít Cônvolvut

Đối với dao phay lăn được thiết kế trên cơ sở trục vít Cônvolvut thì mặt khởi thủy là mặt xoắn vít Cônvolvut cũng được chế tạo trên máy tiện tương tự như trục vít Acsimet chỉ khác với khi tiện trục vít Acsimet ở cách gá đặt dao tiện. Đặc điểm của trục vít Cônvolvut là tiết diện pháp tuyến với đường vít trung bình của trục vít là đường thẳng không cắt trục và nghiêng một góc β với trục của trục vít. Hai lưỡi cắt thẳng \overline{ab} và \overline{cd} (hình 6.2) đóng vai trò là đường sinh không cắt trục tâm của trục vít mà cách một lượng là r_0 (bán kính hình trụ cơ sở). Khi chuyển động quay tròn và tịnh tiến, chúng sẽ tạo ra mặt vít Cônvolvut. Cũng có thể dùng hai dao tiện, mỗi dao cắt một mặt bên như khi cắt trục vít Acsimet (hình 6.1.b). Các dao cắt mặt bên trái và bên phải được gá sao cho các lưỡi cắt thẳng của chúng nằm trong mặt phẳng vuông góc với đường vít trung bình của trục vít. Khi cắt với chuyển động quay tròn và tịnh tiến (chuyển động tương đối) sẽ tạo được mặt Cônvolvut.

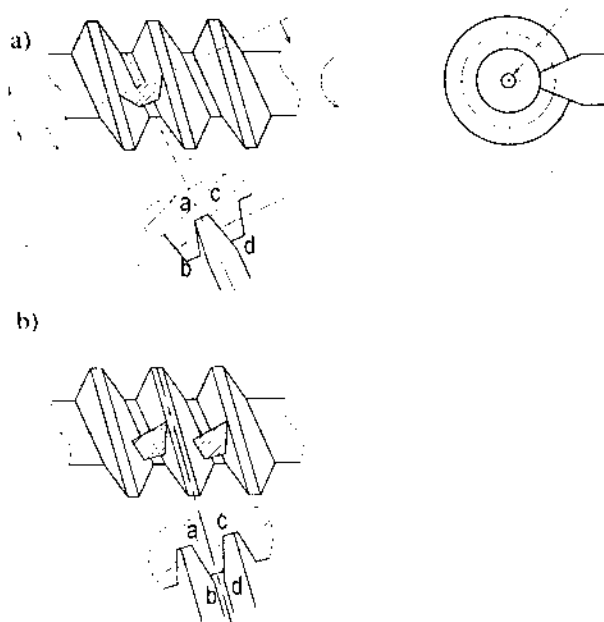


Hình 6.1 Sơ đồ tiện trục vít Acsimet.

- a) Dao cắt 2 mặt.
- b) Hai dao cắt mỗi dao cắt một bên.

4. Các nguyên công tạo hình mặt trước

Mặt trước của các dụng cụ được thiết kế thường là các mặt riêng biệt (mặt phẳng-dao tiện, mặt côn-dao xọc răng...) hoặc là một phần của rãnh thoát phoi (dao phay, dao phay định hình, mũi khoan, dao phay lăn răng...). Mặt trước là các mặt riêng biệt được chế tạo như các bề mặt thông thường của một chi tiết. Tạo hình mặt trước là một phần rãnh răng là một nguyên công đặc biệt đối với



Hình 6.2 Sơ đồ gá dao tiện trục vít Cônvolvút.

a) Dao cắt hai mặt bên.

b) Hai dao cắt, mỗi dao cắt một mặt.

dụng cụ. Mặt trước được chế tạo đồng thời với tạo rãnh răng có thể được tiến hành trên máy phay (nguyên công phay rãnh răng). Các rãnh răng có thể được tạo ra trên mặt khối thủy dạng trụ tròn xoay (dạng mặt trụ, mặt tròn xoay định hình, mặt xoắn vít...). Rãnh răng phân bố trên mặt trụ như rãnh răng dao phay trụ, dao phay định hình, dao phay lăn răng, dao phay lăn trục then hoa... Rãnh răng phân bố trên mặt côn như rãnh răng dao phay góc. Rãnh răng phân bố trên mặt đầu như dao phay góc, v.v.

4.1. Phay rãnh răng phân bố trên mặt trụ

Profil rãnh răng được đặc trưng bởi chiều cao rãnh, góc trước (mặt trước), góc profil rãnh răng η và bán kính đáy rãnh r (hình 6.3) của tiết diện pháp tuyến rãnh răng (tiết diện thẳng). Hướng của rãnh răng có thể thẳng (song song với trục) hoặc xoắn với góc xoắn là ω tùy thuộc vào loại dụng cụ.

4.1.1. Phay rãnh thẳng có $\omega = 0$ (mặt trước là mặt phẳng)

Phay rãnh thẳng thường được tiến hành trên máy phay ngang với đầu phân độ bằng dụng cụ bậc hai là dao phay góc hoặc là dao phay định hình (rãnh tarô).

+ Khảo sát trường hợp phay rãnh thẳng bằng dao phay góc:

Các vị trí tương đối giữa phôi dụng cụ và dao phay góc được biểu diễn trên hình 6.3.

Dao phay góc có thể là dao một góc (hình 6.3 a.b.d) hoặc là dao phay hai góc (hình 6.3 c.e).

Vị trí tương đối giữa phôi dụng cụ và dao phay góc thường được điều chỉnh gá đặt theo một trong năm trường hợp trên hình 6.3.

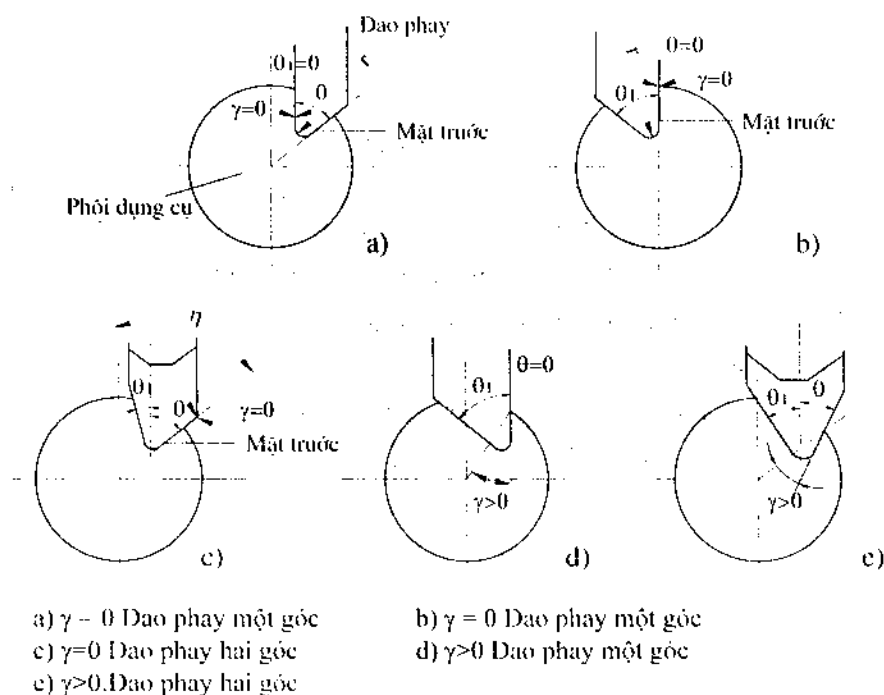
Hình 6.3.a: phay rãnh thẳng, mặt trước phẳng $\gamma = 0$ bằng dao phay một góc, dùng các lưỡi cắt trên mặt côn tạo hình mặt trước ($\theta_1 = 0$).

Hình 6.3.b: phay rãnh thẳng, mặt trước phẳng $\gamma = 0$ bằng dao phay một góc, dùng các lưỡi cắt phẳng trên mặt phẳng đầu tạo hình mặt trước ($\theta = 0$).

Hình 6.3.c: phay rãnh thẳng, mặt trước phẳng $\gamma = 0$ bằng dao phay hai góc θ_1 và θ (góc θ ở phía tạo hình mặt trước).

Hình 6.3.d: phay rãnh thẳng, mặt trước phẳng $\gamma > 0$ bằng dao phay một góc, dùng các lưỡi cắt trên mặt đầu phay mặt trước ($\theta = 0$).

Hình 6.3.e: phay rãnh thẳng, mặt trước phẳng $\gamma > 0$ bằng dao phay hai góc θ_1 và θ , hoặc tương tự bằng dao phay một góc dùng các lưỡi cắt trên mặt côn tạo hình mặt trước $\theta_1 = 0$.

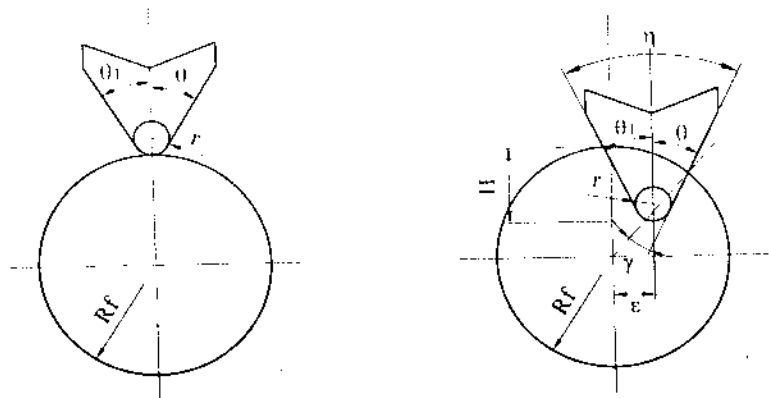


Hình 6.3 Vị trí dụng cụ bậc hai – dao phay góc và phôi dụng cụ khi phay rãnh thẳng.

Tất cả 4 trường hợp đầu đều có thể là trường hợp đặc biệt của trường hợp 5: khi $\theta_1 = 0$ và $\gamma = 0$ (trường hợp 1), $\theta = 0$ và $\gamma = 0$ (trường hợp 2), $\gamma = 0$ (trường hợp 3) và $\theta = 0$ (trường hợp 4).

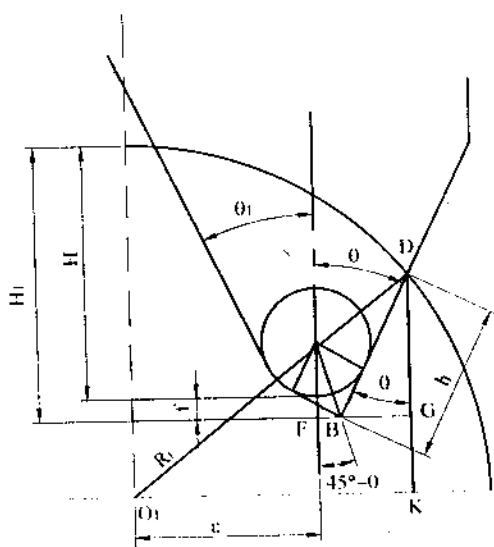
Do đó hãy khảo sát và xác định vị trí tương đối của phôi dụng cụ và dụng cụ bậc hai (dao phay góc) khi phay rãnh thẳng với mặt trước là mặt phẳng.

- Phôi dụng cụ được lắp trên trục chính của đầu phân độ và dao phay góc được lắp lên trên trục chính của máy phay nằm ngang.
- Trước hết điều chỉnh phôi và dao phay góc sao cho điểm thấp nhất của dao phay góc trùng với điểm cao nhất của phôi theo hình 6.4.



Hình 6.4 Cách điều chỉnh xác định vị trí tương đối giữa dao phay góc và phôi dụng cụ khi phay rãnh thẳng trên mặt trụ.

Sau đó dịch chuyển theo phương thẳng đứng một lượng là H và phương nằm ngang một lượng ϵ được vị trí II. Tức là vị trí làm việc để phay được rãnh theo yêu cầu. Xong một rãnh tiến hành phân độ để phay các rãnh tiếp theo. Phân độ có thể tiến hành bằng tay hoặc tự động tùy theo việc sử dụng các thiết bị khi phay. Để xác định được vị trí II so với vị trí I cần phải tính toán lượng dịch chuyển theo phương thẳng



Hình 6.5 Sơ đồ tính H và ϵ .

đứng H và theo phương nằm ngang ε theo các thông số của rãnh và dao phay góc đã chọn.

- Khi phay rãnh cần đảm bảo các thông số sau:

Góc trước γ , chiều cao theo mặt trước rãnh h , bán kính đáy rãnh r , góc phân rãnh răng η , các thông số của phôi dụng cụ: đường kính phôi dụng cụ $D_f (R_f)$, số răng z . Sơ đồ xác định H và ε như hình vẽ 6.5.

- Chọn dao phay góc có $\theta + \theta_1 = \eta$ - góc phân rãnh răng

Từ hình vẽ 6.5 ta xác định được H và ε như sau:

- Lượng dịch ngang ε :

$$\varepsilon = \overline{O_f K} - \overline{FG} = \overline{O_f K} - (\overline{FB} + \overline{BG}) = \overline{O_f K} - \overline{FB} - \overline{BG}$$

$$\overline{O_f K} = R_f \cdot \sin(\theta + \gamma); \quad \overline{FB} = \overline{OB} \cdot \sin(45^\circ - \theta) = r \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(45^\circ - \theta); \quad \overline{BG} = h \cdot \sin\theta$$

$$\varepsilon = R_f \cdot \sin(\theta + \gamma) - r \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(45^\circ - \theta) - h \cdot \sin\theta \quad (6.1)$$

- Lượng dịch chuyển thẳng đứng H:

$$H = H_1 - f$$

$$H_1 = R_f - \overline{KG}; \quad \overline{KG} = \overline{DK} - \overline{DG}$$

$$\overline{KG} = R_f \cdot \cos(\theta + \gamma) + h \cdot \cos\theta$$

$$H_1 = R_f - R_f \cdot \cos(\theta + \gamma) - h \cdot \cos\theta$$

$$f = \overline{OF} - r = \overline{OB} \cdot \cos(45^\circ - \theta) - r = r \cdot \sqrt{2} \cdot \cos(45^\circ - \theta) - r =$$

$$= r[\sqrt{2} \cdot \cos(45^\circ - \theta) - 1]$$

$$H = R_f - R_f \cdot \cos(\theta + \gamma) - h \cdot \cos\theta - r[\sqrt{2} \cdot \cos(45^\circ - \theta) - 1]$$

$$H = R_f[1 - \cos(\theta + \gamma)] + h \cdot \cos\theta - r[\sqrt{2} \cdot \cos(45^\circ - \theta) - 1] \quad (6.2)$$

Từ các công thức (6.1) và (6.2) có thể tính được lượng dịch chuyển ngang và thẳng đứng khi phay rãnh gặp các trường hợp như hình 6.3.

• Trường hợp 1: $\gamma = 0; \eta = \theta$

$$\varepsilon = R_f \cdot \sin\theta - h \cdot \sin\theta - r \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(45^\circ - \theta) \quad (6.3)$$

$$H = R_f(1 - \cos\theta) + h \cdot \cos\theta - r[\sqrt{2} \cdot \cos(45^\circ - \theta) - 1] \quad (6.4)$$

• Trường hợp 2: $\gamma = 0; \theta = 0; \eta = \theta_1$

$$\varepsilon = -r \quad (6.5)$$

$$H = h \quad (6.6)$$

- Trường hợp 3: $\gamma = 0$ Tương tự như trường hợp 1 chỉ khác $\eta = \theta + \theta_1$
- Trường hợp 4: $\gamma \neq 0; \quad \theta = 0; \quad \eta = \theta_1$

$$\varepsilon = R_f \sin \gamma - r \cdot \sqrt{2} \cdot \sin 45^\circ = R_f \sin \gamma - r \quad (6.7)$$

$$H = R_f (1 - \cos \gamma) + h \quad (6.8)$$

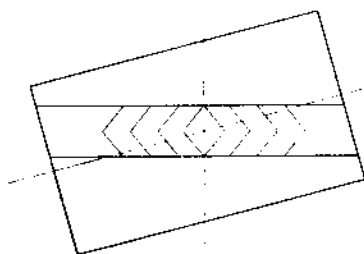
4.1.2. Phay rãnh xoắn - mặt trước là mặt xoắn với góc xoắn ω

Khi phay rãnh xoắn trên mặt trụ - mặt trước là mặt xoắn với góc xoắn ω như rãnh răng dao phay trụ răng xoắn, dao phay lăn răng, mũi khoan, mũi khoét, lượng dịch chuyển của bàn máy có thể được xác định như khi phay rãnh thẳng nhưng phải nhân với hệ số $\frac{1}{\cos \omega}$, có nghĩa là:

$$\varepsilon_x = \frac{\varepsilon}{\cos \omega}$$

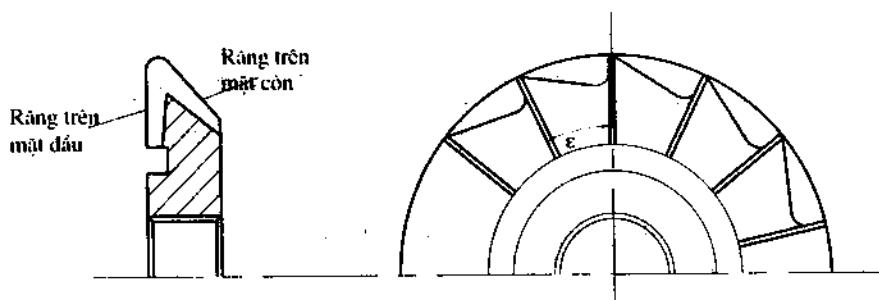
$$H_x = \frac{H}{\cos \omega} \quad (6.9)$$

Ngoài ra khi gá, phôi và dao phải xoay đi một góc ω để sao cho mặt làm việc của dao phay bậc hai (dao phay góc, dao phay định hình) tiếp tuyến với mặt rãnh được phay (hình 6.6) và phải dùng các lưỡi cắt trên mặt côn để tạo ra hình mặt trước.



Hình 6.6 Gá dao khi phay rãnh xoắn.

4.2. Phay các rãnh răng phân bố trên mặt côn và mặt phẳng đầu - mặt khối thủy là mặt côn và mặt phẳng đầu

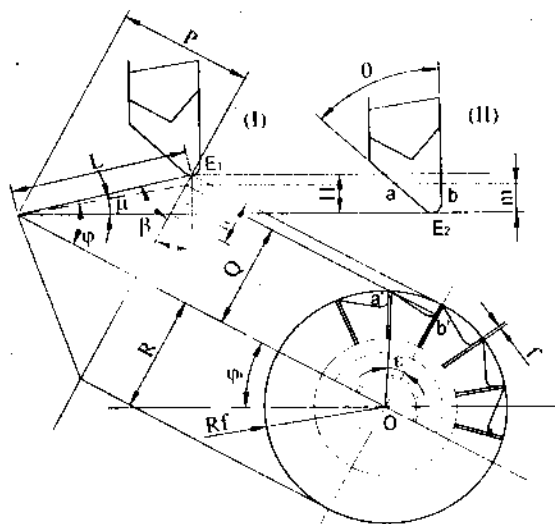


Hình 6.7 Các rãnh cắt phân bố trên mặt côn và mặt đầu.

4.2.1. Phay các rãnh răng phân bố trên mặt côn

Phôi dụng cụ được lắp lên trục chính đầu phân độ và phải quay đi một góc φ_1 so với mặt phẳng nằm ngang sao cho đáy rãnh răng trên mặt côn nằm

trong mặt phẳng nằm ngang (hình 6.8). Sau đó điều chỉnh sao cho điểm thấp nhất của dụng cụ bậc hai (dao phay góc) trùng với điểm cao nhất của phôi dụng cụ - điểm E_1 (vị trí I). Điều chỉnh theo phương thẳng đứng một đại lượng H đảm bảo chiều cao răng dao ở mặt đầu h - (vị trí II).



Hình 6.8 Sơ đồ điều chỉnh phôi dụng cụ và dụng cụ bậc hai (dao phay góc) khi phay rãnh trên mặt côn.

Theo sơ đồ hình 6.8, các đại lượng φ_i và H được xác định như sau:

$$\varphi_i = \varphi - \mu; \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{Q}{P}; \quad Q = R \cdot \cos \varepsilon; \quad \varepsilon = \frac{360}{z} \quad (z - \text{số răng (rãnh) trên mặt}$$

côn)

$$P = R \cdot \operatorname{tg} \beta; \quad \beta: \text{góc nghiêng của mặt côn}$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{R \cdot \cos \varepsilon}{R \cdot \operatorname{tg} \beta}; \quad \operatorname{tg} \varphi = \cos \varepsilon \cdot \operatorname{ctg} \beta; \quad \varphi = \operatorname{arctg}(\cos \varepsilon \cdot \operatorname{ctg} \beta) \quad (6.10)$$

$$\sin \mu = \frac{m}{L}; \quad m = \overline{ab} \cdot \cotg \theta; \quad ab = a'b' = R \cdot \sin \varepsilon; \quad m = R \cdot \sin \varepsilon \cdot \cotg \theta;$$

$$L = \frac{Q}{\sin} = \frac{R \cdot \cos \varepsilon}{\sin}; \quad \sin \mu = \frac{R \cdot \sin \varepsilon \cdot \cotg \theta}{R \cdot \cos \varepsilon / \sin} = \operatorname{tg} \varepsilon \cdot \operatorname{ctg} \theta \cdot \sin \varphi$$

$$\mu = \operatorname{arcsin}(\operatorname{tg} \varepsilon \cdot \operatorname{ctg} \theta \cdot \sin \varphi) \quad (6.11)$$

$$\varphi_i = \operatorname{arctg}(\cos \varepsilon \cdot \operatorname{ctg} \beta) - \operatorname{arcsin}(\operatorname{tg} \varepsilon \cdot \operatorname{ctg} \theta \cdot \sin \varphi) \quad (6.12)$$

$$\text{Xác định } H = h \cdot \sin \varphi_i \quad (6.13)$$

4.2.2. Phay các rãnh răng trên mặt đầu

Tương tự như khi phay rãnh răng trên mặt côn, phôi dụng cụ được lắp lên trục chính đầu phân độ và xoay đi một góc φ_i so với phương nằm ngang sao cho đáy rãnh răng nằm trong mặt phẳng nằm ngang (hình 6.9). Điều

chính sao cho điểm cao nhất của phôi trùng với điểm thấp nhất của dụng cụ bậc hai (dao phay góc) - vị trí I. Sau đó dịch chuyển theo phương thẳng đứng một lượng là H, đảm bảo chiều cao răng dao theo mặt côn là h.

Theo hình 6.9, góc quay φ_i và H được xác định như sau:

$$\cos\varphi_i = \frac{H}{R} \quad H = ab.\operatorname{ctg}\theta \quad ab = a'b' = R.\operatorname{tg}\varepsilon$$

$$\cos\varphi_i = \frac{R.\operatorname{tg}\varepsilon.\operatorname{ctg}\theta}{R} = \operatorname{tg}\varepsilon.\operatorname{cotg}\theta$$

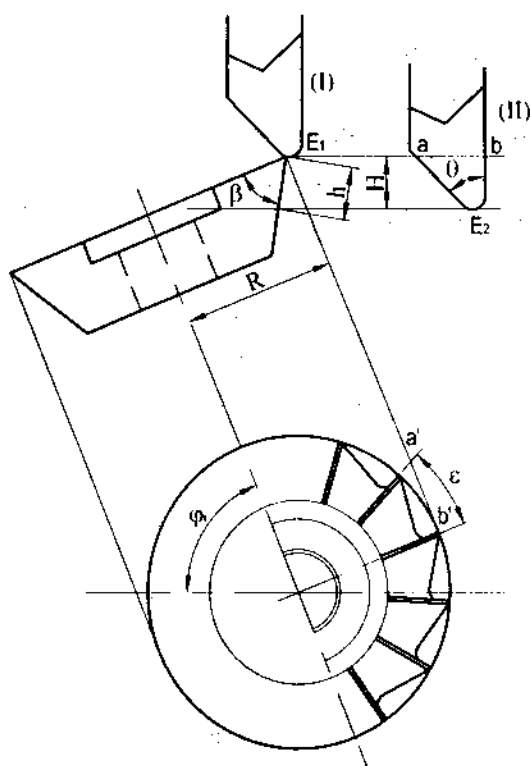
$$\varphi_i = \arccos(\operatorname{tg}\varepsilon.\operatorname{cotg}\theta) \quad (6.14)$$

$$H = R.\operatorname{tg}\varepsilon.\operatorname{ctg}\theta \quad (6.15)$$

Sau khi phay xong một rãnh, phân độ để phay các rãnh tiếp theo.

5. Các nguyên công tạo hình mặt sau

Mặt sau của dụng cụ cắt đã được thiết kế đảm bảo giao tuyến với mặt trước tạo thành lưỡi cắt nằm trên mặt khởi thủy và tạo thành góc sau α . Các dạng mặt sau thường gặp là mặt phẳng (dao tiện đơn, dao phay rãnh thẳng, dao phay mặt đầu...), mặt côn (dao xọc răng, dao chuốt, mũi khoan...), mặt xoắn vít (dao phay răng xoắn, mũi khoan...), mặt tròn xoay (dao tiện định hình hình tròn...), mặt kê (dao tiện định hình lăng trụ...) và mặt hót lưng (dao phay định hình, dao phay đĩa môđun, dao phay lăn răng...).



Hình 6.9 Vị trí phôi và dụng cụ bậc hai (dao phay góc) khi phay rãnh răng trên mặt đầu.

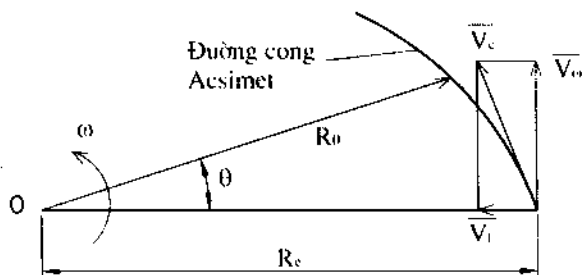
Các dạng bề mặt thông thường (mặt phẳng, mặt côn...) được tạo hình trên các máy vạn năng (máy tiện, máy phay) và công nghệ tạo hình cũng

giống như tạo hình bề mặt các chi tiết máy thường gặp.

Đối với dụng cụ cắt mặt sau hót lưng cần được tạo hình trên các thiết bị chuyên dùng hót lưng và là chủ yếu cho mặt sau các dụng cụ cắt. Vì vậy hót lưng răng là một nguyên công đặc biệt để tạo hình mặt sau cho những dụng cụ cắt có mặt sau là mặt hót lưng.

5.1. Đường cong hót lưng

Đường cong hót lưng trong tiết diện, vuông góc với trục của dụng cụ là đường cong hót lưng Acsimet. Quỹ đạo chuyển động của một điểm trên lưỡi cắt theo mặt sau là đường cong Acsimet, được tạo thành do chuyển động quay tròn đều và tịnh tiến đều hướng tâm của dụng cụ bậc 2 (dao tiện hót lưng, hình 6.10).



Hình 6.10 Đường cong hót lưng.

$\overline{V_\omega}$ - tốc độ quay quanh O.

R_c - bán kính tại thời điểm ban đầu (bán kính điểm ngoài cùng của lưỡi cắt dao - bán kính đỉnh dao).

R_0 - bán kính đường Acsimet (đường lưng răng - mặt trụ) sau khi quay một góc θ .

$\overline{V_t}$ - tốc độ chuyển động tịnh tiến hướng tâm.

Mỗi điểm trên lưỡi cắt của dụng cụ tương ứng với một đường cong Acsimet theo mặt sau của dụng cụ (lưng răng).

Lượng rơi của đường Acsimet sau khi quay một góc bằng góc giữa hai răng $\left(\frac{360^\circ}{z}\right)$ được gọi là lượng hót lưng K và góc sau α được tính theo công

thức:

$$\operatorname{tg} \alpha_c = \frac{K.z}{\pi.D_c}; \quad K = \frac{\pi.D_c}{z} . \operatorname{tg} \alpha_c$$

$$\operatorname{tg} \alpha_x = \frac{K.z}{\pi.D_x}; \quad K = \frac{\pi.D_x}{z} . \operatorname{tg} \alpha_x$$

$$\text{Do đó:} \quad \operatorname{tg} \alpha_x = \frac{D_c}{D_x} . \operatorname{tg} \alpha_c \quad (6.16)$$

5.2. Các chuyển động trên máy tiện hót lưng khi hót lưng

5.2.1. Tiện hót lưng răng dao phay định hình

Khi hót lưng để tạo được lưng răng theo đường cong Acsimet dao phay và dao tiện phải có các chuyển động sau:

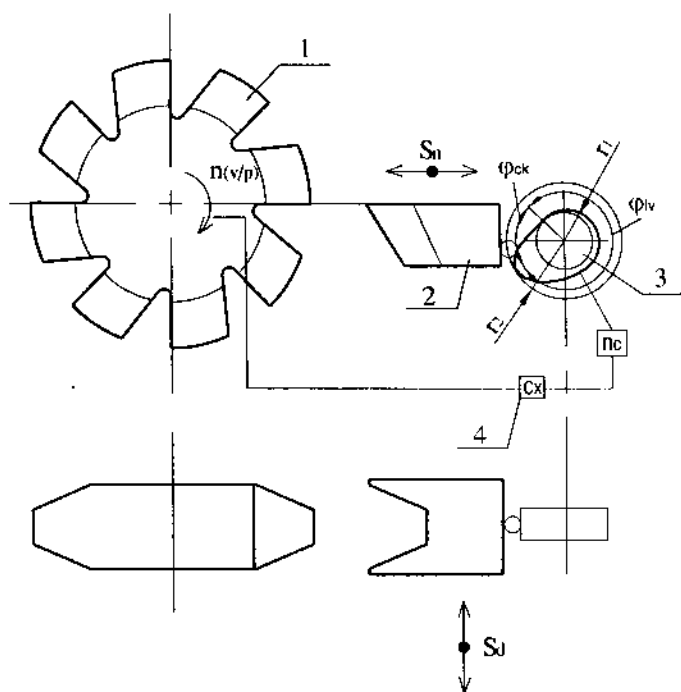
- Trục chính được lắp dao phay cần hót lưng răng (1) có chuyển động quay tròn quanh trục của nó. Chuyển động đó được truyền từ động cơ đến trục chính qua hộp tốc độ (xích tốc độ) và có thể điều chỉnh được số vòng quay khác nhau của trục chính n (v/p), hình 6.11.

- Chuyển động tịnh tiến khứ hồi khi hót lưng được truyền cho dao tiện hót lưng (2) lắp trên bàn dao nhờ cam hót lưng (3).

Khi hót lưng dao phay định hình không có chuyển động chạy dao dọc S_d mà chỉ có chuyển động tịnh tiến khứ hồi S_n để tạo thành lưng răng hót lưng (mặt sau tập hợp vô số cung xoắn Acsimet song song với nhau).

Lượng hót lưng K được xác định đúng bằng lượng rơi của cam hót lưng $K = r_2 - r_1$ (hình 6.12). Xích hót lưng (i_{hl}) đảm bảo khi dao phay định hình quay được một răng (một góc $\frac{2\pi}{z}$) thì cam

quay một vòng. Dao tiện tịnh tiến khứ hồi một hành trình kép (hành trình cắt với góc φ_{lv} của cam và hành trình chạy không (lùi dao) với góc φ_{ck} của cam. Quan hệ giữa các góc thông số của răng dao phay và của cam hót lưng được thể hiện trên hình 6.12.



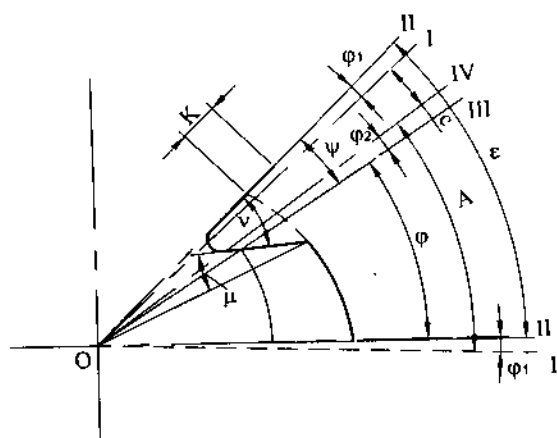
Hình 6.11 Sơ đồ khi tiện hót lưng dao phay định hình.

- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1) Dao phay hót lưng | 2) Dao tiện hót lưng |
| 3) Cam hót lưng | 4) Xích hót lưng |

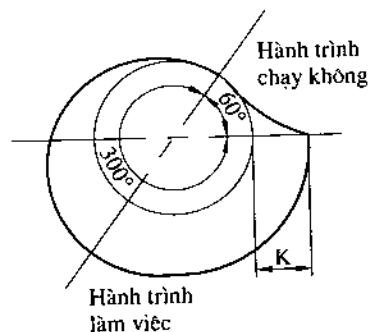
Để tránh va đập mạnh khi dao tiện đi vào hót lưng (hành trình làm việc) răng dao phay cần thiết phải đi vào sớm và rút ra muộn một góc là φ_1 và φ_2 . Do đó ở hành trình bắt đầu làm việc dao trùng với tiết diện (O.I) và kết thúc ở tiết diện (O.IV). Góc φ_1 và φ_2 được chọn không lớn, thường $(\varphi_1 + \varphi_2) = B = 1,5 \div 2^\circ$. Góc A (hình 6.12.a) bằng $\varphi + B$ tương ứng với hành trình làm việc của dao tiện, còn góc C tương ứng với hành trình chạy không (lùi) của dao tiện. Tỉ số $\frac{A}{C}$ phụ thuộc vào dạng cam hót lưng. Trong thực tế thường gặp cam có các góc ứng với hành trình chạy không là 60° và 90° , có nghĩa là $\frac{A+C}{C} = 6$ hay 4.

Trên cơ sở đó có thể viết: $A = \left(\frac{5}{6} \text{ hay } \frac{3}{4} \right) \varepsilon$; $C = \left(\frac{1}{6} \text{ hay } \frac{1}{4} \right) \varepsilon$

$$\varepsilon = \frac{2\pi}{z} ; \varphi = A - B ; B = \varphi_1 + \varphi_2$$



a) Sơ đồ các góc khi hót lưng ở răng dao.



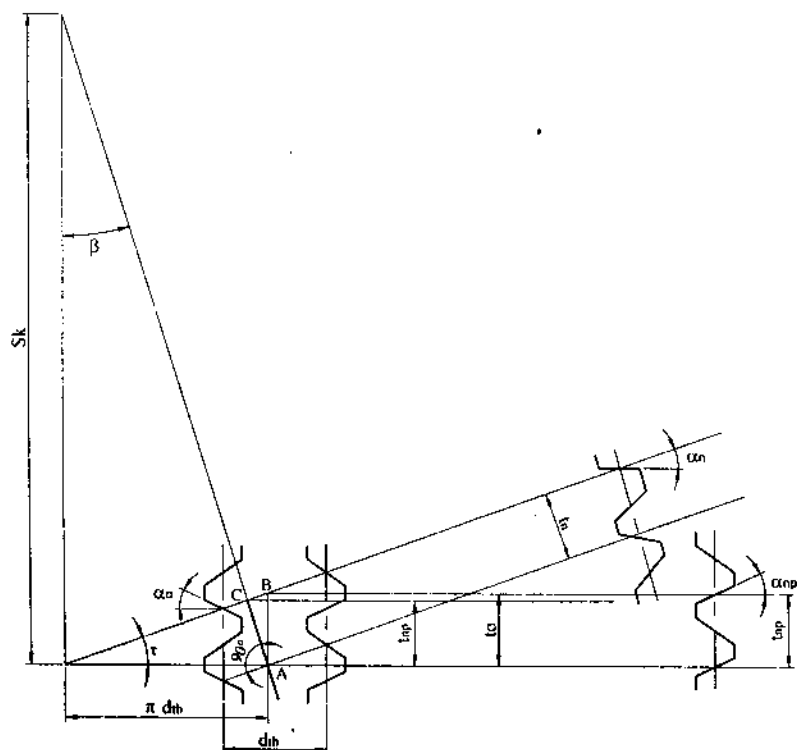
b) Cam hót lưng.

Hình 6.12 Quan hệ giữa các thông số của răng dao phay và cam khi hót lưng.

5.2.2. Hót lưng dao phay lăn răng

Các dao phay lăn răng, cán răng phân bố theo đường xoắn vít có bước là t_0 , vì thế khi hót lưng răng ngoài chuyển động tịnh tiến khứ hồi hướng kính, dao tiện hót lưng còn phải chuyển động tịnh tiến dọc trục S_d đảm bảo tạo nên mặt xoắn vít có bước là t_0 . Điều này có nghĩa là khi phôi dao phay (trục chính) quay một vòng thì dao tiện hót lưng phải chuyển động tịnh tiến song song với trục chính một bước là t_0 . Chuyển động này được thực hiện bởi xích chạy dọc (tiện ren) của máy. Khi hót lưng dao phay lăn răng có

rãnh thoát phoi xoắn với bước là S_k (hình 6.13) thì để cho dao tiện sau khi đã chuyển dịch theo phương dọc trục một lượng là t_o rơi đúng vào lưỡi cắt (tiết diện AC hình 6.12.a) của dao phay ta phải sử dụng cơ cấu vi sai, vì sai đảm bảo chuyển động chạy dao chậm hoặc nhanh lên một lượng khi dịch chuyển dọc theo mặt trước xoắn vít của dao được hớt lưng.



Hình 6.13 Răng dao phay và rãnh thoát phoi ở dao phay lăn răng.

Khi dao tiện dịch chuyển đủ một bước S_k của rãnh xoắn mặt trước thì lượng chậm đi (hoặc nhanh lên) ứng với một vòng quay của phôi (dao phay) sẽ là:

$$\Delta S = \frac{z_n \cdot t_o}{S_k} \quad (6.17)$$

Trong đó: z_n - số răng dao phay hớt lưng.

t_o - bước chiều trục đường vít răng dao phay.

S_k - bước xoắn vít mặt trước.

Cơ cấu vi sai sẽ đảm bảo thực hiện chuyển động nhanh hoặc chậm trên.

Khi hướng răng của dao phay lăn răng là phải thì chuyển động của dao tiện phải chậm lại và ngược lại khi hướng răng trái, chuyển động bù của dao

tiện phải nhanh thêm theo phương từ phải sang trái (từ phía ụ sau đến ụ trước).

Một số máy tiện hót lưng không có cơ cấu vi sai thì khi hót lưng dao phay có rãnh thoát phoi (mặt trước) xoắn thì phải điều chỉnh xích chuyển động hót lưng sao cho một vòng quay của phôi thì cam phải quay n_c :

$$n_c = z_n \left(1 \pm \frac{t_o}{P_v} \right) \quad (6.18)$$

Trong đó: z_n - số răng của dao phay lăn.

t_o - bước chiều trục răng vít.

P_v - bước vít me chuyển động dọc.

5.3. Các phương pháp hót lưng

Theo profile lưỡi cắt và kết cấu dao phay có thể có ba dạng hót lưng cơ bản: hót lưng hướng kính, hót lưng nghiêng và hót lưng chiều trục.

5.3.1. Hót lưng hướng kính

Hót lưng hướng kính thường dùng khi hót lưng dao phay đĩa môđun, dao phay lăn răng, dao phay lăn trục then hoa và tất cả các loại dao phay định hình mà tại tất cả các điểm trên lưỡi cắt khi hót lưng hướng kính có góc trong tiết diện pháp tuyến $\alpha_N > 3^\circ$.

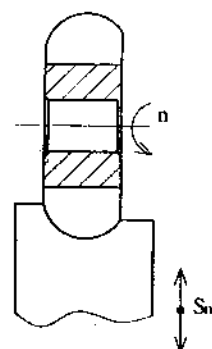
Khi hót lưng hướng kính, phương của chuyển động tịnh tiến vuông góc với trục chuyển động quay của dao phay (hình 6.14). Dạng hót lưng này đơn giản và thông dụng. Lượng hót lưng K được xác định phụ thuộc vào góc sau α_c trong tiết diện vuông góc với trục dao:

$$K = \frac{\pi \cdot D_c}{z_n} \operatorname{tg} \alpha_c \quad (6.19)$$

Trong đó: D_c - đường kính ngoài dao phay.

z_n - số răng dao phay.

α_c - góc sau ở điểm ngoài cùng của lưỡi cắt đo trong tiết diện vuông góc với trục dao.



Hình 6.14 Hót lưng hướng kính

5.3.2. Hót lưng nghiêng

Khi hót lưng nghiêng, phương của chuyển động tịnh tiến của dao tiện không vuông góc với trục của chuyển động quay mà nghiêng với trục một

góc bằng $(90^\circ - \tau)$, nghĩa là hót lung nghiêng theo phương τ , hình 6.15.

Tại một điểm bất kỳ x trên lưỡi cắt, góc giữa prôfin lưỡi cắt và phương vuông góc với trục dao là φ_x (góc prôfin). Góc sau trong tiết diện vuông góc với trục là α_x ; góc sau trong tiết diện pháp tuyến với lưỡi cắt là α_{Nx} , giữa các góc đó có quan hệ sau:

$$\operatorname{tg} \alpha_{Nx} = \operatorname{tg} \alpha_x \cdot \sin \varphi_x \quad (6.20)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{Nx} = \frac{D_c}{D_x} \cdot \operatorname{tg} \alpha_c \cdot \sin \varphi_x$$

Trong đó: D_c - đường kính đỉnh răng.

D_x - đường kính tại điểm bất kỳ x.

Hình 6.15 Hót lung nghiêng.

Theo công thức (6.20) trong trường hợp góc φ_x quá nhỏ thì mặc dù α_x lớn, góc α_{Nx} rất nhỏ và có thể nhỏ hơn $[\alpha_{Nx}] < 3^\circ$. Trong trường hợp đó nếu thực hiện hót lung hướng kính thì tại các điểm có α_{Nx} nhỏ sẽ không cắt được, do đó phải hót lung nghiêng để góc sau α_{Nx} tăng lên lớn hơn giá trị cho phép. Từ công thức (6.20), góc φ_x là góc prôfin đồng thời là góc giữa phương hót lung và tiếp tuyến với lưỡi cắt, khi hót lung nghiêng, góc giữa phương hót lung và tiếp tuyến với lưỡi cắt là ψ_x , quan hệ giữa α_{Nx} và α_x trong trường hợp hót lung nghiêng được xác định như sau:

$$\operatorname{tg} \alpha_{Nx} = \operatorname{tg} \alpha_x \cdot \sin \psi \quad (6.21)$$

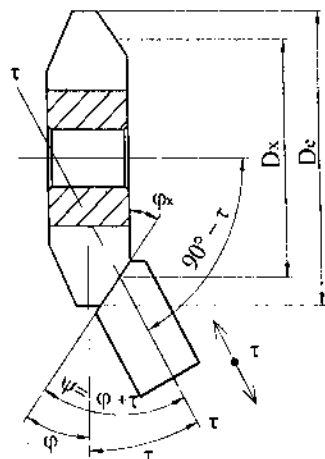
Từ hình 6.15 ta có $\psi = \varphi + \tau$

$$\operatorname{tg} \alpha_{Nx} = \operatorname{tg} \alpha_x \cdot \sin(\varphi + \tau)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{Nx} = \frac{R_c}{R_x} \cdot \operatorname{tg} \alpha_c \cdot \sin(\varphi + \tau) \quad (6.22)$$

Từ công thức (6.22) xác định được góc quay τ khi chọn góc $[\alpha_{Nx}] = 3^\circ$:

$$\tau = \arcsin \left(\frac{\operatorname{tg} 3^\circ}{\frac{R_c}{R_x} \operatorname{tg} \alpha_c} \right) - \varphi \quad (6.23)$$



Góc xoay τ của bàn dao để hớt lưng nghiêng được tính tại điểm của lưỡi cắt có góc profin φ_x nhỏ nhất.

Lượng hớt lưng nghiêng K_τ có thể được xác định theo công thức sau: (theo sơ đồ hình 6.16):

$$K_\tau = K \cdot \frac{\sin i}{\sin(\psi + \tau)} = \frac{\pi \cdot D_c \cdot \text{tg} \alpha_c}{z_d} \cdot \frac{\sin i}{\sin \psi} \quad (6.24)$$

Trong đó:

K_τ - lượng hớt lưng khi hớt lưng nghiêng.

K - lượng hớt lưng khi hớt lưng hướng kính.

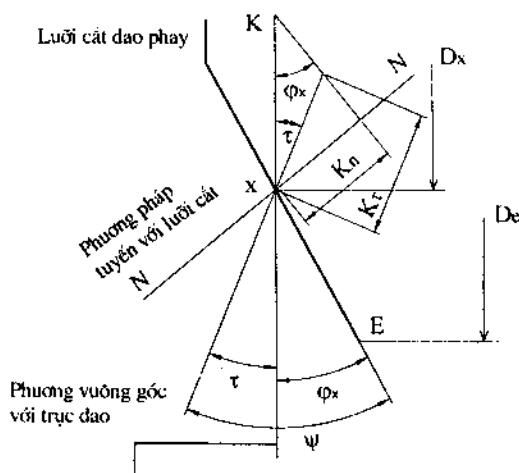
D_c - đường kính ngoài (đỉnh) của dao phay.

z_d - số răng dao phay.

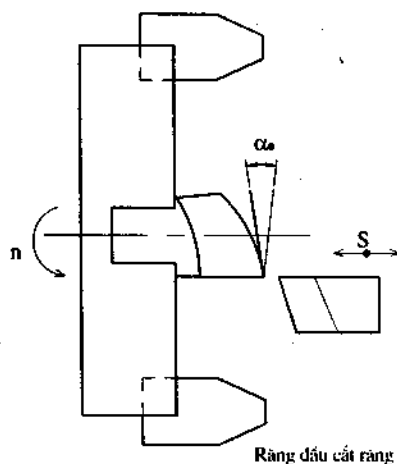
5.3.3. Hớt lưng chiều trục (hình 6.17)

Hớt lưng chiều trục được dùng khi hớt lưng các răng dao trên mặt đầu không thể hớt lưng nghiêng hoặc hớt lưng hướng kính được. Ví dụ, hớt lưng răng đầu dao cắt bánh răng côn xoắn, phần côn cắt của bàn ren... Khi hớt lưng chiều trục, phương chuyển động tịnh tiến khứ hồi song song với trục chuyển động quay. Hớt lưng chiều trục với lượng hớt lưng là K_o .

Khi hớt lưng chiều trục, bàn dao tiện phải quay đi một góc 90° so với phương hớt lưng hướng kính.



Hình 6.16 Quan hệ giữa lượng hớt lưng hướng kính và hớt lưng nghiêng.



Hình 6.17 Sơ đồ hớt lưng chiều trục các răng đầu cắt răng côn xoắn.

CHƯƠNG 7

CÁC NGUYÊN CÔNG MÀI VÀ MÀI SẮC DỤNG CỤ SAU NHIỆT LUYỆN

1. Đặc điểm quá trình mài và mài sắc dụng cụ

Các nguyên công mài và mài sắc các bề mặt dụng cụ là các nguyên công gia công lần cuối các bề mặt. Do đó sau quá trình mài và mài sắc yêu cầu dụng cụ chi tiết phải đạt độ chính xác và nhẵn bề mặt cao. Để đảm bảo độ chính xác của dụng cụ, các nguyên công mài trong quá trình công nghệ chế tạo dụng cụ được hiểu là các nguyên công mài các mặt chuẩn, bề mặt kết cấu của dụng cụ như mặt lỗ, mặt phẳng chuẩn, các mặt đầu, mặt tựa... Các nguyên công mài sắc khi chế tạo dụng cụ được hiểu là các nguyên công mài mặt trước, mặt sau để tạo hình lưỡi cắt lần cuối cùng chính xác và mài sắc lại sau khi sử dụng dụng cụ bị mòn.

Quá trình mài và mài sắc dụng cụ có những đặc điểm sau:

1.1. Về vật liệu dụng cụ

Vật liệu dụng cụ sau khi nhiệt luyện (các loại thép dụng cụ, thép gió) hay không qua nhiệt luyện (hợp kim cứng) có độ cứng cao, sức bền kém, do đó cần chú ý khi chọn đặc điểm của các đá mài (vật liệu hạt mài, độ hạt, độ cứng đá mài...) và các yếu tố chế độ cắt khi mài (tốc độ mài, chiều sâu cắt...). Đá mài và chế độ mài khi mài và mài sắc các loại bề mặt dụng cụ có thể chọn tham khảo theo bảng 7.1 và bảng 7.2.

1.2. Về độ chính xác

Các bề mặt dụng cụ - mặt chuẩn, mặt trước, mặt sau yêu cầu độ chính xác và độ nhẵn bề mặt cao. Độ chính xác về kích thước, vị trí và hình học được đảm bảo khi mài và mài sắc. Độ chính xác vị trí của các mặt trước, mặt sau với mặt định vị, độ chính xác hình học của mặt trước mặt sau sẽ đảm bảo độ chính xác của lưỡi cắt. Dụng cụ cắt có độ chính xác cao mới đảm bảo gia công các chi tiết đạt độ chính xác yêu cầu. Để đảm bảo các độ chính xác đó, các nguyên công mài sắc của dụng cụ đòi hỏi các thiết bị chuyên dùng, tự động hoặc các đồ gá lắp chuyên dùng trên các máy mài sắc vạn năng. Trong công nghiệp chế tạo dụng cụ đã sử dụng các loại máy mài sắc chuyên dùng để mài sắc dụng cụ như: máy mài sắc mũi khoan, máy mài sắc bàn ren, máy mài sắc dao chuốt, máy mài sắc dao phay lăn răng, v.v.

Với yêu cầu đảm bảo độ chính xác cao và để sử dụng các máy chuyên dùng tự động nên các dụng cụ cắt đã được tiêu chuẩn hoá và được chế tạo trong các nhà máy chế tạo dụng cụ cắt để hạ giá thành của sản phẩm.

2. Các nguyên công mài mặt chuẩn và mài các bề mặt kết cấu

Sau khi nhiệt luyện, các nguyên công mài mặt chuẩn được thực hiện đầu tiên để đảm bảo tạo hình chính xác các bề mặt trước và sau. Các mặt chuẩn khi tạo hình dụng cụ cắt thường được chọn là các mặt trụ trong và ngoài, mặt phẳng đầu. Mài các mặt này tương tự như khi mài các bề mặt các chi tiết và đảm bảo độ chính xác kích thước và vị trí của chúng. Ví dụ, mặt trụ trong ở các dụng cụ cắt như dao phay các loại. Yêu cầu mặt lỗ và các mặt đầu đảm bảo độ vuông góc nhất định. Vì vậy tạo hình mặt lỗ phải chú ý đến yêu cầu đó. Cho nên nhiều trường hợp nguyên công mài lỗ và mặt đầu được thực hiện trên một lần gá và trên một máy (mài lỗ và mài mặt đầu khi chế tạo các loại dao phay và dao phay lăn răng, dao xọc răng, v.v.).

Các bề mặt chuẩn sau khi mài còn được đánh bóng để giảm độ nhấp nhô bề mặt, tăng độ chính xác kích thước, v.v. để đảm bảo độ chính xác khi mài các mặt trước, mặt sau và khi gá đặt sử dụng.

Các nguyên công mài mặt chuẩn và mặt kết cấu được thực hiện trên các thiết bị thường dùng như máy mài tròn ngoài, máy mài lỗ, máy mài phẳng... Đặc tính của đá mài và chế độ mài có thể lựa chọn cho vật liệu dụng cụ mài và các bề mặt mài như trong bảng 7.1 và bảng 7.2.

3. Mài sắc mặt sau và mặt trước

Mặt sau và mặt trước là hai mặt quan trọng nhất của dụng cụ. Độ chính xác về kích thước, về hình học và vị trí tương quan với mặt chuẩn của chúng quyết định độ chính xác của dụng cụ được chế tạo. Mặt trước và mặt sau của dụng cụ đã được tính toán thiết kế sao cho đảm bảo giao tuyến của chúng là lưỡi cắt nằm trên mặt khởi thủy của dụng cụ.

Đặc điểm của đá mài và chế độ mài có thể vẫn được lựa chọn như khi mài các bề mặt khác. Một số mặt trước và mặt sau được thiết kế là các bề mặt đặc biệt khi mài sắc cần phải chú ý để đảm bảo được độ chính xác yêu cầu của chúng. Do vậy các mặt trước và mặt sau của dụng cụ thường được tạo hình trên các thiết bị chuyên dùng tự động hay bán tự động. Các thiết bị đó đảm bảo tạo hình chính xác dạng hình học mặt trước và mặt sau của dụng cụ.

Bảng 7.1 Chọn đá mài chất kết dính bakelit khi mài sắc và mài nghiền dụng cụ cắt.

Thành phần đặc tính và chế độ làm việc của đá		Mài sắc			Mài nghiền		
		Vật liệu gia công					
		Hợp kim cứng		Sành sứ	Thép gió		Thép gió
T15K6 T5K10 T30K4,BK2 BK3M	BK6 BK8	P18	P9				
Vật liệu mài		Cacbit silic xanh		Kôrun điện thường α và trắng αβ		Cacbit silic xanh K3, Cacbit Bo	
Độ hạt		40 – 25	8 – 6	40 – 25			
Độ cứng	Khi chạy dao bằng tay	C1 – C2	C3 – CT1	CT1 – CT2	C2 – CT1	CM1 – CM2	
	Khi chạy dao bằng máy	CM1 – CM2	C1 – C2	C2 – CT1	C1 – C2	CM2 – CM1	
Dung dịch trơn nguội		2 ÷ 3 % dung dịch xút hoặc 3 ÷ 5 % dung dịch emunxi trong nước					
Lưu lượng của dung dịch trơn nguội, lít/phút		4 – 6	1 – 2	6 – 8		4 – 6	6 – 8
Tốc độ vòng của đá mài	Khi chạy dao bằng tay	15 – 1	19 – 22	12 – 15	30 – 35	25 – 30	25 – 30
	Khi chạy dao cơ khí	12 – 15	15 – 19	10 – 12	25 – 30	20 – 25	20 – 25
Lưu lượng chạy dao ngang, mm/htk*		0,03 – 0,08		0,02 – 0,04		0,05 – 0,1	0,005 – 0,010
Lưu lượng chạy dao dọc m/phút		2,0 – 4,0		1,0 – 1,5		3 – 6	
*htk – hành trình kép							

Các ký hiệu về vật liệu dụng cụ, đá mài và đặc tính đá mài theo các ký hiệu của Nga.

Các ký hiệu về vật liệu dụng cụ, đá mài và đặc tính đá mài theo các ký hiệu của Nga.

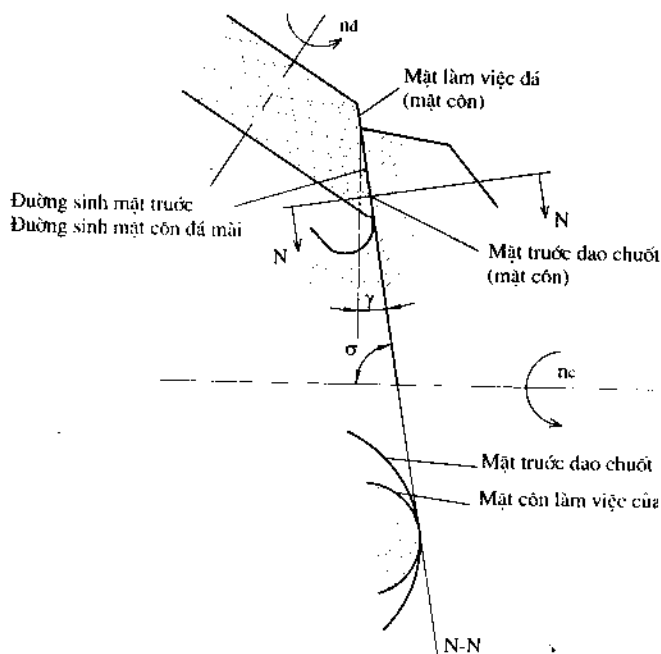
Dụng cụ được mài và vật liệu	Dao phay mặt đầu, mũi khoan $\phi > 15\text{mm}$				Mũi doa đường kính $> 9\text{mm}$, taro khi mài mặt sau								Taro khi mài mặt sau			
	T15K6, T14K8 BK3M, BK2		P9		P18		T15K6 T14K8 BK3M, BK2		T5K10, BK8, BK6, BK4		P9		P18		P18 Y12A	
Đặc tính đá mài	Kz 40÷25CM ₁ +CM ₂ B		Kz 40÷25CM ₁ +CM ₂ B		Kz 40÷25CM ₁ +CM ₂ B		Kz 40÷25 M ₂ +M ₃ K		Kz 25÷16CM ₁ +CM ₂ B		Kz 25÷16CM ₁ +CM ₂ B		Kz 25÷16CM ₁ +CM ₂ K		Kz 25÷16CM ₁ +C ₁ K	
	Kz 40÷25CM ₁ +CM ₂ B		Kz 40÷25CM ₁ +CM ₂ B		Kz 40÷25CM ₁ +CM ₂ B		Kz 40÷25CM ₁ +CM ₂ B		Kz 25÷16CM ₁ +CM ₂ B		Kz 25÷16CM ₁ +CM ₂ B		Kz 25÷16CM ₁ +CM ₂ K		Kz 25÷16CM ₁ +C ₁ K	
	Kz 40÷25CM ₁ +CM ₂ B		Kz 40÷25CM ₁ +CM ₂ B		Kz 40÷25CM ₁ +CM ₂ B		Kz 40÷25CM ₁ +CM ₂ B		Kz 25÷16CM ₁ +CM ₂ B		Kz 25÷16CM ₁ +CM ₂ B		Kz 25÷16CM ₁ +CM ₂ K		Kz 25÷16CM ₁ +C ₁ K	
	Kz 40÷25CM ₁ +CM ₂ B		Kz 40÷25CM ₁ +CM ₂ B		Kz 40÷25CM ₁ +CM ₂ B		Kz 40÷25CM ₁ +CM ₂ B		Kz 25÷16CM ₁ +CM ₂ B		Kz 25÷16CM ₁ +CM ₂ B		Kz 25÷16CM ₁ +CM ₂ K		Kz 25÷16CM ₁ +C ₁ K	
Bề mặt làm vi ệc của đá	Mặt đầu															
Chiều rộng bề mặt làm việc của đá, mm	4-6	8-12	8-10	12-16	6-8	10-12	6-8	2-4	8-10	6-8	10-12	4-6	8-10	4-6	--	--
Tốc độ vòng của đá, m/s	11-13	17-19	13-15	21-25	20-22	25-28	22-25	11-13	17-18	13-25	21-25	20-22	25-28	22-25	28-30	25-28
Lượng chạy dao dọc, mm/phút	5-7		4-6		3-5		5-7		4-6		3		5		3-5	
Đại lượng khởi thủy của lượng chạy dao ngang thấp mm/hk	0.1-0.15	0.15-0.25	0.15-0.25	0.15-0.25	0.03-0.06	0.05-0.08	0.04-0.07	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Dung dịch trơn nguội	2-3% dung dịch xút hoặc dung dịch émuxin trong nước															
Lưu lượng của dung dịch trơn nguội	5-7				7-9				5-7				7-9			

hkt -- hành trình kép

1. Các số liệu khi mài sắc thép gió bằng đá mài chất đỉnh kết bakelít, và các ký hiệu trong bảng 7.1 và 7.2 theo các tài liệu và tiêu chuẩn của Nga.

2. Khi dùng dung dịch trơn nguội, các giá trị tốc độ đá, lượng chạy dao dọc và ngang cho trong bảng này có thể tăng lên $15 \pm 20\%$.

Nguyên lý cơ bản khi mài mặt trước và mặt sau là lấy đường sinh của bề mặt làm việc của đá mài làm đường sinh tạo hình mặt trước hoặc mặt sau. Máy chuyên dùng đảm bảo các chuyển động tạo hình bề mặt. Chuyển động quay tròn của đá mài là chuyển động cắt chính. Ví dụ: mặt trước của dao chuốt là mặt côn, mặt côn được hình thành do



Hình 7.1 Mài mặt trước dao chuốt.

đường sinh thẳng nghiêng với trục một góc σ và quay quanh trục đó. Do đó khi mài dùng đường sinh của mặt côn làm việc của đá làm đường sinh hình thành mặt côn mài. Điều đó có nghĩa là, khi mài phải gá đá mài sao cho đường sinh của mặt côn đá nghiêng với trục dao chuốt một góc σ và cho quay tròn quanh trục. Chuyển động cắt của đá mài sẽ mài chính xác mặt trước dao chuốt (hình 7.1).

Trong quá trình chế tạo thường mặt trước được mài cuối cùng sau khi mài mặt sau và trong phần lớn các dụng cụ, mặt trước thường là mặt được mài sắc lại sau khi dao bị mòn (dao chuốt, dao phay lăn răng, bàn ren...). Mặt trước và mặt sau có thể là các bề mặt thường gặp (mặt phẳng, mặt côn). Các mặt đó được mài như mài các bề mặt chi tiết. Mặt sau và mặt trước ở một số dụng cụ là các bề mặt đặc biệt, chỉ tồn tại ở dụng cụ cắt, cần được chú ý khi tạo hình các bề mặt đó (bề mặt hót lưng, bề mặt xoắn vít,...).

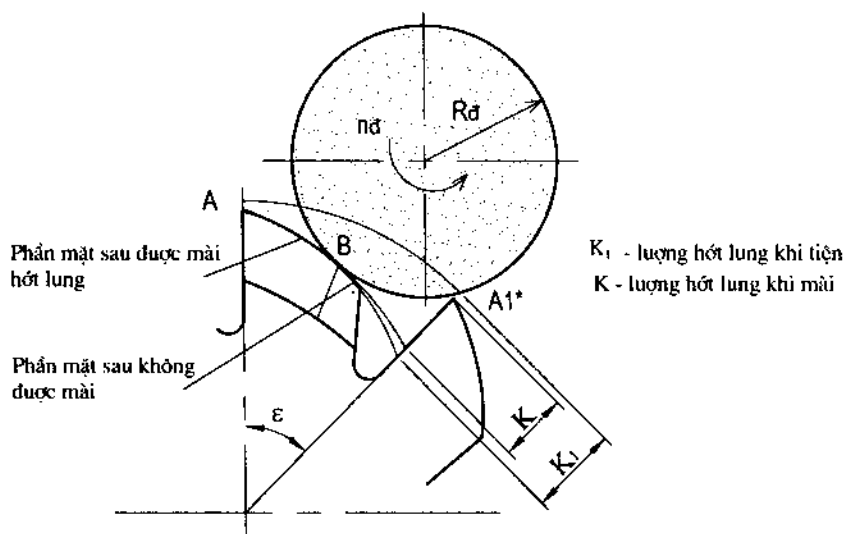
3.1. Mài hót lưng mặt sau

Mặt sau hót lưng ở một số dao phay yêu cầu độ chính xác cao (dao phay lăn răng, dao phay lăn trục then hoa, một số dao phay định hình,...) phải tiến hành mài hót lưng.

Sau khi tiện hót lung (Chương 6, mục 5), độ nhám bề mặt cao và sau khi nhiệt luyện, trên bề mặt tồn tại một lớp mắt cacbon làm giảm độ cứng của dao. Vì vậy sau khi nhiệt luyện cần phải mài lại bề mặt đã tiện hót lung. Sau khi mài hót lung, nhấp nhô bề mặt có thể giảm xuống $R_a = 0,32 \div 0,63$. Mài hót lung sẽ hót đi được lớp mắt cacbon sau nhiệt luyện và tăng độ chính xác của prôfin lưỡi cắt.

Mài hót lung được thực hiện trên máy tiện hót lung bằng cách thay bàn dao tiện bằng đầu đá mài lắp đá mài hót lung.

Khác với khi tiện, hót lung được hết toàn bộ mặt sau của dao với lượng hót lung K_1 , khi mài vì tránh đá mài vấp phải răng kế cận nên không thể mài hót lung hết toàn bộ răng mà chỉ mài được một phần tùy thuộc vào đường kính đá mài và kết cấu răng dao hót lung (hình 7.2). Vì vậy lưng răng sẽ có một phần không được mài, để tránh gờ yên ngựa ở phần chuyển tiếp mài và không mài (thoát đá), khi thiết kế chọn lượng hót lung khi mài K_2 nhỏ hơn lượng hót lung khi tiện K_1 . ($K_1 = 1,5 \cdot K_2$; $K_1 > K$). Để tránh va chạm đá mài với răng kế cận khi mài hót lung, cần xác định đường kính cho phép lớn nhất của đá mài và để đảm bảo độ chính xác cần xác định prôfin trong tiết diện chiều trục của đá mài phụ thuộc vào prôfin lưỡi cắt (mặt sau) của dao phay.



Hình 7.2 Sơ đồ phân mài hót lung và phần không mài ở lưng răng.

3.1.1. Xác định đường kính đá mài lớn nhất cho phép khi mài hót lung

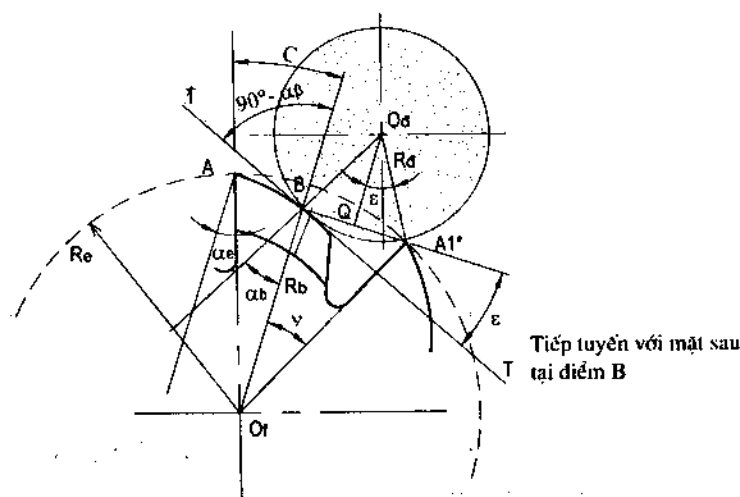
Tùy thuộc vào kết cấu răng dao phay và yêu cầu phần được mài, mà trước hết phải xác định đường kính lớn nhất cho phép đá mài tránh va chạm

vào răng kề cận. Trong thực tế đá mài khi mài hót lưng có đường kính không lớn, do đó tốc độ cắt khi mài thấp không đảm bảo độ nhẵn bóng của mặt được mài và đá mài chóng mòn, vì vậy cần tận dụng chọn đường kính đá mài lớn nhất có thể để nâng cao tốc độ cắt khi mài.

Để xác định đường kính đá mài lớn nhất cho phép, hãy khảo sát sơ đồ mài hót lưng trên hình 7.3.

Theo sơ đồ mài hình 7.3, khi mài đến điểm B ở lưng răng thì đá mài chạm phải răng kề cận ở điểm A₁. Khi đó chuyển động tịnh tiến của đá mài vào tâm dao phay phải dừng lại và lùi ra (hành trình chạy không, lùi dao). Muốn xác định đường kính lớn nhất của đá mài R_d cần phải xác định điểm B, có nghĩa là cần xác định phần lưng răng được mài AB, tức là xác định góc C. Trong thực tế khi thiết kế dụng cụ, góc C được lấy bằng 1/2 đến 1/3 góc giữa hai răng:

$$C = \left(\frac{1}{2} \div \frac{1}{3} \right) \cdot \frac{2\pi}{z} = \left(\frac{\pi}{z} \div \frac{2\pi}{3z} \right) \quad (7.1)$$



Hình 7.3 Xác định đường kính lớn nhất cho phép đá mài khi mài hót lưng.

Tiếp tuyến chung T-T với mặt sau dụng cụ và đá tại điểm B hợp với BA₁ một góc ký hiệu là ε. Từ hình 7.3, bán kính đá mài lớn nhất cho phép R_d có thể được xác định như sau:

$$R_d \leq \frac{\overline{BA_1}}{2 \cdot \sin \varepsilon} \quad (7.2)$$

Từ tam giác O_rBA₁, $\overline{BA_1}$ được xác định theo công thức:

$$\overline{BA_1} = \sqrt{R_c^2 + R_B^2 - 2 \cdot R_c \cdot R_B \cdot \cos \nu} \quad (7.3)$$

$$\hat{v} = \frac{2\pi}{z} - \hat{c} = \frac{2\pi}{z} - \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{3} \right) \cdot \frac{2\pi}{z}$$

$$\hat{v} = \left(\frac{2}{3} - \frac{1}{2} \right) \cdot \frac{2\pi}{z} \quad (7.4)$$

Thay \hat{v} từ công thức (7.4) vào công thức (7.3) ta tính được $\overline{BA_1}$.

Góc ε được xác định như sau:

Từ hình (7.3) ta có:

$$\varepsilon = O_f \hat{B} A_1 - O_f \hat{B} T \quad O_f \hat{B} T = 90^\circ - \alpha_B$$

Trong tam giác $O_f \hat{B} A_1$ ta có:

$$\frac{R_c}{\sin O_f \hat{B} A_1} = \frac{\overline{BA_1}}{\sin v}$$

$$O_f \hat{B} A_1 = \arcsin \frac{R_c}{\overline{BA_1}} \quad (7.5)$$

$$\text{Do đó:} \quad \varepsilon = \arcsin \left(\frac{R_c}{\overline{BA_1}} \right) - 90^\circ + \alpha_B \quad (7.6)$$

Theo đặc tính góc sau của dao phay hót lưng ta có:

$$\text{tg} \alpha_B = \frac{R_c}{R_B} \cdot \text{tg} \alpha_c$$

Sau khi xác định được $\overline{BA_1}$ và ε , bán kính lớn nhất cho phép của đá mài được xác định từ công thức (7.2), và thường lấy giá trị an toàn giảm đi một lượng 1,5 ÷ 2mm.

Ví dụ:

Xác định bán kính lớn nhất của đá R_d khi mài hót lưng đỉnh răng dao phay với các số liệu cho trước sau:

Đường kính dao phay $D_c = 70$, $z = 10$, lượng hót lưng $K = 4$,

$$\hat{C} = \frac{1}{2} \cdot \frac{2\pi}{z} = 18^\circ$$

$$R_d \leq \frac{\overline{BA_1}}{2 \cdot \sin \varepsilon} \quad v = 18^\circ; \quad R_B = 33$$

Giải:

$$\overline{BA_1} = \sqrt{35^2 + 33^2 - 2 \cdot 35 \cdot 33 \cdot \cos 18^\circ} = 11$$

$$\text{tg} \alpha_B = \frac{35}{33} \cdot \frac{4 \cdot 10}{70 \cdot \pi} \approx 0,19; \quad \alpha_B = 10^\circ 55'; \quad \sin 18^\circ = 0,309$$

$$\varepsilon = \arcsin\left(\frac{35}{33} \cdot \sin 18^\circ\right) + \operatorname{arctg} \frac{35}{33} \cdot \frac{4 \cdot 10}{70 \cdot \pi} - 90^\circ = 18^\circ$$

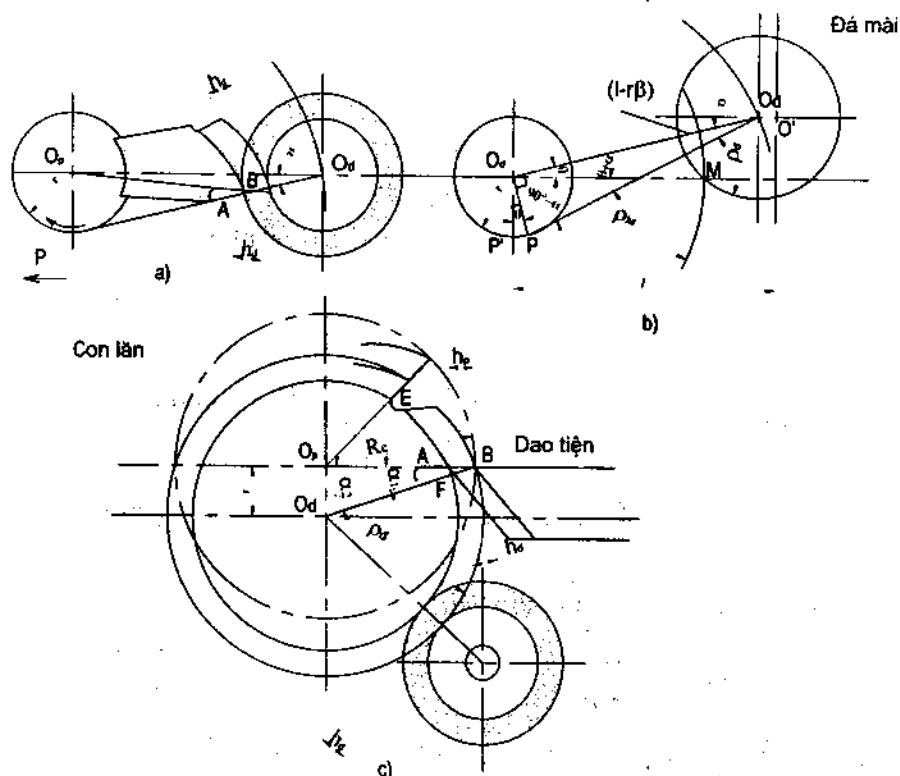
$$R_d \leq \frac{11}{2 \cdot \sin 18^\circ} = 17,64$$

$$D_d \leq 35,28 \text{ lấy } D_d = 34 \text{ mm}$$

3.1.2. Xác định profin đá mài để mài hót lưng dao phay định hình

Để xác định profin đá mài (tiết diện hướng kính đá mài) khi mài hót lưng có thể dùng sơ đồ làm việc của đá mài và dao phay khi mài hót lưng để xác định profin đá mài.

Trên hình 7.4.a vẽ vị trí dao phay và đá mài lúc bắt đầu hót lưng. Vì đá mài có chuyển động tịnh tiến đều và dao phay quay tròn, nên quỹ đạo chuyển động tại điểm tiếp xúc của đá và mặt sau có thể được coi như vòng tròn có tâm P. Tâm P là giao điểm của vòng tròn bán kính r với đường thẳng đặc tính vuông góc với đường nối tâm của dao và đá $O_p O_d$.



Hình 7.4 Tính toán profin của đá mài.

- Dao phay và đá mài ở thời điểm bắt đầu hót lưng.
- Vị trí của đá ở thời điểm tiếp xúc với các điểm hót lưng của răng.
- Tính toán profin của dao tiện để tiện con lăn sửa đá.

Sự tiếp xúc của các vòng tròn đá mài và các đường cong của bề mặt hót lung có thể coi như là sự tiếp xúc của 2 đường cong ăn khớp. Do đó mọi pháp tuyến chung tại điểm tiếp xúc đều đi qua tâm P và tâm của đá O_d – vì đường cong lung răng được coi như vòng tròn tâm P và đường tròn đá có tâm là O_d . Do đó mặt phẳng O_dP là mặt pháp tuyến chung và profin chiều trục của đá mài trùng với profin trong tiết diện pháp tuyến của bề mặt hót lung của dao $h_d = AB$ khác với profin trong tiết diện chiều trục của dao phay $h_d = AC$, có nghĩa là $h_d \neq h_d$ (hình 7.4a).

Qua sơ đồ chuyển động khi mài hót lung thì chỉ có tâm O_d của đá mài khi chuyển động tương đối có quỹ đạo là đường xoắn Acsimet, còn các đường cong hót lung răng dao là các đường song song cách đều với đường Acsimet ở tâm đá.

Khảo sát điểm M trên đường cong hót lung tiếp xúc với đá mài nằm trong tiết diện chiều trục của dao phay (hình 7.4.b). Cho dao phay đứng yên, đá mài chuyển động tương đối vừa quay quanh trục dao vừa chuyển động tịnh tiến hướng vuông góc với trục dao. Pháp tuyến tại điểm M của đường tròn đá và đường cong hót lung phải đi qua tâm O_d của đá. Quỹ đạo của tâm đá O_d và của điểm M được coi như là vòng tròn có tâm P. Góc giữa bán kính của dao phay tại điểm M (ρ_M) và pháp tuyến \overline{PM} bằng $(\theta + \alpha)$. Từ sơ đồ trên hình 7.4 bán kính vòng tròn r có thể được xác định như sau:

$$\frac{r}{O_dM} = \frac{r}{\rho_M} = \operatorname{tg} \alpha_M \quad (7.7)$$

Nếu gọi α_e là góc sau ở đỉnh dao có bán kính là R_e thì quan hệ giữa α_M và α_e như sau:

$$\operatorname{tg} \alpha_M = \frac{R_e}{\rho_M} \operatorname{tg} \alpha_e \quad (7.8)$$

Góc sau α_e được xác định như sau:

$$\operatorname{tg} \alpha_e = \frac{K.z}{2\pi.R_e} \quad (7.9)$$

Từ các công thức (7.7), (7.8), (7.9) có thể xác định được bán kính r như sau:

$$\frac{r}{\rho_M} = \frac{R_e}{\rho_M} \cdot \frac{K.z}{2\pi.R_e}; \quad r = \frac{K.z}{2\pi} \quad (7.10)$$

Hình 7.4.b vẽ vị trí của đá và răng dao phay, sau khi đá quay quanh tâm của dao O_d một góc là θ và dịch chuyển hướng tâm một đoạn là $O'O_d$. Tâm của đá ở vị trí ban đầu là O' và tâm của đường cong hót lưng ở thời điểm đó là P' . Do đó sau khi quay một góc θ tâm của đá là O_d và tâm của đường cong tại thời điểm này là P . Vì vậy đoạn dịch chuyển hướng kính $O'O_d$ của tâm đá mãi bằng cung dịch chuyển của tâm đường cong PP' .

$$O'O_d = PP' = r.\theta$$

$$O'O_d = r.\theta \quad (7.11)$$

Nếu gọi khoảng cách ban đầu của tâm dao phay và tâm đá mài O_dO' là l . Lấy góc quay θ làm thông số có thể xác định được bán kính vectơ của các điểm dao phay ρ_M ($\rho_M = \overline{O_P M}$) và bán kính vectơ của đá mài tại các điểm tiếp xúc tương ứng ρ_d .

($\rho_d = O_dM$). Đặt $\varphi = \frac{l}{r}$, theo hình 7.4.b có thể xác định các quan hệ sau:

$$\operatorname{ctg} \alpha = \frac{\overline{O_P O_d}}{\overline{O_P P}} = \frac{l.r.\theta}{r} = \theta \quad (7.12)$$

$\rho_M = \frac{r.\cos \alpha}{\sin(\alpha + \theta)}$ thay $\cos \alpha$ từ (7.12) ta có:

$$\rho_M = \frac{r.(\varphi - \theta)}{\cos \theta + (\varphi - \theta).\sin \theta} \quad (7.13)$$

$$\frac{\rho_d}{\sin \theta} = \frac{(l - r.\theta)}{\sin(\alpha + \theta)} \Rightarrow \rho_d = \frac{(l - r.\theta)}{\sin(\alpha + \theta)}.\sin \theta \quad (7.14)$$

Từ (7.12) thay vào (7.14) ta có:

$$\begin{aligned} \rho_d &= \frac{r.(\varphi - \theta).\sin \theta}{\sin \alpha.\cos \theta + \cos \alpha.\sin \theta} = \frac{r.(\varphi - \theta).\sin \theta}{\sin \theta(\cos \alpha + \sin \alpha.\operatorname{ctg} \theta)} = \frac{r.(\varphi - \theta)}{\cos \alpha + \sin \alpha.\operatorname{ctg} \theta} \\ \rho_d &= \frac{r.(\varphi - \theta)}{\sin \alpha.\operatorname{ctg} \alpha + \sin \alpha.\operatorname{ctg} \theta} = \frac{r.(\varphi - \theta)}{\sin \alpha.(\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \theta)} = \frac{r.(\varphi - \theta)}{\frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha}}(\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \theta)} \\ \rho_d &= \frac{r.(\varphi - \theta).\sqrt{1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha}}{\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \theta} = \frac{r.(\varphi - \theta).\sqrt{1 + (\varphi - \theta)^2}}{(\varphi - \theta) + \operatorname{ctg} \theta} \quad (7.15) \end{aligned}$$

Từ các công thức tính bán kính của dao và đá ở điểm tiếp xúc (công thức 7.13 và 7.15), cho θ những giá trị tùy ý có thể tính được giá trị của ρ_M và ρ_d cho tất cả các điểm tiếp xúc chung của các profilin.

Khoảng cách tâm dao và đá trong quá trình mài có thể được lấy gần đúng như sau:

$$l = R_d + R_c - h_d \quad (7.16)$$

Trong đó: R_d - bán kính vòng tròn ngoài của đá.

R_c - bán kính ngoài của dao.

h_d - chiều cao lớn nhất profilin dao trong tiết diện hướng kính.

Các công thức (7.13) và (7.15) tính đường kính đá mài khá phức tạp. Trong thực tế, có thể cho phép tính profilin của đá mài đơn giản hơn với những profilin có chiều cao không lớn hơn 40mm.

Theo sơ đồ trên hình 7.4.c, dao phay có tâm là O_p , các đường cong hót lưng BD và AE là các đường Acsimet song song cách đều, có thể được thay thế bằng các vòng tròn đồng tâm có tâm trùng với tâm đường cong thay thế, là tâm O_d .

Bán kính cong đường xoắn Acsimet ở đỉnh răng có thể được tính gần đúng theo công thức:

$$\rho = \frac{R_c}{\cos \alpha_c} \quad (7.17)$$

Trong đó: R_c - bán kính ở đỉnh dao phay.

α_c - góc sau ở đỉnh răng.

Theo sơ đồ trên hình 7.4.c tâm O_d của các đường cong của mặt hót lưng sẽ nằm tại giao điểm của pháp tuyến BO_d với đường thẳng O_pO_d .

$$O_pO_d = R_c \cdot \operatorname{tg} \alpha_c \quad (7.18)$$

Chiều cao profilin của đá h_d trùng với chiều cao profilin trong tiết diện pháp tuyến với bề mặt hót lưng, theo hình 7.4.c có thể được xác định:

$$\operatorname{ctg} \alpha_c = \frac{R_c}{r} \quad \operatorname{ctg} \alpha_1 = \frac{R_c - h_d}{r}$$

Trong đó: α_1 - góc sau ở điểm A.

h_d - chiều cao profilin dao trong tiết diện hướng kính,

$$h_d = O_dB - O_dF$$

$$h_d = r \cdot \left[\frac{1}{\cos \alpha_c} - \frac{1}{\cos \alpha_1} \right] = r \cdot (\operatorname{cosec} \alpha_c - \operatorname{cosec} \alpha_1) \quad (7.19)$$

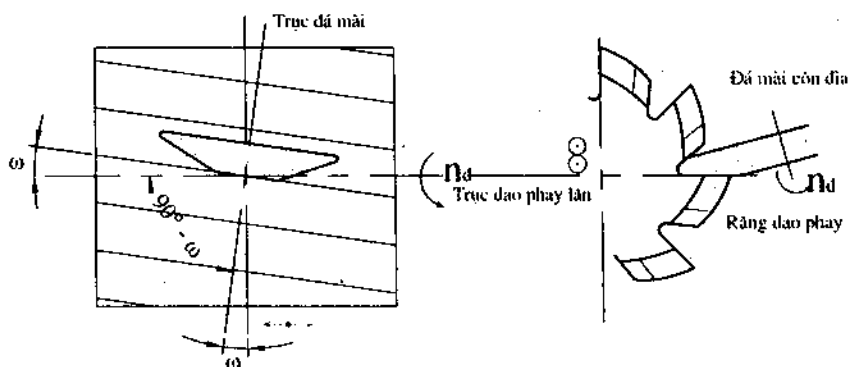
Tính profin đá theo công thức (7.19) đơn giản hơn so với các công thức (7.13) và (7.15), chiều rộng hoặc hoành độ các điểm profin đá được xác định bằng chiều rộng profin dao.

Trên cơ sở phân tích phương pháp tạo hình gần đúng như trên hình 7.4.c có thể xác định được kích thước của con lăn sửa đá và dao tiện để tiện con lăn sửa đá.

3.2. *Mài sắc mặt trước là mặt xoắn vít (mặt trước dao phay lăn răng)*

3.2.1. *Vị trí, gá đặt của đá và dao phay lăn răng*

Mặt trước dao phay lăn răng là mặt xoắn vít hêlicôit đảm bảo góc trước tại các điểm trên lưỡi cắt đo trong mặt phẳng vuông góc với trục dao bằng không, $\gamma = 0$. Mặt xoắn vít này được hình thành do một đường sinh thẳng vuông góc với trục thực hiện chuyển động xoắn vít – chuyển động quay tròn quanh trục và tịnh tiến dọc trục vít.



Hình 7.5 Điều chỉnh vị trí đá và mặt trước khi mài sắc dao phay lăn răng.

Trên cơ sở đó, mài mặt trước dao phay lăn răng được thực hiện trên máy mài sắc chuyên dùng hoặc trên máy mài sắc vạn năng với đồ gá chuyên dùng. Đá mài thường được chọn là đá mài côn đĩa và mặt côn của đá là bề mặt làm việc. Đá mài thường chỉ thực hiện chuyển động quay tròn – chuyển động cắt của đá. Chuyển động tạo hình – chuyển động vít được truyền cho dao. Trong quá trình làm việc, dao vừa thực hiện chuyển động quay tròn và chuyển động tịnh tiến (hình 7.5). Đá mài được gá sao cho đường sinh của mặt côn mài của đá vuông góc với trục dao và mặt côn của đá tiếp tuyến với mặt trước xoắn vít của dao (hình 7.5). Có nghĩa là phải điều chỉnh trục của

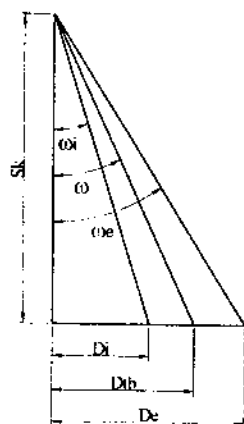
đá mài không vuông góc với trục dao mà hợp với nhau một góc ($90^\circ - \omega$) ở đây ω là góc nghiêng của mặt trước xoắn vít ở đường kính trung bình dao phay D_{tb} . Sau khi mài xong một mặt, máy sẽ tự động phân độ để mài mặt tiếp theo.

3.2.2. Sai số khi mài mặt trước dao phay lăn răng – mặt xoắn vít helicôit

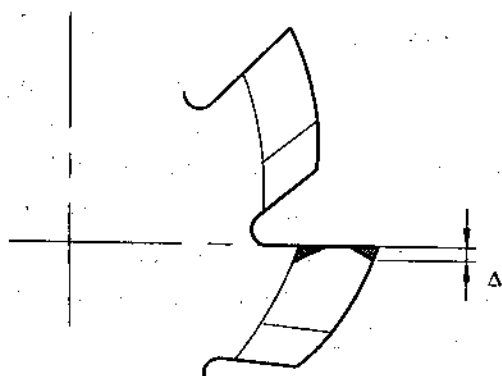
1) Nguyên nhân gây ra sai số khi mài

Mặt trước dao phay lăn răng là mặt xoắn vít helicôit do một đường sinh thẳng vuông góc với trục chuyển động xoắn vít tạo thành. Mặt xoắn vít có bước là S_k và góc nghiêng ở đường kính trung bình là ω . Vì mặt xoắn vít có thể coi như tập hợp vô số đường xoắn vít từ đường kính ngoài đến chân răng có cùng bước là S_k nên chúng có góc nghiêng khác nhau. Góc nghiêng của đường vít ứng với đường kính ngoài cùng là ω_e , với đường vít ở chân là ω_i và với đường kính trung bình D_{tb} là ω (hình 7.6).

Khi điều chỉnh đá để mặt côn làm việc tiếp tuyến với mặt trước xoắn vít, cần phải xoay trục đá đi một góc ω (hình 7.5) ứng với góc ω đường kính trung bình. Điều này có nghĩa là chỉ có đường vít ở đường kính trung bình của dao là tiếp tuyến với mặt côn của đá, còn các đường vít khác không thể tiếp tuyến được với mặt côn của đá mà là cắt mặt côn đá. Do đó khi mài, mặt côn làm việc của đá không tiếp tuyến với toàn bộ mặt trước xoắn vít mà chỉ tiếp tuyến với mặt trước xoắn vít tại đường vít tương ứng với đường kính trung bình D_{tb} nên mặt côn làm việc của đá trong quá trình mài sẽ cắt lẹm vào mặt trước. Hiện tượng này gọi là hiện tượng lồi mặt trước khi mài sắc - sai lệch profin mặt trước (hình 7.7). Nếu độ sai lệch đó nằm trong phạm vi cho phép của sai số profin mặt trước thì chấp nhận được, còn nếu vượt quá thì phải tìm biện pháp khắc phục. Do đó



Hình 7.6 Đường vít khai triển góc nghiêng khác nhau (ω_e , ω , ω_i).



Hình 7.7 Hiện tượng cắt lẹm khi mài lồi mặt trước.

cần phải xác định sai số khi mài mặt trước dao phay lăn răng.

2) Xác định sai số khi mài mặt trước xoắn vít helicôit của dao phay lăn răng.

Hình 7.8 mô tả sơ đồ tiếp xúc giữa đá và mặt trước xoắn vít dao phay lăn răng. Để đường sinh mặt côn của đá mài trùng với đường sinh mặt trước helicôit (EI), trục đá phải quay đi hợp với phương vuông góc với đường trục dao một góc ω bằng góc của đường vít trên hình trụ trung bình có đường kính D_{tb} .

$$D_{tb} = D_c - 2,5.m; \quad tg\omega = \frac{\pi.D_{tb}}{S_k} \quad (7.20)$$

Trong đó: D_c - đường kính ngoài của dao phay.

ω - góc nghiêng của rãnh thoát phoi tại điểm c trên đường kính trung bình.

S_k - bước của rãnh thoát phoi (hình 7.6).

Khai triển đường vít của mặt trước xoắn tại điểm c và điểm m được các đường c-c và m-m (hình chiếu bằng trên hình 7.8). Góc nghiêng của đường vít mặt trước qua điểm M ứng với bán kính bất kỳ R_m là:

$$tg\omega_m = \frac{\pi.D_m}{S_k} \quad (7.21)$$

Góc ω_m phụ thuộc vào vị trí của điểm M từ E (điểm ngoài cùng của lưỡi cắt) đến I (điểm trong cùng lưỡi cắt).

Hiệu giữa ω_m và ω (sự thay đổi góc nghiêng của đường xoắn vít) được biểu thị bằng góc ψ_m :

$$\psi_m = |\omega - \omega_m| \quad (7.22)$$

Giao tuyến mặt phẳng pháp tuyến với đường sinh EI qua điểm m và mặt côn đá sẽ là đường cong hypebol. Đường cong này nhận hình chiếu của trục đá O_dO_d trên mặt bằng làm trục đối xứng ($\overline{MG'}$). Đường vít MC là tiếp tuyến với đường cong tại điểm C. Đường vít m-m là đường vít lý thuyết, mà thực tế đá mài sẽ cắt được đường vít m'-m', đường này không trùng với m-m, khoảng cách giữa m-m và m'-m' là Δm , đó chính là đại lượng cắt lẹm. Nói một cách khác, đường cong đá không tiếp tuyến được với đường m-m mà chỉ tiếp tuyến được với đường c-c nên tại m-m bị cắt lẹm.

Để xác định lượng cắt lẹm Δm có thể dùng phương pháp giải tích tính toán hoặc dùng phương pháp gần đúng.

• Phương pháp gần đúng:

Trên hình 7.8 diễn tả tiết diện QQ qua điểm M trên đường sinh IE với bán kính là R_m . Từ tâm O_t vẽ vòng tròn tiếp tuyến với đường cong giao tuyến hypebol của mặt côn đá và mặt QQ tại điểm bất kỳ bán kính R_m . Đường m-m là khai triển đường xoắn vít mặt trước tại điểm M. Đường c-c là đường song song với đường khai triển của đường xoắn vít mặt trước tại điểm C có bán kính ứng với bán kính của hình trụ trung bình. Đường c-c có góc nghiêng của đường xoắn vít ở đường kính trung bình. Vì xoay đá một góc ω nên đường cong giao tuyến (vòng tròn mặt tiếp) chỉ tiếp tuyến với đường vít có góc nghiêng là ω , còn đường vít có góc nghiêng $\omega_m \neq \omega$ thì giao tuyến của đá sẽ cắt tại hai điểm và b. Do đó đường xoắn vít của mặt trước tại điểm m sẽ bị cắt lẹm một lượng là Δm . Theo sơ đồ hình 7.9 Δm có thể được xác định như sau:

$$\Delta m = R_t^m - R_t^m \cdot \cos \psi_m \quad (7.23)$$

Theo sơ đồ hình 7.8, R_t^m có thể được xác định:

$$R_t^m = R_d^m / \sin \eta \quad (7.24)$$

Thay công thức (7.24) vào công thức (7.23) ta được:

$$\begin{aligned} \Delta m &= (R_d^m / \sin \eta) \cdot (1 - \cos \psi_m) = (R_d^m / \sin \eta) \cdot (2 \cdot \sin^2 \frac{\psi_m}{2}) \\ \Delta m &= \frac{D_d^m}{\sin \eta} \cdot \sin^2 \frac{\psi_m}{2} \end{aligned} \quad (7.25)$$

Từ công thức (7.25) ta có thể xác định được lượng cắt lẹm Δm tại điểm bất kỳ với bán kính R_m .

Do đó tại điểm ngoài cùng E có ω_e : $\psi_e = |\omega_e - \omega|$

$$\Delta e = \frac{D_d^e}{\sin \eta} \cdot \sin^2 \frac{\psi_e}{2} \quad (7.26)$$

và điểm chân răng I tương ứng với R_i và ω_i : $\psi_i = |\omega_i - \omega|$

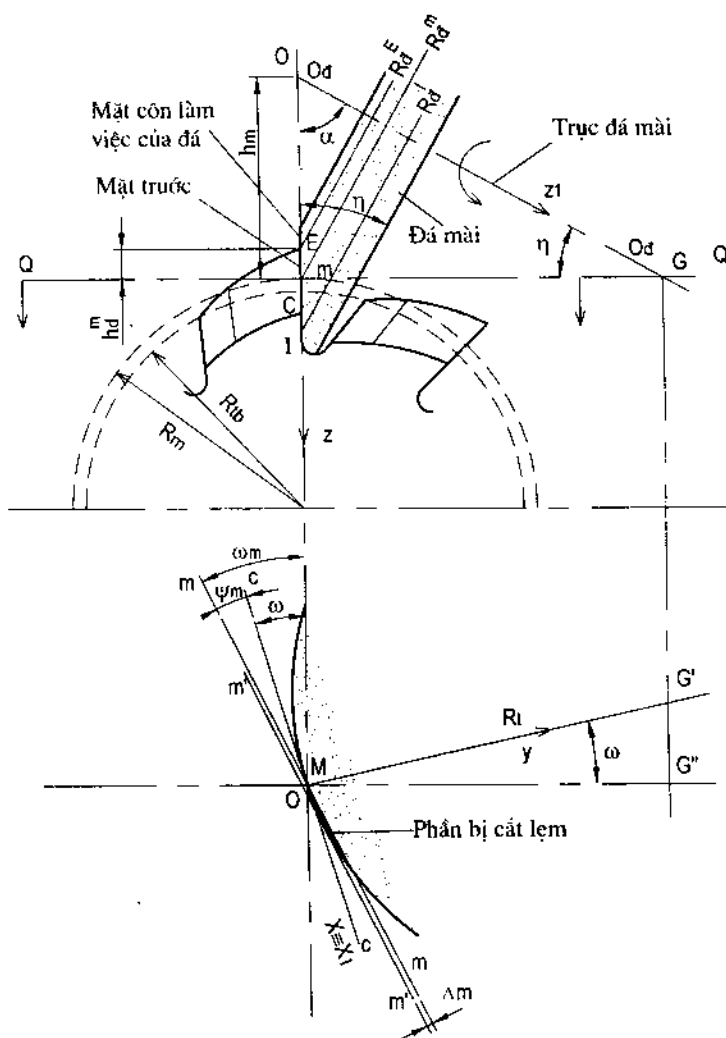
$$\Delta i = \frac{D_d^i}{\sin \eta} \cdot \sin^2 \frac{\psi_i}{2} \quad (7.27)$$

Các góc nghiêng $\omega_m, \omega_i, \omega_e$, tương ứng với D_m, D_e, D_i của dao phay được xác định từ công thức (7.21).

Qua các công thức (7.25, 7.26, 7.27) ta thấy rằng hiện tượng cắt lẹm thay đổi lớn từ $\Delta\epsilon$ và bằng không tại $\Delta\epsilon$ và lớn lên tại Δi gây ra hiện tượng lồi mặt trước như đã trình bày ở trên.

• Phương pháp giải tích:

Đặt hệ trục tọa độ có gốc tọa độ O là đỉnh mặt côn đá (hình 7.8). Trục Oz hướng theo đường sinh của đá, trục Ox hướng theo phương của hình chiếu đường vít c-c trên mặt nằm



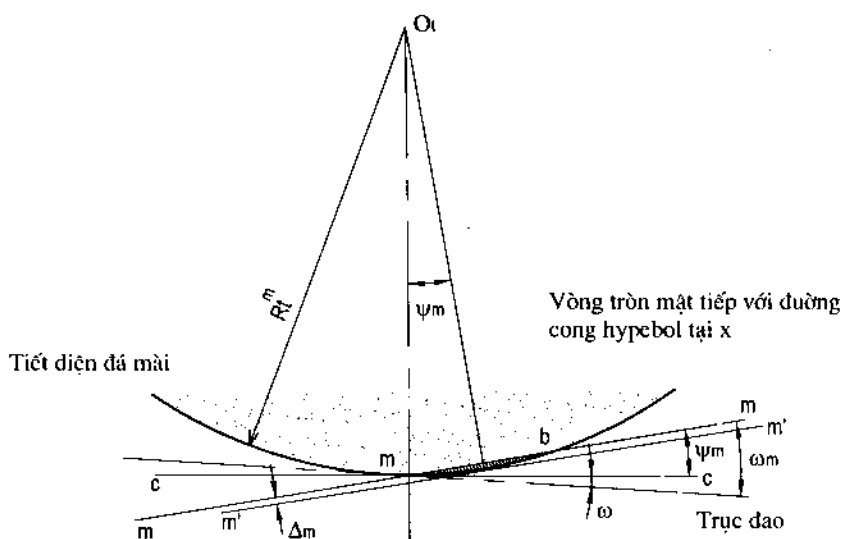
Hình 7.8 Sơ đồ xác định sai số cắt lẹm Δm .

ngang. Trục Oy vuông góc với Ox , nghĩa là trên hình chiếu bằng của trục đá O_dO_d (MG' hình 7.8). Trục Oz hướng theo đường sinh mặt côn đá (đường sinh mặt trước dao). Hệ tọa độ $Oxyz$ như trên hình 7.8 có thể được trình bày đơn giản như trên hình 7.10.

Đặt hệ trục tọa độ $Ox_1y_1z_1$ có trục Oz_1 là trục của mặt côn đá (trục đá), $Ox_1 \equiv Ox$, Oy_1 vuông góc với Ox_1 và Oz_1 . trong hệ $Ox_1y_1z_1$, mặt côn đá có phương trình được xác định như sau:

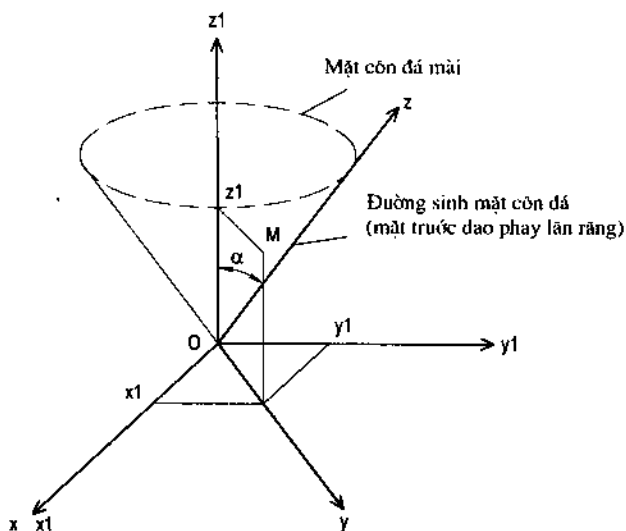
$$x_1^2 + y_1^2 - z_1^2 \cdot \tan^2 \alpha = 0 \quad (7.28)$$

Trong đó: α - 1/2 góc côn ở đỉnh.



Hình 7.9 Sơ đồ tính toán lượng cắt lẹm Δm .

Hệ tọa độ xyz có trục Oz trùng với đường sinh của mặt côn đá, gốc O trùng với gốc O hệ $x_1y_1z_1$ và trục $Ox \equiv Ox_1$, cho nên để viết phương trình mặt côn đá trong hệ xyz , có thể coi như đã xoay hệ $Ox_1y_1z_1$ một góc α quanh trục $Ox \equiv Ox_1$.



Hình 7.10 Lập các hệ tọa độ để tính Δx bằng giải tích.

Phương trình mặt côn đá trong hệ $Oxyz$ có thể được xác định bằng công thức chuyển trục tọa độ:

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & -\sin \alpha \\ 0 & \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{pmatrix} \quad (7.29)$$

$$\left. \begin{aligned} x &= x_1 \\ y &= y_1 \cdot \cos \alpha - z_1 \cdot \sin \alpha \\ z &= y_1 \cdot \sin \alpha + z_1 \cdot \cos \alpha \end{aligned} \right\} \quad (7.30)$$

Hoặc:

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= x \\ y_1 &= z \cdot \sin \alpha + y \cdot \cos \alpha \\ z_1 &= z \cdot \cos \alpha + y \cdot \sin \alpha \end{aligned} \right\} \quad (7.31)$$

Thay công thức (7.30) hoặc công thức (7.31) vào công thức (7.28) và rút gọn sẽ xác định được phương trình của mặt côn đá mài trong hệ xyz:

$$x^2 \cdot \cos^2 \alpha + y^2 \cdot \cos 2\alpha + y \cdot z \cdot \sin 2\alpha = 0 \quad (7.32)$$

Cắt mặt côn này bằng mặt phẳng Q-Q vuông góc với đường sinh (trục Oz) và cách đỉnh hình côn một đoạn h_m nào đó thì giao tuyến sẽ là một đường cong.

Thay $z = h_m$ vào phương trình (7.32) ta được phương trình của đường cong giao tuyến:

$$x^2 \cdot \cos^2 \alpha + y^2 \cdot \cos 2\alpha + y \cdot h_m \cdot \sin 2\alpha = 0 \quad (7.33)$$

Sau khi biến đổi ta được:

$$x^2 + y^2(1 - \operatorname{tg}^2 \alpha) + (2 \cdot h_m \cdot \operatorname{tg} \alpha) \cdot y = 0 \quad (7.34)$$

Đường cong giao tuyến có phương trình (7.34) là đường cong bậc hai trong mặt toạ độ xOy với dạng tổng quát là:

$$A \cdot x^2 + 2Bxy + C \cdot y^2 + 2Dx + 2Ey + F = 0 \quad (7.35)$$

Tương ứng phương trình (7.34) với các hệ số:

$A = 1$; $B = 0$; $C = (1 - \operatorname{tg}^2 \alpha)$; $E = h_m \cdot \operatorname{tg} \alpha$; $F = 0$. Theo hình giải tích ta biết đường cong trên phụ thuộc vào định thức:

$$d = \begin{vmatrix} A & B \\ C & D \end{vmatrix} \text{ với các điều kiện sau:}$$

$d > 0$ - đường cong là đường elip.

$d < 0$ - đường cong là đường hypebol.

$d = 0$ - đường cong là đường parabol.

Từ phương trình (7.34) ta có:

$$d = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 - \operatorname{tg}^2 \alpha \end{vmatrix} = (1 - \operatorname{tg}^2 \alpha) \quad (7.36)$$

α - góc 1/2 đỉnh mặt côn đá

Nếu $\alpha < 45^\circ$ thì $d > 0$

Nếu $\alpha = 45^\circ$ thì $d = 0$

Nếu $\alpha > 45^\circ$ thì $d < 0$

Khi mài mặt trước dao phay lăn răng, đá mài có dạng côn đĩa mỏng (hình 7.11.a) nên góc đỉnh côn thường lớn hơn 90° , do đó $\alpha > 45^\circ$ và đường cong giao tuyến là đường cong hypebol, trong hệ trục Oxyz nhận trục Oy là trục đối xứng như trên hình 7.11.b.

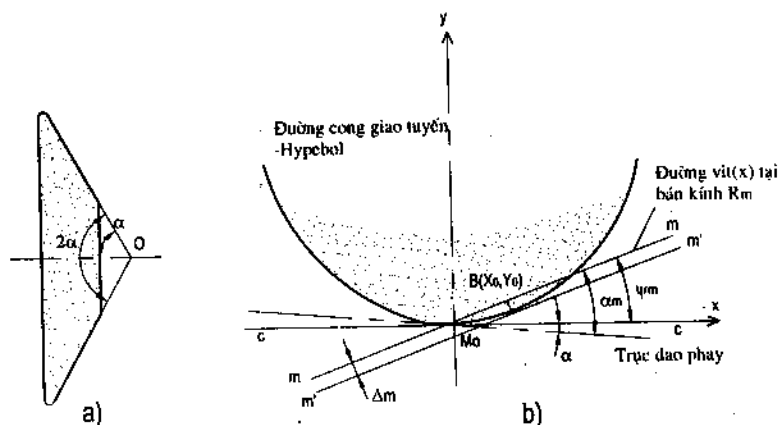
Đường thẳng c-c trùng với trục Ox là đường vít ứng với đường kính trung bình khai triển. Đường m-m là khai triển đường vít tại điểm M bất kỳ (có bán kính R_M) nằm trên đường sinh EI (hình 7.8). Phương của đường m-m thay đổi tùy theo vị trí của điểm M (bán kính R_M), sự thay đổi đó được thể hiện bởi sự thay đổi góc $\psi_m = |\omega - \omega_m|$.

Đường thẳng m-m được biểu diễn bởi phương trình sau:

$$y = \operatorname{tg} \psi_m \cdot x \quad (7.37)$$

Trong chuyển động xoắn vít khi mài, điểm $B(x_0, y_0)$ sẽ tạo ra đường vít $m'-m'$. Khoảng cách giữa m-m và $m'-m'$ chính là lượng cắt lẹm Δm . Lượng cắt lẹm này có thể được xác định bởi công thức:

$$\Delta m = x_0 \cdot \sin \psi_m - y_0 \cdot \cos \psi_m \quad (7.38)$$



Hình 7.11 Sơ đồ tính lượng Δm bằng giải tích.

Để xác định Δm cần xác định tọa độ x_0 và y_0 của điểm B. Điểm B là điểm tiếp tuyến với đường cong giao tuyến (phương trình 7.34). Để tìm điểm B, cần lấy đạo hàm phương trình (7.34) theo x và cho giá trị đạo hàm

bằng $\operatorname{tg}\psi_m \left(\frac{dy}{dx} \geq \operatorname{tg}\psi_m \right)$. Sau khi biến đổi có kết quả:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{x}{(1 - \operatorname{tg}^2 \alpha) \cdot y + h_m} = \operatorname{tg}\psi_x$$

Biến đổi ta xác định được:

$$x_0 = \pm \frac{h_m \cdot \operatorname{tg}\Psi_x \cdot \operatorname{tg}\alpha}{\sqrt{1 + (1 - \operatorname{tg}^2 \alpha) \cdot \operatorname{tg}^2 \Psi_x}} \quad (7.39)$$

Thay giá trị x_0 từ phương trình (7.39) vào phương trình (7.34) ta được:

$$y_0 = \frac{-h_m \cdot \operatorname{tg}\alpha \left(1 \pm \sqrt{\frac{1}{1 + (1 - \operatorname{tg}\alpha) \cdot \operatorname{tg}^2 \Psi_m}} \right)}{(1 - \operatorname{tg}^2 \alpha)} \quad (7.40)$$

Theo hình 7.10, x_0 có thể dương hay âm, còn y_0 thì luôn dương. Do đó ở phương trình (7.40) xác định y_0 dấu trước căn sẽ được lấy là dấu dương "+".

$$\text{Vậy: } y_0 = \frac{h_m \cdot \operatorname{tg}\alpha \left(1 + \sqrt{\frac{1}{1 + (1 - \operatorname{tg}\alpha) \cdot \operatorname{tg}^2 \Psi_x}} \right)}{(1 - \operatorname{tg}^2 \alpha)} \quad (7.41)$$

Vì α luôn lớn hơn 45° nên $1 - \operatorname{tg}^2 \alpha < 0$ và y_0 luôn dương.

Thay giá trị x_0 và y_0 từ phương trình (7.39) và phương trình (7.41) vào phương trình (7.38), biến đổi, bỏ qua các số hạng vô cùng bé bậc cao, Δm sẽ được xác định theo công thức:

$$\Delta m = h_m \cdot \operatorname{tg}\alpha \cdot \operatorname{tg}\psi_m \cdot \sin\psi_m$$

Vì ψ_m thường bé nên có thể lấy $\operatorname{tg}\psi_m = \sin\psi_m$, do đó Δm được tính là:

$$\Delta m = h_m \cdot \operatorname{tg}\alpha \cdot \operatorname{tg}^2 \psi_m \quad (7.42)$$

Từ hình (7.8) h_m có thể được xác định như sau:

$$h_m = R_d^m / \cos\eta \quad \operatorname{tg}\alpha = \cot\eta$$

$$\text{cho nên: } \Delta m = \frac{D_d^m}{2 \cdot \sin\eta} \cdot \operatorname{tg}^2 \Psi_m \quad (7.43)$$

D_d^m - đường kính đá mài ứng với điểm M. $D_d^m = 2 \cdot R_d^m$.

Từ công thức (7.43) ta có thể rút ra một số kết luận sau:

- Lượng cắt lẹm Δm phụ thuộc vào đường kính đá tại điểm khảo sát, góc nghiêng của đường xoắn vít tại điểm khảo sát và tại đường kính trung bình $\psi_m = |\omega - \omega_m|$.

- D_d^m càng nhỏ thì Δm nhỏ.
- ψ_m càng nhỏ thì Δm càng nhỏ.
- Nếu góc prôfin đá η cố định. Tại điểm C ứng với đường kính trung bình dao phay $\psi_c = 0$ thì $\Delta c = 0$.

Lượng cắt lẹm lớn nhất là ở chân và đỉnh răng như đã thể hiện trên hình 7.7.

Ví dụ:

Xác định sai số cắt lẹm khi mài mặt trước dao phay răng tiêu chuẩn $m = 5$. Đường kính ngoài của dao $D_c = 90\text{mm}$.

Góc xoắn rãnh thoát phoi đường kính trung bình $\omega = 3^\circ 46'$.

Bước của rãnh xoắn $S_k = 3693\text{mm}$.

Tính toán được $\psi_c = 44'$

$$\psi_i = 26'$$

Đường kính đã chọn trước $D_d^i = 200\text{mm}$.

Góc prôfin đá $\eta = 25^\circ$

$$\text{Theo công thức (7.43): } \Delta i = \frac{D_d^i}{2 \cdot \sin \eta} \cdot \text{tg}^2 \psi_i; \quad \Delta e = \frac{D_d^e}{2 \cdot \sin \eta} \cdot \text{tg}^2 \psi_c$$

$$\text{tính được } \Delta e = 0,02 \quad \Delta i = 0,01$$

$\Delta e > \Delta i$ nghĩa là ở đỉnh răng cắt lẹm nhiều hơn ở chân răng.

Xét ảnh hưởng của kích thước đá mài đến sai số Δe và Δi . Do $\Delta e > \Delta i$ nên chỉ xét Δe :

$$\Delta e = \frac{D_d^e}{2 \cdot \sin \eta} \cdot \text{tg}^2 \psi_c = \frac{D_i^d - 2 \cdot 2,5m \cdot \cos \eta}{2 \cdot \sin \eta} \cdot \text{tg}^2 \psi_c = \left(\frac{D_i^d}{2 \cdot \sin \eta} - 12,5 \text{ctg} \eta \right) \cdot \text{tg}^2 44'$$

Từ các công thức trên, ví dụ, tính lượng cắt lẹm Δe khi mài mặt trước dao phay lăn răng $m = 5$ với đường kính đá và góc prôfin η (bảng 7.3).

Bảng 7.3 Tính ảnh hưởng của đường kính đá D_d^i và góc prôfin η của đá đến Δe .

Sai số cắt lẹm khi mài ở đỉnh răng Δe (mm) $m=5$						[Δe]*	
TT		10°	15°	20°	25°	0,1	D
1	200	0,050	0,034	0,026	0,020	0,05	B
2	150	0,036	0,025	0,019	0,015	0,032	A
3	100	0,022	0,015	0,011	0,009	0,02	AA

* Các cấp chính xác dao phay lăn răng: AA, A, B, D

Có thể lập đồ thị quan hệ giữa $\Delta\epsilon$ với góc η cũng như các thông số khác như hình 7.12

Qua phân tích và tính toán lượng cắt lẹm trong thực tế có thể rút ra một số nhận xét sau:

- $\Delta\epsilon$ tính với phương pháp gần đúng có giá trị lớn hơn khi tính bằng giải tích. Do đó thực tế có thể dùng phương pháp gần đúng tính toán để đơn giản hơn.

- Dạng lỗi mặt trước do bị cắt lẹm khi mài sắc mặt trước xoắn vít ở dao phay lăn răng không thể tránh được vì hiện tượng này do thực tế quá trình động học tạo hình bề mặt gây ra.

- Độ không thẳng hướng tâm của mặt trước thay đổi từ đỉnh răng đến chân răng và tại c thì $\Delta c = 0$; tại E thì $\Delta = \max$.

- Đối với một dao phay lăn cố định (ω , ψ_e , ψ_i cố định) lượng cắt lẹm Δ phụ thuộc vào đường kính D_d và góc phân η của đá mài.

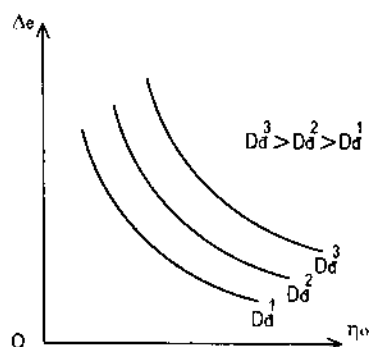
- Đường kính đá càng nhỏ thì sai số càng giảm, nhưng đường kính đá nhỏ thì tốc độ cắt nhỏ, do đó đá mài lại chóng mòn và chất lượng bề mặt mài thấp. Trong thực tế nên chọn đường kính đá mài lớn nhất cho phép.

Góc η càng lớn thì sai số càng giảm.

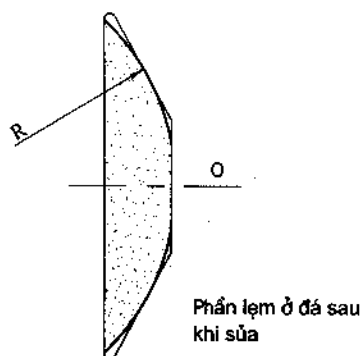
Để khắc phục hiện tượng cắt lẹm, có thể dùng phương pháp sửa đá mài. Đường sinh mặt côn không còn là đường thẳng mà được sửa thành cung tròn và cắt lẹm ở đỉnh và chân răng để giảm sai số $\Delta\epsilon$ và Δi (hình 7.13).

Hiện nay máy mài sắc mặt trước dao phay được trang bị thêm cơ cấu sửa đá dạng đường sinh cong để có thể tự động sửa đá trong quá trình mài sắc.

Dạng cong của đường sinh có dạng cung tròn để giảm bớt phần cắt lẹm ở đỉnh và chân răng.



Hình 7.12 Đồ thị biểu diễn quan hệ giữa $\Delta\epsilon$ và η° với các đường kính đá khác nhau.



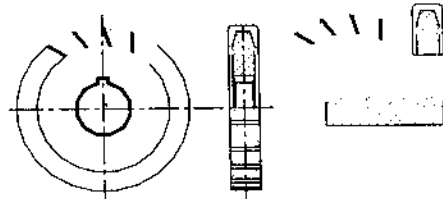
Hình 7.13 Sửa đá mài có đường sinh cong khắc phục sai số $\Delta\epsilon$ và Δi .

CHƯƠNG 8

TỔNG QUÁT MỘT SỐ QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ TẠO HÌNH MỘT SỐ DỤNG CỤ CẮT

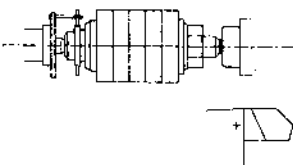
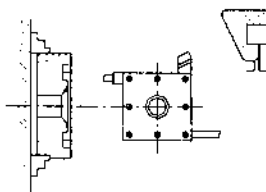
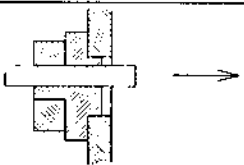
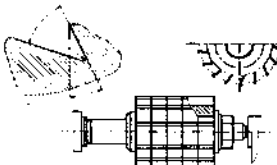
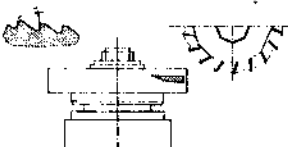
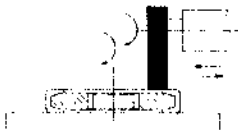
1. Quy trình công nghệ cơ bản tạo hình dao phay đĩa ba mặt cắt

Bảng 8.1. Quy trình công nghệ cơ bản tạo hình dao phay đĩa ba mặt



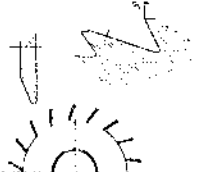
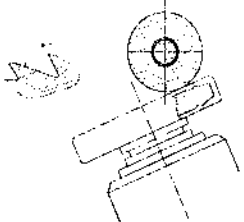
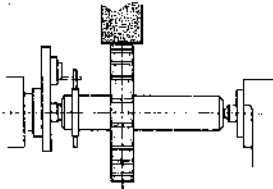
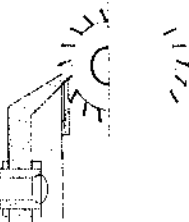


Thứ tự	Tên nguyên công	Phác họa nguyên công	Trang bị, đồ gá, dụng cụ
1	Cắt phôi cho từng dao phay.		Máy cắt đứt, mâm cặp ba chấu tự định tâm, lưỡi cưa đĩa.
2	Gia công trên máy ro-vôn-ve: Xén mặt đầu thứ nhất. Định tâm. Khoan lỗ. Mở rộng lỗ. Tiện rãnh. Tiện gờ. Vát cạnh. Doa lỗ.		Máy ro-vôn-ve, mâm cặp ba chấu, dao tiện xén mặt, dưỡng. Mũi khoan tâm, mũi khoan thường; dao tiện trong; dao tiện rãnh, dao xén mặt; dao tiện định hình, mũi doa máy, calip, dưỡng.
3	Mài mặt đầu thứ hai.		Máy mài phẳng, bàn từ, đá mài định hình dẽ quẹt, calip cỡ cặp.

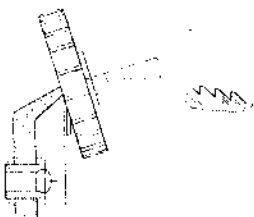
Tiếp bảng 8.1

Thứ tự	Tên nguyên công	Phác hoạ nguyên công	Trang bị, đồ gá, dụng cụ
4	Tiện đường kính ngoài trừ lượng dư mài.		Máy tiện, dao tiện ngoài, trục gá.
5	Gia công trên máy tiện. Tiện rãnh trên mặt đầu thứ nhất. Tiện gờ trên mặt đầu thứ hai. Vát mép trên mặt đầu thứ ba.		Máy tiện, mâm cặp ba chấu, dao tiện rãnh, dao xén mặt đầu, dao tiện định hình, dưỡng.
6	Chuốt rãnh then.		Máy chuốt, dao chuốt rãnh then, calíp.
7	Phay răng theo đường kính ngoài.		Máy phay vạn năng, đầu phân độ tự động, dao phay góc, dưỡng.
8	Phay răng trên mặt đầu: mặt thứ nhất. mặt thứ hai.		Máy phay vạn năng, đầu phân độ tự động, dao phay góc, dưỡng.
9	Đóng nhãn.		Máy đóng nhãn, bộ dấu.
10	Nhiệt luyện.		Thiết bị nhiệt luyện tổ hợp.
11	Mài mặt đầu.		Máy mài phẳng có bàn tròn, bàn từ, đá mài.

Tiếp bảng 8.1

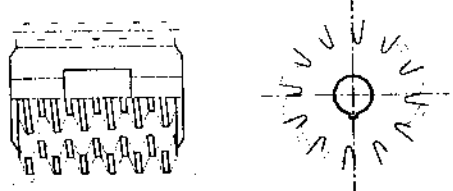
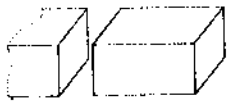
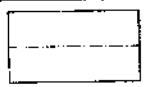
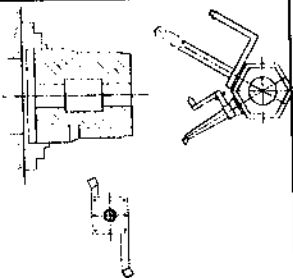
Thứ tự	Tên nguyên công	Phác hoạ nguyên công	Trang bị, đồ gá, dụng cụ
12	Mài lỗ và gờ.		Máy mài tròn trong, đồ gá định tâm lỗ, đá mài, calip.
13	Mài gờ mặt thứ hai.		Máy mài phẳng, đá mài, calip cặp cỡ, đường.
14	Mài sắc mặt trước ở chu vi.		Máy mài sắc vạn năng, ụ chống tâm. đá mài.
15	Mài sắc mặt trước các răng ở mặt đầu: mặt thứ nhất. mặt thứ hai.		Máy mài dao vạn năng, ụ chống tâm, đá mài.
16	Mài tròn đường kính ngoài.		Máy mài tròn bán tự động, trục gá, đá mài, calip cặp cỡ.
17	Mài sắc mặt sau của dao theo đường kính ngoài.		Máy mài dao vạn năng, trục gá, chốt tỳ, đá mài hình cốc.

Tiếp bảng 8.1

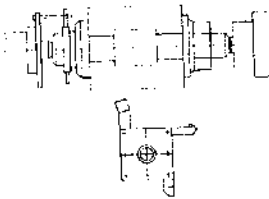
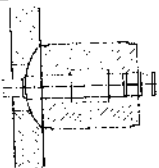
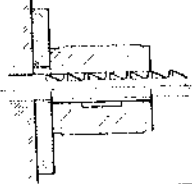
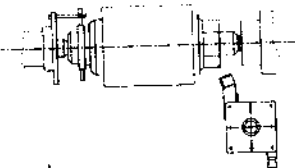
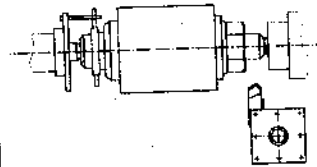
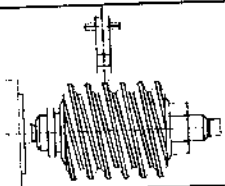
Thứ tự	Tên nguyên công	Phác hoạ nguyên công	Trang bị, đồ gá, dụng cụ
18	Mài sắc mặt sau các răng mặt đầu: mặt thứ nhất. mặt thứ hai.		Máy mài sắc vạn năng, đầu phân độ, đá mài.
19	Xianua hoá.		
20	Đóng nhãn		

2. Quy trình công nghệ cơ bản tạo hình dao phay lăn răng

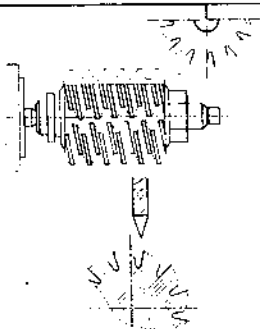
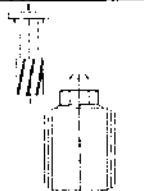
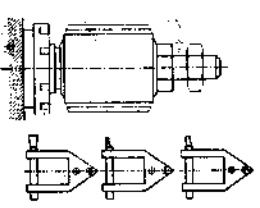
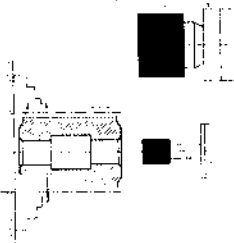

Bảng 8.2. Quy trình công nghệ cơ bản tạo hình dao phay lăn răng

			
Thứ tự	Tên nguyên công	Phác hoạ nguyên công	Trang bị, đồ gá, dụng cụ
1	Cắt đứt phôi.		Máy cắt đứt, êtô, lưỡi cưa đĩa.
2	Rèn.		Máy búa hơi với lực 19,62 kN (2 t).
3	Ủ.		Lò ủ.
4	Gia công rovônve: Khoan lỗ và tiện sơ bộ đường kính ngoài. Tiện sơ bộ mặt đầu. Tiện khoét rãnh hóc. Tiện các mặt vát.		Máy tiện rovônve, mâm cặp tự định tâm, mũi khoan, các dao tiện ngoài, xén mặt đầu tiện trong, calip đo.

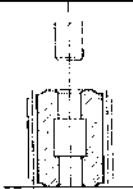
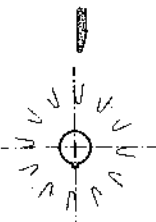
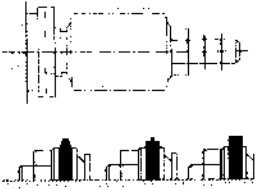
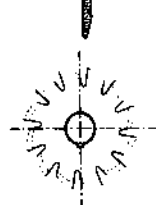
Tiếp bảng 8.2

Thứ tự	Tên nguyên công	Phác hoạ nguyên công	Trang bị, đồ gá, dụng cụ
5	Tiện sơ bộ mặt đầu thứ hai, tiện đường kính ngoài và vát, tiện trong lỗ.		Máy tiện ro-vôn-ve, mâm cặp tự định tâm, dao tiện ngoài, xén mặt đầu, tiện trong.
6	Chuốt lỗ.		Máy chuốt với lực chuốt 9,81 kN (10t), đồ gá tự định vị, dao chuốt tròn.
7	Chuốt rãnh then.		Máy chuốt, đồ gá chuốt, dao chuốt rãnh.
8	Lấy ba vĩa và vát mép rãnh then.		Bằng tay.
9	Lắp trục tâm.		Máy ép.
10	Tiện mặt gờ và tiện lần cuối hai mặt đầu.		Máy tiện, trục gá, mũi tâm, tôc, dao tiện ngoài, xén mặt đầu phải và trái.
11	Tiện lần cuối đường kính ngoài.		Máy tiện, dao tiện ngoài.
12	Phay đường vít.		Máy phay ren, trục gá, dao phay đĩa chuyên dùng.

Tiếp bảng 8.2

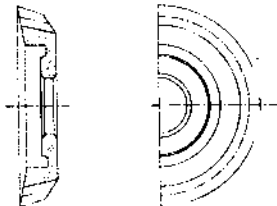
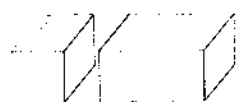
Thứ tự	Tên nguyên công	Phác hoạ nguyên công	Trang bị, đồ gá, dụng cụ
13	Phay rãnh thoát phoi.		Máy phay tự động rãnh dao phay lăn kiểu ΓΦ-507, trục gá, dao phay góc, thước đo.
14	Phay phần vít nhon.		Máy phay đứng, đồ gá dao phay dạng chuỗi.
15	Hót lưng đường kính ngoài, đáy rãnh, prôfin trái và phải, hót lưng bổ sung đường kính ngoài và các prôfin bên, tạo bán kính lượn trên prôfin.		Máy hót lưng vạn năng, trục gá, dao tiện hót lưng, thước đo.
16	Nhiệt luyện.		Lò tôi.
17	Mài lỗ và mặt đầu.		Máy mài lỗ, đồ gá, calíp.
18	Mài mặt đầu thứ hai.		Máy mài phẳng, bàn từ, đá mài.

Tiếp bảng 8.2

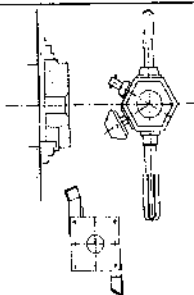
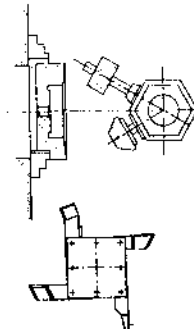
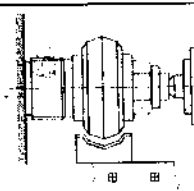
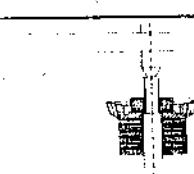

Thứ tự	Tên nguyên công	Phác hoạ nguyên công	Trang bị, đồ gá, dụng cụ
19	Mài bóng lỗ.		Máy mài đá mài bóng, calip.
20	Mài sắc sơ bộ mặt trước.		Máy mài sắc chuyên dùng, trục gá, đồ gá kiểm tra mặt trước.
21	Mài hót lưng đỉnh răng hai bên profil bên bán kính góc lượn.		Máy hót lưng vạn năng, đá mài, đồ gá, mũi tâm, trục gá, đá mài, đường đo, đồ gá kiểm tra.
22	Mài sắc lần cuối mặt trước.		Máy mài sắc chuyên dùng, đá mài, đồ gá kiểm tra.

3. Quy trình công nghệ cơ bản tạo hình dao xọc răng

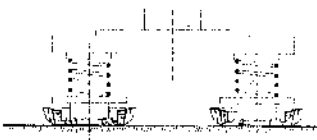
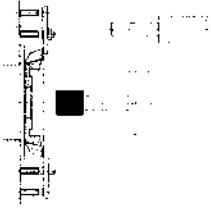
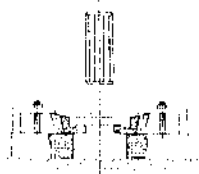

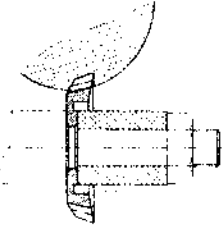
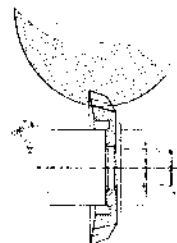
Bảng 8.3. Quy trình công nghệ cơ bản tạo hình dao xọc răng

			
Thứ tự	Tên nguyên công	Phác hoạ nguyên công	Trang bị, đồ gá, dụng cụ
1	Cắt phôi.		Máy cắt đứt, ê tô, lưới chia đĩa.



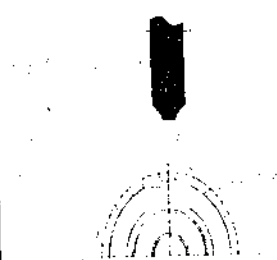
Tiếp bảng 8.3

Thứ tự	Tên nguyên công	Phác hoạ nguyên công	Trang bị, đồ gá, dụng cụ
2	Dập phôi.		Máy ép, khuôn dập.
3	Ủ phôi.		Lò ủ.
4	Tiện đường kính ngoài, tiện sơ bộ lỗ và mặt đầu.		Máy ro-vôn-ve, mâm cặp tự định tâm, mũi khoan, mũi khoét, mũi doa, dao tiện ngoài, dao tiện xén mặt đầu, dao tiện trong, đường.
5	Tiện ngoài phần còn lại trên đường kính ngoài, tiện mặt đầu, tiện rãnh hóc, tiện mặt trước.		Máy tiện ro-vôn-ve, mâm cặp tự định tâm, dao tiện ngoài, dao tiện đầu cong, dao tiện góc, mũi khoét có dẫn hướng, đường đặc biệt.
6	Tiện mặt côn ngoài.		Máy tiện. trục gá, dao tiện định hình, đường.
7	Phay răng.		Máy phay răng, trục gá. dao phay lăng răng, dụng cụ đo răng.
8	Khắc nhãn hiệu.		Máy khắc dấu, bộ chữ khắc.
9	Nhiệt luyện.		Lò tôi.
10	Mài cạnh huyền trên mặt trước và mài mặt tựa.		Máy mài phẳng, bàn từ, đá mài.

Tiếp bảng 8.3

Thứ tự	Tên nguyên công	Phác hoạ nguyên công	Trang bị, đồ gá, dụng cụ
11	Khử từ.		Dụng cụ khử từ.
12	Mài bóng mặt tựa.		Máy mài bóng, đồ gá, bàn mài bóng, thước kiểm.
13	Mài lỗ và mặt tựa trong.		Máy mài trong, đồ gá chuyên dùng, đá mài, calip.
14	Mài bóng lỗ.		Máy phay bóng, trục gá, trục nghiền, calip, optimet.
15	Mài sắc sơ bộ mặt trước.		Máy mài phẳng có trục chính nằm ngang và bàn quay tròn, trục gá, đá mài, dưỡng.
16	Mài sơ bộ prôfin từng răng.		Máy mài răng, vòng đệm, đá mài, dụng cụ đo thân khai, thước đo bước.
17	Mài lần cuối prôfin từng mặt răng.		Máy mài răng, vòng đệm, đá mài, dụng cụ đo thân khai, thước đo bước.

Tiếp bảng 8.3

Thứ tự	Tên nguyên công	Phác hoạ nguyên công	Trang bị, đồ gá, dụng cụ
18	Mài đường kính ngoài.		Máy mài tròn ngoài, trục gá. Panme, thước đo răng.
19	Mài sắc mặt trước.		Máy mài phẳng có trục chính nằm ngang và bàn quay tròn, trục gá, đá mài, dưỡng.
20	Mài mặt côn.		Máy mài tròn ngoài, trục gá, đá mài.
21	Làm cùn cạnh sắc.		Bảng tay.
22	Đánh bóng pôfin.		Máy chuyên dùng, đánh bóng bằng da, bột nhão.
23	Khử từ.		Dụng cụ khử từ.
24	Xianua hoá.		Để xianua hoá.

1. *Palei, M.M.*

Technologia Proizvodstova Rejusevo Intrumenta,
Moskva - 1963.

2. *Liusin; V.S.*

Teoria Vintovux Paverkhuoski V Proektirovauii Rejusik Intrumentov,
M. Masgiz - 1968.

3. *Bartsch.*

Mathematische Formeln VEB Fachbuchverlag
Leipzig - 1969.

4. *N.E Kotsin.*

Phép tính vectơ và mở đầu phép tính tenxơ. (người dịch: Đặng Hân).
Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội 1976.

5. *Rodin, P.R.*

Osnov Formoobrazovania Poverkhnosti Rezaniem
Kiev - Visa Skola - 1977.

6. *Lasnieb, S.I.*

Formoobrazovania Zuvsatuc Detalei Retsnumi I Tserviatnumi Intrumentami
N.i.i Mas - 1979.

7. *Rodin, P.R.*

Technologia Izgotovlenia Zuborenovo Instrumenta,
Kiev - 1982.

8. *Trần Thế Lục, Trịnh Minh Từ, Bành Tiến Long*

Thiết kế dụng cụ gia công bánh răng.
Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật - 1987.

9. *Weiner, k., Albersmann, F. und Guntermann, G. Werkzeug*

Formen und Modelban Reute 3D Erfahrungsforum Werkzeug-und
Formenban 25/26 Febrnar - 1999.

10. *Degner, w. ; Lutze, H.; Smejkal, E. Spanende*

Formung Carl-Hanser Verlag
Munschen-Wien - 2000.

11. *Bành Tiến Long, Trần Thế Lục, Trần Sỹ Tuy*

Nguyên lý gia công vật liệu.
Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật - 2001.

12. *Nguyễn Đắc lộc, Lê Văn Tiến, .v...v..*

Sổ tay công nghệ chế tạo máy (trọn bộ 3 tập)
Nhà Xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2003

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU	3
PHẦN 1 - LÝ THUYẾT CƠ BẢN TẠO HÌNH CÁC BỀ MẶT	
CHƯƠNG 1	
ĐỘNG HỌC QUÁ TRÌNH TẠO HÌNH CÁC BỀ MẶT	3
1. Động học hình thành bề mặt	4
2. Các chuyển động tạo hình	5
3. Các sơ đồ động học tạo hình bề mặt chi tiết	11
CHƯƠNG 2	
NGUYÊN LÝ CƠ BẢN TẠO HÌNH BỀ MẶT	17
1. Mặt khởi thủy dụng cụ cắt	17
2. Các phương pháp xác định bề mặt khởi thủy K của dụng cụ	18
2.1. Phương pháp đồ thị	18
2.2. Phương pháp xác định mặt khởi thủy K bằng giải tích	21
2.2.1. Xác định profin lưỡi cắt (mặt khởi thủy K) bằng cách xác định đường bao của họ đường cong phẳng	21
2.2.2. Xác định mặt khởi thủy K của dụng cụ bằng cách xác định mặt bao của họ bề mặt chi tiết	30
CHƯƠNG 3	
CÁC ĐIỀU KIỆN TẠO HÌNH BỀ MẶT KHI GIA CÔNG	50
1. Điều kiện tồn tại mặt khởi thủy K của dụng cụ - điều kiện cần	50
2. Điều kiện tiếp xúc của bề mặt khởi thủy của dụng cụ với bề mặt của chi tiết gia công không có hiện tượng cắt lem-điều kiện đủ	54
2.1. Hiện tượng cắt lem	54
2.2. Xác định bán kính cong của đường cong phẳng	57
2.3. Xác định các điểm đặc biệt	61
3. Đường cong chuyển tiếp của profin chi tiết	63

**PHẦN 2 - KỸ THUẬT TẠO HÌNH CÁC BỀ MẶT CỦA DỤNG CỤ
CẮT - CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO DỤNG CỤ CẮT**

CHƯƠNG 4

**ĐẶC ĐIỂM CÔNG NGHỆ TẠO HÌNH CÁC BỀ MẶT DỤNG CỤ
CẮT - CÁC GIAI ĐOẠN CƠ BẢN KHI CHẾ TẠO DỤNG CỤ CẮT**

- | | |
|--|----|
| 1. Đặc điểm công nghệ chế tạo | 67 |
| 1.1. Đặc điểm về vật liệu dụng cụ cắt | 67 |
| 1.2. Đặc điểm về độ chính xác hình học các bề mặt dụng cụ cắt | 67 |
| 1.3. Đặc điểm các thiết bị trong quá trình tạo hình các bề mặt dụng cụ cắt | 68 |
| 1.4. Đặc điểm về quá trình kiểm tra độ chính xác dụng cụ cắt | 68 |
| 2. Các giai đoạn cơ bản khi chế tạo dụng cụ cắt | 68 |
| 3. Xác định lượng dư gia công | 69 |

CHƯƠNG 5

CÁC NGUYÊN CÔNG TẠO PHÔI DỤNG CỤ

- | | |
|---|----|
| 1. Đặc điểm phôi dụng cụ và những yêu cầu công nghệ đối với vật liệu phôi dụng cụ | 76 |
| 2. Chuẩn bị phôi | 80 |
| 2.1. Xác định khối lượng phôi | 80 |
| 2.2. Nắn thẳng, cắt phôi | 82 |
| 2.3. Rèn phôi, dập định hình phôi, cán định hình phôi | 83 |
| 2.4. Phôi đúc | 86 |
| 2.5. Hàn phôi | 87 |

CHƯƠNG 6

**CÁC NGUYÊN CÔNG CƠ BẢN TẠO HÌNH CÁC BỀ MẶT
DỤNG CỤ TRƯỚC NHIỆT LUYỆN**

- | | |
|---|----|
| 1. Chọn chuẩn và các nguyên công tạo chuẩn | 89 |
| 2. Các nguyên công tạo hình các bề mặt kết cấu | 89 |
| 3. Các nguyên công tạo hình mặt khởi thủy K của dụng cụ | 90 |
| 3.1. Các dạng bề mặt khởi thủy K của dụng cụ | 90 |
| 3.2. Tạo hình các bề mặt khởi thủy là các bề mặt xoắn vít | 90 |

3.2.1. Chế tạo trục vít Acimet	90
3.2.2. Chế tạo trục vít Cônvolvut	91
4. Các nguyên công tạo hình mặt trước	92
4.1. Phay rãnh răng phân bố trên mặt trụ	93
4.1.1. Phay rãnh răng có $\varphi = 0$ (mặt trước là mặt phẳng)	93
4.1.2. Phay rãnh xoắn - mặt trước là mặt xoắn với góc xoắn φ	97
4.2. Phay các rãnh răng phân bố trên các mặt côn và mặt phẳng đầu - mặt khởi thủy là mặt côn và mặt phẳng đầu	97
4.2.1 Phay các rãnh răng phân bố trên mặt côn	98
4.2.2. Phay các rãnh răng trên mặt đầu	99
5. Các nguyên công tạo hình mặt sau	100
5.1. Đường cong hót lưng	100
5.2. Các chuyển động trên máy tiện hót lưng khi hót lưng	101
5.2.1. Tiện hót lưng răng dao phay định hình	101
5.2.2. Hót lưng dao phay lăn răng	103
5.3. Các phương pháp hót lưng	105
5.3.1. Hót lưng hướng kính	105
5.3.2. Hót lưng nghiêng	106
5.3.3. Hót lưng chiều trục	108
CHƯƠNG 7	
CÁC NGUYÊN CÔNG MÀI VÀ MÀI SẮC DỤNG CỤ SAU NHIỆT LUYỆN	109
1. Đặc điểm quá trình mài và mài sắc dụng cụ	109
1.1. Về vật liệu dụng cụ	109
1.2. Về độ chính xác	109
2. Các nguyên công mài mặt chuẩn và mài các bề mặt kết cấu	110
3. Mài sắc mặt sau và mặt trước	113
3.1. Mài hót lưng mặt sau	114
3.1.1. Xác định đường kính đá mài lớn nhất cho phép khi mài hót lưng	115

3.1.2. Xác định profin đá mài để mài hót lưng dao phay định hình	117
3.2. Mài sắc mặt trước là mặt xoắn vít (mặt trước dao phay lăn răng)	122
3.2.1. Vị trí, gá đặt của đá và dao phay lăn răng	122
3.2.2. Sai số khi mài mặt trước dao phay lăn răng - mặt xoắn vít helicôit	123

CHƯƠNG 8

TỔNG QUÁT MỘT SỐ QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ TẠO HÌNH MỘT SỐ DỤNG CỤ CẮT	135
1. Quy trình công nghệ cơ bản tạo hình dao phay đĩa ba mặt	135
2. Quy trình công nghệ cơ bản tạo hình dao phay lăn răng	138
3. Quy trình công nghệ cơ bản tạo hình dao xọc răng	141
Tài liệu tham khảo	133

204265

công nghệ tạo hình các bề



1

004122

900629

18.000 VND

Giá: 18.000đ