

604.6
23510

M. Cánh
K39N.E

P.T.S. TRẦN HỮU ĐÀ
TH. S. NGUYỄN VĂN HÙNG
TH.S. CAO THANH LONG

CƠ SỞ CHẤT LƯỢNG
CỦA QUÁ TRÌNH CẮT

Handwritten scribbles and faint markings on the page.

N
TN

2

Thu Vien DHKTCN-TN

MTK07005062

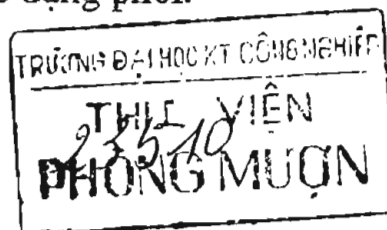
Thái nguyên 1998 =

C.T.K

MỤC LỤC

CƠ SỞ CHẤT LƯỢNG DỤNG CỤ CẮT

	Trang
VỜI MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG I: CƠ SỞ VẬT LÝ CỦA QUÁ TRÌNH CẮT	3
I. QUÁ TRÌNH BIẾN DẠNG CỦA VẬT LIỆU KHI CẮT	3
1. Biến dạng của vật liệu gia công trong vùng tạo phoi.	3
a- Ba giai đoạn biến dạng.	
b- Biến dạng trong vùng tạo phoi.	
c- Những yếu tố ảnh hưởng	
2. Quá trình hình thành và các dạng phoi.	10
a- Quá trình hình thành.	
b- Các dạng phoi.	
3. Hiện tượng lẹo dao.	12
a- Hiện tượng.	
b- Nguyên nhân và điều kiện hình thành.	
4. Hiện tượng biến dạng của phoi khi cắt.	15
a- Hiện tượng.	
b- Hệ số co dãn phoi K.	
c- Các phương pháp xác định K.	
d- Những yếu tố ảnh hưởng.	
II. LỰC CẮT	21
1. Nguồn gốc và các thành phần	
a- Nguồn gốc	
b- Các thành phần của lực	
2. Các phương pháp xác định lực	
a- Xác định bằng tính toán	
b- Đo lường trong thí nghiệm	
3. Những yếu tố ảnh hưởng đến lực cắt	
a - Ảnh hưởng của chế độ cắt	
b- Ảnh hưởng của thông số hình học của dao	
c- Ảnh hưởng của vật liệu dụng cụ	
d- Ảnh hưởng của mòn dao.	
e- Ảnh hưởng của dung dịch trơn nguội.	



III. HIỆN TƯỢNG NHIỆT TRONG QUÁ TRÌNH CẮT	35
1. Nguồn sinh nhiệt và sự phân bố nhiệt cắt	
a- Nguồn sinh nhiệt	
b- Phân bố nhiệt cắt	
2. Trường nhiệt độ	37
a- Phương pháp đo trực tiếp	
b- Phương pháp tính toán	
3. Những yếu tố ảnh hưởng đến nhiệt cắt	42
a- Ảnh hưởng của chế độ cắt	
b- Ảnh hưởng của thông số hình học của dao	
4. Các phương pháp xác định nhiệt cắt	45
a- Xác định nhiệt lượng phát sinh	
b- Đo nhiệt cắt bằng ngẫu nhiệt	
IV. RUNG ĐỘNG TRONG QUÁ TRÌNH CẮT	49
1. Khái niệm	
2. Những yếu tố ảnh hưởng	
3. Các biện pháp giảm rung	
V. DỤNG DỤNG THEO NGƯỜI	51
1. Tác dụng và yêu cầu	
2. Các loại	
3. Cách sử dụng	
VI. QUÁ TRÌNH MÒN CỦA DỤNG CỤ CẮT	54
1. Khái niệm	
2. Quan hệ mòn và thời gian	
3. Các dạng mòn	
a- Phân loại theo vị trí hình học	
b- Phân loại theo bản chất vật lý	
4. Các chỉ tiêu đánh giá.	
CHƯƠNG 2 : THIẾT KẾ DỤNG CỤ CẮT	61
Phần mở đầu	61
I. CƠ SỞ TẠO HÌNH BỀ MẶT DỤNG CỤ CẮT	
1. Các khái niệm cơ bản	
a. Sơ đồ động học cắt	62
b. Sơ đồ tạo phôi (Sơ đồ cắt)	63

2. Các phương pháp xác định bề mặt khởi thủy dụng cụ	64
a. Bề mặt khởi thủy của dụng cụ	64
b. Các phương pháp xác định	65
II. THIẾT KẾ DỤNG CỤ TIÊU CHUẨN	67
1. Tầm quan trọng	67
2. Thiết kế dụng cụ tiêu chuẩn .	67
a. Lựa chọn vật liệu	
b. Xác định kết cấu , hình dáng và kích thước .	68
c. Tự động hóa quá trình thiết kế trong sản xuất dụng cụ	76
III. THIẾT KẾ DỤNG CỤ CẶT ĐẶC BIỆT	79
1. Khái niệm	
2. Những vấn đề cần quan tâm	79
a. Các bước của quá trình thiết kế	
b. Các dạng mặt trước và mặt sau của dụng cụ đặc biệt	
3. Các phương pháp tinh prôphin phân cắt	86
4. Ví dụ	
CHƯƠNG 3 : NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG DỤNG CỤ CẶT	96
I. MỤC ĐÍCH	96
II. CÁC CHỈ TIÊU ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG DỤNG CỤ CẶT	
1. Mức độ tối ưu khi sử dụng vật liệu dụng cụ cặt	
2. Chỉ tiêu đánh giá về độ chính xác hình học	107
a- Về độ chính xác hình học	
b- Về độ chính xác góc độ	
c- Về độ chính xác biên dạng	
d- Về độ chính xác định vị	
e- Về độ đảo định răng	
3. Chỉ tiêu đánh giá chất lượng lớp bề mặt làm việc của dụng cụ cặt	108
a- Độ nhấp nhô bề mặt	
b- Độ cứng lớp bề mặt	
c- Ứng suất dư trong lớp bề mặt	
4. Tính cặt của dụng cụ cặt	113
+ Độ mòn - suất tiêu hao	
+ Các chỉ tiêu tổng hợp	
(Về cả P_c , θ^0 , theo thời gian τ)	

III. CÁC ĐIỀU KIỆN XÁC ĐỊNH CHẤT LƯỢNG DỤNG CỤ CẮT 117

1. Xác định chất lượng vật liệu dao cụ

- a. Xác định độ cứng tế vi
- b. Xác định tính mài hạt mài
- c. Xác định độ bền nền hạt mài
- d. Xác định số hạt mài
- e. Xác định chiều sâu cắt tối hạn phá huỷ hạt mài
- g. Xác định tính hợp lý của chất kết dính .
- e. Mật độ hạt trắng đá kim cương
- i. Chất kết dính kim loại

IV. NHỮNG ĐIỀU KIỆN ĐẶC BIỆT NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG DỤNG CỤ CẮT 124

1. Phương pháp xiaoxua bề mặt

2. Phương pháp mạ crôm

3. Phương pháp cường bền bằng hợp kim cứng nhờ tia lửa điện

4. Phương pháp phun phủ bề mặt

- a. Mục đích
- b. Các yêu cầu
- c. Các phương pháp chủ yếu
- d. Vật liệu phủ và tính chất lớp phun phủ trong lớp bề mặt dụng cụ cắt

CHƯƠNG 4 . CHẤT LƯỢNG GIA CÔNG CƠ VÀ KHẢ NĂNG LÀM VIỆC CỦA CHI TIẾT MÁY 133

I. KHÁI NIỆM CƠ BẢN 134

II. ĐỘ SÁNG VÀ ĐỘ NHẪM BỀ MẶT 134

1. Độ sáng bề mặt

2. Độ nhám bề mặt gia công

III. ĐỘ HÌNH THÀNH BỀ MẶT TIẾP XÚC 149

IV. CƠ LÝ TÍNH LỚP BỀ MẶT SAU GIA CÔNG CƠ 151

1. Độ cứng lớp vật liệu bề mặt sau gia công cơ

2. Ứng suất dư lớp vật liệu bề mặt sau gia công cơ

a. Khi gia công bằng dụng cụ cắt có lưỡi

b. Ứng suất dư trong lớp bề mặt sau mài

V. ẢNH HƯỞNG CỦA CHẤT LƯỢNG LỚP BỀ MẶT ĐẾN KHẢ NẢNG LÀM VIỆC CỦA CHI TIẾT MÁY	160
1. Ảnh hưởng đến mối ghép	
2. Ảnh hưởng đến độ chịu mỏi	
3. Ảnh hưởng đến khả năng chống ăn mòn hoá học	
4. Ảnh hưởng của độ cứng tế vi đến khả năng làm việc ở nhiệt độ cao	
5. Ảnh hưởng đến độ bền mòn	
VI. NHỮNG PHƯƠNG PHÁP ĐẠT CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT TỐI ƯU KHI CẮT GỌT	169
1. Khái niệm cơ bản	
2. Những ảnh hưởng của quá trình mài	
3. Những phương pháp mài siêu tinh đạt chất lượng cao	
CHƯƠNG 5 : CẮT VẬT LIỆU PHI KIM	181
I. MỞ ĐẦU	181
II. PHÂN LOẠI QUÁ TRÌNH CẮT GỖ VÀ DỤNG CỤ CẮT GỖ	182
2-1 Cắt gọt cơ bản	
2-2 Cắt gọt chuyên dùng	
2-3 Phân loại dụng cụ cắt gỗ	
III. NHỮNG TÍNH CHẤT CHÍNH CỦA GỖ ẢNH HƯỞNG ĐẾN QUÁ TRÌNH CẮT	185
3-1 Cấu tạo thớ của gỗ	
3-2 Thành phần hoá học của gỗ	
3-3 Cơ lý tính của gỗ	
IV. THÔNG SỐ HÌNH HỌC VÀ VẬT LIỆU CHẾ TẠO DỤNG CỤ GIA CÔNG GỖ	193
4-1 Thông số hình học	
4-2 Vật liệu chế tạo dụng cụ gia công gỗ	
V. XÁC ĐỊNH LỰC CẮT GỖ	194
5-1 Các dạng tạo phoi khi cắt ngang thớ	
5-2 Mô hình xác định lực cắt	
5-3 Ảnh hưởng của một số yếu tố đến lực cắt	

CHƯƠNG 6: TỐI ƯU HOÁ QUÁ TRÌNH CẮT	201
I. MỤC ĐÍCH	
II. NHỮNG VẤN ĐỀ CẦN TỐI ƯU HOÁ KHI CẮT BẰNG DỤNG CỤ CẮT CÓ LƯỚI	201
1. Thông số tối ưu hoá	
2. Dạng gia công	
3. Dụng cụ cắt	
4. Tối ưu hoá chế độ cắt (V, t, S khi gia công bằng dụng cụ cắt có lưới)	
III. NHỮNG VẤN ĐỀ CẦN TỐI ƯU HOÁ KHI MÀI	211
1. Lựa chọn dạng mài hợp lý	
2. Lựa chọn máy mài	
3. Chọn đá mài phù hợp	
4. Chọn các thông số khác của đá mài	
5. Chọn chế độ cắt khi mài	213
a. Chọn lượng dư khi mài	
b. Chọn tốc độ đá mài	
c. Chọn tốc độ của chi tiết	
d. Chọn lượng chạy dao ngang	
e. Chọn lượng chạy dao dọc	
6. Sửa đá mài	218
7. Cân bằng đá mài	220
IV. TỐI ƯU HOÁ BỤI CẮT VỚI SỰ TỌA GIÚP CỦA MÁY TÍNH	222
1. Đặt vấn đề	
2. Những nội dung cơ bản	
a. Thiết lập ngân hàng dữ liệu	
b. Các hệ số số mũ	
c. Viết và lập trình	
V. NHỮNG THÔNG SỐ CỦA QUÁ TRÌNH CẮT ĐƯỢC SỬ DỤNG LÀM TÍN HIỆU TỰ ĐỘNG HOÁ.	225
1. Kích thước mảnh thớt khi cắt là tín hiệu để tự động hoá	
2. Thời gian cắt là tín hiệu để tự động hoá	

3. Chất lượng gia công đạt được	228
CHƯƠNG 7 : ĐẶC ĐIỂM CỦA QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO DỤNG CỤ CẮT	229
I. ĐẶC ĐIỂM QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO DỤNG CỤ CẮT	
II. MỘT SỐ NGUYÊN CÔNG ĐẶC BIỆT TRONG QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO DỤNG CỤ CẮT	230
1. Chọn phối	
a. Những yêu cầu công nghệ đối với vật liệu dụng cụ	
b. Các dạng phối	
2. Phay rãnh chứa phối	232
a. Phay rãnh phối trên mặt trụ	
b. Phay rãnh phối trên mặt côn	
c. Phay rãnh phối trên mặt đầu	
3. Hót lưng răng dao	236
a. Hót lưng hướng kính	
b. Hót lưng nghiêng	
c. Hót lưng hướng trục	
4. Hàn mảnh dao vào thân dao	240
a. Thuốc hàn	
b. Thiết bị hàn	
c. Công nghệ hàn	
5. Nhiệt luyện dụng cụ cắt	243
a. Ủ	
b. Tôi	
c. Ram	
d. Sửa đúng	
e. Làm sạch , chống rỉ	
f. Đặc điểm nhiệt luyện một số dụng cụ (Mũi khoan, dụng cụ cắt ren , dao chuốt)	

TÀI LIỆU THAM KHẢO

08. TS. Nguyễn Anh Tuấn , PTS. Nguyễn Văn Thọ
Kỹ thuật ma sát và biện pháp nâng cao tuổi thọ thiết bị.
NXB KHKT - Hà nội , 1990
2. Tập thể tác gia ĐHVK Hà nội , 1993.
Công nghệ chế tạo máy tập 1,2.
3. Справочник машиностроителя .
Том 1. 2. 3.
4. Ф. П. Боуэн , Д. Тейбор .
Трение и смазка твёрдых тел .
Изд. машиностроение - Москва - 1968
5. Е. М. Третьяк Развитие металлов .
Изд. машиностроение - Москва - 1980
6. В. А. Барун , А. А. Будинский .
Станки с программным управлением .
Изд. машиностроение - Москва - 1965
7. Г. А. Долматовский .
Справочник технолога по обработке металлов резанием.
Изд. машиностроение - Москва - 1962
8. Краткий справочник металлиста .
Изд. " машиностроение " - Москва - 1965
9. Развитие науки о резании металлов .
Изд. " машиностроение " Москва - 1967
10. И. В. Крагелский .
Трение и износ .
Изд. " машиностроение " Москва - 1968
11. М. Я. Левицкий , В. П. Штомпель

Определение на ЭЦВМ режимов резания при точении.

Изд. "Техника" Киев, 1966

12. П. Б. Лурье

Шлифование металлов.

Изд. "Машиностроение" - Москва - 1969

13. Хонингование справочное пособие

Изд. "Машиностроение" - Москва - 1973

14. А. А. Малагин

Технологические методы повышения долговечности деталей машин.

Изд. Коммунист - Харьков - 1971

15. В. В. Лоскутов

Шлифование металлов.

Изд. "Машиностроение" - Москва - 1970

16. Б. М. Генис

Шлифование на круглошлифовальных станках

Изд. "Вышая школа" - Москва - 1965

17. М. Ф. Семсо, В. А. Качер, А. Ф. Раб, М. Д. Узунян

Алмазные инструменты и их применение в машиностроении

Изд. "Прапор" - Харьков - 1965

18. С. Н. Корчак

Прогрессивная технология и автоматизация круглошлифования.

Изд. "Машиностроение" - Москва - 1968

19. Ю. М. Ковалчук

Развитие производства абразивного алмазного и алмазоборозового инструмента

Изд. "Машиностроение" - Москва - 1976

20. В. И. Чеужакин

Профильное шлифование .

Изд. " Машиностроение " - Москва - 1971

21. В.Ф. Романов . В.В. Авакян

Правка и профилирование абразивного алмазного и
эльборового инструмента .

Изд. Машиностроение " - Москва - 1976

22. С.П. Соколов , З.И. Кремень

Абработка деталей абразивными брусками

Изд. Машиностроение " - Ленинград - 1967

23. Профилирование режущих инструментов .

24. Tr3n Sẻ Tus - Tr3n h ẻn Tщ - NguуФn Duy .

NguyФn l ẻ cст - §HBK - H ẻ n ẻ i 1997.

25. T ẻ p th ẻ c ẻ n ẻ i §HBK H ẻ n ẻ i

Thi Xt k ẻ d ẻ ng c ẻ cст kim lo ẻ i t ẻ p I, II. (d ẻ Och t ẻ n ẻ c ngo ẻ i)

26. T ẻ p th ẻ c ẻ n b ẻ i gi ẻ ng d ẻ y §HBK H ẻ n ẻ i

C ẻ ng ngh ẻ ch X t ẻ o d ẻ ng c ẻ cст (d ẻ Och c ẻ a P ẻ l ẻ i)

27. В.А. Аршинов .

Резание металлов и Режущий инструмент

Изд. Маш. - Москва - 1975

28. М.Ф. Полевика

Контактные нагрузки на режущих поверхностях
инструмента

Изд. Маш. - Москва - 1969

29. Ровин : Режущий инструмент

30. Tr3n H ẻ u §µ - Lu ẻ l ẻ ẻ n Ph ẻ t ẻ X ẻ n s ẻ b

(Th ẻ vi ẻ n khoa h ẻ c k ẻ thu ẻ t Qu ẻ c gia H ẻ n ẻ i 12-1971)

31. Г.М. ИППОЛИТОВ

" Абразивная алмазная обработка

изд машиностроение. Москва 1969

32. А.Н.Резников

Термофизика резания.

Изд. Машиностроение Москва 1969 "

33. Т.Н. Лоладзе

Износ режущих инструментов машиностроения Машгиз 1958.

LỜI NÓI ĐẦU

Ngành cơ khí có vai trò to lớn trong sự nghiệp công nghiệp hoá và hiện đại hoá đất nước.

Trong cơ khí, gia công bằng cát gọt chiếm tỉ trọng lớn khi chế tạo các chi tiết máy nói riêng và các máy móc thiết bị nói chung.

Những hiểu biết về gia công bằng cát gọt là cơ sở để nâng cao năng suất, chất lượng và hiệu quả kinh tế trong chế tạo cơ khí.

Trong quá trình đào tạo cán bộ kỹ thuật ngành cơ khí, học sinh - sinh viên được học chuyên môn về gia công vật liệu bằng cát gọt.

Môn học gia công vật liệu bằng cát gọt được dạy thông qua 3 phần:

1. Nguyên lý cát.
2. Thiết kế dụng cụ cát.
3. Công nghệ chế tạo dụng cụ cát.

Trong hơn 30 năm giảng dạy môn học này tại trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên, nội dung môn học được tập thể bộ môn "Nguyên lý cát và Dụng cụ cát" hoàn thiện nhiều lần.

Đến nay 1998 nội dung giảng dạy môn học được chia làm 2 phần:

- Phần 1: Trình bày các vấn đề cơ bản về Nguyên lý và Dụng cụ cát.

Phần này bao gồm những vấn đề chủ yếu sau:

- ①. Thông số hình học của dụng cụ cát và lớp cát.
- ②. Vật liệu dụng cụ cát.
- ③. Các phương pháp cát gọt cơ bản như: tiện, phay, gia công lỗ, gia công ren; gia công răng; mài v.v...

Phần 1 do Thầy Trịnh Khắc Nghiêm biên soạn.

- Phần 2: Trình bày những vấn đề về cơ sở chất lượng của quá trình cát.

Ngày nay các chi tiết máy chịu tải trọng ngày càng lớn; làm việc với vận tốc cao; chịu tác động của nhiệt độ lớn.

Do đó những vấn đề về chất lượng dụng cụ cát; chất lượng của bề mặt gia công sau cát gọt ngày càng trở thành những yếu tố quan trọng quyết định hiệu quả cuối cùng của quá trình gia công cơ.

Cơ sở chất lượng của quá trình cát được trình bày ở tài liệu này gồm những vấn đề chủ yếu sau:

1. Cơ sở vật lý của quá trình cát.

2. Thiết kế dụng cụ cắt.
3. Nâng cao chất lượng dụng cụ cắt .
4. Chất lượng gia công cơ và khả năng làm việc của chi tiết máy
5. Cát vật liệu phi kim loại .
6. Tối ưu hoá quá trình cắt .
7. Đặc điểm của quá trình công nghệ chế tạo dụng cụ cắt.

Nội dung 1,3,4,6 do PTS Trần Hữu Đà biên soạn.

Nội dung 2,7 do Thạc sĩ Nguyễn Văn Hùng biên soạn.

Nội dung 5 do Thạc sĩ Cao Thanh Long biên soạn.

Những vấn đề trên là những vấn đề lớn , phức tạp. Trong tài liệu chỉ đề cập những kiến thức chung nhất.

Trang bị những kiến thức trên cho học sinh - sinh viên để cập nhật với những đòi hỏi ngày càng cao của chuyên môn và thực tiễn ngoài xã hội.

Các tác giả biên soạn tài liệu này với hy vọng góp phần nâng cao chất lượng đào tạo kỹ sư cơ khí .

Tài liệu cũng có thể giúp ích cho các cán bộ kỹ thuật .

Biên soạn phân 2 này lần đầu , chắc chắn còn nhiều thiếu sót .

Các tác giả rất biết ơn khi nhận được các ý kiến của độc giả.

CÁC TÁC GIẢ

Chương I

CƠ SỞ VẬT LÝ CỦA QUÁ TRÌNH CẮT

Cơ sở vật lý của quá trình cắt nghiên cứu : biến dạng của vật liệu gia công ; ma sát giữa vật liệu gia công và dụng cụ cắt ; lực cắt ; nhiệt cắt ; rung động ; dung dịch trơn nguội ; quá trình mòn của dụng cụ cắt v.v...

Kết quả nghiên cứu cơ sở vật lý của quá trình cắt cho phép thiết lập các qui luật liên quan giữa các điều kiện cắt và năng suất , chất lượng và hiệu quả kinh tế của quá trình cắt.

Những hiểu biết về lĩnh vực này cho phép điều khiển quá trình cắt có hiệu quả trong sản xuất và là cơ sở để tiếp tục nghiên cứu hoàn thiện quá trình cắt .

I. QUÁ TRÌNH BIẾN DẠNG CỦA VẬT LIỆU KHI CẮT

Mọi vật liệu khi cắt đều bị biến dạng .

Biến dạng vật liệu gia công tác động đến toàn bộ các hiện tượng vật lý trong vùng cắt . Nó là nguồn gốc sinh ra lực cắt ; nhiệt cắt , ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình hình thành chất lượng của chi tiết (độ chính xác , độ nhấp nhô bề mặt và cơ lý tính trên lớp bề mặt v.v...).

Biến dạng cũng là nguyên nhân gây mòn dụng cụ cắt .

Do đó nghiên cứu biến dạng của vật liệu gia công khi cắt có ý nghĩa to lớn.

1. Biến dạng của vật liệu gia công trong vùng tạo phoi.

a. Ba giai đoạn biến dạng của vật liệu (hình I-1)

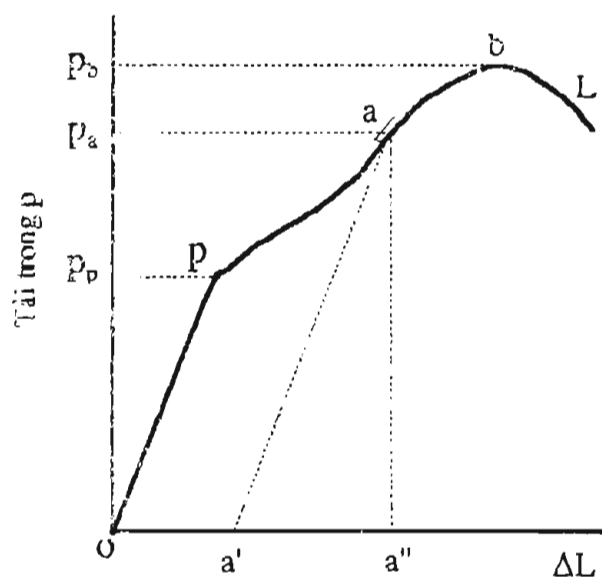
Dưới sự tác động của lực , kim loại chịu biến dạng đàn hồi biến dạng dẻo rồi bị phá huỷ.

★ Ở giai đoạn biến dạng đàn hồi , độ dẫn dài Δl tỉ lệ thuận với lực tác động P (nhánh 1 trên đồ thị).

Khi bỏ lực P kim loại trở về hình dạng ban đầu.

★ Ở giai đoạn biến dạng dẻo khi bỏ lực tác dụng kim loại không trở lại hình dạng ban đầu .

★ Giai đoạn phá huỷ là quá trình đứt các liên kết trong nội bộ cấu trúc vật liệu



Hình I-1 · Quan hệ giữa biến dạng và lực tác động khi kéo kim loại.

Các vết nứt xuất hiện và các phần vật liệu tách rời nhau. Vật liệu bị phá huỷ.

Trong quá trình cắt kim loại, vật liệu gia công (dưới sự tác động của lực cắt) cũng chịu biến dạng đàn hồi, biến dạng dẻo rồi bị phá huỷ và phoi được hình thành.

Mức độ biến dạng đàn hồi, biến dạng dẻo, tỉ lệ giữa chúng, lực cần thiết để phá huỷ vật liệu tạo thành phoi khi cắt phụ thuộc vào cơ lí tính của vật liệu gia công và các điều kiện gia công khác.

b. Biến dạng trong vùng tạo phoi

Trong quá trình cắt, dụng cụ cắt tác động lực P vào vật liệu gia công.

Vật liệu gia công bị biến dạng rồi phá huỷ. Lớp vật liệu được tách ra gọi là phoi.

Quá trình cắt đã được thực hiện.

Các nghiên cứu [1], [2], [3], [4], [5], [6] đặc biệt quan tâm đến quá trình biến dạng của vật liệu trong vùng tạo phoi khi cắt.

Biến dạng ở vùng tạo phoi chiếm 90% công dùng cho cả quá trình cắt.

Nó cũng là nguồn phát nhiệt chủ yếu khi cắt.

Lực cắt, nhiệt cắt của quá trình tạo phoi tác động vào dụng cụ cắt. Chúng quyết định tính chất, mức độ mòn và tuổi bền của dụng cụ cắt.

Chi tiết gia công chịu sự tác động của lực và nhiệt cắt. Do đó mà lực cắt, nhiệt cắt có ảnh hưởng quyết định đến chất lượng bề mặt gia công và độ chính xác gia công.

Vì những lí do trên mà việc nghiên cứu quá trình biến dạng ở vùng tạo phoi, tìm ra bản chất của quá trình; phát hiện những yếu tố ảnh hưởng đến biến dạng vật liệu khi cắt sẽ là cơ sở để tối ưu hoá quá trình cắt. Cắt sao cho vật liệu ít bị biến dạng là mục đích cần đạt tới.

Các nhà khoa học khi nghiên cứu vùng tạo phoi chỉ ra rằng:

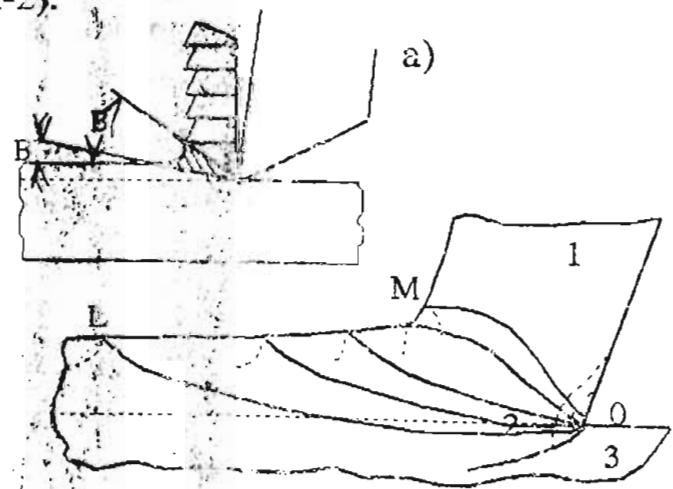
Vùng tạo phoi bao gồm: Phoi ①, vùng trước mũi dao ② và vùng dưới mũi dao ③.

Vùng tạo phoi là vùng LOM (hình 1-2).

Biến dạng dẻo được bắt đầu từ đường OL. Dọc theo đường OL kim loại bắt đầu bị biến dạng. Mạng tinh thể kim loại bắt đầu bị xô lệch.

Từ OL đến OM biến dạng dẻo của kim loại tăng dần và đạt mức độ lớn nhất. Phoi được hình thành.

Trong vùng biến dạng LOM ban đầu biến dạng tăng chậm sau đó tăng rất nhanh.



Hình 1-2 : Vùng tạo phoi

Do đó có thể cho rằng biến dạng dẻo chủ yếu xảy ra ở 1 vùng nhỏ bên dưới đường OM. (hình I-2)

Thừa nhận 1 cách qui ước là quá trình biến dạng chỉ xảy ra trong mặt trượt OA. Mặt phẳng OA là mặt phẳng vuông góc với véc tơ tốc độ cắt.

Ta có góc Φ (hình I-2) gọi là góc trượt.

Góc trượt Φ là thông số thuận lợi xác định hướng và giá trị của biến dạng dẻo trong vùng tạo phoi .

Việc qui ước biến dạng chỉ xảy ra trong mặt trượt OA là thiếu chính xác. Sai số này càng nhỏ khi vận tốc cắt ngày càng tăng.

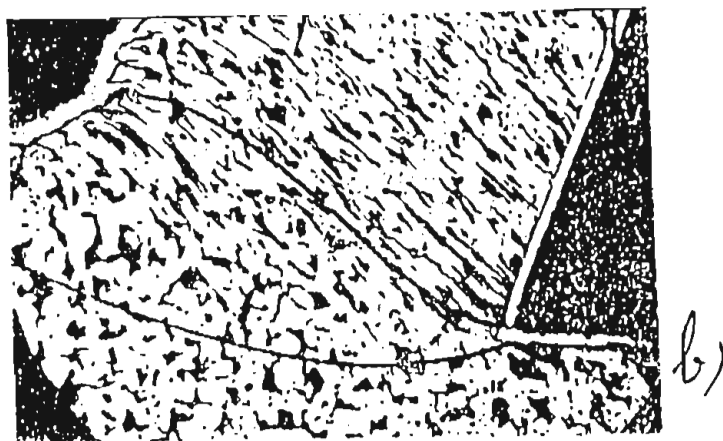
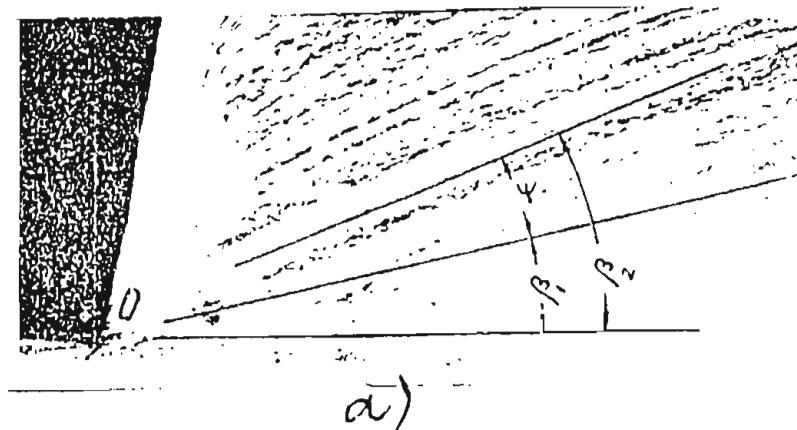
Khi tăng vận tốc cắt, lan truyền biến dạng giảm. Vùng tạo phoi bị thu nhỏ. Biến dạng chủ yếu tập trung trong vùng nhỏ gần mặt trượt OA.

Càng tăng tốc độ cắt thì việc dùng góc trượt Φ làm chỉ tiêu đánh giá quá trình biến dạng trong vùng cắt càng chính xác.

Trong quá trình biến dạng dẻo cấu trúc kim loại ban đầu ở trạng thái cân bằng chuyển sang trạng thái mất cân bằng.

Khi chịu tác động của hoá chất các phần bị biến dạng khác nhau sẽ có màu sắc khác nhau.

Nhờ hiệu ứng này có thể nghiên cứu vùng tạo phoi (Hình I-3).



Hình I-3 Biên giới vùng tạo phoi LOM

Nói đến vùng tạo phoi LOM, không thể không quan tâm đến trạng thái ứng suất của vật liệu trong vùng (Hình I-4).

Các nghiên cứu chỉ ra rằng :

Trong vùng tạo phoi, đường có ứng suất pháp và ứng suất tiếp lớn nhất là đường cong. Chúng không đồng đều dọc những đường cong này.

Song nếu chấp nhận sai số cho phép, thì ứng suất pháp và ứng suất tiếp tại mặt OB có giá trị :

$$\tau = \frac{R \cos(\Phi + \theta - \gamma) \sin \Phi}{bx} \quad [I-1]$$

$$\sigma = \frac{R \sin(\Phi + \theta - \gamma) \sin \Phi}{bx} \quad [I-2]$$

τ, σ - ứng suất tiếp và ứng suất pháp dọc theo đường OB nghiêng với mặt phẳng cắt góc φ .

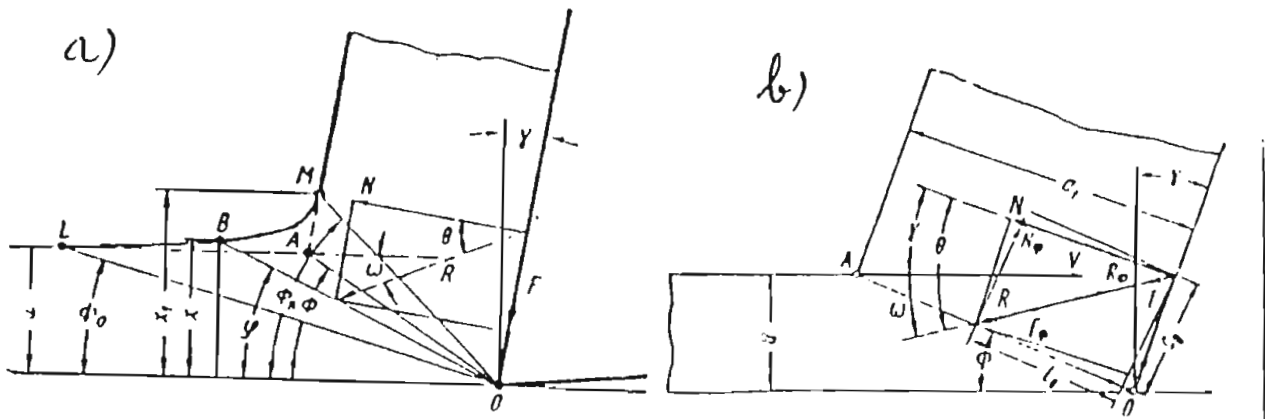
R - hợp lực trên mặt trước (lực tạo phoi).

γ - góc trước.

θ - góc ma sát trên mặt trước.

b - chiều rộng lớp cắt.

x - khoảng cách của điểm B tới mặt phẳng cắt. (Điểm B là điểm bất kỳ trên mặt thoáng của vùng tạo phoi).



Hình 1-4 : Trạng thái ứng suất của vật liệu trong vùng

Nếu tính τ theo công thức trên rồi so với giới hạn bền khi trượt của vật liệu gia công thì kết quả khi tính cao hơn. Điều này được lý giải là trong công thức chưa tính hết tính chất phức tạp của trạng thái ứng suất của vùng tạo phoi.

Để đơn giản hơn trong tính toán, xác định τ_{φ} và σ_{φ} - ứng suất tiếp và ứng suất pháp tại mặt trượt OA.

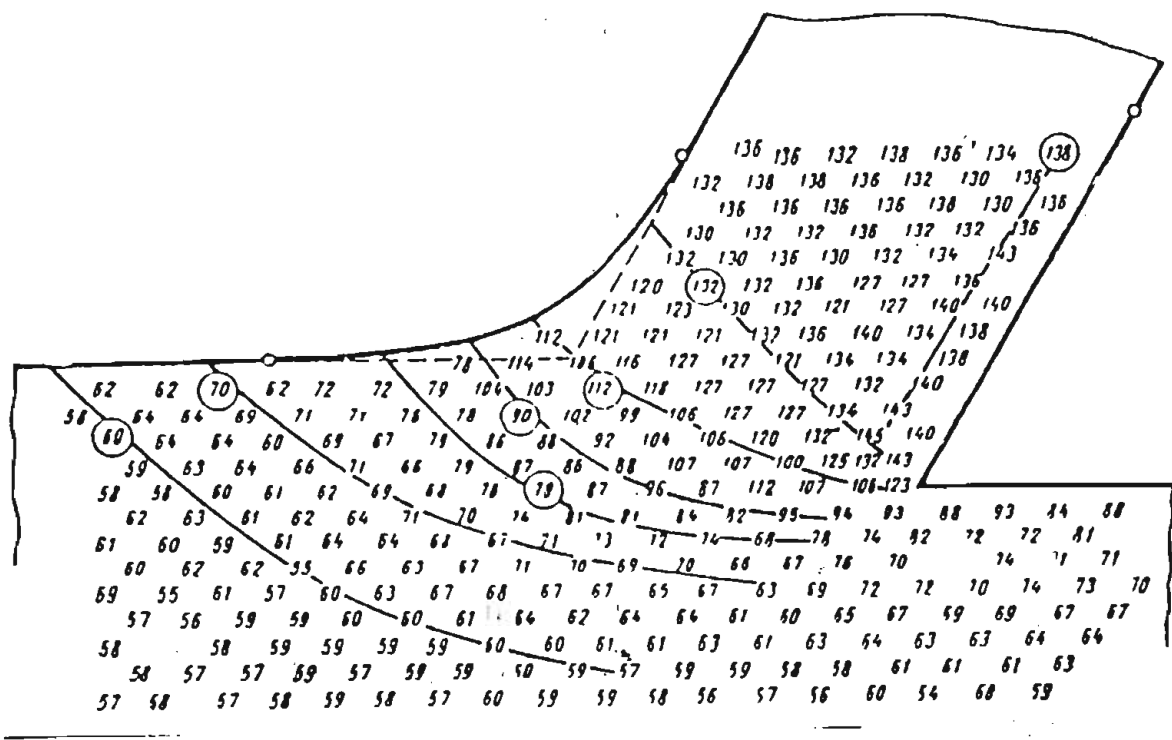
$$\tau_{\varphi} = \frac{R \cos(\Phi + \theta - \gamma) \sin \Phi}{axb} \quad [I-3]$$

$$\sigma_{\varphi} = \frac{R \sin(\Phi + \theta - \gamma) \sin \Phi}{a \times b} \quad [I-4]$$

Nhược điểm của các công thức trên là không tính được sự không đồng đều về ứng suất tại từng điểm dọc theo mặt trượt .

Để làm rõ sự không đồng đều này có những nghiên cứu bổ xung.

Ở hình 1- 5 chỉ ra sự phân bố ứng suất tiếp trong vùng tạo phoi khi gia công đồng (Cu) Ứng suất tiếp ở đây được xác định thông qua việc đo và phân tích quan hệ giữa độ cứng tổ vi và ứng suất



Hình I-5 : Sự phân bố ứng suất tiếp trong vùng tạo phoi khi cắt Cu

Các kết quả nghiên cứu khác cũng có chung một nhận xét là : ứng suất tiếp và ứng suất pháp có giá trị lớn nhất nằm xung quanh vùng MOA của vùng tạo phoi. Tại từng điểm chúng có giá trị tuyệt đối không chênh nhau nhiều .

Sự gia tăng giá trị của τ và σ ở lớp kim loại của phoi gần mặt trước của dao liên quan đến quá trình biến dạng dẻo lớn do ma sát với mặt trước của dụng cụ cắt tạo ra.

Phoi cắt được hình thành khi lực cắt tác động tạo ra τ_{ϕ} và σ_{ϕ} lớn hơn giá trị cho phép của vật liệu gia công .

c. Những yếu tố cơ bản ảnh hưởng đến quá trình tạo phoi

Như đã trình bày ở trên, góc trượt Φ là chỉ tiêu đánh giá mức độ biến dạng trong vùng tạo phoi (hình I-6).

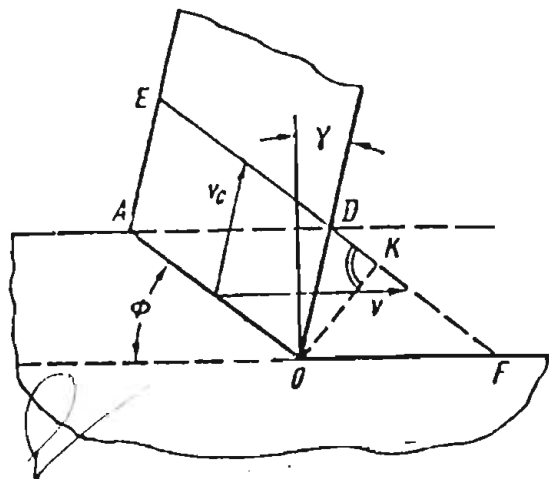
Có công thức tính góc trượt Φ

$$2\Phi + \theta - \gamma = C \quad [I-5]$$

θ góc ma sát trên mặt trước dụng cụ cắt .

γ - góc trước:

C - hằng số ($\approx 80^\circ$)



Hình I-6 : Góc trượt trong vùng tạo phoi

Một số tác giả khác cho là :

$$\omega = \theta - \gamma \quad [I-6]$$

ω - góc giữa véc tơ lực tạo phoi R và véc tơ tốc độ cắt V . ω - được gọi là góc tác động . Nó đặc trưng cho hướng tác động của lực tạo phoi R .

$$\text{Ta có : } 2\Phi + \omega = C \quad [I-7]$$

H.H. Зорев[МТТ] khi không thừa nhận có 1 mặt trượt OA mà có 1 họ các bề mặt trượt xung quanh OM ông đưa ra quan hệ :

$$\text{Ctg} \sqrt[4]{A\Phi_k} - \text{tg} \left(\sqrt[4]{A\Phi_k} + \omega \right) = \text{Ctg} \Phi_k + \text{tg} (\Phi_k - \gamma) \quad [I-8]$$

Φ_k - góc giữa OM và mặt cắt .

A - độ bền trượt tương đối của vật liệu gia công .

Φ_k phụ thuộc vào 3 yếu tố :

Các góc ω , γ và tính chất của vật liệu gia công A .

Trong thực tế quá trình biến dạng của vật liệu gia công còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nữa .

Song những yếu tố ảnh hưởng nhiều và trực tiếp là : ω , γ và tất nhiên là tốc độ cắt V .

★ Ảnh hưởng của góc tác động ω

Góc tác động ω có thể thay đổi khi sử dụng các chất làm lạnh bôi trơn; thay đổi độ nhấp nhô mặt trước dụng cụ cắt .

Lúc này hệ số ma sát μ giữa phoi và mặt trước thay đổi.

Ma sát thay đổi làm thay đổi góc θ - góc ma sát ($\mu = \text{tg}\theta$).

Vì $\omega = \theta - \gamma$ nên θ thay đổi làm ω thay đổi theo . Kết quả là Φ (hoặc Φ_k) thay đổi làm cho biến dạng của vùng tạo phoi thay đổi.

Nếu góc ω tăng có ý nghĩa là véc tơ của lực tạo phoi quay ngược kim đồng hồ . Kết quả là ω tăng làm tăng biến dạng và tăng lực cắt.

★ Ảnh hưởng của góc trước γ

Góc trước γ ảnh hưởng đến quá trình tạo phoi thông qua các yếu tố gián tiếp và trực tiếp.

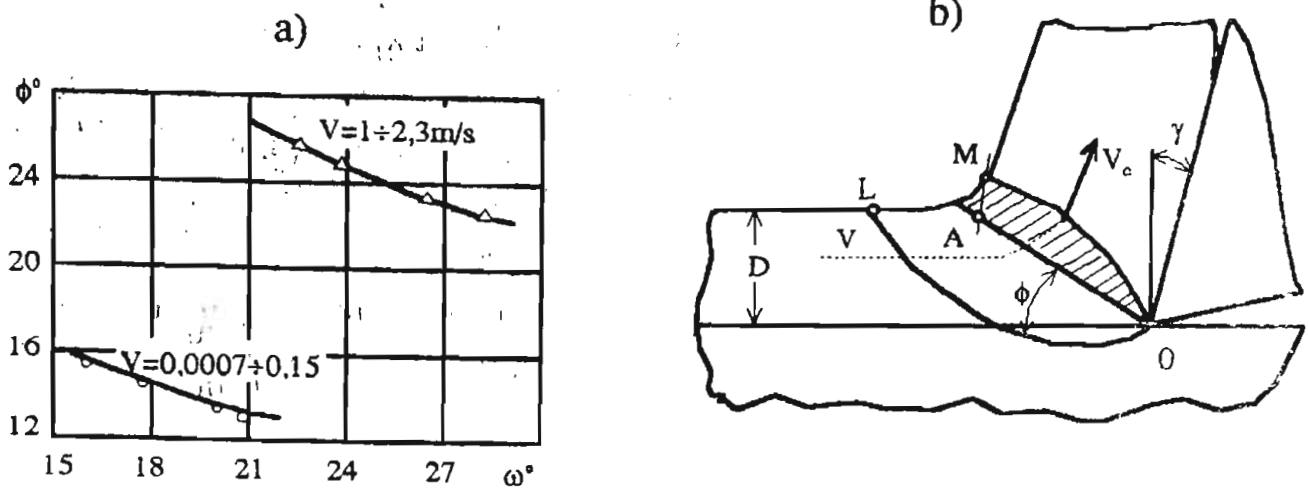
Ảnh hưởng gián tiếp là thông qua góc tác động ω .

Thực tế chứng minh rằng ảnh hưởng trực của góc trước đến góc trượt Φ là lớn.

Khi tăng γ góc Φ tăng làm giảm biến dạng vật liệu gia công trong vùng tạo phoi.

Bởi vì góc trước xác định hướng thoát phoi. Góc γ càng lớn phoi càng thoát ra dễ dàng.

★ Ảnh hưởng của vận tốc cắt V .



Hình 1-7 : Tốc độ cắt ảnh hưởng đến vùng tạo phoi

Hình 1-7 chỉ ra rằng :

Khi cắt ở tốc độ cao, góc Φ lớn gấp 2 lần ở tốc độ thấp.

Vì góc Φ xác định mức độ biến dạng trong vùng tạo phoi, nên tốc độ cắt ảnh hưởng lớn đến biến dạng vùng tạo phoi.

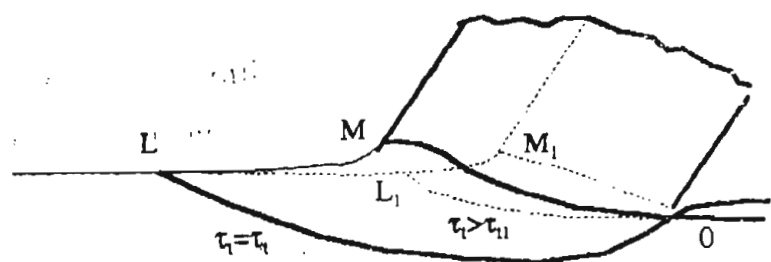
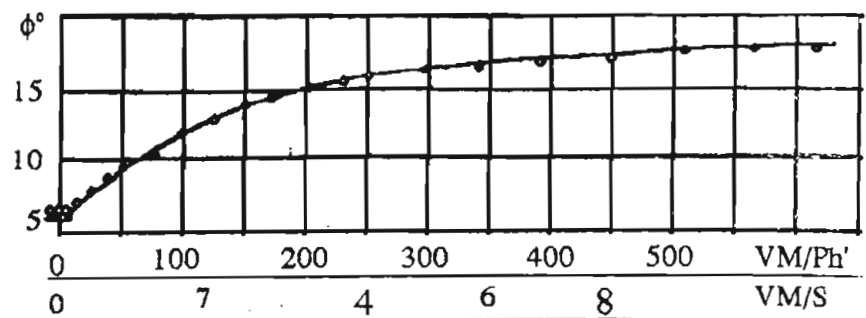
Song cần chú ý là tốc độ cắt ảnh hưởng đến việc hình thành lẹo dao.

Lẹo dao lại làm thay đổi góc trước γ , góc sau α và quá trình tiếp xúc giữa phoi và mặt trước, (sẽ nghiên cứu kỹ ở phần lẹo dao).

Bởi vậy ảnh hưởng của vận tốc cắt đến quá trình biến dạng vùng tạo phoi diễn ra phức tạp.

Song quy luật chung là tăng vận tốc cắt sẽ làm giảm biến dạng, giảm lực cắt.

Khoa học cắt kim loại nghiên cứu để thực hiện quá trình cắt ở tốc độ cao để tăng năng suất. (Song vẫn đảm bảo được chất lượng gia công và hệ thống Máy-Dao gá lắp hoạt động hiệu quả).



Hình 1-8 : Vùng tạo phoi khi tốc độ cắt thay đổi

Ở tốc độ cao biến dạng dẻo không kịp xảy ra ở dọc đường OL và bắt đầu muộn hơn ở đường OL_1 nơi có ứng suất tiếp tuyến có giá trị lớn hơn (hình 1-8).

Giới hạn cuối của vùng biến dạng dẻo không phải là OM mà là OM_1 .

Song sự dịch chỉnh của OM nhỏ hơn sự dịch chuyển của đường OL.

Điều này dẫn đến việc thu nhỏ vùng biến dạng LOM. Giả thuyết vùng biến dạng với 1 mặt phẳng OA là mặt trượt càng chính xác khi tốc độ cắt càng cao.

Cần lưu ý rằng khi tang vận tốc cắt nhiệt độ cắt tăng cao, tác động xấu đến chất lượng gia công và làm tăng đáng kể độ mòn của dụng cụ cắt.

Trong vùng tạo phoi, vùng kim loại đối diện với mặt sau của dụng cụ cắt, (tức là lớp kim loại trên bề mặt đã gia công) cũng bị biến dạng.

Sự biến dạng này cùng với sự tác động của quá trình ma sát của mặt sau dụng cụ cắt với bề mặt đã gia công ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng lớp bề mặt chi tiết.

(Sẽ được nghiên cứu kỹ ở phần sau).

Trong quá trình tạo phoi, phoi trượt và ma sát với mặt trước của dụng cụ cắt. Nó bị biến dạng thêm.

Quá trình tiếp xúc của phoi trên mặt trước và mặt sau với bề mặt đã gia công là những yếu tố quyết định đến bản chất quá trình mòn của dụng cụ cắt.

(Sẽ được nghiên cứu ở phần sau).

Tóm lại : Quá trình biến dạng của vật liệu trong vùng tạo phoi ảnh hưởng đến toàn bộ quá trình cắt. Nó chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố, song chủ yếu là lực, góc tác động, góc trước, tốc độ cắt và cơ lý tính của vật liệu gia công.

Nghiên cứu bản chất quá trình biến dạng vật liệu trong vùng tạo phoi cho phép tìm các phương pháp hữu hiệu để thực hiện quá trình cắt sao cho khi cắt vật liệu ít bị biến dạng.

Điều này cho phép cắt với lực cắt, nhiệt cắt nhỏ và nâng cao hiệu quả tổng hợp của quá trình cắt.

2. Quá trình hình thành và các dạng phoi.

a. Quá trình hình thành phoi :

Như ở trên đã trình bày, dưới sự tác động của lực, vật liệu bị biến dạng đàn hồi và biến dạng dẻo.

Mức độ biến dạng lớn nhất nằm ngay dưới đường OM.

Trong lớp kim loại này xuất hiện ứng suất tiếp tuyến τ và ứng suất pháp tuyến σ

Khi lực tạo phoi đủ lớn để có τ_ϕ và σ_ϕ lớn hơn $[\tau]$ và $[\sigma]$ của vật liệu thì vật liệu bị phá huỷ. Lớp kim loại được tách ra khỏi nguyên khối của nó. Phoi được hình thành. Quá trình cắt được thực hiện.

Do vậy bản chất của quá trình cắt là quá trình phát triển của biến dạng đàn hồi, biến dạng dẻo rồi phá huỷ vật liệu.

Quá trình biến dạng dẻo là quá trình bao gồm biến dạng trong nội tinh thể và giữa các tinh thể.

Biến dạng trong nội tinh thể là sự trượt của tương phân riêng biệt các mặt cấu trúc tinh thể theo những hướng nhất định tùy thuộc vào sự chuyển dịch của các nguyên tử trong mạng tinh thể.

Nếu lực tác động đủ lớn, mạng tinh thể của hạt bị phá huỷ, tách ra từng phân riêng biệt.

Biến dạng giữa các tinh thể xảy ra khi các hạt chuyển dịch tương đối với nhau, biên giới ban đầu giữa chúng bị thay đổi.

Cơ chế biến dạng dẻo của đa tinh thể có thể mô tả như sau:

Dưới sự tác động của ngoại lực, các hạt có bề mặt trượt nằm phù hợp với phương tác động của lực, bị biến dạng dễ dàng.

Song sự biến dạng của các hạt này cản trở sự biến dạng của các hạt khác.

Các hạt nằm trong trạng thái ứng suất phức tạp.

Tiếp tục tăng ngoại lực tác động, biến dạng trong nội bộ cấu trúc các hạt xảy ra.

Sau đó, xuất hiện sự phá huỷ trong các hạt và thay đổi vị trí tương quan giữa các hạt trong cấu trúc vật liệu.

Dưới sự tác động của lực, trong vùng tạo phoi xuất hiện ứng suất tiếp τ và ứng suất pháp tuyến σ .

Ở mặt trượt quy ước OA sẽ có ứng suất tiếp tuyến lớn nhất.

Như vậy gọi LOM là vùng tạo phoi. Phần vật liệu nằm bên phải đường OM được gọi là phoi.

b. Các dạng phoi:

Trong quá trình cắt, tùy thuộc vào cơ lý tính của vật liệu gia công, thông số hình học của dụng cụ cắt; chế độ cắt, các yếu tố lớp cắt v.v... có thể các dạng phoi khác nhau.

Dạng phoi thể hiện mức độ biến dạng của phoi và quá trình ma sát của nó trên mặt trước của dụng cụ cắt.

Phoi có 3 dạng chủ yếu: phoi vụn, phoi xếp và phoi dây.

★ Phoi vụn: (hình I-9a).

Khi gia công các vật liệu giòn (thí dụ như gang, đồng thau v.v...) độ dẻo thấp, ở tốc độ cắt thấp phoi được tạo ra là các hạt nhỏ, vụn rời nhau.

Khi cắt tiến dạng đàn hồi, biến dạng dẻo ít.

Phoi vụn được hình thành không liên tục, lực cắt thay đổi gây rung động.

Độ nhám bề mặt lớn khi cắt có phoi vụn.

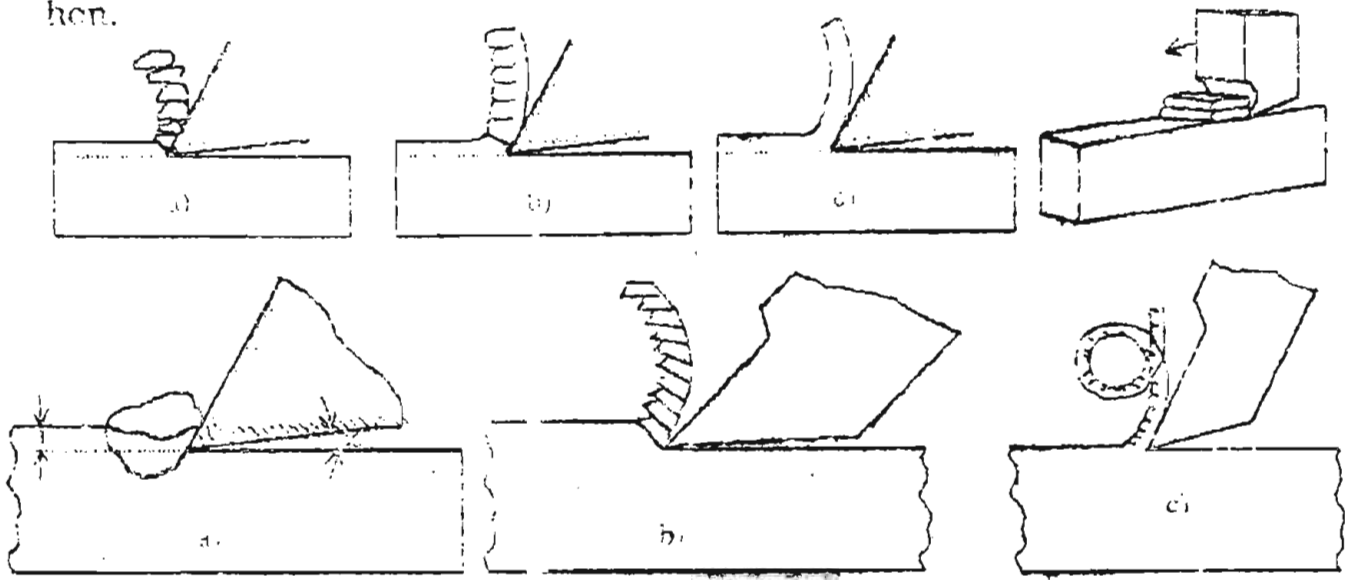
★ Phoi xếp: (hình I-9b)

Khi gia công các vật liệu dẻo (thép, hợp kim các loại, v.v...) với tốc độ cắt trung bình, chiều dày cắt lớn, góc cắt δ lớn phoi xếp được hình thành.

Chúng có dạng từng mảnh rời hoặc từng đoạn ngắn liên kết với nhau.

Mặt phoi ma sát với mặt trước của dao rất nhẵn bóng.

Mặt kia của phoi có dạng răng cưa. Khi cắt có phoi xếp, lực cắt cũng thay đổi (nhưng thay đổi ít hơn khi cắt có phoi vụn). Do đó chất lượng bề mặt khá hơn.



Hình 1-9 a,b,c : Các dạng phoi

★ Phoi dây : (hình 1-9c)

Phoi dây được hình thành khi gia công các vật liệu dẻo ở tốc độ cắt cao và chiều dày cắt nhỏ

Phoi là 1 dải kim loại được cuộn tròn liên tục. Mặt phoi tiếp xúc với mặt trước của dao rất nhẵn và bóng, mặt kia tương đối nhẵn hoặc hơi sù xì.

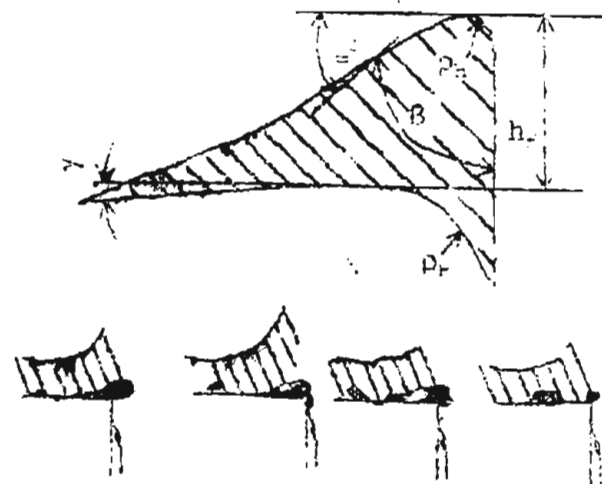
Khi cắt có phoi dây, lực cắt ít thay đổi, chất lượng bề mặt gia công cao (độ nhẵn nhỏ bề mặt nhỏ).

Một số nghiên cứu đã căn cứ vào mức độ biến dạng của phoi (dạng phoi) để đánh giá quá trình biến dạng trong vùng tạo phoi và ma sát giữa phoi và mặt trước của dụng cụ cắt .

3. Hiện tượng leo dao

a. Hiện tượng

Trong quá trình cắt các vật liệu dẻo, khi có phoi dây, trên mặt trước của dao gần kề ngay lưỡi cắt chính xuất hiện lớp vật liệu có cấu trúc và cơ lý tính khác với vật liệu gia công và vật liệu dụng cụ cắt (hình 1-10).



Hình 1-10: Hiện tượng leo dao

Nó có độ cứng cao hơn nhiều so với vật liệu gia công (khoảng 2÷3 lần) .

Lớp vật liệu này gắn chắc trên mặt trước của dao, song không ổn định. Nó được hình thành , lớn dần rồi giảm dần và bị phá huỷ, rồi lại được hình thành v.v...

Hiện tượng này được gọi là hiện tượng lẹo dao.

b. Nguyên nhân và điều kiện hình thành lẹo dao:

Trong quá trình phoi trượt trên mặt trước với vận tốc lớn, phoi ma sát với mặt trước của dao, tiếp tục bị biến dạng .

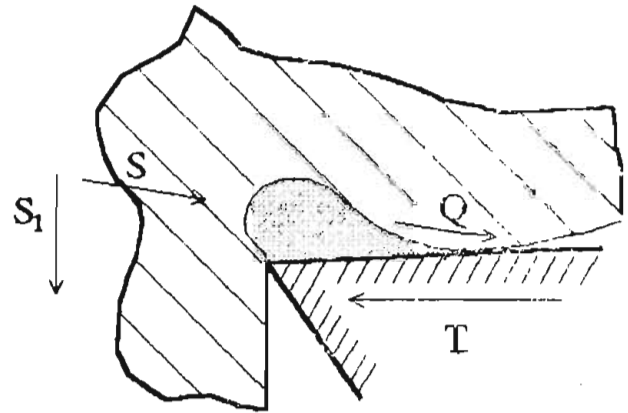
Áp lực cắt đè phoi vào mặt trước, lớp kim loại ở mặt dưới của phoi chịu sự tác động của nhiệt cắt, cơ lí tính giảm (ở nhiệt độ cắt cao có thể có lớp mỏng kim loại trên mặt phoi bị chảy nhão).

Mặt khác mặt trước của dao không tuyệt đối nhẵn, có độ nhám nhất định.

Từ những lí do trên, một phần kim loại trên bề mặt của phoi chuyển dịch chậm lại và bám dính trên mặt trước của dao.

Mối liên kết giữa phần kim loại này của phoi không chỉ là mối liên kết cơ học , (do mặt trước của dao sù xì giữ lại) mà còn có mối liên kết hoá học giữa vật liệu gia công (phoi) mà vật liệu dụng cụ cắt ở nhiệt độ lớn, áp lực cao và các bề mặt trong vùng tiếp xúc rất sạch.

Trên hình I-11 biểu thị điều kiện hình thành lẹo dao.



Hình I-11: Điều kiện hình thành lẹo dao

Trong khi phoi trượt trên bề mặt trước của dao, nếu lực ma sát lớn hơn lực liên kết trong nội bộ kim loại của phoi thì sẽ có những lớp kim loại tách khỏi phoi và bám dính vào mặt trước của dao để tạo thành lẹo dao.

Lúc này điều kiện để có lẹo dao là :

$$T > Q + S$$

T - lực ma sát giữa phoi và mặt trước của dao.

Q - lực liên kết trong nội bộ kim loại .

S - Lực gây thoát phoi.

Lớp kim loại tạo ra lẹo dao, dưới sự tác động của áp lực lớn, nhiệt độ cao, bị biến dạng nhiều lần lớn hơn ở các phần khác của phoi.

Cấu trúc lớp vật liệu lẹo dao thay đổi (khác vật liệu gia công , vật liệu làm dao ...)

Thường lớp vật liệu lẹo dao này có độ cứng cao hơn vật liệu gia công và có cơ lí tính đáp ứng yêu cầu như là một vật liệu dụng cụ cắt .

Trong thực tế lẹo dao tham gia trực tiếp vào quá trình cắt (như 1 yếu tố của phân cắt của dụng cụ cắt).

Một đặc điểm cần lưu ý là : ở vận tốc cắt xác định , ứng với vật liệu gia công nhất định v.v... lẹo dao hình thành , phát triển . Nó làm cho góc $\gamma_{lẹo\ dao}$ và $\alpha_{lẹo\ dao}$ lớn hơn. Mũi dao (gờ lẹo dao tạo nên) có độ bền cơ học kém (góc δ giảm) .

Dưới sự tác động của lực cắt , mũi dao yếu lúc này bị phá huỷ. Sau đó nó lại được hình thành và quá trình lớn lên rồi bị phá huỷ lặp lại theo chu kỳ.

Như vậy trong điều kiện có lẹo dao góc trước $\gamma_{lẹo\ dao}$ và $\alpha_{lẹo\ dao}$ (góc trước và góc sau thực tế trong quá trình cắt) luôn thay đổi theo chu kỳ.

c. Ảnh hưởng của vận tốc cắt đến lẹo dao :

Ảnh hưởng này được mô tả ở hình I-12 . Khi gia công vật liệu dẻo ở tốc độ cắt nhỏ $V < V_1$ nhiệt độ cắt nhỏ ; lực liên kết trong nội bộ kim loại ít thay đổi, có giá trị lớn.

Tuy nhiên lúc này lực ma sát T giữa phoi và mặt trước của dao tăng theo mức tăng của vận tốc cắt , song chưa thắng được lực liên kết Q.

Do vậy ở tốc độ cắt thấp $V < V_1$ lẹo dao không xuất hiện .

Khi cắt ở vận tốc $V_1 < V < V_2$,

nhiệt độ cắt tăng đến mức làm cho lực liên kết trong nội bộ lớp kim loại của phoi trực tiếp trượt trên mặt trước của dao giảm nhiều .

Cũng lúc này lực ma sát T giữa dao và phoi tăng có giá trị lực liên kết trong nội bộ Q lẹo dao được hình thành và phát triển tới giá trị lớn nhất có thể .

Góc $\gamma_{lẹo\ dao}$ và $\alpha_{lẹo\ dao}$ tăng lên, mũi dao yếu và bị phá huỷ. Quá trình này lặp lại theo chu kỳ trong vùng tốc độ $V_1 < V < V_2$.

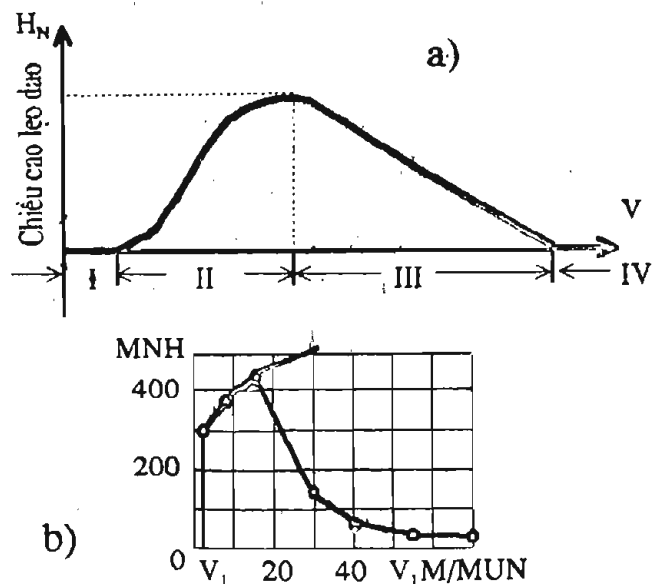
Tiếp tục tăng vận tốc cắt $V > V_2$ chiều cao H của lẹo dao giảm dần và triệt tiêu.

Điều này được giải thích như sau :

Ở vận tốc cắt cao $> V_2$ nhiệt độ vùng cắt tăng cao, biến dạng dẻo lớn, lớp kim loại của phoi trực tiếp ma sát và trượt trên mặt trước của dao bị mềm nhão, hệ số ma sát giữa chúng giảm, lực ma sát giữa dao và phoi giảm dần.

Từ những phân tích ở trên thấy rằng :

Lẹo dao chịu ảnh hưởng nhiều của vận tốc cắt .



Hình I-12: Ảnh hưởng của tốc độ cắt đến lẹo dao.

Ngoài vận tốc cắt, tính dẻo của vật liệu cũng ảnh hưởng trực tiếp đến lẹo dao.

Những ảnh hưởng khác như chiều dày lớp cắt, lượng chạy dao, thông số hình học của dụng cụ cắt, điều kiện làm lạnh bôi trơn cũng ảnh hưởng đến lẹo dao.

d. Tác dụng của lẹo dao:

Hiện tượng lẹo dao có những tác động tích cực đến quá trình cắt.

- ★ Lẹo dao có cơ lý tính (nhất là độ cứng cao) thỏa mãn điều kiện để tham gia vào quá trình cắt. Nó bảo vệ mũi dao và có thể thay mũi dao tham gia quá trình cắt; làm dao ít bị mòn.
- ★ Lẹo dao làm tăng góc trước, góc sau làm giảm biến dạng vùng tạo phoi, giảm ma sát giữa mặt sau và bề mặt đã gia công; kết quả là lực cắt giảm, quá trình cắt xảy ra dễ dàng hơn.

Lẹo dao có những tác động bất lợi cho quá trình cắt như sau;

Do lẹo dao hình thành; lớn lên; mất đi liên tục; làm lực cắt biến thiên, gây rung động ảnh hưởng xấu đến chất lượng bề mặt gia công (độ nhấp nhô bề mặt tăng).

Đối với gia công thô ảnh hưởng này ít nguy hại. Khi gia công tinh cần lưu tâm tránh tác động xấu của lẹo dao đến độ nhấp nhô bề mặt gia công.

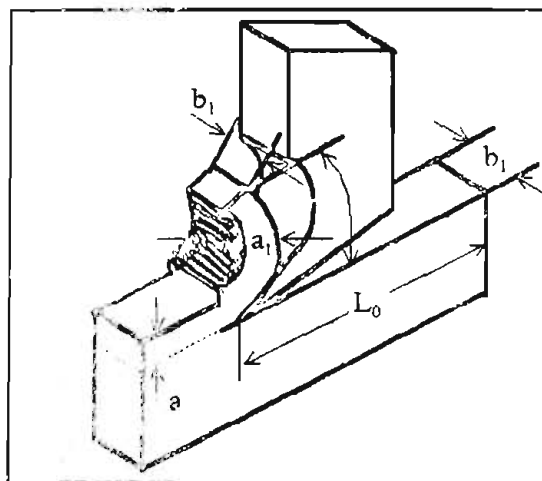
Dùng vận tốc cắt cao, giảm lượng chạy dao, tăng góc trước, tăng độ nhẵn của mặt trước dụng cụ cắt, dùng dung dịch trơn nguội phù hợp v.v... là những biện pháp tích cực khống chế lẹo dao, nâng cao chất lượng hiệu quả quá trình cắt.

4. Hiện tượng biến dạng của phoi khi cắt (co dãn phoi)

khi cắt (co dãn phoi)

a. Hiện tượng:

Khi cắt chiều dài của phoi L thường nhỏ hơn chiều dài lớp kim loại đo trên phoi L_0 . Chiều dày của phoi a_f lớn hơn chiều dày lớp kim loại cắt đi khỏi phoi. Chiều rộng của phoi bằng xấp xỉ bằng chiều rộng lớp kim loại được cắt khỏi phoi. (Hình I-13).



Hình I-13: Hiện tượng co dãn phoi

Hiện tượng thay đổi kích thước trên biểu thị quá trình biến dạng dẻo của phôi.

Hiện tượng này được gọi là hiện tượng co dãn phôi.

Để đánh giá biến dạng của phôi dùng hệ số co dãn phôi.

b. Hệ số co dãn phôi:

★ Hệ số co dãn phôi theo chiều dọc .

$$K_L = \frac{L_0}{L_f}$$

L_0 - chiều dài lớp kim loại bị cắt đo trên phôi (mm)

L_f - chiều dài thực tế của phôi (mm)

K_L - hệ số co dãn phôi theo chiều dọc. Thường $K_L \geq 1$.

★ Hệ số co dãn phôi theo chiều dày

$$K_a = \frac{a_f}{a}$$

a_f - chiều dày của phôi (mm)

a - chiều dày lớp kim loại được cắt đo trên phôi (mm)

$$K_a \geq 1$$

★ Hệ số co dãn phôi theo chiều rộng

$$K_b = \frac{b_f}{b}$$

b_f - chiều rộng phôi (mm)

b - chiều rộng lớp kim loại được cắt đo trên phôi (mm)

$$K_b \approx 1$$

Trên cơ sở thể tích lớp kim loại được cắt đi trên phôi và thể tích của phôi tạo ra gần như không đổi, nên :

$$abL_0 = a_f \cdot b_f \cdot L_f$$

Do đó :

$$\frac{L_0}{L_f} = \frac{a_f}{a} = \frac{a_f \cdot b_f}{a \cdot b}$$

Hệ số co dãn phôi biểu thị mức độ biến dạng dẻo trung bình trong phôi.

Căn cứ vào hệ số co dãn phôi, có thể tìm ra các quan hệ ảnh hưởng giữa các yếu tố khi cắt với quá trình biến dạng khi cắt .

c. Các phương pháp xác định hệ số co dãn phôi :

Có 2 phương pháp cơ bản sau :

★ Phương pháp đo trực tiếp :

Dùng thước hoặc kính hiển vi để đo chiều dài, chiều dày của phôi và so sánh với chiều dài, chiều dày tương ứng trên phôi. Tính các hệ số K như trình bày ở trên.

Phương pháp này dễ thực hiện. Nó cho độ chính xác đủ để sử dụng hệ số này.

★ Phương pháp cân :

Phương pháp cân sử dụng khi phôi là phôi vụn và phôi xếp.

Phương pháp cân có nội dung như sau :

Lấy t mảnh phôi, đo chiều dài để có $L_{\text{phôi}}$ và cân để có Q_f :

Thể tích của phôi được tính :

$$V_f = \frac{Q}{\gamma}$$

γ - khối lượng riêng của vật liệu gia công (g/cm^3)

Q - là khối lượng của mảnh phôi đã cân (g)

Thể tích lớp kim loại tương ứng được cắt, xác định trên phôi là :

$$V = a \cdot b \cdot l \text{ (mm}^3\text{)}$$

Do $V = V_{\text{phôi}}$. Nên : $S \cdot t \cdot L_o = Q/\gamma$

$$\text{Rút ra : } L_o = \frac{Q}{\gamma \cdot S \cdot t}$$

Ở đây γ tính bằng (g/cm^3) ; Q tính bằng (g)

S, t tính bằng (mm).

$$\text{Do đó : } L_o = \frac{1000 \cdot Q}{\gamma \cdot S \cdot t} \text{ (mm)}$$

Tính được L_o khi cân có được Q ; biết γ và S, t từ điều kiện cắt cụ thể).

$$\text{Tính được } K_L = \frac{L_o}{L_f}$$

Hệ số K càng lớn phôi biến dạng càng nhiều .

d. Những yếu tố ảnh hưởng đến biến dạng của phôi (ảnh hưởng đến hệ số co dãn phôi)

★ Ảnh hưởng của chế độ cắt :

- Ảnh hưởng của vận tốc cắt V :

Quan hệ giữa hệ số co dãn phôi K với vận tốc cắt V được biểu thị ở hình I-14a.

Khi tăng tốc độ cắt từ V_1 đến V_2 hệ số co dãn phôi giảm vì những lí do sau :

Khi tăng từ V_1 đến V_2 hệ số ma sát giữa mặt trước của dao với phoi tăng, lực ma sát tăng do đó phoi bị biến dạng nhiều hơn.

Mặt khác ở khoảng biến thiên này của tốc độ cắt lẹo dao xuất hiện và tăng dần đến cực đại. Góc trước tăng, phoi thoát ra dễ dàng hơn, biến dạng của phoi giảm.

Hai ảnh hưởng này bù trừ nhau, song ảnh hưởng của lẹo dao lớn hơn.

Kết quả là khi tăng tốc độ cắt từ V_1 đến V_2 hệ số co dãn phoi tức biến dạng của phoi giảm.

Khi tăng từ V_2 đến V_3 hệ số ma sát μ tiếp tục tăng, biến dạng của phoi tăng theo. Mặt khác lúc này lẹo dao giảm dần đến mất hẳn. Góc trước giảm dần, biến dạng phoi tăng.

Vì vậy khi tăng tốc độ cắt từ V_2 đến V_3 hệ số co dãn phoi tăng tức biến dạng của phoi tăng lên.

Tiếp tục tăng tốc độ cắt lớn hơn V_3 , nhiệt độ vùng cắt tăng đáng kể.

Lớp kim loại mỏng trượt, ma sát trên mặt của dao bị chảy nhão. Hệ số ma sát μ giảm đáng kể, lực ma sát giảm theo. Biến dạng của phoi giảm.

Mặt khác ở vận tốc lớn lẹo dao không tồn tại không gây ảnh hưởng đến biến dạng.

Kết cục là khi cắt ở tốc độ $> V_3$ hệ số co dãn phoi giảm. Biến dạng của phoi giảm.

Khi cắt ở vận tốc rất lớn hệ số ma sát μ ít thay đổi, không có lẹo dao nên hệ số co dãn phoi hầu như không thay đổi.

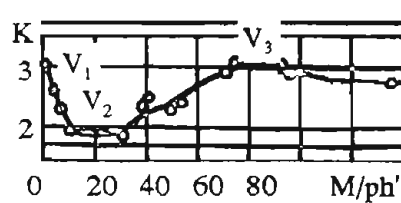
Từ những kết quả trình bày ở trên nên cắt ở vận tốc cắt cao để phoi ít bị biến dạng. Lực cắt, nhiệt cắt sẽ không quá lớn, tạo điều kiện nâng cao hiệu quả của quá trình cắt.

Ảnh hưởng của chiều dày cắt, lượng chạy dao:

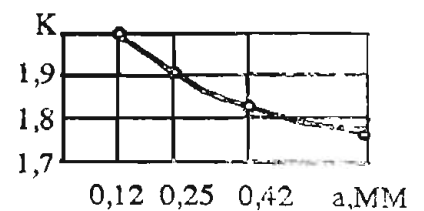
Mối quan hệ giữa K và a được biểu thị ở hình I-14b.

Trong quá trình cắt phoi bị biến dạng không đều trong bề dày a của phoi.

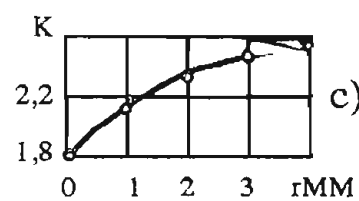
Lớp kim loại trực tiếp tiếp xúc với mặt trước của



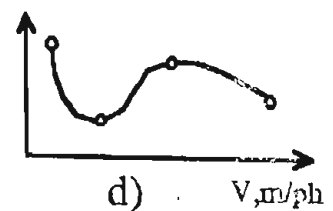
a)



b)



c)



d)

Hình I-14a,b: Ảnh hưởng của V, a, S đến co dãn phoi

dụng cụ cắt chịu ma sát lớn và nhiệt độ lớn hơn. Do vậy nó bị biến dạng nhiều hơn các lớp kim loại nằm cách xa mặt trước của dao.

Mức độ biến dạng do lan truyền theo chiều dày của phoi a giảm dần kể từ lớp kim loại ở gần mặt trước.

Mặt khác, hệ số co dãn phoi chỉ biểu thị mức độ biến dạng trung bình của phoi theo chiều dài và chiều dày.

Do vậy khi chiều dày a của phoi càng tăng, mức độ biến dạng trung bình của phoi càng giảm. Hệ số co dãn phoi sẽ giảm khi chiều dày của phoi tăng.

Chiều dày cắt liên quan với lượng chạy dao như sau :

$$a = S \cdot \sin\phi$$

S tăng a tăng.

Do đó ảnh hưởng của S tới biến dạng của phoi có cùng quy luật như ảnh hưởng của a :

★ Ảnh hưởng của các thông số hình học của dao :

- Ảnh hưởng của góc trước γ :

Đồ thị hình I-15a chỉ ra mối phụ thuộc của K với γ . γ càng lớn thì lực tác động vào quá trình tạo phoi càng có hiệu quả. Phoi hình thành dễ dàng và trượt thoát ra trên mặt trước thuận lợi.

Mặt khác khi góc γ càng lớn thì góc cắt δ càng nhỏ mũi dao dễ dàng cắt vào vật liệu, lực cắt nhỏ, phoi ít biến dạng.

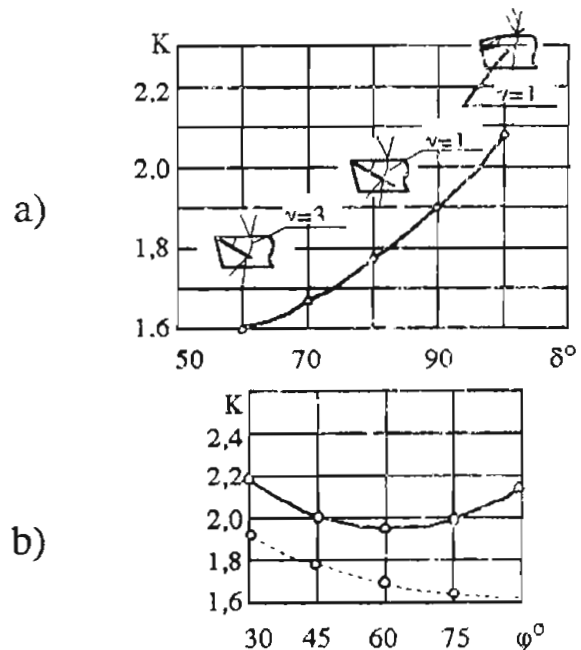
Do vậy nên γ tăng hệ số biến dạng phoi giảm.

- Ảnh hưởng của góc nhông chính ϕ

Từ quan hệ $a = A \sin\phi$. Nếu ϕ tăng thì chiều dày cắt a tăng theo. Nên biến dạng của phoi giảm, K giảm (hình I-15b).

Điều này chỉ đúng khi $r = 0$ hoặc nếu $r \neq 0$ thì $\phi \leq 60^\circ$

Nếu $\phi > 60^\circ$ thì phần cung cong ở lưỡi cắt tham gia cắt tăng lên, kim loại bị nén và chèn ép; phoi khó hình thành. Biến dạng của phoi tăng lên. Do vậy K tăng lên.



Hình I-15a, b, c : Các ảnh hưởng đến co dãn phoi

- Ảnh hưởng của bán kính mũi dao r .

Tăng bán kính mũi dao r , chiều dài đoạn cong của lưỡi cắt tăng theo. Mức độ nén kim loại tăng; hiện tượng chèn phoi tăng.

Khi tăng r góc trước tại từng điểm ở phần cong giảm so với khi lưỡi cắt thẳng.

Tất cả những yếu tố trên cùng tác động . Kết quả là khi tăng r biến dạng tăng và phoi bị biến dạng nhiều hơn. Hệ số co dãn phoi tăng như hình f-15c biểu thị.

★ Ảnh hưởng của vật liệu gia công :

Hệ số co dãn phoi K chịu ảnh hưởng của cơ lý tính vật liệu gia công.

Khi gia công các vật liệu dẻo hệ số co dãn phoi sẽ lớn hơn khi gia công các vật liệu cứng giòn (khi gia công gang, hệ số co dãn phoi K nhỏ hơn gia công thép)

Vì ở các vật liệu dẻo, lực liên kết trong nội bộ cấu trúc yếu. Dưới sự tác động của lực chúng dễ bị biến dạng nên khi cắt phoi bị biến dạng nhiều .

Hệ số co dãn phoi lớn.

★ Ảnh hưởng của vật liệu dụng cụ cắt :

Phoi được tạo ra trượt trên mặt trước của dụng cụ cắt và thoát ra ngoài. Quá trình này được đặc trưng bởi hiện tượng ma sát giữa phoi và mặt trước .

Hiện tượng ma sát này phụ thuộc vào áp lực của phoi trên mặt trước ; độ nhấp nhô trên mặt trước ; nhiệt độ vùng tiếp xúc giữa phoi và mặt trước , tương tác hoá học giữa 2 vật liệu trong vùng ma sát

Mỗi loại vật liệu được sử dụng làm dụng cụ cắt có đặc trưng riêng khi ma sát với phoi của vật liệu gia công .

Do đó ma hệ số co dãn của phoi phụ thuộc vào vật liệu dụng cụ cắt .

Tên dụ : Gia công thép bằng dao hợp kim cứng. Hệ số co dãn phoi giảm khi thành phần các bit Ti tan tăng và Coban giảm .

Hệ số co dãn phoi khi gia công thép nhỏ khi dùng T30K4 và lớn khi dùng T5K10.

Do hệ số ma sát giữa thép với HKC nhỏ hơn với thép gió , nên K nhỏ khi dùng dao HKC , K lớn khi dùng dao thép gió.

Từ trên thấy rằng : Những nghiên cứu xác định hệ số ma sát giữa vật liệu dụng cụ cắt với vật liệu gia công (trong điều kiện giống như khi cắt) là rất có ý nghĩa

★ Ảnh hưởng của dung dịch trơn nguội :

Sử dụng dung dịch trơn nguội khi cắt để :

- Giảm nhiệt độ vùng cắt .
- Giảm ma sát giữa các bề mặt tiếp xúc.

- Làm phát triển các vết nứt tế vi trong vật liệu gia công . Lực cắt , nhiệt cắt giảm

Dung dịch trong người thấm thấu vào vùng tiếp xúc giữa phổi và mặt trước. Nó làm thay đổi điều kiện ma sát giữa phổi và mặt trước. Lực ma sát giảm. Nhiệt độ vùng tiếp xúc giảm.

Do đó khi dùng dung dịch trong người hệ số biến dạng của phổi nhỏ hơn khi không dùng dung dịch trong người.

Trong từng điều kiện cat cụ thể có dung dịch trong người phù hợp làm giảm hệ số co đàn phổi.

Trên đây đã trình bày những yếu tố ảnh hưởng đến biến dạng của phổi (thông qua hệ số co đàn phổi).

Những kiến thức này, giúp chúng ta điều khiển quá trình cat sao cho phổi biến dạng ít nhất.

Biến dạng nhỏ lực tiêu hao để cat sẽ ít, nhiệt cat không lớn, góp phần nâng cao hiệu quả của quá trình cat.

II. LỰC CÁT

Như ở trên đã trình bày, để thực hiện quá trình tạo phổi khi cat dùng cụ cat phải tác động vào vật liệu gia công 1 lực nhất định. Lực này làm biến dạng vật liệu và phổi được hình thành.

Song ngược lại dụng cụ cat cũng chịu phản lực tương đương.

Nghiên cứu để thực hiện được quá trình cat mà lực phát sinh là nhỏ nhất là nhiệm vụ quan trọng.

Độ lớn và hướng tác động của lực cat quyết định công suất máy và điều kiện làm việc, tuổi bền của máy, dao, đồ gá.

Lực cat tác động vào hệ thống công nghệ, ảnh hưởng trực tiếp đến độ chính xác các chi tiết được gia công.

Lực cat cũng là yếu tố ảnh hưởng trực tiếp tới nhiệt cat. Lực và nhiệt trong quá trình cat tác động lên lớp kim loại bề mặt đã gia công, quyết định đến chất lượng lớp kim loại bề mặt gia công.

Chất lượng lớp bề mặt lại quyết định đến khả năng làm việc của chi tiết được gia công.

Do vậy nghiên cứu về lực cat có ý nghĩa rất rộng lớn.

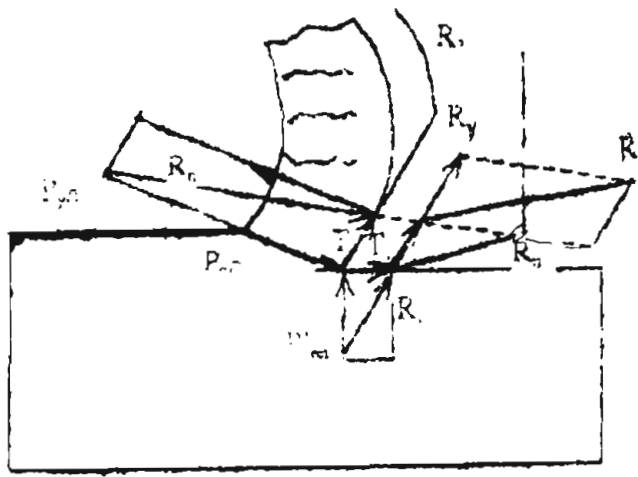
1. Nguồn gốc và các thành phần của lực cat :

a. Nguồn gốc : (Xem hình 1-16).

★ Lực cat được hình thành để làm biến dạng đàn hồi, biến dạng dẻo và phá huỷ vật liệu trong vùng tạo phổi. Nguồn gốc này được gọi là lực biến dạng để tạo phổi - F_{bd} .

★ Nguồn gốc thứ hai của lực cắt xuất phát từ quá trình ma sát giữa phoi và mặt trước của dụng cụ cắt. Lực này là lực ma sát trên mặt trước - P_{ms} .

★ Ma sát giữa mặt sau của dụng cụ cắt với bề mặt đã gia công tạo ra lực ma sát ở mặt sau của dao - P_{ms} .



Hình I-16: Nguồn gốc phát sinh lực cắt

Muốn thực hiện được quá trình cắt, dụng cụ cắt phải tác động một lực lớn hơn tổng hợp lực đòi hỏi như trên đã trình bày.

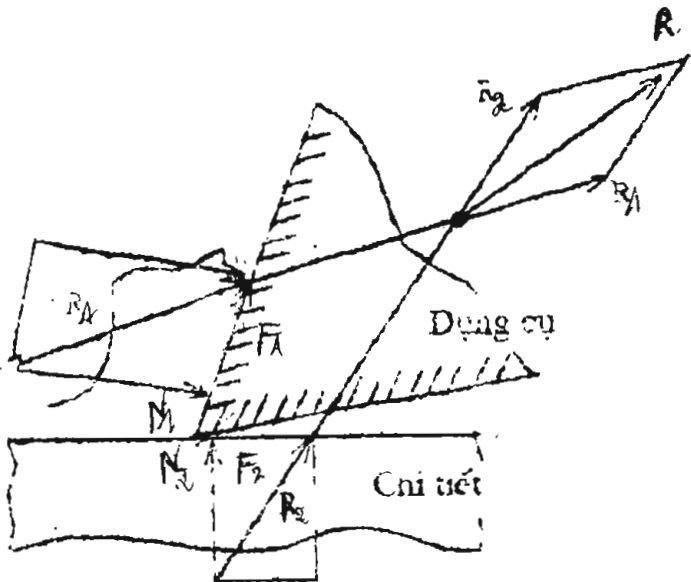
Để giảm được lực cắt, cần thiết phải nghiên cứu để thực hiện quá trình cắt mà vật liệu ít bị biến dạng, ma sát trên mặt trước và ở mặt sau của dụng cụ cắt nhỏ.

b. Các thành phần của lực cắt:

Trên hình I-17 biểu thị các lực thành phần tại từng vùng phát sinh lực.

Lực để thực hiện quá trình tạo phoi được qui chiếu và tổng hợp thành lực P biến dạng.

P biến dạng tác động vào mặt trước của dao gồm: P biến dạng đàn hồi và P biến dạng dẻo.



Hình I-17: Các thành phần của lực cắt

$$\bar{P}_{ocmt} = \bar{P}_{dh} + \bar{P}_d$$

Trên mặt trước của dao còn lực ma sát T:

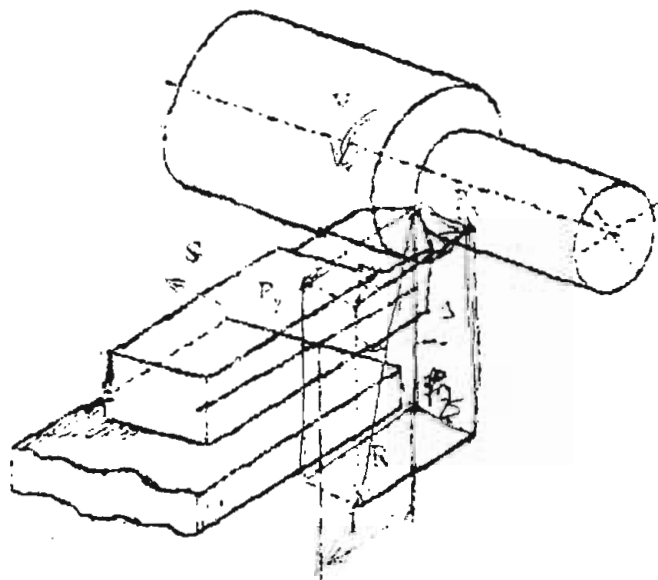
$$\bar{T} = \mu \cdot (\bar{P}_{dh} + \bar{P}_d)$$

Tổng hợp lực tác động trên mặt trước là:

$$\bar{P}_{mt} = \bar{P}_{đxit} + \bar{T}_{msmt}$$

Tác động vào mặt sau của dao bao gồm:

$$\bar{P}_{ms} = \bar{P}_{bđh} + \bar{P}_{bđl} + \bar{T}_{lms}$$



Hình I-18. Lực cắt khi tiện

$$T_1 = \mu_1 (\bar{P}_{dms} + \bar{P}_{dms})$$

Như vậy để thực hiện được quá trình cắt, dụng cụ cắt phải tác động 1 lực tổng hợp.

$$\bar{R} \geq \bar{P}_{mt} + \bar{P}_{ms}$$

Tổng hợp lực R nằm trong không gian. Gán tổng hợp lực R vào hệ tọa độ xyz có gốc tọa độ o là mũi dao.

Phân tích lực khi tiện làm điển hình.

Trục z có phương trùng với phương vận tốc cắt như biểu thị ở hình I-18.

Trục y vuông góc với đường tâm chi tiết.

Trục x song song với đường tâm chi tiết.

$$\text{Do đó ta có : } \bar{R} = \bar{P}_z + \bar{P}_y + \bar{P}_x$$

P_z lực tiếp tuyến hay là lực cắt chính. Nó có phương trùng với phương của chuyển động cắt chính; có giá trị lớn nhất so với các thành phần khác. Lực cắt P_z dùng để tính và kiểm nghiệm mô men xoắn và công suất cắt của máy.

P_z - tác động lên dụng cụ cắt và đồ gá do vậy gá lắp và dụng cụ cắt cũng phải được kiểm nghiệm theo P_z .

P_y - thành phần lực hướng kính của lực cắt. Nó có phương vuông góc với đường tâm chi tiết.

P_y - tác động vào hệ thống công nghệ máy, dao, chi tiết. Lực này là tác nhân chủ yếu ảnh hưởng tới độ chính xác và độ nhám bề mặt gia công.

P_x - lực chạy dao. Nó có phương trùng với phương chạy dao.

P_x - tác động vào dao và chi tiết vào cơ cấu chạy dao của máy.

Khi xem xét các lực tác động chú ý phân biệt lực tác động vào chi tiết và tác động vào dao.

Trọng mặt tọa độ xoy ta có :

$$\bar{P}_n = \bar{P}_x + \bar{P}_y$$

Nếu P_n trùng với phương pháp tuyến của lưỡi cắt ta có :

$$P_x = P_n \cdot \sin\varphi$$

$$P_y = P_n \cdot \cos\varphi$$

Lực tác động vào dao có giá trị bằng lực tác động vào chi tiết, song có hướng ngược lại.

Ở trên trình bày về lực tác động khi tiện . Khi thực hiện các công việc khác như phay , bào , mài v.v... chúng ta cũng áp dụng những nguyên tắc chung như trên.

Song phải vận dụng phù hợp với từng trường hợp cụ thể .

Xem xét khi phay hình I-19ab .

Thí dụ .

★ Khi phay mặt phẳng bằng dao phay trụ răng thẳng chỉ có 2 thành phần lực là :

$$\bar{R} = \bar{P}_z + \bar{P}_y$$

P lúc này bằng 0.

(Hình I-19a)

★ Khi phay mặt phẳng bằng dao phay trụ răng nghiêng có đủ 3 thành phần lực :

(Hình I-19b)

$$\bar{R} = \bar{P}_z + \bar{P}_y + \bar{P}_x$$

Tỉ số giữa các thành phần P_z , P_y , P_x thay đổi tùy theo điều kiện gia công và phương pháp gia công .

Thí dụ : Khi tiện trong những điều kiện thông thường thì quan hệ giữa các thành phần của lực cắt có thể là :

$$P_y \approx 0,4P_z$$

$$P_x \approx 0,25P_z$$

Nếu vậy : $\bar{R} = \bar{P}_z + \bar{P}_y + \bar{P}_x$

$$R = \sqrt{P_z^2 + P_y^2 + P_x^2}$$

$$R = \sqrt{P_z^2 + (0,4P_z)^2 + (0,25P_z)^2}$$

$$R = 1,12P_z$$

Từ thí dụ trên thấy rằng khi tiện, tổng hợp lực khi cắt R chỉ lớn hơn lực cắt chính P_z khoảng 12%.

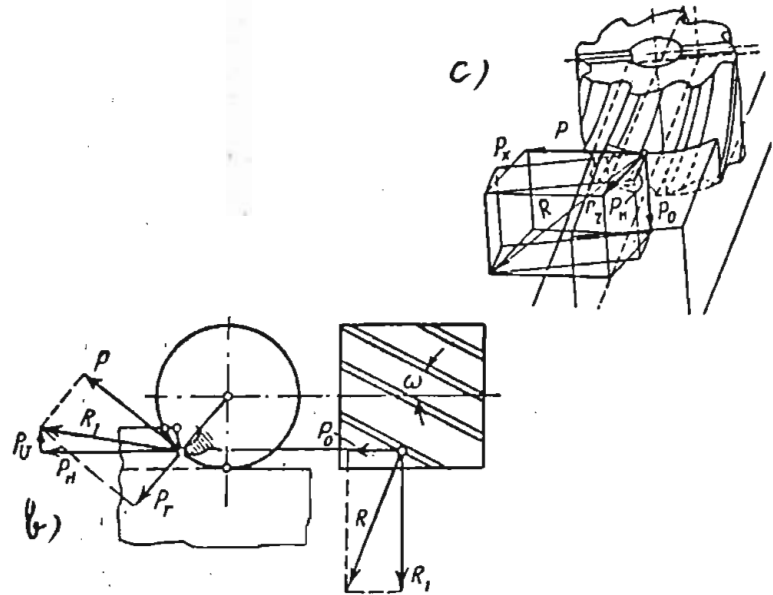
Trên đây chỉ là 1 ví dụ . Trong các trường hợp khác , phải xem xét cụ thể .

(Thí dụ khi mài nhiều trường hợp $P_y > P_z$).

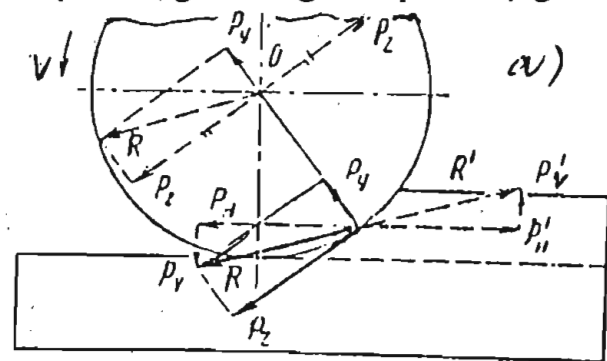
Tóm lại : - Có lực cắt mới có quá trình cắt .

- Nó có nguồn gốc phát sinh phức tạp.

- Nó tác động toàn diện vào hệ thống công nghệ (Máy - dao - gá)



Hình I-19a,b : Lực cắt khi phay



- Nó ảnh hưởng trực tiếp đến năng suất và chất lượng chi tiết khi cắt.
- Để nghiên cứu lực cắt . Phải phân tích nó ra các lực thành phần trong hệ toạ độ xyz.
- Hiểu về lực cắt, nghiên cứu về lực cắt , tìm các biện pháp giảm lực cắt luôn luôn là nhiệm vụ quan trọng .

2. Các phương pháp xác định lực cắt :

a. Xác định lực cắt thông qua tính toán :

Nhiều chuyên gia nghiên cứu để xác định lực cắt thông qua tính toán lý thuyết.

Cho đến nay có thể nêu ra những kết quả sau :

Từ kết quả nghiên cứu về ứng suất :

$$\tau_{\Phi} = \frac{R \cos(\Phi + \theta - \gamma) \sin \Phi}{ab}$$

Nếu thay $\omega = \theta - \gamma$ và $ab = St$.Ta có :

$$R = \frac{S.t.\tau_{\Phi}}{\sin \Phi . \cos(\Phi + \omega)} \quad [I-10]$$

R - lực tạo phoi.

S, t - lượng chạy dao và chiều sâu cắt .

τ_{Φ} - ứng suất tiếp trên mặt trượt

Φ - góc trượt

ω - góc tác động .

$$\text{Và :} \quad P_z = \frac{S.t.\tau_{\Phi}.\cos\omega}{\sin \Phi . \cos(\Phi + \omega)} \quad [I-11]$$

Để tính được R và P_z cần tìm mọi cách để tính được τ_{Φ} và ω .

τ_{Φ} được tìm trong mối quan hệ với cơ lý tính của vật liệu gia công hoặc theo độ cứng của phoi.

Hoặc xác định i cách gián tiếp khi so sánh công làm biến dạng vật liệu khi cắt và khi nén vật liệu trong điều kiện tương đương.

Góc tác động ω và hệ số ma sát trung bình μ được xác định nhờ hệ số co dẫn phoi K.

Một vài nhà nghiên cứu đề xuất tính lực theo độ cứng của phoi .

$$\text{Thí dụ 1} \quad P_z = 0,185 HV.K.S.t \quad [I-12]$$

K - làm hàm số phụ thuộc vào co dẫn phoi và góc trước.

HV - độ cứng của phoi .

Thí dụ 2 : Tính P_z theo công tạo phoi đơn vị xác định khi kéo vật liệu .

$$P_z = A_2 S_c t \quad [I-13]$$

$$A_2 = A \left[\frac{\xi - \sin \gamma}{\cos \gamma} + \operatorname{tg} \alpha \right] \quad [I-14]$$

$$A = \frac{0,5 \sigma_b}{1 - 1,7 \psi} \quad [I-15]$$

A_2 - công tạo phoi đơn vị.

A - độ bền chênh lệch của vật liệu khi độ lệch tương đối bằng 2,5

σ_b - giới hạn bền khi kéo.

ψ - độ co tương đối khi đứt (tính bằng %)

ξ - hệ số co dãn phoi

Để tính toán lực cắt theo các công thức nêu ra ở trên cần biết sự co dãn của phoi (được xác định bằng thực nghiệm). Hoặc phải biết các thông số cơ lý cơ bản của vật liệu gia công. Những thông số này cũng phải được xác định bằng thực nghiệm (hoặc có trong các sổ tay tra cứu về vật liệu) thí dụ như độ bền chống lệch của vật liệu v.v...)

Cần thừa nhận rằng : nhược điểm cơ bản khi sử dụng phương pháp là trong các công thức không thể biết được các mối quan hệ tương hỗ giữa các yếu tố ảnh hưởng .

Xác định lực cắt bằng phương pháp tính toán có sai số nhất định.

Mặc dù vậy những phương pháp này tạo ra cách tư duy sâu sắc về lực cắt .

b. Xác định lực cắt thông qua đo lường khi thí nghiệm :

Xác định lực cắt bằng các phép đo được sử dụng rộng rãi.

Hình I-12a,b,c,d,e biểu thị những phương pháp để chuyển đổi đại lượng cần đo là lực cắt thành các tải trọng tương ứng.

Hình I-20a : dưới sự tác động của lực , dao cụ (hoặc chi tiết gia công) bị biến dạng , có chuyển vị . Đo chuyển vị và suy ra độ lớn của lực tác động .

Hình I-20b : dưới sự tác động của lực , trên bề mặt các tinh thể áp điện xuất hiện 1 sức điện động nhất định . Đo nó và suy ra lực tác động .

Nhược điểm : đòi hỏi thiết bị chuyển đổi chỉ thị ghi cao tần .

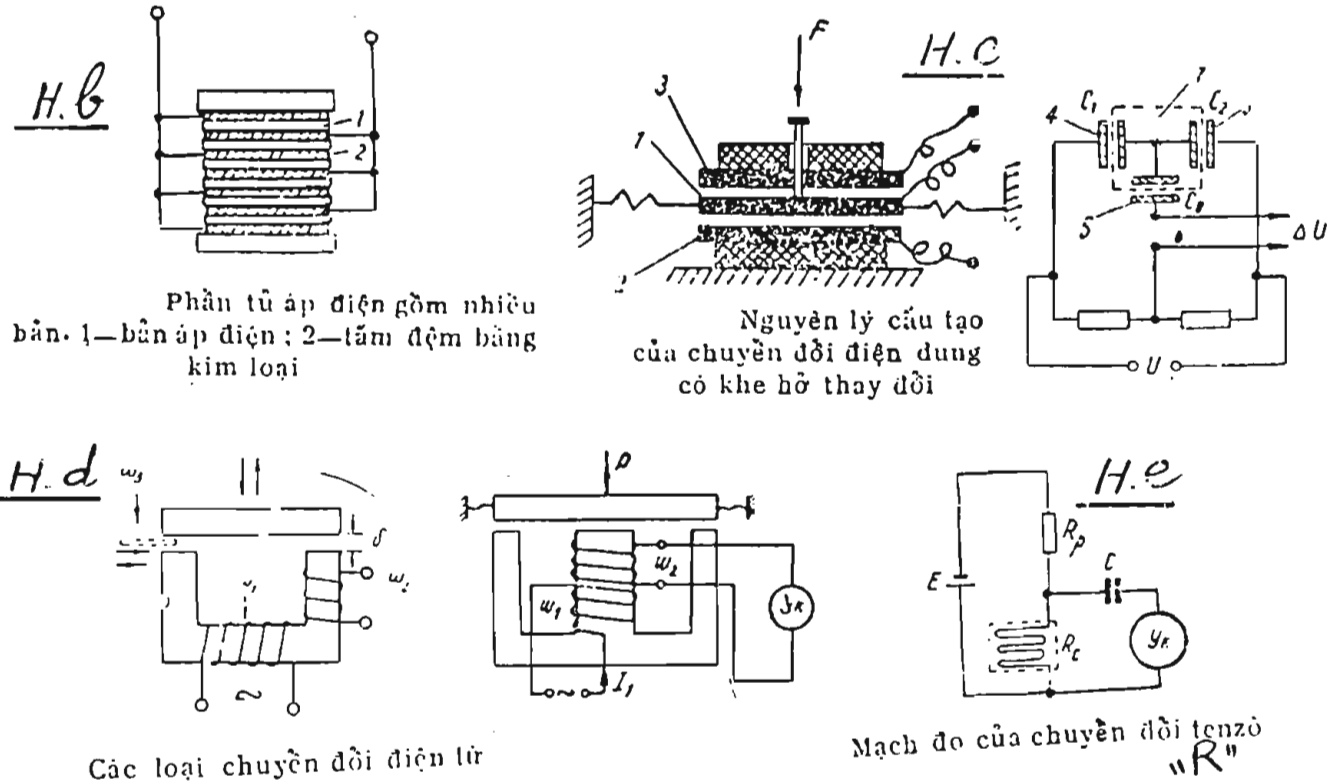
Thí dụ : dùng tinh thể áp điện là thạch anh có thể thiết kế lực kế có thông số 10KG/mm² . Phương pháp có quán tính nhỏ, dùng đo các đại lượng biến động nhanh.

Các tinh thể áp điện cho phép đo lực cắt ít chịu ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường.

Hình I-20c : biểu thị sơ đồ chuyển đổi để đo lực. Khi lực tác động, lõi sắt từ di chuyển trong lòng cuộn dây, hoặc làm giảm khe hở Δ . Xuất hiện sự biến thiên từ cảm ΔL .

Ghi nhận sự biến thiên này, ta suy ra được lực tác động.

Ở hình I-20d : biểu thị phương án dùng lực tác động làm thay đổi điện dung C của tụ điện. Khi lực tác động thay đổi, xuất hiện sự biến thiên. Thông qua mối quan hệ giữa ΔC và lực ta xác định được lực cần. Phương pháp này dùng đo các quá trình tác động nhanh, khi lực tác động nhỏ.



Hình I-20 a, b, c, d, e : Sơ đồ đo lực cắt

Ở hình I-20e : biểu thị phương pháp dùng biến cảm điện trở R dưới sự tác động của lực, xuất hiện biến thiên ΔR trong điện trở R . Căn cứ vào ΔR để suy ra lực tác động.

Ở trên đã trình bày các phương pháp cơ bản để chuyển đổi đại lượng cần đo là lực thành chuyển vị Δf thành ΔU ; ΔR ; ΔL ; ΔC . Ngoài những phương pháp đã nêu còn nhiều cách để chuyển đổi đại lượng đo là lực thành các tín hiệu khác. (Thí dụ : như dùng khí ép, dùng thủy lực, dùng quang điện v.v...)

Song để đo được lực cắt phải thực hiện các công việc theo sơ đồ khối sau đây :

Lực cắt tác động và bộ chuyển đổi . Bộ chuyển đổi biến đổi đại lượng cần đo là lực thành một trong các đại lượng thuận lợi cho đo lường là : ΔF , ΔU , ΔL , ΔC , ΔR v.v..

Như vậy là bộ chuyển đổi phát tín hiệu . Những tín hiệu này có quan hệ tỉ lệ thuận với lực tác động .

Những tín hiệu này thường yếu , không thuận lợi khi sử dụng . Phải dùng bộ khuếch đại tương ứng (theo R, L, C, v.v...) phù hợp.

Những tín hiệu đã được khuếch đại được chuyển tới thiết bị chỉ thị.

Thiết bị chỉ thị có thể là mili ampe kế ; mili vol mét; dao động kí v.v..

Để xác định độ lớn của lực biến thiên nhanh trong quá trình cắt theo thời gian , nói thiết bị chỉ thị tới thiết bị ghi và lưu kết quả .

Độ chính xác , mức độ ổn định của hệ thống đo lực phụ thuộc vào việc tính toán thiết kế cụ thể của từng khối trong sơ đồ nêu trên.

Đây là lĩnh vực đo lường phức tạp và quan trọng .

Muốn hiểu biết sâu phải tham khảo các tài liệu chuyên khảo riêng.

Các nhà khoa học nghiên cứu về lực cắt , đã thành lập các công thức để tính lực cắt ; lập các bảng tra cứu cần thiết kèm theo.

Những kết quả nghiên cứu này được áp dụng mang lại hiệu quả lớn.

Để thiết lập được công thức tính lực cắt cho 1 phương pháp gia công cắt gọt nào đó.

$$\text{Thí dụ : } P_z = C_{P_z} \cdot S^{y_{Pz}} \cdot t^{x_{Pz}} \cdot \Sigma K$$

Trước đây người ta phải cố định các yếu tố ảnh hưởng . Chỉ làm thí nghiệm với 1 biến số (thí dụ : khi thí nghiệm chỉ thay đổi S)

Để tìm được mối quan hệ cụ thể giữa các yếu tố ảnh hưởng đến P_z phải làm rất nhiều thí nghiệm để đo lực.

Nay nhờ phương pháp kế hoạch hoá thực nghiệm khoa học, việc thành lập công thức để tính lực cắt thuận lợi và giảm tiện hơn nhiều (có những tài liệu tham khảo riêng về vấn đề này).

3. Những yếu tố ảnh hưởng đến lực cắt :

a. Ảnh hưởng của chế độ cắt :

★ Ảnh hưởng của chiều sâu cắt t :

Chiều sâu cắt t không ảnh hưởng đến chiều dày cắt a vì $a = S \cdot \sin \varphi$. Song thay đổi t sẽ làm thay đổi chiều rộng lớp cắt . Vì :

$$b = \frac{t}{\sin \varphi} \text{ do đó } t \text{ tăng làm } b \text{ tăng.}$$

Kết quả là diện tích lớp cắt $F = axb$ tăng khi tăng chiều sâu cắt t . Thể tích khối kim loại bị biến dạng tăng.

Do vậy khi t tăng lực cắt tăng.

$$\begin{cases} P_z = C_{P_z} t^{z_{pz}} \\ P_y = C_{P_y} t^{y_{py}} \\ P_x = C_{P_x} t^{x_{px}} \end{cases}$$

Giá trị của các hệ số $C_{P_z}, C_{P_x}, C_{P_y}$ phụ thuộc điều kiện gia công cụ thể.

Số mũ y, z - biểu thị mức độ ảnh hưởng của t tới P_z, P_y, P_x .

Trị số của các hệ số và số mũ có trong các tài liệu tra cứu.

★ Ảnh hưởng của lượng chip dao S .

Tăng S thì a tăng, diện tích lớp cắt tăng; thể tích kim loại bị biến dạng tăng. Lực cắt tăng.

Mặt khác a tăng; biến dạng trung bình của phoi thể hiện qua hệ số co dẫn phoi giảm. Lực cắt giảm.

Hai tác động kể trên bù trừ nhau. Kết quả là khi tăng S lực cắt tăng song mức độ ảnh hưởng nhỏ hơn ảnh hưởng của t .

★ Ảnh hưởng của tốc độ cắt V :

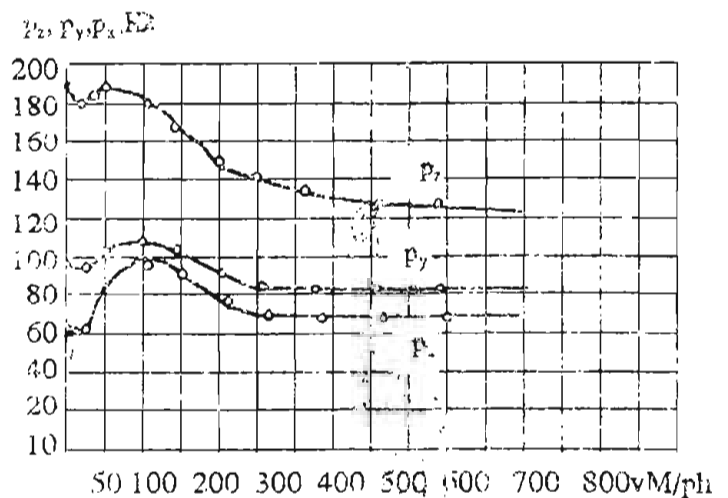
Ảnh hưởng của tốc độ cắt V đến lực cắt biểu thị ở hình I-21.

Khi tăng tốc độ cắt đến V_1 lực cắt giảm vì ở vùng tốc độ này (thường nhỏ) xuất hiện leo dao. γ thực tế tăng, góc cắt thực tế δ giảm. Lực cắt có giá trị nhỏ nhất ở tốc độ cắt mà leo dao là lớn nhất.

Tiếp tục tăng tốc độ cắt từ V_1 đến V_2 , leo dao giảm và

không có điều kiện hình thành lực cắt tăng. ở vùng tốc độ cắt này ma sát μ giữa phoi và mặt trước của dao tăng góp phần làm tăng lực cắt.

Tiếp tục tăng lực cắt lớn hơn V_2 lực cắt giảm dần và tiến tới ổn định.



Hình I-21: Ảnh hưởng của tốc độ cắt đến lực cắt

Lý do chủ yếu là ở tốc độ cắt cao nhiệt cắt tác động mạnh, làm giảm cơ lý tính của lớp vật liệu gia công và thay đổi quá trình ma sát giữa phoi và mặt trước làm hệ số ma sát μ giảm. Lực cắt giảm.

Tăng tốc độ cắt đến giới hạn nhất định (từ V_2) Nhiệt cắt ổn định quá trình ma sát ổn định. Lực cắt biến đổi ít và hầu như không thay đổi.

Các giá trị của V_1 ; V_2 ; V_3 phụ thuộc vào vật liệu gia công, vật liệu làm dao và các yếu tố khác của quá trình cắt.

Có thể biểu thị quan hệ giữa lực cắt và tốc độ cắt như sau :

$$P_z = \frac{C_{Pz}}{V^{n_1}}; \quad P_y = \frac{C_{Py}}{V^{n_2}}; \quad P_x = \frac{C_{Px}}{V^{n_3}}$$

$C_{Pz}; C_{Py}; C_{Px}$ - hệ số phụ thuộc vào điều kiện gia công.

$n_1; n_2; n_3$ - số mũ biểu thị mức độ ảnh hưởng của V tới P_z, P_y, P_x .

Thí dụ : Khi gia công thép bằng dao HKC :

$$n_1 = 0,1+0,26; \quad n_2 = 0,18+0,30; \quad n_3 = 0,22+0,40$$

b. Ảnh hưởng của thông số hình học của dụng cụ cắt.

★ Ảnh hưởng của góc trước γ :

Lực cắt sẽ giảm khi tăng góc trước γ . Vì tăng γ hệ số co rút phoi giảm. Góc tác động ω của lực tác động có giá trị thuận lợi cho quá trình tạo phoi. Tăng γ làm góc cắt δ giảm. Mũi dao dễ cắt vào kim loại. Tăng γ làm phoi dễ trượt và thoát ra khỏi vùng cắt.

Kết quả nghiên cứu cho thấy khi tăng γ lực P_x, P_y giảm nhiều hơn P_z .

★ Ảnh hưởng của góc sau α :

Khi cắt lớp kim loại trên bề mặt đã gia công bị biến dạng. Dao đi qua, lớp kim loại này dần hồi ngược trở lại. Nó ép sát vào mặt sau của dao. Quá trình ma sát giữa mặt sau của dao với lớp kim loại trên bề mặt vừa gia công hình thành. Lực ma sát xuất hiện làm tăng lực cắt.

Khi tăng góc sau, diện tích tiếp xúc giảm. Lực ma sát giảm. Do vậy lực cắt giảm khi α tăng.

★ Ảnh hưởng của góc nghiêng chính φ (hình I 22)

- Xét trường hợp bán kính mũi dao $r = 0$

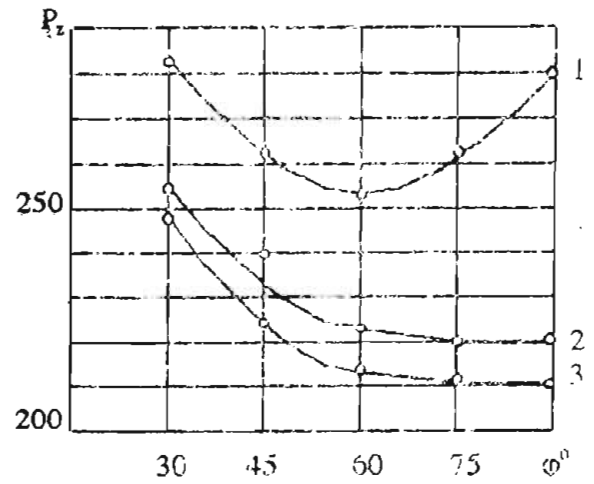
Từ công thức $a = S \cdot \sin \varphi$. Khi tăng góc φ (thường ở các dao cụ φ có giá trị lớn nhất là 90°), thì $\sin \varphi$ tăng; a tăng. Chiều dày lớp cắt a tăng, hệ số biến dạng của phoi giảm. Tổng biến dạng giảm và lực cắt giảm. (song thực nghiệm cho thấy P_z, P_y giảm; P_x tăng ít; song tổng quát là lực cắt giảm.

- Xét trường hợp $f \neq 0$

Ở trường hợp này khi φ tăng lực cắt giảm. Lý do như đã giải thích ở trường hợp $r = 0$.

Song ở đây vì $r \neq 0$, nên phải kể đến ảnh hưởng của bán kính mũi dao đến lực cắt.

Khi $r \neq 0$ mà φ tăng từ 30° đến 60° ảnh hưởng của r không nhiều. Lực cắt vẫn giảm



Hình I-22: Ảnh hưởng của φ đến lực cắt

Song nếu tiếp tục tăng φ từ 60° đến 90° ảnh hưởng của r rõ rệt. Phần cong của lưỡi cắt tham gia cắt tăng nhanh, phoi bị chèn ép mạnh hơn, biến dạng tăng. Kết quả cuối cùng là khi $r \neq 0$ tăng φ từ 60° đến 90° lực cắt tăng.

Song vì :

$$P_x = F \cdot \sin \varphi; P_y = P \cdot \cos \varphi$$

Do đó mà khi tổng lực cắt P tăng nhưng khi tăng φ , $\sin \varphi$ tăng làm P_x tăng; $\cos \varphi$ lại giảm nên P_y lại giảm.

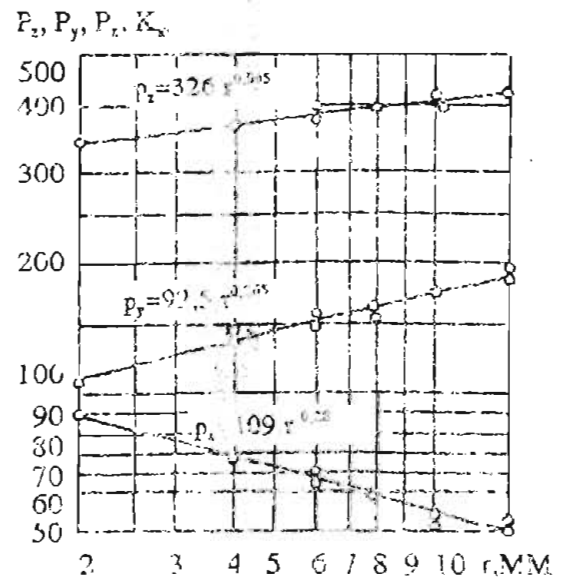
Vì P_y là yếu tố ảnh hưởng nhiều đến rung động khi cắt. Nên tăng φ để giảm P_y là 1 trong các biện pháp chống rung động trong quá trình cắt.

★ Ảnh hưởng của bán kính mũi dao r (Hình I-23):

Khi r tăng, chiều dài đoạn cong của lưỡi cắt tham gia cắt tăng lên. Hiện tượng chèn ép phoi tăng, biến dạng tăng và lực cắt tăng. (P_z và P_y tăng)

Trên hình I-23 P_x giảm khi r tăng.

Song tổng quát là r tăng P tăng; r là bán kính mũi dao.



Hình I-23: Ảnh hưởng của r đến lực cắt

$$P_z = C_{P_z} \cdot r^{x_1}; \quad P_y = C_{P_y} \cdot r^{x_2}; \quad P_x = C_{P_x} \cdot r^{x_3}$$

Các nghiên cứu cho thấy :

$$x_1 < x_2 \quad (\text{thí dụ } x_1 = 0,1; x_2 = 0,3)$$

Như vậy ảnh hưởng của r đến lực P_y là lớn nhất. r càng lớn P_y càng lớn.

Như vậy để giảm tác động của P_y đến rung động và độ chính xác, độ nhấp nhô bề mặt gia công, cần giảm P_y . Muốn thế phải tăng φ (như trên đã nói) và giảm r như vừa xét.

★ Ảnh hưởng của góc nâng λ :

Khi tăng góc λ từ -5° đến $+5^\circ$, P_z thay đổi không đáng kể; P_y tăng và P_x giảm.

Để giảm tác động xấu của P_y đến rung động và chất lượng chi tiết nên sử dụng góc λ nhỏ.

Cần chú ý khi λ nhỏ độ bền của lưỡi cắt giảm.

c. Ảnh hưởng của vật liệu gia công đến lực cắt:

Vật liệu gia công khác nhau có cơ lý tính khác nhau, có tương tác hoá học khác nhau trong vùng tiếp xúc.

Các vật liệu khác nhau có mức độ biến dạng khác nhau khi cắt; có quá trình hình thành nhiệt cắt khác nhau, chịu tác động của nhiệt cắt khác nhau, có quá trình ma sát với vật liệu làm dao khác nhau, chịu ảnh hưởng của môi trường làm lạnh và bôi trơn khác nhau.

Bởi vậy khi cắt các vật liệu khác nhau, lực cắt sẽ rất khác nhau.

Cho đến nay, ảnh hưởng của vật liệu gia công đến lực cắt được nghiên cứu khá sâu sắc.

Trong rất nhiều thông số của vật liệu gia công, các nghiên cứu tập trung xác định ảnh hưởng của giới hạn bền và độ cứng của vật liệu gia công đến lực cắt.

Khi kể đến ảnh hưởng của vật liệu gia công đến lực cắt, phải đưa hệ số vật liệu vào công thức tính lực.

Hệ số K_{VLGC} được xác định như sau:

Để tính toán lực có các công thức xây dựng trên cơ sở lấy vật liệu chuẩn là T45 và gang xám.

Thép 45: có $\sigma_b = 750 \text{ N/mm}^2$

Gang xám: có HB = 190.

Khi xác định lực cắt cho các vật liệu có σ_b hoặc độ cứng HB; khác với các giá trị chuẩn trên, phải tính hệ số ảnh hưởng K_{VLGC} .

Khi gia công thép: $K_{VLGC} = \left(\frac{\sigma_b}{750} \right)^{n_{pl}}$

$$\text{Khi gia công gang xám : } K_{VLGC} = \left(\frac{HB}{190} \right)^{n_{p2}}$$

$$\text{Khi gia công gang dẻo : } K_{VLGC} = \left(\frac{HB}{150} \right)^{n_{p3}}$$

σ_b , HB là các giá trị về giới hạn bền và độ cứng của vật liệu gia công.

n_{p1} , n_{p2} , n_{p3} là các số mũ chỉ mức độ ảnh hưởng của vật liệu gia công so với vật liệu chuẩn (khi xây dựng công thức tính lực ban đầu). Các giá trị này có trong bảng tra cứu.

Thí dụ : Gia công vật liệu thép chưa tôi.

$$\text{Khi } \sigma_b \leq 550\text{N/mm}^2 \text{ thì } n_{p1} = 0,35$$

$$\text{Khi } \sigma_b > 550\text{N/mm}^2 \text{ thì } n_{p1} = 0,75$$

Nói chung thì lực cắt khi gia công thép lớn hơn lực cắt khi gia công gang.

Khi gia công các vật liệu có σ_b và HB lớn hơn thì lực sẽ lớn hơn.

d. Ảnh hưởng của vật liệu dụng cụ cắt đến lực cắt :

Thay đổi vật liệu của dụng cụ cắt làm thay đổi hệ số ma sát. Do vậy mà lực cắt sẽ thay đổi.

Trong vùng tiếp xúc của phoi với mặt trước và mặt sau với vật liệu gia công (dưới sự tác động của nhiệt cắt và lực cắt) xảy ra mối tương tác hoá lý phức tạp giữa các nguyên tử cấu tạo nên 2 loại vật liệu tiếp xúc. Việc hình thành rồi phá huỷ các mối tương tác này (hiện tượng dính , khuyếch tán v.v...) cũng ảnh hưởng tới lực cắt.

Thí dụ : lực cắt khi dùng dao thép gió lớn hơn khi dùng dao hợp kim cứng khoảng 10% ÷ 20%.

Do vậy khi xuất hiện 1 loại vật liệu dụng cụ mới , nên xác định hệ số ma sát giữa nó với các vật liệu gia công (trong môi trường tương tự khi cắt) để chỉ ra lĩnh vực sử dụng tối ưu.

e. Ảnh hưởng độ mòn của dao đến lực cắt :

Trong khi cắt , dưới sự tác động của lực cắt , nhiệt cắt dụng cụ cắt bị mòn.

Dao bị mòn trên mặt trước và ở mặt sau.

Phoi trượt trên mặt trước làm mòn mặt trước. Vết mòn có dạng vết lõm trên mặt trước. Góc γ lúc này tăng làm lực cắt giảm. Song γ tăng, vết lõm gần lưỡi cắt chính sâu dần. Độ bền cơ học của lưỡi cắt chính và nhất là ở mũi dao giảm dần và lưỡi cắt bị phá huỷ

Khi này γ giảm nhanh và có thể có giá trị âm. Lực cắt tăng nhiều.

Mòn theo mặt sau làm góc sau giảm dần đến bằng 0. Ma sát ở mặt sau tăng. Lực cắt tăng đáng kể nhất là P_y .

Khi dao mòn ở mặt sau h_s (độ mòn theo mặt sau) đạt tới giá trị nhất định, quá trình cắt phải dừng lại.

Vì lực cắt lúc này tăng quá lớn.

Tóm lại : Khi tổng hợp các ảnh hưởng có thể khẳng định mòn tăng lực cắt tăng.

g. Ảnh hưởng của dung dịch trơn nguội tới lực cắt :

Dung dịch trơn nguội sử dụng khi cắt nhằm mục đích :

- Giảm nhiệt độ cắt .
- Giảm ma sát giữa các bề mặt tiếp xúc.
- Kích thích các vết nứt tế vi có trong vùng biến dạng , giảm lực biến dạng .

Trong từng trường hợp cụ thể có dung dịch trơn nguội phù hợp để có lực cắt nhỏ nhất

Khi gia công thép dùng dung dịch trơn nguội có thể giảm lực cắt từ 5%÷20%.

Cần lưu ý rằng, ở tốc độ cao dung dịch trơn nguội khó thấm thấu vào vùng tiếp xúc (vì lượng không khí do mũi tiết hoặc dao cụ quay nhanh tạo ra áp lực lớn cản trở dung dịch trơn nguội xâm nhập vào vùng cắt ,

Lúc này cần phương pháp phun rưới dung dịch trơn nguội phù hợp.

Nghiên cứu nguồn gốc phát sinh và các yếu tố ảnh hưởng đến lực cắt để tìm các biện pháp giảm lực cắt , nâng cao hiệu quả quá trình cắt là rất cần thiết.

Để xác định lực cắt khi tiện thường dùng các công thức tổng quát sau :

$$P_z = C_{P_z} \cdot t^{x_{P_z}} \cdot S^{y_{P_z}} \cdot V^{n_{P_z}} \cdot K_{P_z}$$

$$P_y = C_{P_y} \cdot t^{x_{P_y}} \cdot S^{y_{P_y}} \cdot V^{n_{P_y}} \cdot K_{P_y}$$

$$P_x = C_{P_x} \cdot t^{x_{P_x}} \cdot S^{y_{P_x}} \cdot V^{n_{P_x}} \cdot K_{P_x}$$

$C_{P_z}, C_{P_y}, C_{P_x}$ là các hệ số phụ thuộc vào điều kiện gia công và dạng gia công .

(Dạng gia công : tiện ngoài, tiện trong tiện mặt đầu, cắt đứt v.v... Điều kiện gia công : vật liệu gì : gang hay thép . Dao cụ gì : thép gió hay HKC v.v...)

t - chiều sâu cắt (mm)

S - lượng chạy dao (mm/vòng)

V - tốc độ cắt (m/ph)

Các số mũ x, y, n chỉ mức độ ảnh hưởng của t, s, v đến lực cắt .

K - hệ số ảnh hưởng . $K = K_{VLGC} \cdot K_{\varphi} \cdot K_{\gamma} \cdot K_{\alpha} \cdot K_{\lambda} \cdot K_r \cdot K_{hs} \cdot K_{LLBT} \dots$

K_{VLGC} - hệ số tính đến ảnh hưởng của vật liệu gia công .

K_{φ} - hệ số ảnh hưởng của góc φ .

$K_{\gamma}, K_{\alpha}, K_{\lambda}$ - hệ số ảnh hưởng của góc γ , và α, λ .

K_r - hệ số ảnh hưởng của bán kính đầu dao.

K_{hs} - hệ số ảnh hưởng của độ mòn mặt sau .

K_{LLBT} - hệ số ảnh hưởng của làm lạnh bôi trơn.

Tất cả những hệ số và số mũ trong công thức tính lực cắt có trong các số tay tra cứu.

III. HIỆN TƯỢNG NHIỆT TRONG QUÁ TRÌNH CẮT

Nhiệt phát sinh trong quá trình cắt tác động đến :

- Dụng cụ cắt : Nhiệt cắt làm giảm độ cứng , độ bền cơ học , tăng độ mòn, ảnh hưởng xấu đến khả năng cắt .

- Vật liệu gia công : Nhiệt cắt làm nóng chi tiết gia công , gây biến dạng nhiệt , độ chính xác gia công giảm.

Nhiệt cắt gây biến đổi cấu trúc kim loại lớp bề mặt , tạo ra ứng suất dư kéo, tác động xấu đến chất lượng lớp vật liệu bề mặt chi tiết.

- Tác động vào hệ thống công nghệ (Máy - Dao - Chi tiết) .

Nhiệt cắt làm hệ thống công nghệ biến dạng, ảnh hưởng xấu đến năng suất và chất lượng khi cắt gọt.

- Nhiệt lượng phát sinh khi cắt lớn, thì công cơ học tiêu hao cho quá trình cắt sẽ lớn.

Từ những lý do trên, mong muốn khi cắt nhiệt cắt nhỏ.

Nghiên cứu về nhiệt cắt , tìm biện pháp giảm nhiệt độ cắt có ý nghĩa lớn về lý luận và thực tiễn.

Giảm nhiệt cắt cho phép tăng năng suất cắt , tăng độ chính xác hình học chi tiết và tăng chất lượng về cơ lý tính lớp bề mặt , giảm độ mòn của dụng cụ cắt .

Cuối cùng giảm nhiệt cắt cho phép nâng cao hiệu quả của quá trình cắt nói chung.

1. Nguồn sinh nhiệt và sự phân bố nhiệt cắt :

a. Nguồn sinh nhiệt .

Tổng nhiệt lượng phát sinh trong vùng cắt được hình thành từ các thành phần sau :

$$Q = Q_{bd} + Q_{mst} + Q_{mss}$$

Q_{bd} - nhiệt lượng sinh ra tương đương với công làm biến dạng vật liệu trong vùng tạo phoi.

Q_{mst} - nhiệt lượng sinh ra tương đương với công ma sát của phoi với mặt trước.

Q_{mss} - nhiệt lượng sinh ra tương đương với công ma sát giữa mặt sau của dụng cụ cắt với bề mặt đã gia công của chi tiết.

Những trung tâm sinh nhiệt biểu thị ở hình I-24.

Nếu cho rằng toàn bộ công cơ học dùng để thực hiện quá trình cắt biến thành nhiệt năng sẽ có :

$$Q = \frac{P_z \cdot V}{427} \left(\frac{\text{Kcal}}{\text{ph}} \right)$$

427 - đương lượng nhiệt.

Các thí nghiệm xác định Q chỉ ra rằng không phải toàn bộ công cơ học khi cắt biến thành nhiệt năng.

Một phần công cơ học bị tiêu hao để làm biến dạng mạng tinh thể, tạo thành thế năng trong các lớp vật liệu bị biến dạng khi cắt.

Khi kể đến hiện tượng này, có thể viết :

$$Q = \frac{P_z \cdot V}{427} \cdot \alpha \left(\frac{\text{Kcal}}{\text{ph}} \right)$$

α là hệ số đặc trưng cho phần cơ năng tổn hao tạo thế năng (biến dạng mạng tinh thể) trong các lớp vật liệu bị biến dạng khi cắt . (Thường nhỏ có thể bỏ qua).

Như vậy khi cắt nếu đo được lực P_z , biết tốc độ cắt , hoàn toàn có thể tính gần đúng nhiệt lượng phát sinh trong vùng cắt .

b. Phân bố nhiệt cắt :

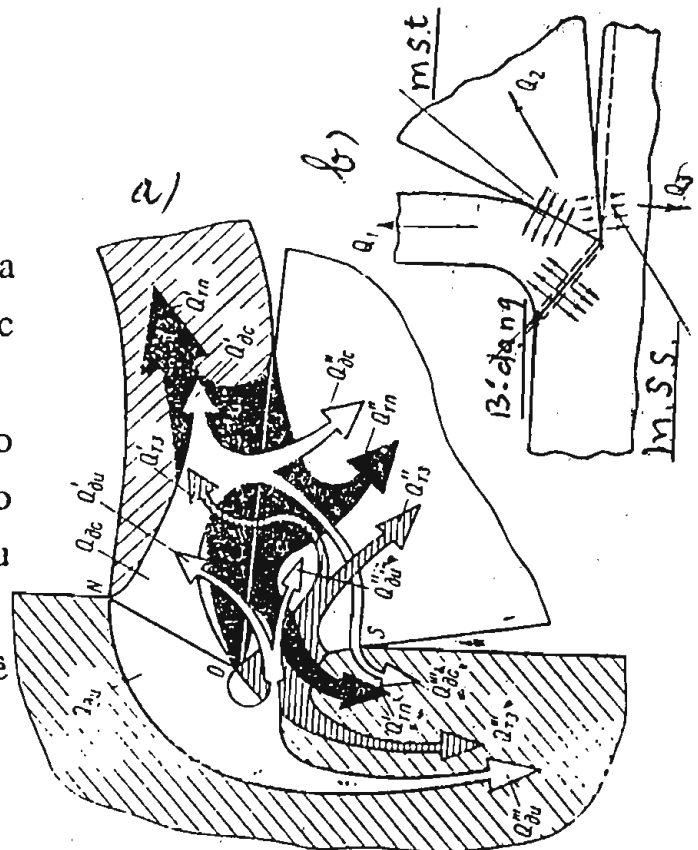
Để điều khiển tác động của nhiệt cắt nhằm giảm tác động xấu, cần nghiên cứu sự phân bố nhiệt lượng phát sinh.

Căn cứ vào qui luật truyền nhiệt có :

$$Q = Q_f + Q_{ct} + Q_d + Q_{mt}$$

Tổng nhiệt lượng phát sinh trong vùng cắt được truyền vào phoi, chi tiết, dao và môi trường (hình I-25).

Q_f - nhiệt lượng truyền vào phoi (khoảng 50%-80%).



Hình I-24 · Các trung tâm sinh nhiệt

Q_{ct} - nhiệt lượng truyền vào chi tiết (khoảng 3%-10%).

Q_d - nhiệt lượng truyền vào dao (khoảng 10%-40%).

Q_{mt} - nhiệt lượng truyền vào môi trường (khoảng 1%-5%)

Khi nghiên cứu sự truyền nhiệt cần phân tích để tìm biện pháp sao cho nhiệt lượng truyền nhiều vào phoi và môi trường.

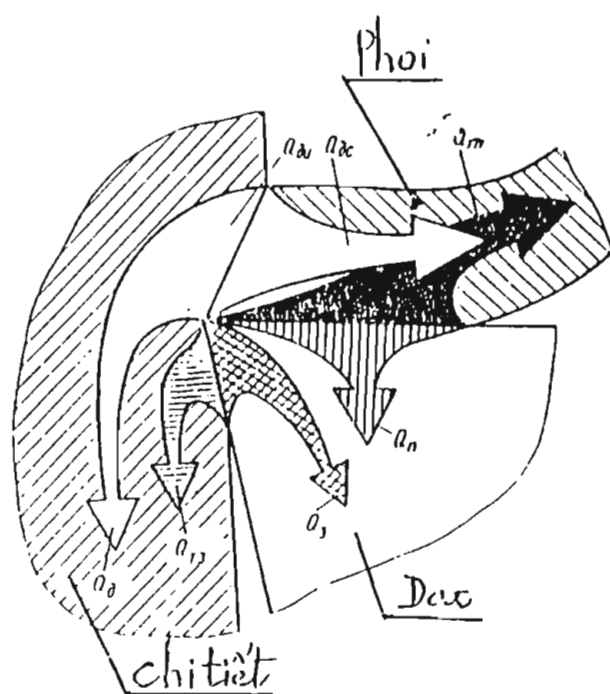
Nhiệt lượng truyền vào chi tiết và dao càng ít càng có lợi cho quá trình cắt .

Thực tế cho thấy rằng ; nhiệt lượng do biến dạng ở vùng tạo phoi LOM cơ bản làm nóng phoi . Phần nhỏ hơn truyền vào mặt trước của dao. Mặt trước của dao bị nung nóng đến nhiệt độ cao còn do ma sát giữa nó với phoi .

Ma sát ở mặt sau của dao với bề mặt đã gia công sinh nhiệt. Nhiệt lượng này truyền vào dao và chi tiết nhiều hay ít tùy thuộc vào độ dẫn nhiệt của chúng.

Nhiệt lượng truyền vào môi trường lớn làm giảm nhiệt độ vùng cắt.

Do đó dùng dung dịch trơn nguội vừa làm giảm ma sát , giảm nhiệt lượng phát sinh và dẫn nhiệt ra khỏi vùng cắt làm giảm nhiệt độ vùng cắt .



Hình 1-25 : Sự truyền nhiệt trong vùng cắt

2. Trường nhiệt độ :

Nghiên cứu trường nhiệt độ để xác định nhiệt độ tại từng điểm trong dao, trong phoi và trong chi tiết.

Thông qua trường nhiệt độ biết được điểm nào, vùng nào chịu nhiệt độ lớn nhất. Tìm biện pháp giảm nhiệt độ

Trường nhiệt độ trong dao cụ giúp giải thích bản chất quá trình mòn.

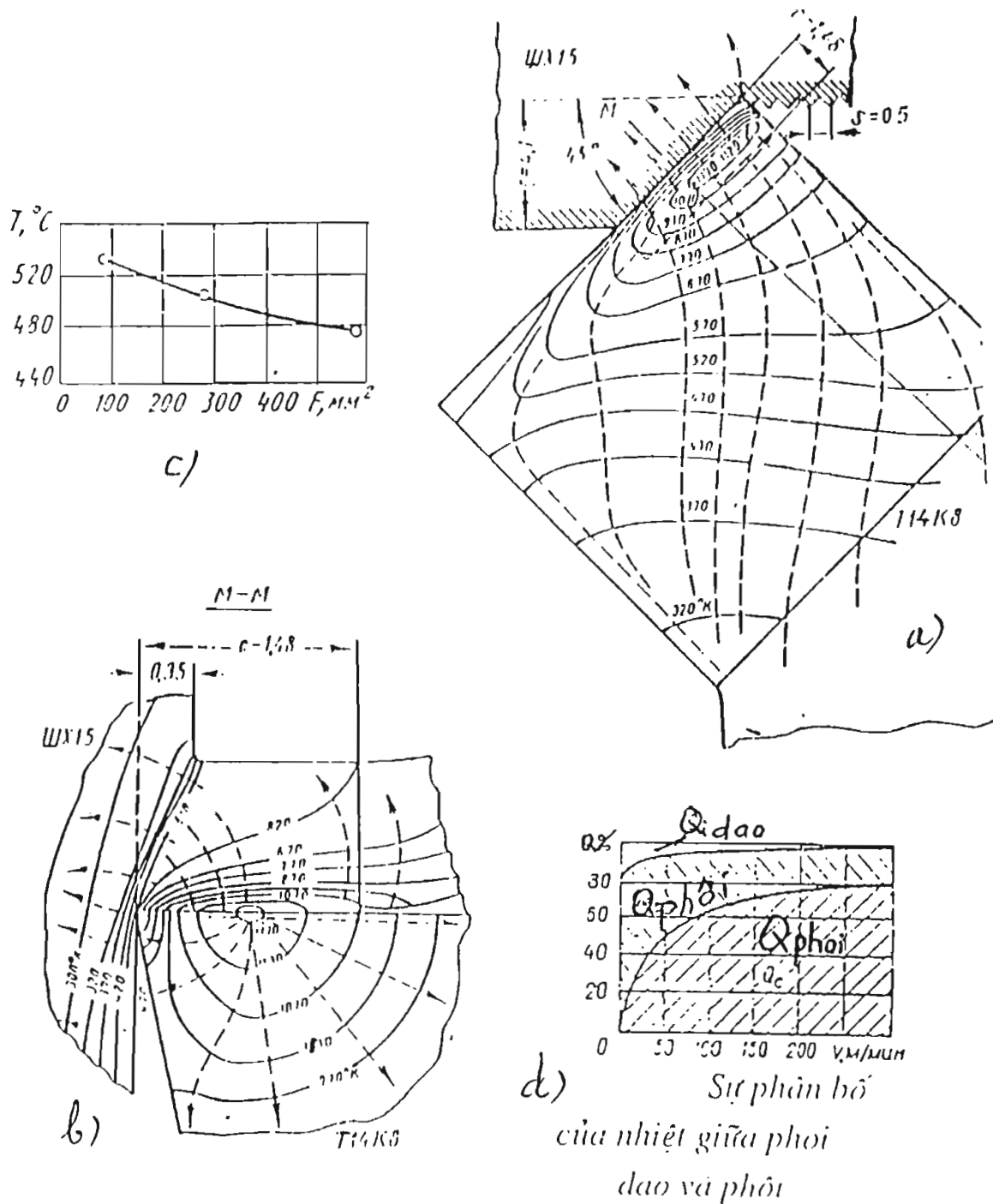
Trường nhiệt độ trong lớp bề mặt chi tiết giải thích chất lượng bề mặt và khả năng làm việc của lớp bề mặt này sau gia công .

Ở hình 1-26 a, b biểu thị trường nhiệt độ trong vùng cắt khi tiện.

Ở hình 1-27 a, b chỉ ra sự phân bố nhiệt độ ở mặt trước và mặt sau mũi khoan.

Nhiệt độ lớn nhất nằm ở gần mũi dao 600°K (hình 1-26a) và ở trung tâm áp lực trên mặt trước 1120°K (hình 1-26c).

Khi xác định trường nhiệt độ tìm được các đường đẳng nhiệt (có cùng nhiệt độ) và chiều giảm dần của nhiệt độ theo hướng K, n và m (hình 1-26a)



Hình I-26 a, b, c Trường nhiệt độ trong vùng cắt

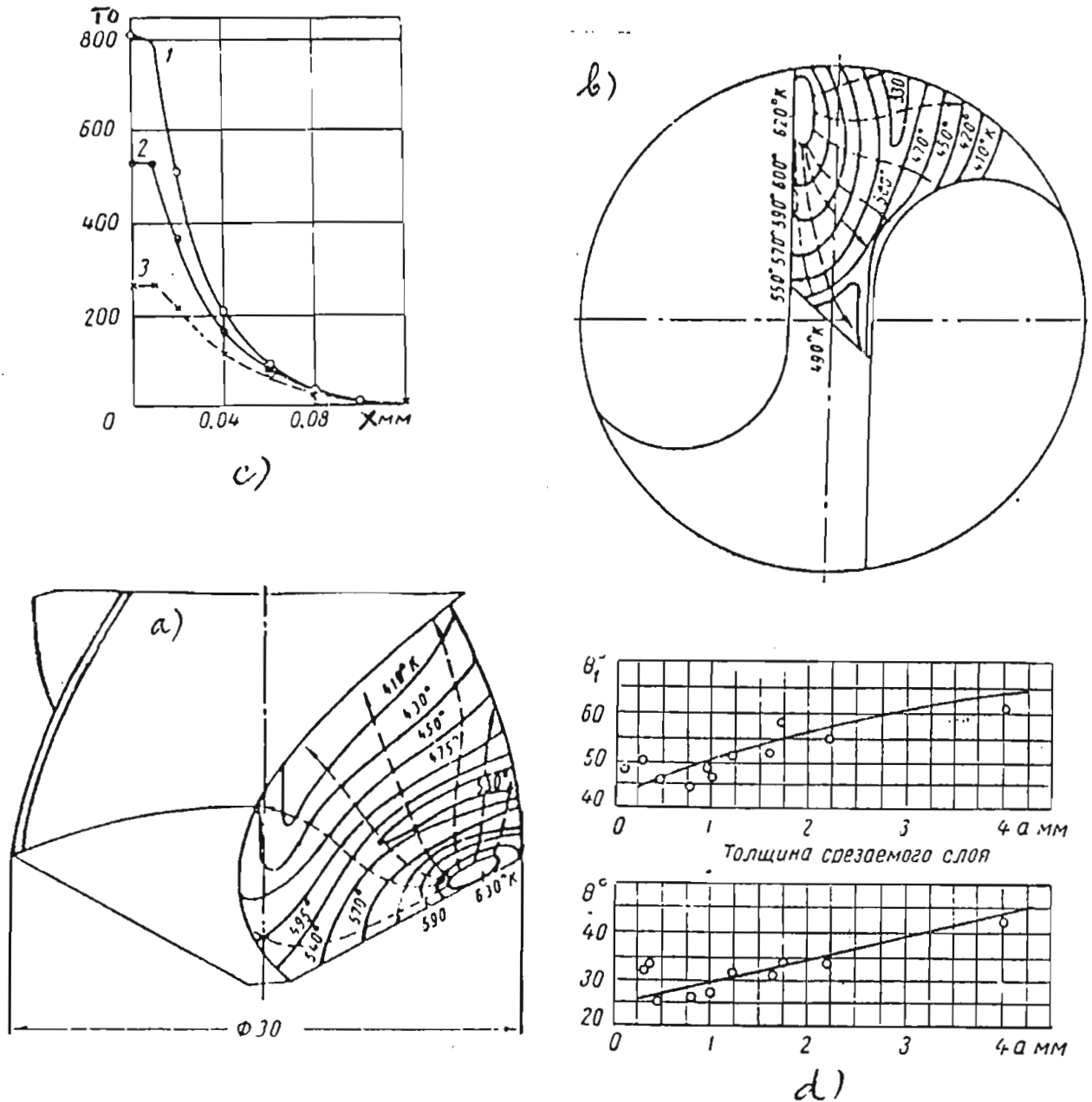
Ở mặt trước của mũi khoan (hình I-27a) có vùng nhiệt cao nhất 630°K . Sau đó nhiệt độ giảm dần đến 410°K .

Ở mặt sau có vùng nhiệt độ cao 620°K và giảm dần đến 410°K ở gần cuối mặt sau (hình I-27b).

Nhờ việc xác định trường nhiệt độ biết được có vùng trên mặt trước của dao chịu nhiệt độ 1120°K và có thể lớn hơn nữa . Điều này giải thích tại sao có vết mòn lõm trên mặt trước của dao.

Trường nhiệt độ trên chi tiết cho biết trên bề mặt có thể có nhiệt độ 670°K và giảm dần. Điều này lý giải cơ lý tính của lớp bề mặt chi tiết sẽ thay đổi và không đồng nhất trong lớp vật liệu bề mặt chi tiết sau gia công .

Những nghiên cứu về trường nhiệt độ phức tạp, song cung cấp nhiều cơ sở khoa học để điều khiển nhiệt cắt nhằm nâng cao tuổi bền dụng cụ cắt và chất lượng bề mặt gia công.



Hình 1-27 a,b : Trường nhiệt độ ở mặt trước và mặt sau mũi khoan

Để xác định trường nhiệt độ, sử dụng những phương pháp sau:

a. Phương pháp đo trực tiếp:

- Dùng các chất chỉ thị mẫu quét lên mặt bên của phôi, của dao. Khi có nhiệt tác động, chỉ thị màu thay đổi màu sắc. Qua đó xác định nhiệt độ tại từng điểm của từng vùng. Phương pháp này có độ chính xác thấp, không xác định được nhiệt độ bên trong vật nghiên cứu

- Đưa đầu ngẫu nhiệt vào từng điểm cân đo để xác định nhiệt độ từng điểm. Theo kết quả xây dựng trường nhiệt độ. Phương pháp này phức tạp, song cho độ chính xác cao hơn.

- Căn cứ vào sự biến đổi cấu trúc tinh thể của vật liệu để nhận biết độ lớn của nhiệt độ tác động tại từng lớp, từng vùng.

b. Phương pháp tính toán trường nhiệt độ :

Phương pháp này tiến hành trên cơ sở những căn cứ sau :

★ Căn cứ vào phương trình vi phân về sự truyền nhiệt :

$$C\gamma \frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[\lambda(\theta) \frac{\partial \theta}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\lambda(\theta) \frac{\partial \theta}{\partial y} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[\lambda(\theta) \frac{\partial \theta}{\partial z} \right]$$

Tính được nhiệt độ θ tại điểm có tọa độ x, y, z tại thời điểm t đang xét.

$\lambda(\theta)$ - hệ số dẫn nhiệt của vật liệu ở nhiệt độ θ .

C - nhiệt dung.

Phương trình này cho biết từ gốc tọa độ O có nhiệt độ θ Sau thời gian t giây tại điểm có tọa độ x, y, z có nhiệt độ là bao nhiêu.

★ Căn cứ thứ 2 : dựa vào tổng nhiệt lượng phát sinh Q xác định nguồn nhiệt tác động vào dao vào chủ tiết vào phoi và môi trường. Qua đó biết nhiệt lượng tác động vào từng vật thể trong vùng tiếp xúc. Sau đó tiếp hành xác định tính chất của nguồn nhiệt ứng với từng trường hợp cụ thể (hình 1-28a).

Nguồn nhiệt là 1 điểm tác động tức thời vào vật thể. Lúc này biểu thức trường nhiệt độ có dạng :

$$\theta(x, y, z, t) = \frac{q}{\lambda \sqrt{\omega} (4\pi t)^{3/2}} \cdot \exp \left[\frac{-R^2}{4\omega t} \right]$$

$\theta(x, y, z, t)$ - nhiệt độ của điểm có tọa độ x, y, z tại thời điểm t sau, từ có nguồn nhiệt q tác động tại tọa độ X_u, Y_u, Z_u .

q - nhiệt lượng tác động (Kal)

$$R = \sqrt{(X_u - X)^2 + (Y_u - Y)^2 + (Z_u - Z)^2}$$

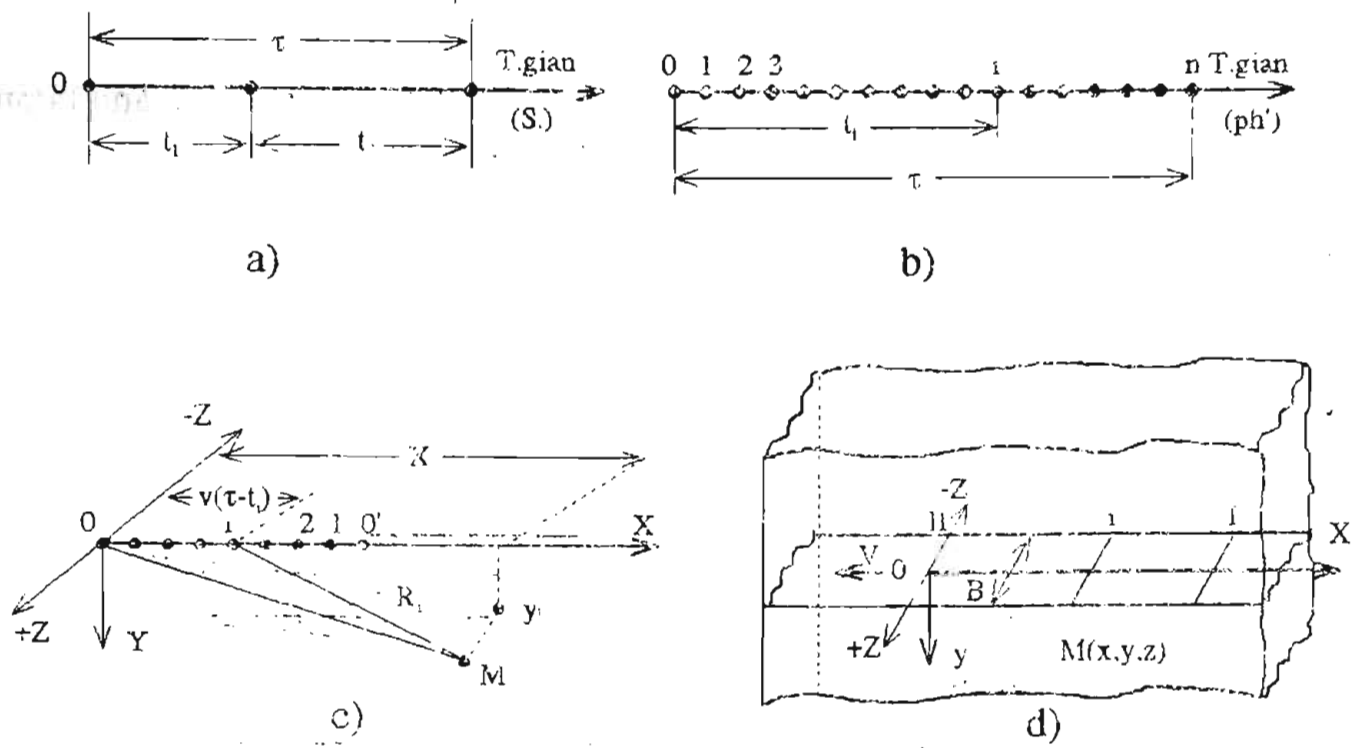
R - khoảng cách từ nguồn nhiệt đến điểm đang xét.

λ - hệ số dẫn nhiệt (không phụ thuộc vào nhiệt độ) Kal/cm.gy.°C

ω - hệ số dẫn nhiệt độ của vật thể đang xét (cm²/gy)

$$\left[\frac{-R^2}{4\omega t} \right] \text{ ký hiệu là : } e^{\frac{-R^2}{4\omega t}}$$

Với cách đặt vấn đề trên, xác định được trường nhiệt độ.



Hình 1-28 a,b,c,d : Các dạng nguồn nhiệt phát sinh khi cắt

Bài toán phức tạp hơn khi :

- Nguồn nhiệt là đường thẳng , mặt phẳng , có hình khối , tác động tức thời (hình 1-28b)

- Nguồn nhiệt tác động liên tục (hình 1-28c)

- Nguồn nhiệt chuyển động (hình 1-28d).

Ứng với mỗi dạng nguồn nhiệt có những bài toán phù hợp để xác định trường nhiệt độ .

Để giải các phương trình vi phân về trường nhiệt độ cần có những điều kiện ban đầu và điều kiện biên phù hợp.

Thí dụ : Điều kiện ban đầu là nhiệt độ của các vật thể tham gia quá trình cắt bằng nhau và bằng 0.

Điều kiện biên thí dụ như : cho trước quy luật phân bố với các giá trị bằng số cụ thể của nguồn nhiệt tác động .

Cho trước hệ số trao đổi nhiệt giữa các bề mặt của các vật thể và môi trường bao quanh.

Cho rằng ở các bề mặt trên vật thể nằm cách xa nguồn nhiệt, có nhiệt độ không đổi và bằng nhiệt độ của môi trường xung quanh v.v...

Trên đây chỉ giới thiệu nội dung cơ bản của phương pháp tính toán trường nhiệt độ khi cắt .

Nghiên cứu các tài liệu chuyên khảo [10, 11 . 12] mới có khả năng hiểu sâu và vận dụng có hiệu quả để xác định trường nhiệt độ trong dao, trong chi tiết gia công và trong phoi.

Có rất nhiều nghiên cứu về trường nhiệt độ khi mài. Vì nhiệt mài ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng các bề mặt ma sát hình thành sau mài.

3. Những nhân tố ảnh hưởng đến nhiệt cắt :

a. Ảnh hưởng của chế độ cắt .

★ Ảnh hưởng của tốc độ cắt : (hình I-29)

Khi tăng tốc độ cắt nhiệt lượng phát sinh tăng.

$$Q = \frac{P_z \cdot V}{427} \text{ Kcal}$$

Từ biểu thức trên thấy rằng tốc độ cắt V tăng Q tăng và nhiệt độ vùng cắt tăng theo. Song nhiệt độ không tăng tỉ lệ với tốc độ như nhiệt lượng Q .

Quan hệ giữa nhiệt độ và tốc độ cắt biểu thị bằng biểu thức :

$$\theta = C_1 \cdot V^u$$

θ - nhiệt độ cắt

C_1 - hệ số phụ thuộc vào điều kiện gia công .

u - số mũ biểu thị mức độ ảnh hưởng của tốc độ cắt đến nhiệt độ cắt .

$$(u = 0,26 \div 0,72).$$

Khi tăng tốc độ cắt , lực cắt P_z giảm . Do đó tăng V , nhiệt lượng Q tăng ít (vì P_z giảm) nên nhiệt độ cắt tăng không nhiều .

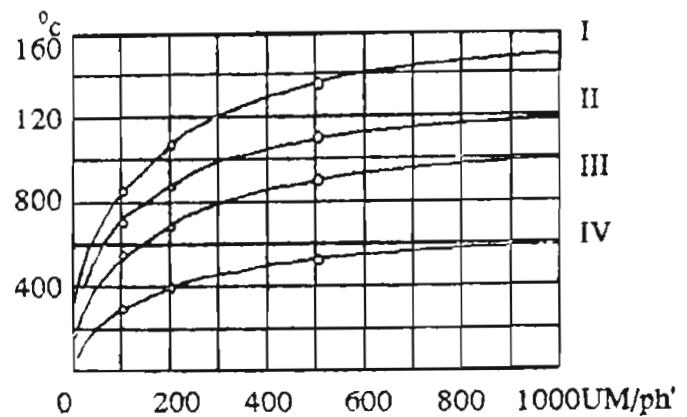
Mặt khác khi tăng V hệ số ma sát giữa phoi với mặt trước giảm.

Điều này góp phần giải thích tăng tốc độ cắt mà nhiệt độ cắt tăng không nhiều .

★ Ảnh hưởng của lượng chạy dao S (hình I-30)

S tăng chiều dày lớp cắt a tăng vì : $a = S \cdot \sin \phi$. Diện tích lớp cắt tăng. Trong một đơn vị thời gian khối lượng kim loại bị biến dạng tăng. Lực tăng, nhiệt lượng phát sinh tăng. Kết quả là nhiệt cắt tăng.

Mặt khác S tăng , trung tâm áp lực trên mặt trước lùi xa lưỡi cắt . Diện tích



Hình I-29: Ảnh hưởng của tốc độ cắt đến nhiệt độ vùng cắt

tiếp xúc giữa phoi và mặt trước tăng. Điều kiện dẫn nhiệt ra khỏi vùng cắt được cải thiện.

Do đó S tăng, nhiệt độ cắt tăng ít.

Quan hệ giữa nhiệt độ cắt và S được biểu thị như sau :

$$\theta = C_2 \cdot S^n$$

C_2 - hệ số phụ thuộc vào điều kiện gia công.

n - số mũ biểu thị mức độ ảnh hưởng của S tới θ . ($n = 0,13 \div 0,45$)

★ Ảnh hưởng của chiều sâu cắt t (hình I-31)

Tăng t khối lượng kim loại bị biến dạng tăng. Lực tăng, nhiệt lượng phát sinh tăng.

$$\text{Song vì : } b = \frac{t}{\sin \varphi}$$

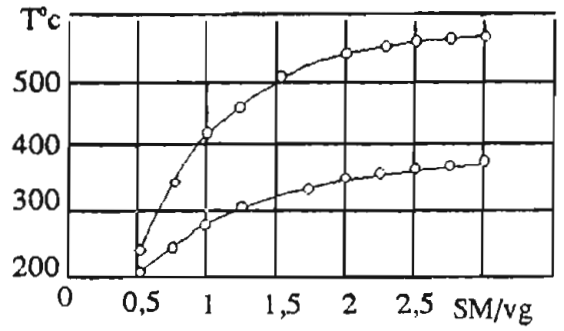
Tăng t, b tăng theo. Chiều dài lưỡi cắt chính tham gia cắt tăng. Điều kiện thoát nhiệt tốt hơn.

Vì thế tăng t, nhiệt cắt tăng. (chiều sâu cắt tăng 2 lần song nhiệt cắt chỉ tăng khoảng 7%).

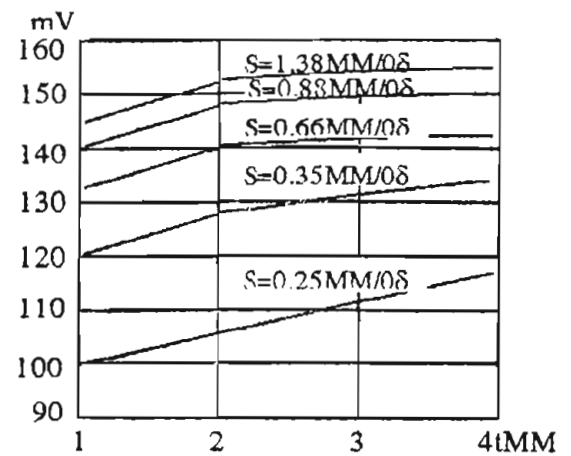
$$\theta = C_3 \cdot t^\xi$$

ξ - số mũ biểu thị ảnh hưởng của t tới nhiệt cắt. ($\xi \approx 0,1$)

Khi xem xét ảnh hưởng của V, S, t đến nhiệt cắt thấy rằng : số mũ $u > n > \xi$
Điều này chỉ ra rằng tốc độ cắt ảnh hưởng nhiều nhất đến nhiệt độ cắt.

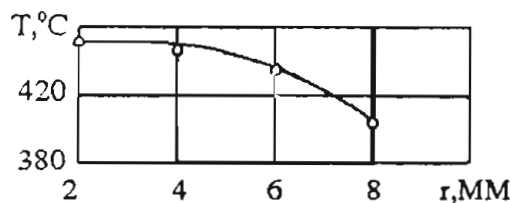
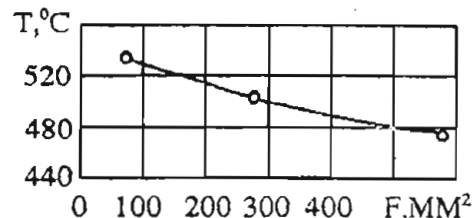
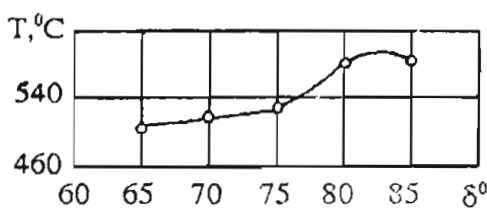


Hình I-30 : Ảnh hưởng của S đến θ



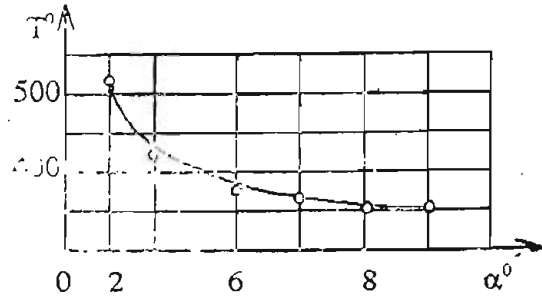
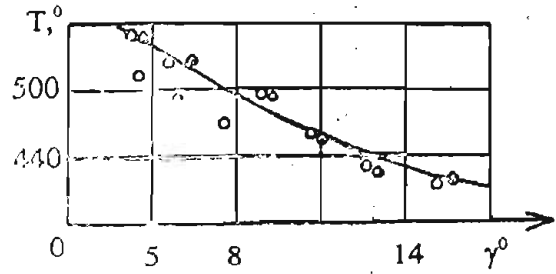
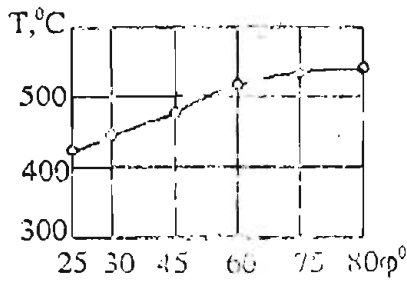
Hình I-31 : Ảnh hưởng của t đến θ

b. Ảnh hưởng của thông số hình học của dao (hình I-32a,b,c)



Hình I-32 a,b,c : Ảnh hưởng của thông số hình học của dao đến nhiệt cắt.

★ Ảnh hưởng của góc trước γ và góc sau α (hình I-33a,b)



Hình I-33 a, b, c : Ảnh hưởng của γ và α đến nhiệt độ cắt

Tăng góc γ góc sắc β giảm, dao dễ cắt vào vật liệu , phoi dễ thoát, biến dạng giảm, lực giảm và nhiệt độ giảm.

Song tăng γ thể tích đầu dao giảm , dẫn nhiệt kém đi.

Hai tác động kể trên bù trừ lẫn nhau. Cuối cùng là tăng γ nhiệt độ cắt giảm ít.

Ảnh hưởng của góc sau α biểu thị ở hình I-33b.

Tăng α , ma sát giảm, nhiệt độ giảm, khối lượng đầu dao giảm làm dẫn nhiệt kém.

Cuối cùng tăng α nhiệt độ cắt giảm chậm.

★ Ảnh hưởng của góc nghiêng φ (hình I-33c)

Khi tăng góc φ chiều dày cắt a tăng vì $a = S \cdot \sin \varphi$. a tăng hệ số co dẫn phoi giảm , biến dạng giảm, nhiệt độ cắt giảm.

Song φ tăng b giảm vì : $b = \frac{t}{\sin \varphi}$ lúc này chiều dài lưỡi cắt chính tham gia cắt giảm. Điều kiện thoát nhiệt kém đi.

Vì những lí do trên khi tăng φ nhiệt độ cắt tăng không nhiều .

★ Ảnh hưởng của bán kính mũi dao r :

Tăng bán kính mũi dao, phoi bị chèn ép, khó thoát ra khỏi vùng cắt . Biến dạng tăng, lực tăng, nhiệt độ cắt tăng.

Ngược lại, khi bán kính mũi dao tăng chiều dài cung tiếp xúc giữa lưỡi cắt và vật liệu gia công tăng. Khả năng dẫn nhiệt ra khỏi vùng cắt tăng. Nhiệt độ cắt giảm.

Yếu tố dẫn nhiệt ra khỏi vùng cắt tăng có ưu thế hơn.

Kết quả là tăng bán kính mũi dao nhiệt độ cắt giảm.

★ Ảnh hưởng của vật liệu làm dao :

Vật liệu dụng cụ cắt ảnh hưởng đến nhiệt độ cắt thông qua hệ số ma sát với vật liệu gia công và độ dẫn nhiệt, nhiệt dung của nó.

Thí dụ : độ dẫn nhiệt của Y8÷Y12 là $\lambda = 0,083 \frac{\text{Kal}}{\text{cm.gy.}^\circ \text{C}}$

BK8 là $\lambda = 0,130 \frac{\text{Kal}}{\text{cm.gy.}^\circ \text{C}}$

Kim cương là $\lambda = 0,34 \frac{\text{Kal}}{\text{cm.gy.}^\circ \text{C}}$

Các vật liệu dụng cụ cắt kể trên có hệ số dẫn nhiệt rất khác nhau (chênh nhau 3÷4 lần) . Do vậy độ dẫn nhiệt của vật liệu dụng cụ cắt ảnh hưởng nhiều đến nhiệt độ vùng cắt .

★ Ảnh hưởng của vật liệu gia công :

Khi cắt giới hạn bền, độ cứng, thành phần hoá học của vật liệu ảnh hưởng nhiều đến lực cắt và ma sát . Nó quyết định lực cắt và tất nhiên là nhiệt lượng phát sinh và cuối cùng là ảnh hưởng đến nhiệt độ vùng cắt .

Độ dẫn nhiệt của vật liệu gia công càng lớn thì nhiệt độ vùng cắt càng nhỏ.

Cơ lý tính của vật liệu gia công càng lớn, nhiệt độ vùng cắt càng cao.

★ Ảnh hưởng của dung dịch trơn nguội :

Dung dịch trơn nguội làm giảm hệ số ma sát ; kích thích các vết nứt tế vi phát triển làm công cần cho quá trình cắt giảm. Dung dịch trơn nguội dẫn nhiệt ra khỏi vùng cắt .

Với những tác động trên dung dịch trơn nguội làm giảm đáng kể nhiệt độ vùng cắt (có thể giảm 10%÷15% nhiệt độ cắt khi sử dụng dung dịch trơn nguội hợp lý).

Tổng hợp những tác động trên, công thức thực nghiệm xác định nhiệt độ vùng cắt có dạng :

$$\theta = C_\theta \cdot V^u \cdot t_s^\xi \cdot K_\theta$$

C_θ - hệ số phụ thuộc vào điều kiện gia công .

u, ξ, n - số mũ biểu thị mức độ ảnh hưởng của chế độ cắt .

K_θ - hệ số tính đến ảnh hưởng của thông số hình học phần cắt , vật liệu v.v...

4. Các phương pháp xác định nhiệt cắt

Nội dung các phương pháp xác định nhiệt khi cắt bao gồm những vấn đề cơ bản sau :

- Xác định tổng nhiệt lượng phát sinh .
- Xác định sự phân bố nhiệt lượng tác động vào dao, vào chi tiết, vào phoi và môi trường.
- Xác định nhiệt độ trung bình vùng cắt .
- Xác định trường nhiệt độ trong dao, trong chi tiết.

Có rất nhiều công trình nghiên cứu xác định tổng nhiệt lượng phát sinh khi cắt .

Thí dụ :

- ★ Xác định nhiệt lượng phát sinh do ma sát của phoi với mặt trước tạo ra .

$$Q_{mst} = 0,039 F_{mst} \frac{V}{K} \left(\frac{\text{Kal}}{\text{gy}} \right)$$

F_{mst} - lực ma sát của phoi trên mặt trước .

V - tốc độ cắt .

K - hệ số co rút phoi ($K > 1$)

- ★ Xác định nhiệt lượng phát sinh do ma sát giữa mặt sau và bề mặt đã gia công .

$$Q_{mss} = 0,975 \cdot 10^{-6} \sigma_b V \cdot b \cdot l_s$$

- ★ Nhiệt lượng do vật liệu bị biến dạng sinh ra

$$Q_{bd} = 0,39 \frac{V}{K} [P_{z0}(K - \sin \gamma) - P_{NO} \cos \gamma] \cdot \left(\frac{\text{Cal}}{\text{gy}} \right)$$

$P_{z0} = P_z - F_{mss}$.

$P_{NO} = P_N - N_s$.

P_z - lực cắt chính (lực cắt vòng tiếp tuyến)

P_N - lực cắt tác động vùng góc với mặt trước .

N_s - lực tác động vuông góc vào mặt sau .

- ★ Tổng nhiệt lượng trên gân băng :

$$Q = \frac{P_z \cdot V}{427} \left(\frac{\text{KCal}}{\text{ph}} \right)$$

Để xác định nhiệt lượng chứa trong phoi có thể dùng phương pháp sau :

Thực hiện quá trình cắt , cho toàn bộ phoi rơi vào nước . Dựa vào mức độ tăng nhiệt độ của nước tính được nhiệt độ trung bình của phoi theo biểu thức :

$$\theta_{\text{phoi}} = \theta_h + \frac{T_n(\theta_h - \theta_n)}{T_f \cdot C_f}$$

θ_{phoi} - nhiệt độ trung bình của phoi.

θ_h - nhiệt độ của hỗn hợp nước và phoi.

θ_n - nhiệt độ ban đầu của nước.

T_f - trọng lượng phoi.

C_f - nhiệt dung của phoi.

Khi biết được nhiệt độ trung bình của phoi và trọng lượng phoi, tính được nhiệt lượng chứa trong phoi.

Kết quả nghiên cứu xác định sự phân bố nhiệt lượng như sau :
(Thí nghiệm cắt vật liệu 40X, dao tiện hợp kim cứng).

- Ở tốc độ cắt thấp < 50m/ph .

Nhiệt vào phoi → 45% ; vào chi tiết → 50%

Nhiệt vào dao → 2,5% ; vào môi trường → 2,5%

- Ở tốc độ cao > 50m/ph

Nhiệt vào phoi → 75% ; vào chi tiết → 22%

Nhiệt vào dao → 1,5% ; vào môi trường → 1,5%

Tăng vận tốc cắt nhiệt truyền vào phoi tăng, vào chi tiết giảm.

Ở trên đã trình bày giải bài toán truyền nhiệt để xác định nhiệt độ tại từng điểm trong dao, phoi, chi tiết.

Để nghiên cứu nhiệt độ cắt còn dùng các phương pháp đo nhiệt độ bằng ngẫu nhiệt.

Nguyên lý làm việc của ngẫu nhiệt như sau : (hình I-34)

Hai loại vật liệu A và B có thành phần hoá học khác nhau được hàn với nhau tại C.

Khi nung nóng điểm C, trong mạch xuất hiện sức điện động (Dòng nhiệt điện)

Thông qua dụng cụ đo xác định được độ lớn của sức điện động này.

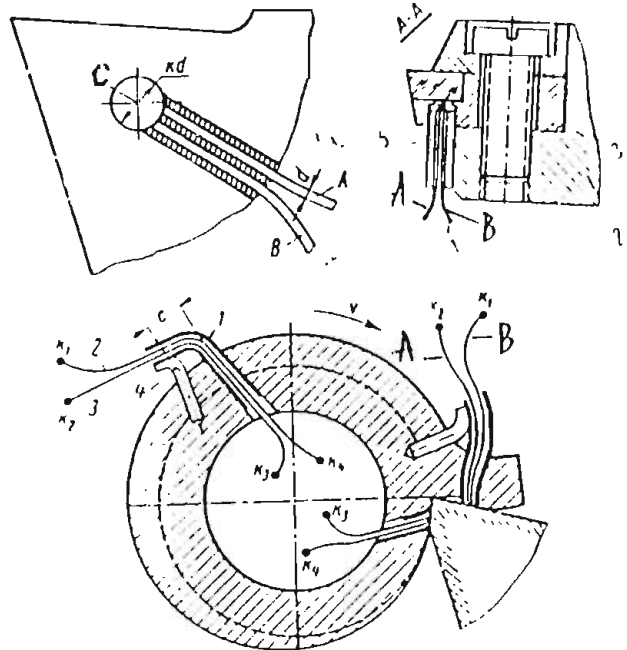
Chọn các đôi vật liệu phù hợp để chúng có đặc tính tuyến tính, tỉ lệ thuận giữa nhiệt độ tác động và sức điện động.

Xây dựng đồ thị biểu thị mối quan hệ tuyến tính này của cặp ngẫu nhiệt.

Đưa đầu C của cặp ngẫu nhiệt vào điểm cần đo nhiệt độ. Nối hai dây dẫn A và B với dụng cụ đo. Căn cứ vào chỉ số của đồng hồ đo, so với đồ thị đã xây dựng biết được nhiệt độ tại điểm cần đo.

Ứng dụng nguyên lý trên, trong cắt kim loại thường sử dụng các sơ đồ đo nhiệt độ cắt sau :

Ở hình I-35 biểu thị trường hợp dùng ngẫu nhiệt tự nhiên để đo nhiệt độ trung bình vùng cắt Ở đây vật liệu A một nhánh của ngẫu nhiệt là vật liệu gia



Hình I-34 : Nguyên lý làm việc của ngẫu nhiệt kế để đo nhiệt độ

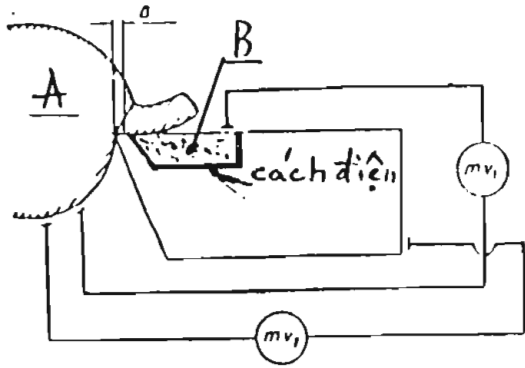
công . Vật liệu B - nhánh thứ 2 của ngẫu nhiệt là vật liệu dụng cụ cắt . Đầu C của ngẫu nhiệt tự hình thành khi dao cắt vào chi tiết (tiếp xúc với chi tiết)

Phương pháp đơn giản đo được nhiệt độ trung bình vùng cắt .

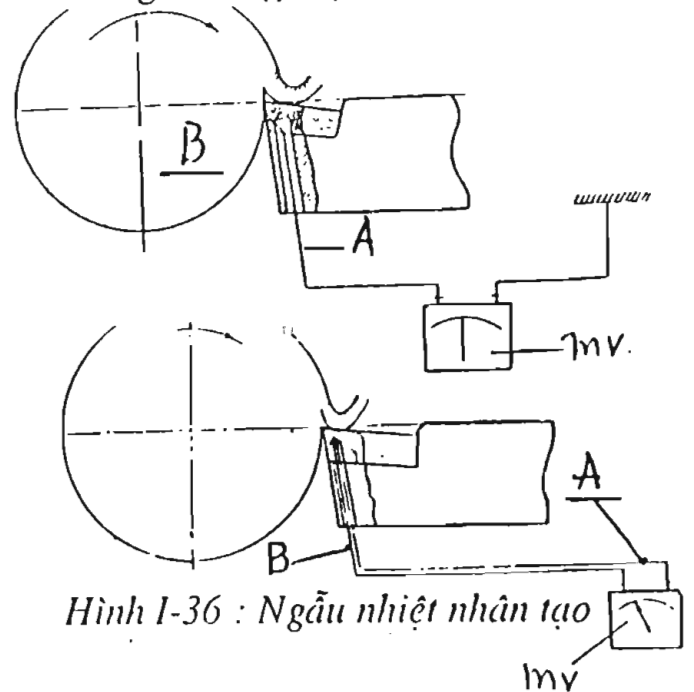
Ở hình 1-36 chỉ ra nguyên lý làm việc của ngẫu nhiệt nhân tạo.

Đưa đầu C của ngẫu nhiệt vào điểm cần đo. (cách mặt trước của dao khoảng Δ).

A và B - hai nhánh của ngẫu nhiệt làm bằng các cặp vật liệu chuyên dùng cho ngẫu nhiệt.



Hình 1-35: Ngẫu nhiệt tự nhiên



Hình 1-36 : Ngẫu nhiệt nhân tạo

Thí dụ : Để đo nhiệt độ đến 600°C dùng cặp :

Khô rô mel - Cô mel (XK)

Để đo nhiệt độ đến 1100°C dùng cặp ;

Khô rô mel - A luy mel (XA)

Dùng ngẫu nhiệt nhân tạo cho độ chính xác cao. Có thể đo nhiệt lớn nhất tại các điểm khác nhau của dao, chi tiết.

Song chế tạo ngẫu nhiệt phức tạp . Đưa đầu ngẫu nhiệt vào điểm chọn để đo phức tạp.

(Đôi khi còn dùng ngẫu nhiệt nửa nhân tạo)

Ngoài những phương pháp kể trên để xác định nhiệt độ cắt còn dùng một số phương pháp khác nữa .

Song chúng không thông dụng ở đây không đề cập đến .

Nhiệt phát sinh trong quá trình cắt ảnh hưởng đến toàn bộ quá trình cắt .

nghiên cứu nhiệt cắt bằng lý thuyết . bằng thực nghiệm , để giải thích nó, điều khiển nó , giảm nhiệt cắt được nhiều nhà khoa học quan tâm.

Ở trên chỉ trình bày những vấn đề chủ yếu, để hình dung tổng quát về nhiệt cắt

IV. RUNG ĐỘNG TRONG QUÁ TRÌNH CẮT

1. Khái niệm :

Khi nghiên cứu rung động cần quan tâm đến những vấn đề sau :

- + Hệ thống công nghệ Máy - Dao - Đồ gá có độ cứng vững nhất định.
- + Khi lực tác động vào hệ thống thay đổi thì gây rung động .
- + Thông số đặc trưng cho rung động là : biên độ " A" và tần số f.
- + Hiện tượng cộng hưởng khi có rung động cần được lưu ý.

Trong quá trình cắt nếu chi tiết và dao cụ có độ cứng vững thấp, máy dơ dãi không đủ cứng vững , lực cắt thay đổi sẽ xuất hiện rung động .

Rung động ảnh hưởng trực tiếp đến độ chính xác về kích thước, về hình dạng hình học và độ nhám bề mặt gia công . Nó cũng làm tăng độ mòn của dụng cụ cắt ; làm tổn hại đến các bộ phận của máy và gá lắp.

Do vậy mà nghiên cứu về rung động , tìm cách giảm rung (chủ yếu là giảm biên độ và điều chỉnh tần số tránh cộng hưởng v.v...) là nhiệm vụ cần thiết.

Trong quá trình cắt tồn tại 2 loại rung động : rung động cưỡng bức và tự rung.

★ Rung động cưỡng bức :

Rung động cưỡng bức xuất hiện dưới tác động theo chu kỳ của các ngoại lực.

Thí dụ :

- + Khi tiện chi tiết có rãnh, lực cắt thay đổi theo chu kỳ ($P = 0$ khi dao đi qua rãnh $P \neq 0$ khi cắt).
- + Lực li tâm của các vật quay không cân bằng (chi tiết mâm cặp, bánh đai)
- + Lực va đập khi chế tạo không chính xác các bánh răng trong hộp tốc độ; các chi tiết máy bị mòn.

★ Tự rung :

Xuất hiện dưới sự tác động của nội lực.

Thí dụ :

- + Lực ma sát giữa phôi trên mặt trước của dao thay đổi.
- + Sự không đồng nhất về cơ lý tính của vật liệu gia công gây cho lực cắt biến thiên.
- + Lẹo dao xuất hiện rồi bị phá huỷ góc γ cắt thực tế thay đổi . Lực cắt thay đổi theo gây tự rung động .

+ Khi đã xuất hiện rung động , vị trí của phôi và dao thay đổi. Chiều dày cắt a thay đổi , lực cắt thay đổi gây tự rung.

2. Những yếu tố ảnh hưởng đến rung động .

a. Chế độ cắt :

★ Tốc độ cắt V : ảnh hưởng của vận tốc cắt đến rung động thông qua lẹo dao.

Tăng tốc độ cắt đến giới hạn lẹo dao để hình thành góc γ do lẹo dao tạo ra đạt giá trị lớn nhất rồi bị phá huỷ . Lực cắt thay đổi lớn, rung động có biên độ lớn.

Tiếp tục tăng tốc độ cắt , lẹo dao không tồn tại ảnh hưởng của vận tốc cắt đến biên độ rung động thể hiện chủ yếu thông qua lực ly tâm của các vật quay không cân bằng . (chú ý là lực ly tâm này tỉ lệ với bình phương của vận tốc) .

Tần số của rung động khi cắt phụ thuộc vào số vòng quay của chi tiết (hoặc dao) ; và sự biến thiên của các yếu tố làm biến đổi lực biến dạng và lực ma sát trong quá trình cắt .

Tần số riêng của các rung động do các cơ cấu của máy , dao , đồ gá gây ra cũng ảnh hưởng trực tiếp đến rung động chung của hệ thống công nghệ khi cắt .

Nếu đo biên độ tần số rung động ở chi tiết và hoặc ở dao thì đây là rung động tổng hợp do cả rung động cưỡng bức và tự rung tạo ra .

Việc phân tích kết quả đo được (về biên độ và tần số) để tìm nguyên nhân chủ yếu, thứ yếu , khắc phục rung động khi cắt là bài toán khó.

Có nhiều chuyên đề nghiên cứu sâu về ảnh hưởng của rung động đến chất lượng gia công . Nhất là ở gia công tinh, khi độ chính xác và độ nhám bề mặt gia công đòi hỏi cao.

★ Lượng chạy dao S , chiều sâu cắt t :

Tăng S và t làm tăng diện tích lớp cắt . Lực cắt tăng. Song rung động chỉ xuất hiện khi lực cắt thay đổi.

Tăng S và t , nếu hệ thống công nghệ không đủ cứng vững, lực cắt lớn làm cho biến dạng của hệ thống công nghệ tăng.

Nếu trong hệ thống công nghệ vì các nguyên nhân khác (không phải do tăng S và t) đã bị rung động thì khi tăng S và t lực cắt tăng sẽ làm tăng biên độ của rung động .

b. Thông số hình học của dụng cụ cắt :

+ Tăng γ lực cắt leo dao khó hình thành , biên độ rung động giảm.

+ Tăng α ma sát ở mặt sau giảm lực cắt giảm biên độ rung động giảm.

+ Góc φ ảnh hưởng đến rung động như sau :

$$P_y = P_N \cdot \cos\varphi$$

Tăng góc φ làm P_y giảm biên độ rung động giảm . (P_y là thành phần lực gây ảnh hưởng nhiều nhất đến biên độ rung động) .

+ Bán kính mũi dao r tăng làm góc φ giảm lực P_y tăng, biên độ rung động tăng.

c. Ảnh hưởng của vật liệu gia công :

Khi gia công các vật liệu càng dẻo, lẹo dao càng dễ hình thành Sự biến thiên về lực cắt lúc này gây rung động .

Biên độ rung động tăng.

Khi gia công các vật liệu ít dẻo như gang khi cắt có phoi vụn . Lực cắt biến đổi nhiều gây tăng biên độ và tần số rung động .

Khi độ cứng, độ bền của vật liệu gia công tăng , lực cắt tăng làm tăng biên độ rung động .

3. Các biện pháp giảm rung động

Nói chung khi cắt đều có rung động ở các mức độ khác nhau. Vì độ cứng vững của hệ thống không là tuyệt đối , lực cắt không thể là hằng số .

Giảm rung động mang lại hiệu quả tổng hợp của quá trình cắt .

Những biện pháp cơ bản để giảm rung động (chủ yếu là giảm biên độ)

Tăng độ cứng vững của hệ thống công nghệ .

- Giảm sự biến thiên và độ lớn của lực cắt . Sử dụng dao cụ có thông số hình học tối ưu. Áp dụng chế độ cắt hợp lý.

- Sử dụng phôi có độ chính xác hình học phù hợp và cơ lý tính đồng nhất .

- Sử dụng máy - dao - đồ gá có các cơ cấu chuyển động ổn định không mất cân bằng gây lực li tâm lớn.

- Sử dụng các biện pháp chống rung cho máy - dao - đồ gá . Chống sự lan truyền rung động từ các nguồn phát rung lân cận.

Trên đây rung động được xem xét như là yếu tố có hại trong quá trình cắt .

Song trong 1 số trường hợp , sử dụng rung động cưỡng bức có biên độ và tần số phù hợp để cải thiện điều kiện cắt .

Thí dụ : Mài rung, khôn rung , đánh bóng rung.

Trong những trường hợp này rung động được coi là phương tiện cải thiện điều kiện tiếp xúc giữa dao cụ và vật liệu gia công , nâng cao hiệu quả làm nguội bôi trơn , tăng cường điều kiện thoát phoi v.v...

Kết quả tổng hợp là rung động góp phần nâng cao năng suất và chất lượng gia công .

Những chuyên đề này có trong các tài liệu tham khảo [13, 14]

Rung động trong kỹ thuật là vấn đề phức tạp.

Ở đây chỉ trình bày những nội dung cơ bản khi thực hiện quá trình cắt .

V. DUNG DỊCH TRƠN NGUỘI

1. Tác dụng và yêu cầu của dung dịch trơn nguội

a. Tác dụng :

- + Dung dịch trơn nguội làm giảm hệ số ma sát của phoi trượt trên mặt trước và giảm ma sát của mặt sau với bề mặt đã gia công . Do vậy dung dịch trơn nguội làm giảm lực cắt và giảm nhiệt phát sinh trong vùng cắt.
- + Dung dịch trơn nguội dẫn nhiệt ra khỏi vùng cắt làm giảm nhiệt độ vùng cắt. Độ chính xác , chất lượng bề mặt gia công được nâng lên và độ mòn của dụng cụ cắt giảm.
- + Khi trong vùng tạo phoi xuất hiện các vết nứt tế vi đầu tiên, dung dịch trơn nguội xâm nhập, kích thích quá trình phát triển các vết nứt . Lực cần thiết để tạo phoi sẽ giảm.
- + Dung dịch trơn nguội tác động vào bề mặt phoi tạo ra lớp bọc cần thiết để phoi không bám vào nhau, thoát khỏi vùng tạo phoi dễ dàng.
Do vậy sử dụng dung dịch bôi trơn làm nguội là cần thiết.

b. Yêu cầu đối với dung dịch trơn nguội

- + Có tác động bôi trơn , giảm ma sát tốt ứng với mỗi vật liệu gia công và vật liệu làm dao , và điều kiện cắt cụ thể có chất bôi trơn phù hợp; cho hệ số ma sát nhỏ. (có chỉ dẫn trong các sổ tay tra cứu).
- + Có tác động làm nguội tốt.
Dung dịch trơn nguội phải có độ dẫn nhiệt và tỉ nhiệt cao. Trong thực tế phải lựa chọn các dung dịch làm lạnh bôi trơn phù hợp.
Tùy từng trường hợp mà dung tác dụng bôi trơn là chủ yếu, làm nguội là thứ yếu và ngược lại.
- + Không bị phân huỷ dưới sự tác động của nhiệt độ cao. Sử dụng được lâu dài.
- + Ít làm han gỉ hệ thống công nghệ (máy - dao - chi tiết - gá lắp) .
- + Không gây độc hại cho công nhân và không làm ô nhiễm môi trường.
- + Dễ tìm , giá cả phù hợp .

2. Các loại dung dịch trơn nguội thường sử dụng

Tùy theo tác dụng bôi trơn hoặc làm nguội là chủ yếu dung dịch trơn nguội được phân loại như sau :

a. Nhóm có tác dụng làm nguội là chủ yếu :

Những loại dung dịch này sử dụng khi mục đích giảm nhiệt độ là chủ yếu.

Nó được dùng cho các quá trình cắt mà ở đó nhiệt lượng phát sinh lớn, cần được dẫn khỏi vùng cắt nhanh. Giảm tác động xấu của nhiệt độ đến độ chính xác gia công ; chất lượng bề mặt và quá trình mòn của dụng cụ cắt .

Thí dụ : Khi tiện , phay, mài v.v...

Thành phần chủ yếu của nhóm dung dịch này là nước (có hệ số dẫn nhiệt và nhiệt dung lớn, độ nhớt nhỏ) . Ngoài ra còn có các chất giảm gỉ như Nitơ rit natri , Nitơ rít natri; cac bó nít natri , xút v.v...

Thành phần hoá học của Emul xi bao gồm ;

Nước , xút , xà phòng , xô đa .

- axit ô xê lê ic.

b. Nhóm có tác động bôi trơn là chủ yếu .

Những dung dịch loại này có tác dụng bôi trơn là chủ yếu. Mục đích là giảm ma sát. Mục tiêu giảm nhiệt độ vùng cắt là thứ yếu. (Dùng ở các dạng gia công V cơ nhỏ). Loại này sử dụng khi gia công tinh lần cuối. Dung dịch bôi trơn làm giảm lực nói chung. Đặc biệt giảm ma sát giữa mặt sau của dao cụ với bề mặt đã gia công.

Kết quả là dung dịch bôi trơn góp phần làm tăng độ chính xác gia công và giảm độ nhấp nhô bề mặt gia công.

Thường dùng là các dầu thực vật động vật dầu khoáng và các loại dầu tổng hợp khác.

Để tăng khả năng bôi trơn và độ bám dính pha thêm một số hoá chất có hoạt tính bề mặt các

Thí dụ : axit ôlêic $C_{17}H_{33}COOH$ hoặc axit stêaric $C_{17}H_{35}COOH$, v.v... hoặc những muối của chúng.

Trong thực tế sử dụng nhiều loại dung dịch làm nguội và bôi trơn khác nhau. Căn cứ vào các số tay tra cứu để chọn cho phù hợp.

3. Cách sử dụng dung dịch trơn nguội

Để tăng hiệu quả, phải tìm cách đưa dung dịch trơn nguội trực tiếp vùng tạo phoi, vào các trung tâm xảy ra biến dạng, ma sát và phát nhiệt.

Ý niệm này nhiều khi khó thực hiện vì trong nhiều trường hợp vùng tiếp xúc giữa phoi và mặt trước, giữa bề mặt đã gia công và mặt sau của dụng cụ cắt rộng; lại có áp lực lớn. Dung dịch trơn nguội khó thấm thấu vào vùng tiếp xúc này. Hiệu quả làm trơn nguội thấp.

Để nâng cao hiệu quả làm nguội và bôi trơn cần :

+ Pha dung dịch đều và liên tục với liều lượng và áp lực đủ lớn vào vùng cắt. (Từ 2,5 lít/phn đến 20lít/phn tùy từng trường hợp).

Nếu pha không bền tục có thể gây ra nứt nẻ phân cắt của dụng cụ. Nhất là khi sử dụng mảnh hợp kim cứng.

+ Để nâng các hiệu quả, có thể nâng cao áp lực của dòng chảy và tốc độ.

Thí dụ : áp suất $20\div 25\text{N/mm}^2$; tốc độ : $2500\div 3000\text{ m/ph}$. Lúc này việc đảm bảo định hướng cho dòng phun đúng vào vùng cần phun là khó. Có thể gây tiêu hao dung dịch trên nguội lớn mà hiệu quả không cao.

+ Phun ở dạng sương mà dung dịch tơn nguội vào vùng cát có hiệu quả cao. Sòng đời hơi nước bị phức tạp. Phương pháp này có thể nâng cao tuổi bền dao cụ lên $1,5\div 3$ lần so với phương pháp thông thường.

+ Dùng các kênh , lỗ dẫn dung dịch tơn nguội trực tiếp vào vùng tiếp xúc không qua kết cấu đặc biệt của dụng cụ cắt . Những chế tạo dụng cụ cắt phức tạp.

Thí dụ : Mũi khoan có rãnh dẫn dung dịch tơn nguội vào 2 mặt sau của phần côn cắt .

Dung dịch tơn nguội có tác động làm giảm lực cắt và nhiệt cắt .

Sử dụng tối ưu dung dịch tơn nguội nâng cao năng suất gia công , giảm mòn dụng cụ cắt và tăng chất lượng của chi tiết.

Có nhiều tài liệu tham khảo về vấn đề này.

Trong tài liệu này chỉ có thể trình bày những nét cơ bản như trên .

VI. QUÁ TRÌNH MÒN CỦA DỤNG CỤ CẮT

Nghiên cứu về mòn phức tạp , khó. Mòn có ý nghĩa to lớn cả về lý thuyết và thực hành. Trong quá trình cắt dụng cụ cắt bị mòn. Thông số hình học được xác định tối ưu ban đầu thay đổi. Lực cắt , nhiệt cắt tăng lên, năng suất , chất lượng và hiệu quả kinh tế của quá trình cắt giảm.

Do đó nghiên cứu bản chất quá trình mòn ; tìm các phương pháp để nâng cao tuổi bền của dụng cụ cắt là rất quan trọng và có ý nghĩa .

1. Khái niệm về mòn của dụng cụ cắt

Khi cắt dao chịu tác động của lực cắt . Lực tác động lên 1 đơn vị diện tích tiếp xúc ở dao lớn hơn nhiều lần ở các chi tiết máy khác.

Nhiệt cắt tác động vào dao lớn. Khi gia công bằng các dụng cụ cắt có lưỡi , tùy vào vật liệu gia công mà dao chịu tác động của nhiệt độ có thể tới trên 1000°C .

Khi mài đá mài có thể phải chịu tác động nhiệt độ $> 1000^\circ\text{C}$.

Sự tiếp xúc giữa dao và vật liệu gia công thực chất là quá trình ma sát khốc liệt giữa 2 loại vật liệu khác nhau, trong môi trường vận tốc lớn , áp lực lớn, nhiệt độ cao.

Các quá trình hoá lý rất phức tạp xảy ra trong các vùng ma sát gây mòn dụng cụ cắt .

Nghiên cứu quá trình mòn của dụng cụ cắt . Nắm được bản chất vật lý của quá trình mòn . Hiểu rõ các yếu tố ảnh hưởng đến mòn.

Đây là lĩnh vực nhiều nhà khoa học đã và đang nghiên cứu .

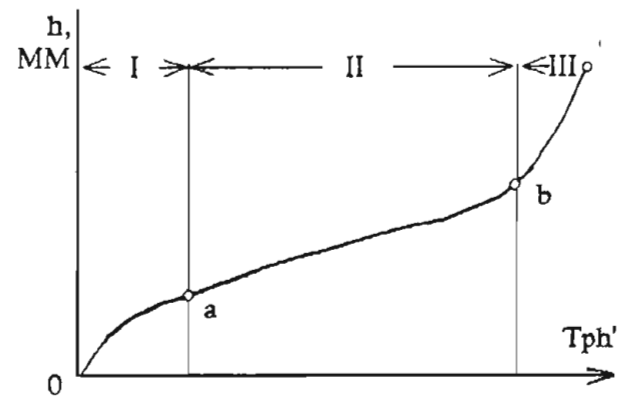
Nghiên cứu về mòn để tìm biện pháp giảm mòn, tăng tuổi bền của dụng cụ cắt càng có ý nghĩa khi ngày nay cắt gọt thực hiện trên các máy tự động, các dây truyền tự động.

2. Quan hệ giữa mòn và thời gian làm việc của dụng cụ cắt (hình I-37)

Đối với dụng cụ cắt lấy độ mòn ở mặt sau h , là chỉ tiêu đánh giá.

Quá trình mòn của dụng cụ cắt được chia làm 3 giai đoạn :

- ★ Giai đoạn mòn ban đầu oa ứng với thời gian t_a . Khi bắt đầu làm việc dao mòn nhanh. Các nhấp nhô trên bề mặt làm việc của dao nhanh chóng bị san phẳng. Lớp mỏng bề mặt có khuyết tật khi gia công để lại bị phá huỷ trong thời gian ngắn.



Hình I-37 : Quan hệ giữa độ mòn và thời gian làm việc của dụng cụ cắt

- ★ Giai đoạn mòn bình thường ab ứng với thời gian làm việc t_a đến t_b . Ở giai đoạn này dụng cụ cắt thực hiện chức năng cắt đáp ứng yêu cầu đặt ra.

Dao mòn chậm , các thông số hình học của dao vẫn nằm trong phạm vi cho phép, hợp lý để thực hiện quá trình cắt .

- ★ Giai đoạn mòn khốc liệt bc.

Khi dao mòn đến tr số giới hạn (ứng với điểm b trên đồ thị) nếu tiếp tục cắt thì tốc độ mòn sẽ tăng đột biến. Lúc này thông số hình học phần cắt của dao đã trở thành bất hợp lý. Cơ lý tính của vật liệu lớp bề mặt dao dưới sự tác động của lực cắt lớn và nhiệt lớn thay đổi không đáp ứng quá trình cắt .

Quá trình cắt không thể tiếp tục. Do vậy dao chỉ làm việc với độ mòn cho phép trong khoảng thời gian cho phép ứng với điểm b trên đồ thị.

Độ mòn ở mặt sau ứng với điểm b là độ mòn cho phép . Thời gian làm việc ứng với điểm b là tuổi bền của dao.

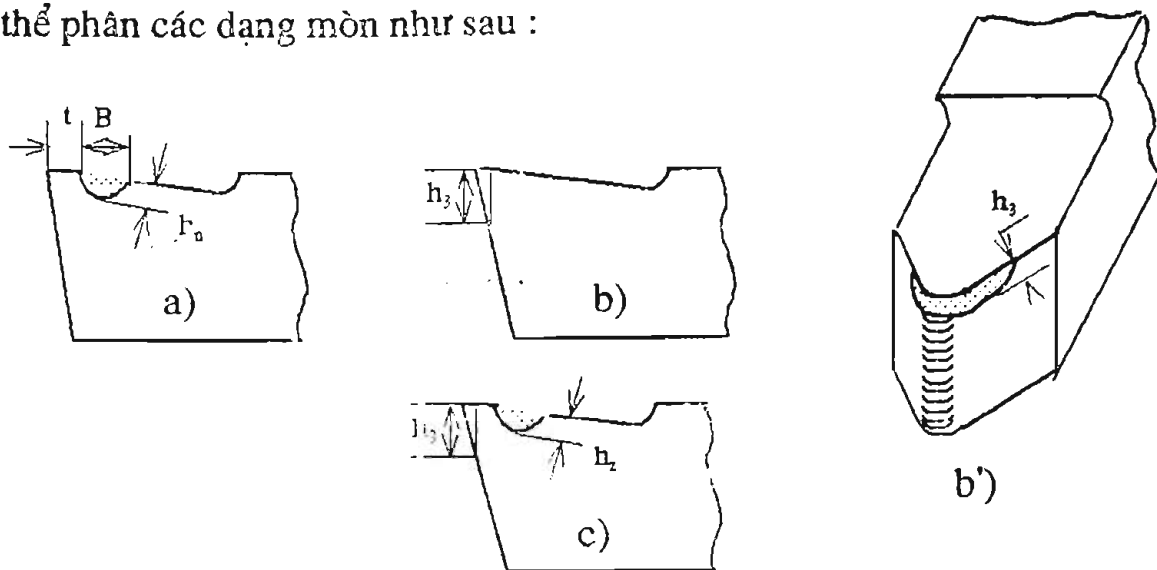
Để tiếp tục sử dụng dao phải mài lại. Khôi phục thông số hình học hợp lý và tạo lại chất lượng lớp bề mặt ma sát với vật liệu gia công .

3. Các dạng mòn của dụng cụ cắt .

a. Phân loại theo vị trí hình học của vết mòn (hình I-38a,b,c,d)

Tùy thuộc vào vật liệu gia công, dạng gia công và chế độ cắt v.v... mà dụng cụ cắt có các dạng mòn khác nhau.

Có thể phân các dạng mòn như sau :



Hình I-38a,b,c,d : Các vị trí mòn trên dụng cụ cắt

★ Mòn theo mặt trước là chủ yếu (hình I-38a)

Khi gia công các vật liệu dẻo có phoi dày, phoi xếp, áp lực cắt tác động lên mặt trước lớn. Ma sát của phoi khi trượt trên mặt trước với vận tốc lớn. Nhiệt độ trên mặt trước cao. Độ dẫn nhiệt của vật liệu dụng cụ cắt nhỏ. Nhiệt cắt tập trung tại trung tâm áp lực.

Lúc này mặt trước mòn nhiều nhất. Vết mòn là một mảng lõm. Lúc đầu vùng mòn lõm nhỏ. Sau phát triển lớn dần làm mũi dao yếu và sẽ bị phá huỷ (góc γ tăng lên góc sắc nhỏ mũi dao mảnh yếu dễ bị sứt mẻ).

★ Mòn theo mặt sau là chủ yếu (hình- 38b).

Khi gia công các vật liệu giòn như gang, đồng than v.v.. phoi là phoi vụn. Ma sát giữa phoi là mặt trước nhỏ. Ma sát ở mặt sau lớn.

Khi gia công vật liệu dẻo với a nhỏ, phoi mỏng. Áp lực trên mặt trước nhỏ. Vì vật liệu dẻo, a mỏng nên vật liệu lớp bề mặt đã gia công đàn hồi ngược trở lại gây ma sát với mặt sau lớn.

Mòn xuất hiện ở mặt sau chiếm ưu thế hơn ở mặt trước.

Lúc này góc sau giảm dần và tiến tới bằng 0. Bề mặt mòn ở mặt sau lớn dần. Ma sát càng tăng. Quá trình cắt không thể tiếp tục.

★ Mòn cả ở mặt trước và mặt sau (hình I-38c)

Trường hợp này xuất hiện khi gia công các vật liệu dẻo, có chiều dày cắt a lớn. Khi áp lực của phoi lên mặt trước lớn. Phoi trượt với vận tốc lớn trên mặt trước.

Do vật liệu dẻo , đàn hồi ngược trở lại làm ma sát với mặt sau lớn gây mòn cả ở mặt sau .

Mòn cả ở mặt trước và mặt sau làm giảm độ bền cơ học mũi dao. Dao dễ bị sứt mẻ , mất khả năng cắt .

★ Mòn ở mũi dao (hình I-38d)

Xảy ra khi gia công các vật liệu có độ dẫn nhiệt kém bằng dao cụ mà vật liệu cũng có độ dẫn nhiệt không cao.

Nhiệt lượng tập trung ở vùng nhỏ mũi dao. Nó nung nóng tới nhiệt độ cao mũi dao . Cơ lý tính mũi dao giảm nhanh. Mũi dao mất tính cắt và mòn.

Trong các dạng mòn kể trên, mòn theo mặt sau dẫn đến $\alpha = 0$ cần được lưu ý hơn cả. Vì nó trực tiếp cản trở quá trình cắt . Gay lực Py lớn đẩy dao ra khỏi vùng tiếp xúc. Dao không thực hiện được chức năng cắt nữa.

Mặt khác mòn theo mặt sau còn ảnh hưởng trực tiếp đến độ chính xác của chi tiết.

Do vậy lấy độ mòn trên mặt sau là chỉ tiêu đánh giá tuổi bền của dụng cụ cắt.

↳ Phân loại mòn theo bản chất vật lý.

Nguyên nhân gây mòn rất phức tạp, ở đây đề cập đến những vấn đề cơ bản về bản chất vật lý của quá trình mòn.

Nghiên cứu bản chất vật lý của quá trình mòn mới tìm ra nguyên nhân gây mòn và mới chỉ ra được biện pháp chống mòn có cơ sở khoa học.

Kết quả nghiên cứu bản chất vật lý của quá trình mòn chỉ ra những dạng mòn sau :

★ Mòn do ma sát , cào xước cơ học :

Trong cấu trúc của vật liệu dụng cụ cắt có các các bit trên nền chất dính kết.

Thí dụ : Trong hợp kim cứng có các bit vôi- phờ - ram , các bit ti tan và các bit tan - tan.

Chúng có độ cứng cao.

Nền của hợp kim cứng là cơ bản mềm hơn.

Khi gia công các vật liệu , trong thành phần cũng có những pha có độ cứng cao.

Khi cắt, những thành phần cứng của vật liệu gia công bào mòn phần nền mềm của vật liệu dụng cụ cắt gây mòn .

Mặt khác trong sản phẩm của mòn có những các bit có độ cứng cao có trong vật liệu dụng cụ cắt . Chúng lăn , trượt trong bề mặt tiếp xúc và cào xước phần mềm của vật liệu dụng cụ cắt gây mòn.

★ Mòn do tác động của nhiệt cắt :

Trong quá trình cắt, lớp vật liệu bề mặt của dụng cụ cắt chịu nhiệt độ lớn (có thể bằng nhiệt độ nóng chảy ở lớp bề mặt có độ dày rất nhỏ $1\div 5\mu\text{m}$)

Nhiệt cắt làm cấu trúc lớp bề mặt thay đổi. Cơ lý tính của lớp này giảm nhiều, nhất là độ cứng. Nó mất tính cắt và bị mòn nhanh.

Nhiệt độ cắt càng cao, mòn do tác động của nhiệt cắt càng lớn.

Do đó giảm nhiệt độ cắt làm tăng độ mòn đáng kể.

Cũng vì lý do trên mà vật liệu có độ bền nhiệt cao, có khả năng cắt với vận tốc lớn.

Ngày nay khi nghiên cứu về tính cắt của vật liệu dụng cụ cắt đặc biệt quan tâm đến mức độ suy giảm độ cứng theo nhiệt độ (độ cứng nóng).

Vật liệu nào có độ cứng nóng cao hơn sẽ chịu mòn do tác động của nhiệt cắt tốt hơn.

★ Mòn do dính gây ra :

Trong quá trình cắt, ma sát giữa vật liệu của dao và vật liệu gia công là sự cọ sát giữa hai bề mặt sạch (không có lớp ngăn cách trung gian) dưới tác động của áp lực lớn, nhiệt độ cắt cao có các phần vật liệu của 2 bề mặt được hàn dính với nhau. Khi mới hàn dính này bị phá huỷ có phần vật liệu của dụng cụ cắt bị phá huỷ theo.

Do đó mà dụng cụ cắt bị mòn. Để hạn chế mòn do dính, tăng cường hiệu quả của dung dịch làm nguội, bôi trơn. Sử dụng vật liệu dụng cụ cắt khó dính với vật liệu gia công.

★ Mòn do khuyếch tán gây ra :

Khi nền vật liệu dụng cụ cắt là kim cương (gốc là các-bon) trên phôi là sắt sạch (Fe nguyên chất) ở nhiệt độ cao trong một thời gian nhất định.

Phân tích thành phần hoá học của mẫu Fe thấy có các bon từ kim cương khuyếch tán sang.

Như vậy trong quá trình cắt sẽ có quá trình khuyếch tán những nguyên tố hoá học từ vật liệu làm dao sang vật liệu chi tiết gia công gây mòn dao.

Quá trình khuyếch tán này làm thay đổi thành phần cấu tạo của lớp bề mặt vật liệu dụng cụ cắt. Cơ lý tính giảm đi và dao bị mòn nhanh hơn.

Mỗi loại vật liệu dụng cụ cắt khi ma sát với vật liệu gia công tạo thành đôi ma sát tương ứng.

Dưới sự tác động của lực cắt, nhiệt cắt trong vùng tiếp xúc xảy ra nhiều quá trình hoá lý phức tạp gây mòn dụng cụ cắt.

Nghiên cứu bản chất vật lý của các quá trình trên để chọn vật liệu dụng cụ cắt hợp lý cho từng trường hợp cụ thể, giảm mòn là rất có ý nghĩa khoa học thực tiễn.

4. Các chỉ tiêu đánh giá quá trình mòn của dụng cụ cắt.

Khi cắt, để đánh giá quá trình mòn sử dụng những chỉ tiêu sau:

★ Chỉ tiêu vết sáng:

Nếu dao mòn nhiều, trên bề mặt gia công xuất hiện những vết sáng trắng khác nhau. Vì lúc này mặt sau mòn nhiều chà xát lên bề mặt đã gia công.

Phải dừng quá trình cắt và thay dao mới được mài lại dao.

Phương pháp đơn giản. Chỉ sử dụng khi gia công thô.

★ Chỉ tiêu mòn cho phép h_s :

Thường quy định độ lớn của vết mòn theo mặt sau h_s .

Giá trị h_s được nghiên cứu tối ưu cho từng trường hợp cụ thể và đưa vào các sổ tay tra cứu.

Để tiện sử dụng từ h_s tìm ra tuổi bền T tương ứng của từng loại dụng cụ cắt trong từng trường hợp cụ thể. Giá trị của T cũng có trong các sổ tay tra cứu.

★ Chỉ tiêu về lực cắt:

Khi dụng cụ cắt bị mòn, lực cắt P_z, P_y, P thay đổi. Độ mòn theo mặt sau tăng làm P_y tăng nhiều. P_y tăng làm độ chính xác gia công giảm vượt qua giới hạn quy định.

Nghiên cứu khống chế lực cắt tức là khống chế quá trình mòn.

Theo lực cắt để thay dao bị mòn, đảm bảo cho chi tiết có độ chính xác yêu cầu là đã đánh giá quá trình mòn của dao cụ.

Phương pháp này đòi hỏi thiết bị xác định lực trong cả quá trình cắt.

★ Chỉ tiêu chất lượng chi tiết gia công:

Dao mòn kích thước chi tiết gia công thay đổi. Khi kích thước đang cắt vượt quá dung sai cho phép, dao bị mòn nhiều.

Khi dao mòn, độ nhấp nhô bề mặt gia công tăng vượt quá cấp độ nhẵn cần có.

Căn cứ vào chất lượng chi tiết gia công như trên để đánh giá độ mòn của dụng cụ cắt.

Phải mài lại dao hay thay dao mới khi nó không đáp ứng yêu cầu về chất lượng.

Để nghiên cứu quá trình mòn thường sử dụng những phương pháp sau:

- Đo trực tiếp kích thước vùng bị mòn.

- Dùng các phương pháp phân tích hoá lý xác định bản chất quá trình mòn.
- Dùng kính hiển vi điện tử soi chụp trạng thái bề mặt vết mòn.
- Dùng các phương pháp soi chụp cấu trúc kim loại để phân tích nguyên nhân gây mòn.

- Làm các thí nghiệm cần thiết để xác định độ mòn cho phép.

Tuỳ theo mục đích mà sử dụng các phương pháp phù hợp khi nghiên cứu quá trình mòn của dụng cụ cắt

Phân cơ sở vật lý của quá trình cắt đã trình bày góp phần nâng cao nhận thức lý luận chung.

Nền vững phân này, có tư duy đúng sẽ là cơ sở để giải quyết những vấn đề về nâng cao chất lượng của quá trình cắt nói chung.

Chương 2: THIẾT KẾ DỤNG CỤ CẮT

Phần mở đầu

Trong quá trình gia công cắt gọt dụng cụ cắt đóng một vai trò to lớn, trong hệ thống công nghệ dụng cụ cắt là yếu tố ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng của quá trình gia công. Do vậy việc thiết kế dụng cụ cắt nhằm đáp ứng đòi hỏi của quá trình cắt gọt là hết sức cần thiết và quan trọng.

Trong nền sản xuất hiện đại sử dụng các máy móc thiết bị có độ tin cậy và độ chính xác cao nên các chi tiết máy cần được chế tạo từ các vật liệu có độ bền cao. Để đáp ứng yêu cầu đó, đòi hỏi quá trình gia công cắt gọt được thực hiện trên máy cắt hiện đại với những dụng cụ có tính năng cắt gọt, tuổi bền cao và kết cấu dụng cụ tối ưu.

Không có một yếu tố nào của quá trình công nghệ lại đóng một vai trò to lớn trong nền sản xuất tự động hoá như dụng cụ cắt. Trong các đường dây tự động với các máy tự động, các máy điều khiển theo chương trình số, trên đó lắp một số lượng lớn dụng cụ cắt. Dù chỉ một trong những dụng cụ đó bị loại ra trước thời hạn thì không tránh khỏi sự ngừng làm việc của máy mà có khi còn phải dừng cả dây chuyền. Do vậy việc thiết kế dụng cụ trong sản xuất tự động hoá thường rất được chú ý trong việc nâng cao tuổi bền dụng cụ.

Năng suất và giá thành sản phẩm của đường dây tự động phụ thuộc nhiều vào khả năng làm việc của dụng cụ cắt. do vậy dụng cụ cắt sử dụng trong đường dây tự động cần có những yêu cầu chung thống nhất để đường dây tự động làm việc có hiệu quả cao. Những yêu cầu đó là:

1. Dụng cụ cắt phải có tính năng cắt tốt và tuổi bền cao.
2. Dụng cụ có kết cấu điều chỉnh và thay dao nhanh

Dụng cụ trên các máy tự động và đường dây tự động thường làm việc trong điều kiện nặng nề hơn so với dụng cụ làm việc trong điều kiện sản xuất không tự động hoá. Nên khi thiết kế dụng cụ cho sản xuất tự động hoá người ta rất chú ý đến việc thiết kế những dụng cụ chuyên dùng cho từng công việc cụ thể, để dụng cụ cắt có độ bền và tuổi bền cao, nâng cao năng suất cắt và chất lượng của chi tiết gia công.

Để đường dây tự động hoá hoạt động có hiệu quả cao, cần phải sử dụng tối đa các dụng cụ tiêu chuẩn hoá. Người thiết kế dụng cụ không chỉ thiết kế tối ưu hình dạng kích thước của dụng cụ để đáp ứng yêu cầu kỹ thuật của chi tiết gia công, mà còn phải cần chú ý đến tính tiêu chuẩn hoá của dụng cụ nhằm để giảm tối đa số dụng cụ và đồng thời để dụng cụ có tính lặp lại cao. Nhằm giảm thời gian lắp và thay dụng cụ. Vì vậy trong mọi trường hợp có thể được nên chuyển sang dùng dụng cụ có kích thước đã được tiêu chuẩn hoá.

I. CƠ SỞ TẠO HÌNH BỀ MẶT DỤNG CỤ CẮT

1. Các khái niệm cơ bản:

a) Sơ đồ động học cắt:

Khi gia công bằng cắt, các lưỡi cắt của dụng cụ tác động liên tục hoặc tuần tự vào vật liệu gia công và tách ra khỏi nó một lượng phoi để nhận được chi tiết gia công có hình dáng, kích thước và chất lượng bề mặt theo các yêu cầu kỹ thuật cho trước.

Vì thế, hình dáng chi tiết sẽ được hình thành bởi hình dáng, kích thước lưỡi cắt và chuyển động tương đối giữa dụng cụ và phôi.

Chuyển động tương đối giữa dụng cụ và chi tiết gia công được thực hiện theo quỹ đạo chuyển động cắt tương đối, đó là kết quả của sự tổng hợp các chuyển động tương đối của dụng cụ và phôi được thực hiện trên máy công cụ (Không kể đến các chuyển động mà giữa dụng cụ và phôi không tiếp xúc với nhau). Chuyển động tương đối này được mô tả bằng sơ đồ động học cắt.

Hiện nay đang sử dụng nhiều sơ đồ động học cắt khác nhau và tương ứng với chúng là các loại dụng cụ cắt và máy cắt kim loại khác nhau.

Sự hình thành các sơ đồ động học cắt khác nhau là do sự tổ hợp của một, hai hay ba chuyển động tương đối giữa dụng cụ và phôi. Có thể chia thành 8 nhóm (xem bảng 2 - 1).

Bảng 2- 1: Phân loại sơ đồ động học cắt

Sơ đồ động học cắt	Nhóm	Chuyển động thành phần	Lĩnh vực sử dụng
Một chuyển động	1	1 chuyển động thẳng	Bào, chuốt, xọc
	2	1 chuyển động quay	Chuốt quay...
Hai chuyển động	3	2 chuyển động thẳng	Bào chép hình
	4	2 chuyển động quay	Mài phẳng bàn quay
	5	1 c.đ quay + 1 c.đ thẳng	Tiện, phay, khoan, doa. v.v..
Ba chuyển động	6	2 c.đ thẳng + 1 c.đ quay	Phay chép hình
	7	2 c.đ quay + 1 c.đ thẳng	Phay lăn răng
	8	3 chuyển động quay	Mài hành tinh

Theo bảng 2-1 ta có Sơ đồ động học cắt đơn giản nhất chỉ gồm một chuyển động thẳng. Sơ đồ động học cắt dựa trên sự tổng hợp của một chuyển động thẳng và một chuyển động quay đang được sử dụng phổ biến nhất trong cắt kim loại.

Chương 2: THIẾT KẾ DỤNG CỤ CẮT

Phân mở đầu

Trong quá trình gia công cắt gọt dụng cụ cắt đóng một vai trò to lớn, trong hệ thống công nghệ dụng cụ cắt là yếu tố ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng của quá trình gia công. Do vậy việc thiết kế dụng cụ cắt nhằm đáp ứng đòi hỏi của quá trình cắt gọt là hết sức cần thiết và quan trọng.

Trong nền sản xuất hiện đại sử dụng các máy móc thiết bị có độ tin cậy và độ chính xác cao nên các chi tiết máy cần được chế tạo từ các vật liệu có độ bền cao. Để đáp ứng yêu cầu đó, đòi hỏi quá trình gia công cắt gọt được thực hiện trên máy cắt hiện đại với những dụng cụ có tính năng cắt gọt, tuổi bền cao và kết cấu dụng cụ tối ưu.

Không chỉ một yếu tố nào của quá trình công nghệ lại đóng một vai trò to lớn trong nền sản xuất tự động hoá như dụng cụ cắt. Trong các đường dây tự động với các máy tự động, các máy điều khiển theo chương trình số, nên đó là một số lượng lớn dụng cụ cắt. Dù chỉ một trong những dụng cụ đó bị loại ra trước thời hạn thì không tránh khỏi sự ngừng làm việc của máy mà có khi còn phải dừng cả dây chuyền. Do vậy việc thiết kế dụng cụ trong sản xuất tự động hoá thường rất được chú ý trong việc nâng cao tuổi bền dụng cụ.

Năng suất và giá thành sản phẩm của đường dây tự động phụ thuộc nhiều vào khả năng làm việc của dụng cụ cắt. do vậy dụng cụ cắt sử dụng trong đường dây tự động cần có những yêu cầu chung thống nhất để đường dây tự động làm việc có hiệu quả cao. Những yêu cầu đó là:

1. Dụng cụ cắt phải có tính năng cắt tốt và tuổi bền cao.
2. Dụng cụ có kết cấu điều chỉnh và thay dao nhanh

Dụng cụ trên các máy tự động và đường dây tự động thường làm việc trong điều kiện nặng nề hơn so với dụng cụ làm việc trong điều kiện sản xuất không tự động hoá. Nên khi thiết kế dụng cụ cho sản xuất tự động hoá người ta rất chú ý đến việc thiết kế những dụng cụ chuyên dùng cho từng công việc cụ thể, để dụng cụ cắt có độ bền và tuổi bền cao, nâng cao năng suất cắt và chất lượng của chi tiết gia công.

Để đường dây tự động hoá hoạt động có hiệu quả cao, cần phải sử dụng tối đa các dụng cụ tiêu chuẩn hoá. Người thiết kế dụng cụ không chỉ thiết kế tối ưu hình dạng kích thước của dụng cụ để đáp ứng yêu cầu kỹ thuật của chi tiết gia công, mà còn phải cần chú ý đến tính tiêu chuẩn hoá của dụng cụ nhằm để giảm tối đa số dụng cụ và đồng thời để dụng cụ có tính lắp ráp cao. Nhân viên thiết kế giao lắp và thay dụng cụ. Vì vậy trong mọi trường hợp có thể được nên chuyển sang dùng dụng cụ có kích thước đã được tiêu chuẩn hoá.

I. CƠ SỞ TẠO HÌNH BỀ MẶT DỤNG CỤ CẮT

1. Các khái niệm cơ bản:

a) Sơ đồ động học cắt:

Khi gia công bằng cắt, các lưỡi cắt của dụng cụ tác động liên tục hoặc tuần tự vào vật liệu gia công và tách ra khỏi nó một lượng phôi để nhận được chi tiết gia công có hình dáng, kích thước và chất lượng bề mặt theo các yêu cầu kỹ thuật cho trước.

Vì thế, hình dáng chi tiết sẽ được hình thành bởi hình dáng, kích thước lưỡi cắt và chuyển động tương đối giữa dụng cụ và phôi.

Chuyển động tương đối giữa dụng cụ và chi tiết gia công được thực hiện theo quỹ đạo chuyển động cắt tương đối, đó là kết quả của sự tổng hợp các chuyển động tương đối của dụng cụ và phôi được thực hiện trên máy công cụ (Không kể đến các chuyển động mà giữa dụng cụ và phôi không tiếp xúc với nhau). Chuyển động tương đối này được mô tả bằng sơ đồ động học cắt.

Hiện nay đang sử dụng nhiều sơ đồ động học cắt khác nhau và tương ứng với chúng là các loại dụng cụ cắt và máy cắt kim loại khác nhau.

Sự hình thành các sơ đồ động học cắt khác nhau là do sự tổ hợp của một, hai hay ba chuyển động tương đối giữa dụng cụ và phôi. Có thể chia thành 8 nhóm (xem bảng 2 - 1).

Bảng 2- 1: Phân loại sơ đồ động học cắt

Sơ đồ động học cắt	Nhóm	Chuyển động thành phần	Lĩnh vực sử dụng
Một chuyển động	1	1 chuyển động thẳng	Bào, chuốt, xọc
	2	1 chuyển động quay	Chuốt quay...
Hai chuyển động	3	2 chuyển động thẳng	Bào chép hình
	4	2 chuyển động quay	Mài phẳng bàn quay
	5	1 c.đ quay + 1 c.đ thẳng	Tiện, phay, khoan, doa. v.v...
Ba chuyển động	6	2 c.đ thẳng + 1 c.đ quay	Phay chép hình
	7	2 c.đ quay + 1 c.đ thẳng	Phay lăn răng
	8	3 chuyển động quay	Mài hành tinh

Theo bảng 2-1ta có Sơ đồ động học cắt đơn giản nhất chỉ gồm một chuyển động thẳng. Sơ đồ động học cắt dựa trên sự tổng hợp của một chuyển động thẳng và một chuyển động quay đang được sử dụng phổ biến nhất trong cắt kim loại.

Cũng có tác giả đề cập đến sơ đồ động học cắt dựa trên sự tổng hợp của bốn chuyển động, nhưng vì tính phức tạp quá mức mà nay vẫn chưa được sử dụng.

Việc nghiên cứu sơ đồ động học cắt có ý nghĩa rất lớn đối với quá trình gia công kim loại bằng cắt gọt khi thiết kế dụng cụ, vì:

1. Từ các sơ đồ động học cắt khác nhau sẽ có các phương pháp cắt kim loại khác nhau và do đó sẽ có kết cấu của dụng cụ cắt khác nhau.

2. Khi sơ đồ động học cắt đã xác định, có thể nghiên cứu các đặc trưng về quy đạo chuyển động cắt tương đối, xác định được giá trị của vận tốc cắt tương đối và lấy nó làm cơ sở để nghiên cứu sự thay đổi của thông số hình học, lực và công suất cắt, các vấn đề về mài mòn và tuổi bền của dụng cụ v.v... để sử dụng hợp lý và cải tiến kết cấu dụng cụ.

3. Dựa trên việc nghiên cứu sơ đồ động học cắt sẽ nghiên cứu được sự tạo hình bề mặt chi tiết gia công, từ đó chủ động điều khiển được chất lượng bề mặt đó.

Có thể nói: Sơ đồ động học cắt là sơ đồ khởi thủy để xác lập quan hệ giữa quỹ đạo chuyển động cắt tương đối của các điểm trên lưỡi cắt dụng cụ với phôi. Nó được sử dụng để thiết lập bề mặt khởi thủy dụng cụ và sử dụng tính toán lực và công suất cắt.

Khi nghiên cứu động học cắt, chúng ta coi như chi tiết và dụng cụ là những vật rắn tuyệt đối, chúng không có sai số động học với các quy luật chuyển động của phôi và dụng cụ. Dụng cụ và máy không bị mài mòn và không kể đến biến dạng đàn hồi và nhiệt của hệ thống công nghệ. Quá trình như vậy không tồn tại trong thực tế, nhưng việc nghiên cứu nó cho phép đưa ra các phương pháp gia công, các dụng cụ cắt và máy cắt kim loại mới.

b) Sơ đồ tạo phôi (Sơ đồ cắt):

Khi cắt vật liệu, dụng cụ ngoài nhiệm vụ tạo hình còn làm nhiệm vụ tạo phôi, tức là hút đi một lượng vật liệu nào đó. Quá trình này gặp sự cản trở của vật liệu bị hút đi, gây ra tải trọng tác dụng trên lưỡi cắt và từng răng cắt của dụng cụ.

Vì vậy sơ đồ tạo phôi sẽ nghiên cứu sự phân bố tải trọng trên từng lưỡi cắt và từng răng cắt của dụng cụ. Nói một cách khác: đó là kế hoạch hút đi lượng dư gia công bằng cắt.

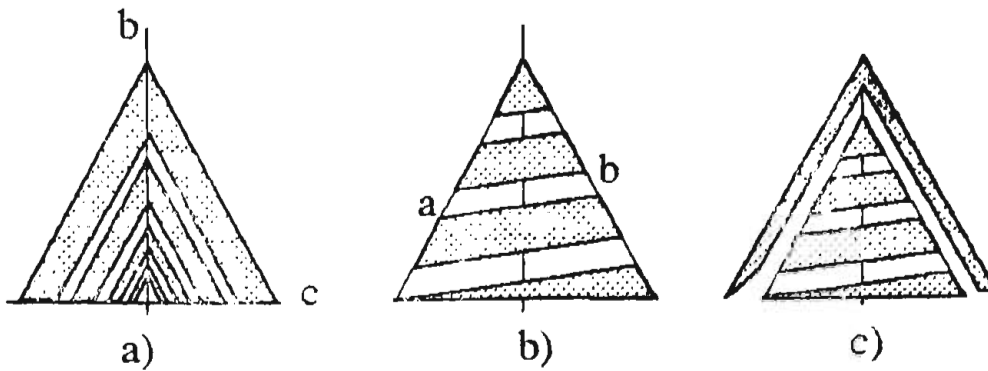
Điều này có ảnh hưởng trực tiếp đến tuổi bền, độ bền cơ học, năng suất cắt của dụng cụ và chất lượng của bề mặt gia công

Hiện nay quá trình cắt đang sử dụng ba sơ đồ cắt như sau (hình 2-1):

Sơ đồ cắt theo lớp: Là sơ đồ cắt mà mà hình dáng profin răng dao đồng dạng hoặc giống với profin chi tiết gia công. (hình 2-1a)

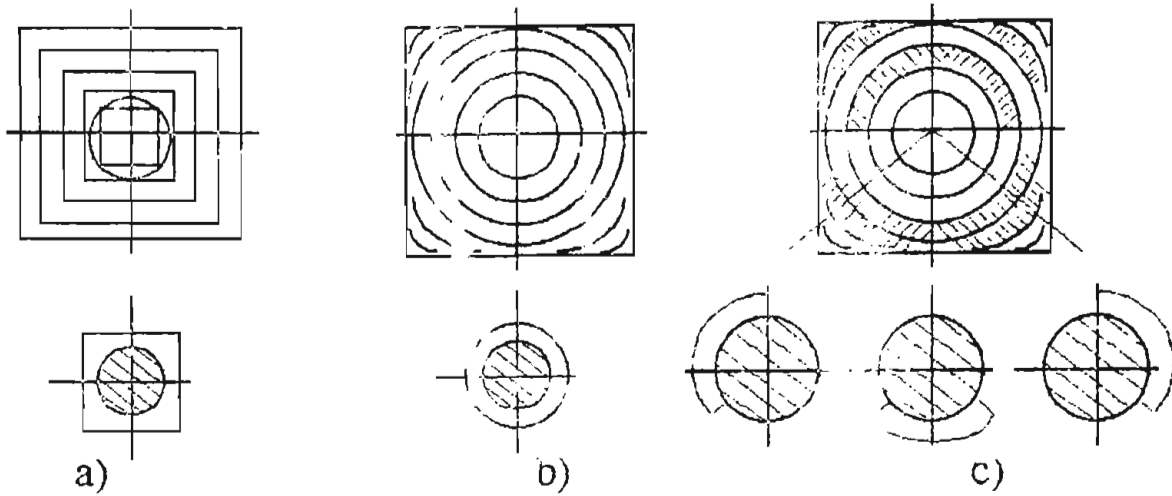
Sơ đồ cắt ăn dần : Là sơ đồ cắt mà profin răng dao khác với profin chi tiết gia công. Đây là sơ đồ tạo phôi phổ biến và tổng quát nhất.

Sơ đồ cắt tổ hợp: Là sự tổng hợp của hai sơ đồ cắt đã nêu ở trên. (hình 2-1c)



Hình 2 -1 Các sơ đồ cắt; a- Sơ đồ cắt lớp; b- Sơ đồ cắt ăn dần; c- Sơ đồ tổ hợp

Như vậy, Khi thay đổi sơ đồ cắt thì sự phân bố tải trọng trên từng lưỡi cắt và răng dao dụng cụ cũng thay đổi, dẫn đến kết cấu răng dao cũng thay đổi theo (hình 2-2)



Hình 2-2. Sự thay đổi kết cấu răng dao khi thay đổi sơ đồ cắt

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

a) Bề mặt khởi thủy của dụng cụ:

Để các lưỡi cắt tạo hình bề mặt gia công, chúng cần được phân bố trên bề mặt T, tiếp tuyến với bề mặt chi tiết trong quá trình gia công và T được gọi là bề mặt khởi thủy dụng cụ.

Vậy: Bề mặt khởi thủy của dụng cụ là bề mặt tiếp tuyến liên tục với các vị trí, mà các vị trí đó do bề mặt chi tiết tạo nên, với giả thiết dụng cụ đứng im và tất cả các chuyển động cần thiết để gia công bề mặt đều do chi tiết thực hiện.

Dụng cụ cắt được xem như một vật thể giới hạn bởi một bề mặt được gọi là bề mặt khởi thủy T mà trên đó profin răng dao được bố trí, nó trực tiếp tạo hình bề mặt chi tiết khi gia công cắt gọt.

Ví dụ :

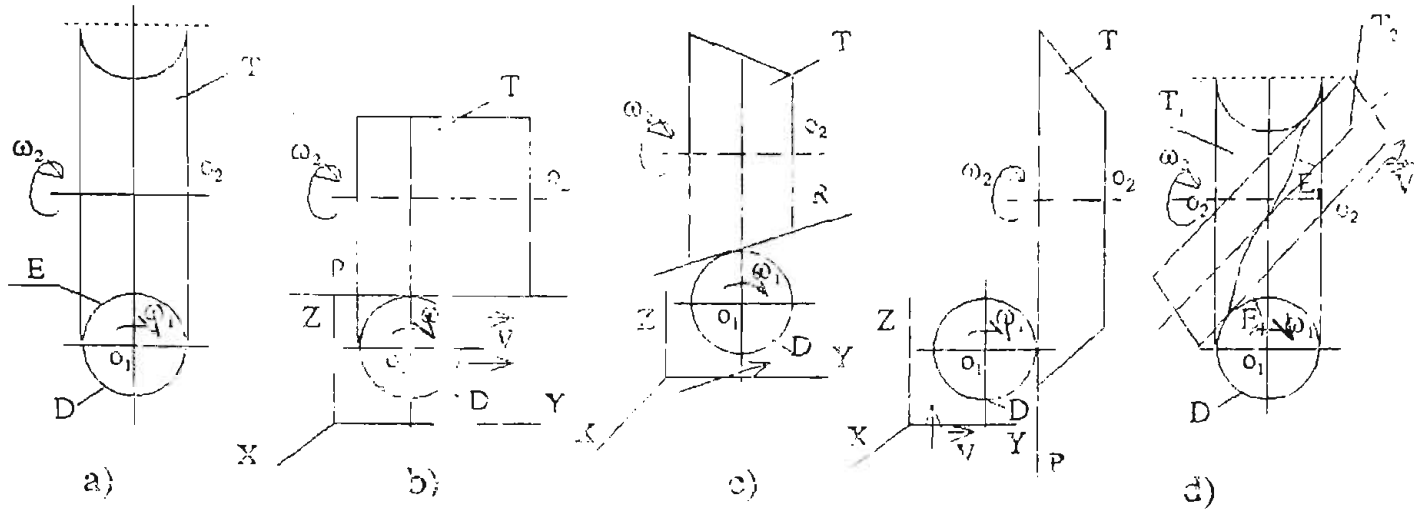
+ Dao phay trụ là một vật thể được giới hạn bởi bề mặt tròn xoay T và trong quá trình gia công nó tiếp xúc với bề mặt chi tiết. Khi tạo rãnh chứa phoi và mặt sau, mặt T sẽ chuyển thành dụng cụ cắt.

+ Ta rõ có thể được coi như một chiếc vít, nó như đang “lấp ghép” với đai ốc khi gia công. Nó tạo thành dụng cụ sau khi tạo rãnh chứa phoi và mặt sau.

Như vậy: Từ ví dụ trên ta thấy với đặc phay trụ bề mặt khối thủy là mặt trụ và với ta rõ, mặt khối thủy là mặt vít.

b) Các phương pháp xác định:

Hiện nay có 3 phương pháp xác định bề mặt khối thủy (hình 2-3), đó là:



Hình 2-3. Các phương pháp xác định bề mặt khối thủy

• Phương pháp 1:

Bề mặt khối thủy được xem như là bề mặt bao của bề mặt chi tiết khi chi tiết chuyển động tương đối với dụng cụ. Sự tiếp xúc giữa dụng cụ và chi tiết dọc đường E, nó được gọi là đường đặc tính. Cho đường E chuyển động xung quanh trục dụng cụ sẽ nhận được bề mặt khối thủy. (hình 2-3a).

• Phương pháp 2:

Tạo ra bề mặt dẫn phụ, rồi tìm mặt bao của các mặt dẫn phụ, sẽ xác định được bề mặt khối thủy dụng cụ.

Trên hình 2-3 b,c,d tiên hành dịch chuyển hệ tọa độ $OXYZ$ bằng chuyển động V và xác định được mặt dẫn phụ P là hình bao các vị trí liên tiếp của bề mặt chi tiết D, khi nó chuyển động tương đối so với hệ $OXYZ$. Rõ ràng, trong quá trình gia công mặt P luôn tiếp xúc với bề mặt dụng cụ, do vậy mặt khối thủy được coi như mặt bao của các vị trí mặt dẫn phụ P.

• Phương pháp 3:

Bề mặt khối thủy dụng cụ tạo thành do tổ hợp của chuyển động của hai đường đặc tính E_1 và E_2 .

Khi lựa chọn sơ đồ gia công có thể tạo ra nhiều bề mặt khối thủy và trên cơ sở đó nhiều loại dụng cụ cắt được thiết kế chung dùng để gia công bề mặt chi tiết D.

Nhiệm vụ xác định các kích thước bề mặt khối thủy dụng cụ đều dẫn đến việc xác định bề mặt bao, có thể tìm được thông qua việc giải hệ phương trình:

$$f(x, y, z, t) = 0 \quad (2-1)$$

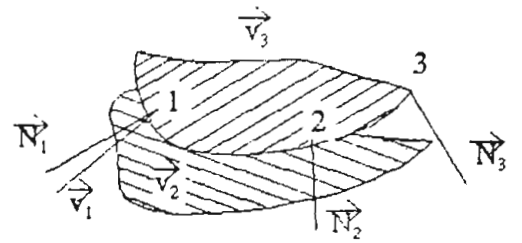
$$\frac{\partial f(x, y, z, t)}{\partial t} = 0$$

Ngoài ra tính toán bề mặt khối thủy có thể bằng phương pháp động học, theo đó nếu bề mặt chi tiết chuyển động trong không gian và tạo thành bề mặt bao T, thì đường đặc trưng có thể xác định như là đường mà tại mỗi điểm có véc tơ vận tốc \vec{V} trùng với tiếp tuyến của bề mặt (hình 2-4). Khi đó điều kiện tiếp xúc có thể viết:

$$\vec{N} \cdot \vec{V} = 0 \quad (2-2)$$

Trong đó :

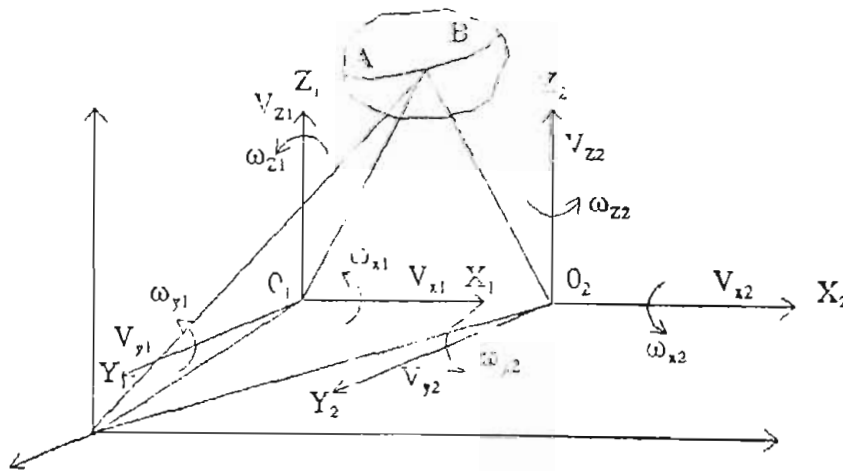
- \vec{N} - Véc tơ pháp tuyến với bề mặt chi tiết
- \vec{V} - Véc tơ vận tốc chuyển động tương đối ở các điểm trên đường đặc trưng, tại vị trí đối tiếp.



Hình 2-4 Điều kiện động học của sự tiếp xúc cặp bề mặt đối tiếp

Dựa vào phương trình (2-2) sẽ tìm được các đường đặc trưng E trên bề mặt chi tiết tại các điểm khác nhau. Từ đó, sẽ tìm được bề mặt khối thủy dụng cụ.

Trong trường hợp tổng quát : Chuyển động giữa dụng cụ và chi tiết trong hệ tọa độ OXYZ (So với máy) được biểu diễn trong hình 2-5.



Hình 2-5 . Hệ tọa độ biểu thị mối quan hệ động học giữa dụng cụ và chi tiết.

Trong đó: $O_1 X_1 Y_1$ là hệ tọa độ của chi tiết; $O_2 X_2 Y_2$ là hệ tọa độ của dụng cụ; V_{x1}, V_{y1}, V_{z1} và $\omega_{x1}, \omega_{y1}, \omega_{z1}$ là các tham số chuyển động thẳng và quay của dụng cụ và chi tiết khi tạo hình theo các trục tọa độ; đường AB là vết của lưỡi cắt dụng cụ trên chi tiết gia công. Dựa vào hệ số thì này, ứng dụng ten xơ quay ta xác định được bề mặt khối thủy của dụng cụ cắt.

I I. THIẾT KẾ DỤNG CỤ TIÊU CHUẨN

1. Tầm quan trọng của việc sử dụng dụng cụ tiêu chuẩn:

Để nâng cao hiệu quả của việc sử dụng cụ cắt, nâng cao năng suất và chất lượng của quá trình gia công, dụng cụ cần được tiêu chuẩn hoá ở mức độ cao. Việc tiêu chuẩn hoá dụng cụ càng có ý nghĩa trong quá trình sản xuất tự động hoá, nó cho phép giảm số lượng dụng cụ, giảm thời gian phụ đối với việc chỉnh dao thay dao, và từ đó nâng cao hiệu suất của quá trình gia công giảm giá thành sản phẩm.

Đối với các dụng cụ ngay từ khi thiết kế người ta cần phải quan tâm đến tính tiêu chuẩn hoá của dụng cụ, tính tiêu chuẩn hoá được thể hiện ở kết cấu và các kích thước dụng cụ ở phần cắt và phần kẹp. Với các nhà sản xuất dụng cụ lớn thì việc thiết kế dụng cụ có tính tiêu chuẩn hoá (tiêu chuẩn hoá quốc tế - ISO) còn có tính thương mại cao.

2. Thiết kế dụng cụ tiêu chuẩn:

Quá trình thiết kế dụng cụ cắt được dựa trên cơ sở: loại hình sản xuất, yêu cầu của quá trình gia công, cơ sở tạo hình bề mặt dụng cụ như đã phân tích ở phần I.

Từ những cơ sở đó quá trình thiết kế dụng cụ tiêu chuẩn được tiến hành theo các bước trình tự như sau:

a) Lựa chọn vật liệu :

Nói chung các dụng cụ cắt đều được cấu tạo gồm hai phần phần cắt và phần định vị kẹp chặt (phần thân) việc lựa chọn vật liệu của dụng cụ tùy thuộc vào chủng loại, hình dáng và kích thước cụ thể của dụng cụ. Để tiết kiệm vật liệu phần cắt dụng cụ với những dụng cụ có kích thước lớn hoặc để dụng cụ có tính tiêu chuẩn hoá cao, phần cắt và phần thân dụng cụ nên làm bằng các vật liệu khác nhau và được ghép nối với nhau bằng hàn và kết cấu cơ khí.

* *Vật liệu phần cắt*

Vật liệu phần cắt dụng cụ đóng một vai trò hết sức quan trọng, nó quyết định đến năng suất cắt gọt, độ chính xác gia công và tuổi bền và tuổi thọ của dụng cụ. Việc lựa chọn vật liệu dụng cụ cắt được dựa vào các yếu tố của quá trình cắt sau:

- + Vật liệu, hình dáng kích thước chi tiết gia công.
- + Kiểu, loại công dụng dụng cụ.
- + Điều kiện làm việc của dụng cụ (độ cứng vững của hệ thống công nghệ, điều kiện bôi trơn làm nguội...).
- + Công nghệ chế tạo dụng cụ cắt.

Vật liệu phân cắt dụng cụ được lựa chọn theo các tính chất của chúng như: tính năng cắt (độ cứng, độ bền nhiệt, độ bền cơ học, độ dẫn nhiệt, độ chịu mài mòn), tính công nghệ (gia công tạo phôi, gia công cắt gọt, gia công nhiệt luyện), tính kinh tế. Việc lựa chọn vật liệu dụng cụ cắt phải có tính tối ưu để quá trình cắt đạt hiệu quả kinh tế - kỹ thuật cao.

*** Vật liệu phân định vị kẹp chặt dụng cụ:**

Để đảm bảo đáp ứng các yêu cầu làm việc của phân định vị và kẹp chặt dụng cụ vật liệu phân này thường được chọn từ các vật liệu có tính công nghệ tốt (gia công tạo phôi, gia công cắt gọt, gia công nhiệt luyện) như thép các bon trung bình và độ cứng của bề mặt phân này sau nhiệt luyện đạt HRC 30 -40

b) Xác định kết cấu, hình dáng và kích thước dụng cụ:

Có rất nhiều các chủng loại dụng cụ cắt khác nhau nhưng kết cấu của chúng đều có hai phần cơ bản là phần cắt và phân định vị và kẹp chặt. Do vậy muốn dụng cụ cắt có tính điều chuẩn hoá cao thì phần cắt và phân định vị kẹp chặt của dụng cụ khi thiết kế cũng phải đảm bảo phải có tính tiêu chuẩn hoá cao.

*** Phân làm việc:**

Phân làm việc của dụng cụ là phần có tác động trực tiếp đến chất lượng của quá trình gia công nó gồm những phần cơ bản như răng dao, rãnh chứa phoi và tùy thuộc vào loại dụng cụ mà chúng có kết cấu bề phoi hay rãnh dẫn dung dịch trơn nguội vào vùng cắt.

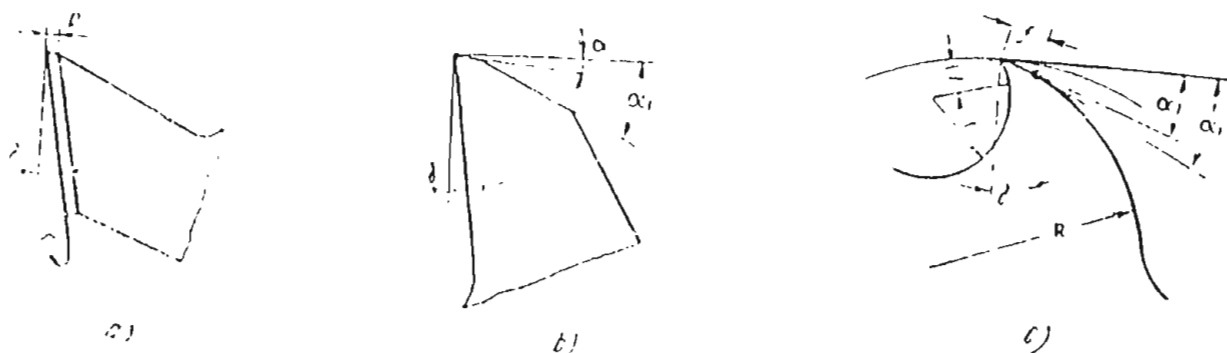
• Răng dao:

Răng dao là yếu tố chủ yếu của phân cắt dụng cụ, nó được hình thành bởi mặt trước và sau, giao tuyến của chúng là lưỡi cắt của dụng cụ, các mặt của răng dao có thể là mặt phẳng hoặc mặt cong do vậy lưỡi cắt có thể là thẳng hoặc cong. Nhưng khi thiết kế dụng cụ cần có sự lựa chọn hình dáng các mặt và thông số hình học dụng cụ (γ, α, \dots) hợp lý để đảm bảo bền và mòn đều cho răng cắt. Ngoài ra các thông số phân cắt dụng cụ còn có ảnh hưởng rất lớn đến năng suất và chất lượng của quá trình cắt. Do vậy khi thiết kế phân cắt cần chú ý đến sự thay đổi của các thông số hình học dụng cụ khi cắt so với trạng thái tĩnh.

Kết cấu của răng dao khi tính toán thiết kế phải đảm bảo những yêu cầu sau:

- + Kết cấu của răng dao phải đơn giản để chế tạo
- + Răng dao phải đảm bảo đủ độ bền.
- + Lượng dư mài lại khi mòn nhỏ và mài sắc lại đơn giản.
- + Hình dáng răng ít thay đổi sau khi mài sắc lại.

Những yêu cầu trên cần được quan tâm hơn cả đối với các dụng cụ nhiều răng cắt như các loại dao phay, dao trượt... Thông thường trong thực tế của quá trình thiết kế thường không đáp ứng được đầy đủ các yêu cầu trên, do vậy mà tùy thuộc vào trường hợp cụ thể mà lựa chọn hình dáng kích thước răng dao cho phù hợp. Ví dụ ba dạng kết cấu của răng dao phay được trình bày như hình 2-6 sau đây:



Hình 2-6 Các dạng cơ bản của hình dáng răng dao

1) Dạng a :

Ưu điểm : chế tạo đơn giản (hay Hần bằng dao phay góc)

Nhược điểm : độ bền uốn của răng không đều .

Thường sử dụng khi phay tinh và cho dao răng nhỏ. Khi mài lại chiều cao răng và chiều sâu rãnh răng giảm đồng thời tăng chiều rộng răng. Để tăng tuổi thọ cho dao nên tăng chiều cao răng H đến trị số lớn nhất cho phép. Để tránh nứt khi nhiệt luyện đáy rãnh được vẽ tròn theo cung r

$$r = 0,5 \div 2 \text{ mm} \quad \theta = 60^\circ \div 65^\circ$$

$$f = 0,5 \div 2 \text{ mm [mm]} \quad \eta = 47^\circ \div 52^\circ$$

2) Dạng b : Được tạo thành bằng cách phay 2 lần bằng dao phay trụ và góc . Ở đỉnh răng có 2 góc : góc sau α và góc vát lưng $\alpha_1 = 20^\circ \div 30^\circ$; Các kích thước khác của răng dao được xác định như sau:

$$r = (0,1 \div 0,75) \cdot H; \quad H = (0,3 \div 0,45) \cdot t_v; \quad f = (0,5) \text{ mm}$$

Ưu điểm : - Chế tạo khá đơn giản

Đảm bảo độ bền cho răng dao .

Loại này được sử dụng phổ biến hơn cả .

3) Dạng c : Lưng răng làm theo cung tròn bán kính $R = (0,3 \div 0,45)D$ và được chọn sao cho tiếp tuyến với vòng tròn đó tại điểm chuyển tiếp từ cung R đến cạnh viền f tạo ra góc $\alpha_1 = \alpha + (10^\circ \div 15^\circ)$ để khi mài lại chiều rộng $f = \text{const}$

Ưu điểm : - Đảm bảo độ bền đều cho răng dao

Kết cấu rãnh phoi nhỏ gọn mà vẫn đủ không gian chứa phoi .

- Điều kiện cắt ít thay đổi khi mài lại

Nhược điểm : Chế tạo phức tạp. Chỉ sử dụng trong trường hợp cần thiết (ở dao phay ngón ...).

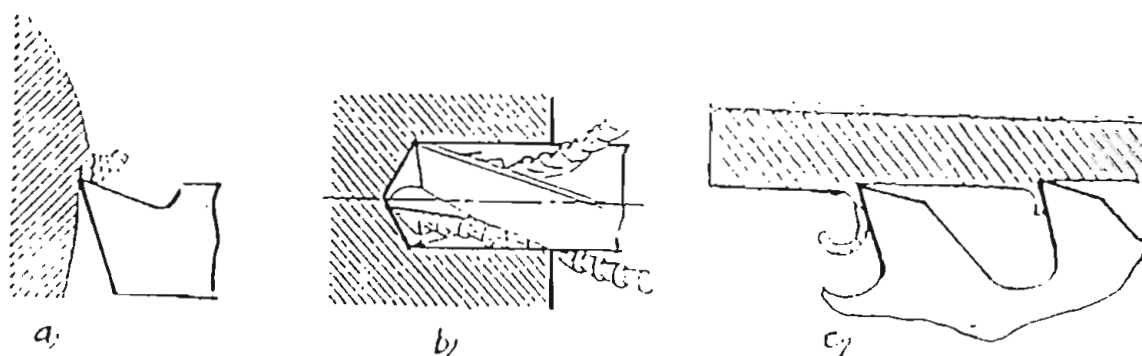
Trong điều kiện độ bền cho phép đối với những dụng cụ nhiều răng cắt nên lấy số răng dao tang vì khi số răng cắt tăng sẽ cho phép tăng chiều dài lưỡi cắt tham gia cắt nang suất cắt tang. Số răng tang thì số răng đồng thời tham gia cắt sẽ tăng khi đó quá trình cắt sẽ êm hơn. Cần cần chú ý khi gia công các loại vật liệu khó gia công tốt nhất là cắt với chế độ cắt thấp, do vậy để đảm bảo năng suất nên chọn số răng dao lớn nhất. Việc lựa chọn số răng lớn đối với một số dụng cụ còn cho phép tăng độ chính xác của chi tiết gia công, như đối với các dụng cụ gia công theo phương pháp bao hình (dao phay lăn răng, dao xọc răng, dao cà răng). Nhưng sự tăng số răng cắt cần được chọn hợp lý để đảm bảo độ bền răng dao.

Nói chung với dụng cụ nhiều răng cắt, số răng thường được chọn tiêu chuẩn theo đường kính của dao và số răng nên lấy chẵn để dễ chế tạo và sử dụng.

Rãnh chứa phoi:

Hình dáng và kích thước rãnh chứa phoi có quan hệ mật thiết với hình dáng kích thước răng dao, do vậy khi thiết kế rãnh chứa phoi người ta cần chú ý đến kích thước và hình dáng răng dao.

Có ba loại rãnh chứa phoi như hình 2-7:



Hình 2-7 Các loại rãnh chứa phoi

+ Rãnh dạng không gian hở hình 2-7a với dạng này phoi thoát ra liên tục và theo nhiều hướng, nó được sử dụng như với dao tiện và bào xọc.

+ Rãnh chứa phoi không gian nửa kín hình 2-7b loại này phoi thoát ra theo một số hướng nhất định nó thường được dùng với loại dụng cụ như mũi khoan, khoét, doa, ta rô.

+ Rãnh chứa phoi không gian kín hình 2-7c loại này ở trong quá trình cắt phoi cuốn và chứa trong rãnh nó được dùng với dao trượt lỗ.

Rãnh chứa phoi đóng vai trò quan trọng đối với mỗi dụng cụ cắt đặc biệt với những dụng cụ làm việc trong điều kiện cắt gọt khó khăn (dao trượt, mũi khoan, ta rô, bàn ren v.v...), vì phần lớn các dụng cụ bị hỏng không phải do độ bền thấp mà do kẹt phoi. Ngoài ra hình dáng của rãnh chứa phoi có ảnh hưởng đến độ bền của răng dao.

Do vậy hình dáng và kích thước của rãnh chứa phoi phải đảm bảo các yêu cầu sau:

+ Rãnh chứa phoi phải đảm bảo đủ không gian chứa phoi, đặc biệt đối với dạng rãnh không gian kín. Ngoài ra khi cắt vật liệu dẻo cần phải tính toán hệ số điền đầy phoi để đủ không gian chứa phoi.

+ Rãnh chứa phoi phải có hình dạng để phoi trượt và thoát ra dễ dàng, liên tục theo phương có lợi.

+ Hình dạng rãnh không được ảnh hưởng đến độ bền của răng dao và không ảnh hưởng đến việc tăng số răng dao.

+ Hình dáng rãnh phải có dạng trơn đều không được gây tập trung ứng suất.

Trong những yêu cầu trên người ta cần phải quan tâm tới đầu tiên và hơn cả là yêu cầu thứ nhất, trong đó việc tính toán hệ số điền đầy phoi K với không gian chứa phoi kín là rất cần thiết. Việc tính toán hệ số điền đầy phoi K được tính toán theo công thức sau:

$$K = \frac{F_r}{F_f} > [K] \quad (2-3)$$

Trong đó : F_r - Diện tích của rãnh chứa phoi

F_f - Diện tích của thiết diện phoi theo phương thoát phoi

$[K] > 1$ - Hệ số điền đầy phoi cho phép

Việc xác định xác định hệ số điền đầy phoi K cho phép xác định diện tích chứa phoi một cách hợp lý vừa đảm bảo không gian chứa phoi vừa không làm giảm độ bền răng dao và độ bền của dụng cụ.

• *Kết cấu bẻ phoi:*

Khi cắt vật liệu dẻo hình thành phoi dây, đặc biệt khi gia công với vật liệu phân cắt là hợp kim cứng với tốc độ cắt cao hoặc khi khoan lỗ sâu, việc tạo ra phoi dây sẽ cản trở quá trình cắt. Do vậy dụng cụ cần phải được thiết kế kết cấu bẻ phoi để phoi gãy ra từng đoạn nhỏ để quá trình cắt được thuận lợi và chứa phoi tốt hơn. Kết cấu bẻ phoi của dụng cụ được thiết kế dựa trên những nguyên lý sau:

+ Sử dụng thông số hình học đặc biệt của dụng cụ ($\gamma < 0$; ϕ lớn)

+ Tạo kết cấu thay đổi phương thoát phoi (kết cấu gờ nổi, rãnh lõm).

+ Dùng dụng dịch tron ngược phía với áp lực lớn.

+ Thay đổi thông số của chế độ cắt.

• **Rãnh dẫn dung dịch tron nguội vào vùng cắt :**

Đối với một số dụng cụ đo điều kiện không gian cắt không cho phép tưới dung dịch tron nguội bằng cơ cấu riêng cần phải thiết kế đường dẫn dung dịch tron nguội vào vùng cắt trong dụng cụ như các loại mũi khoan lỗ sâu. Do vậy khi thiết kế chúng cần đảm bảo các yêu cầu sau:

- + Đảm bảo cho dung dịch tron nguội dẫn đầy đủ vào vùng cắt.
- + Có kết cấu hợp lý không làm yếu dụng cụ.

* **Kết cấu phân định vị của dụng cụ:**

Khi gia công trên các máy cắt kim loại, việc định vị và kẹp chặt dụng cụ có vai trò quan trọng. Độ chính xác của phần kẹp chặt và định vị ảnh hưởng đến độ chính xác của dụng cụ và gây ra sai số cho quá trình gia công. Các bộ phận này không chỉ có tác dụng định vị xác định chính xác vị trí giữa dụng cụ, máy và chi tiết gia công, mà nó còn có tác dụng để kẹp chặt ổn định vị trí và đồng thời truyền lực. Ngoài ra phân định vị và kẹp chặt còn có tác dụng làm chuẩn khi kiểm tra và mài sắc lại trong quá trình sử dụng.

Mỗi một kiểu kẹp chặt khác nhau đều thoả mãn một yêu cầu như: độ tin cậy, độ cứng vững khi kẹp chặt, độ đồng đều của các khâu liên kết (ví dụ đối với các dụng cụ quay), tính đơn giản về kết cấu, sự tiện lợi khi lắp ráp và thay dụng cụ.

Do tính chất làm việc của phân định vị và kẹp chặt như vậy, nên chúng cũng phải được chế tạo có tính tiêu chuẩn hoá cao và với độ nhẵn bề mặt và độ chính xác cao để nâng cao chất lượng và hiệu quả làm việc của dụng cụ cắt.

Mặc dù trong thực tế sản xuất có rất nhiều loại dụng cụ, nhưng chỉ có một số kết cấu phân định vị được sử dụng do tính chất ưu việt của chúng, đó là do độ tin cậy khi sử dụng và chế tạo đơn giản của chúng.

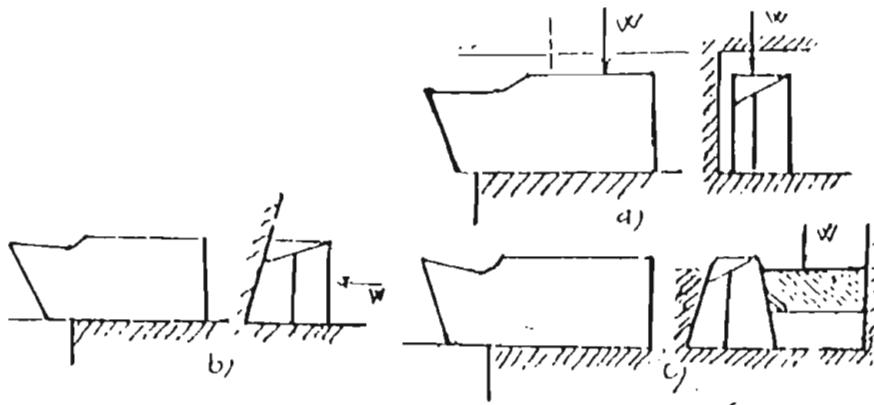
Dựa vào các phương pháp kẹp chặt có thể phân loại chúng thành hai nhóm là :

- a) Nhóm chuỗi lắp
- b) Nhóm chuỗi liên.

Tuy theo kiểu loại kích thước của dụng cụ sử dụng khi thiết kế cần lựa chọn cụ thể cho phù hợp. Sau đây là một số kết cấu định vị và kẹp chặt thông dụng đối với các loại dụng cụ cắt.

• **Mặt định vị là mặt phẳng:**

Mặt định vị là mặt phẳng được thể hiện như các hình 2-8 có các dạng một mặt phẳng, hai mặt phẳng, ba mặt phẳng.

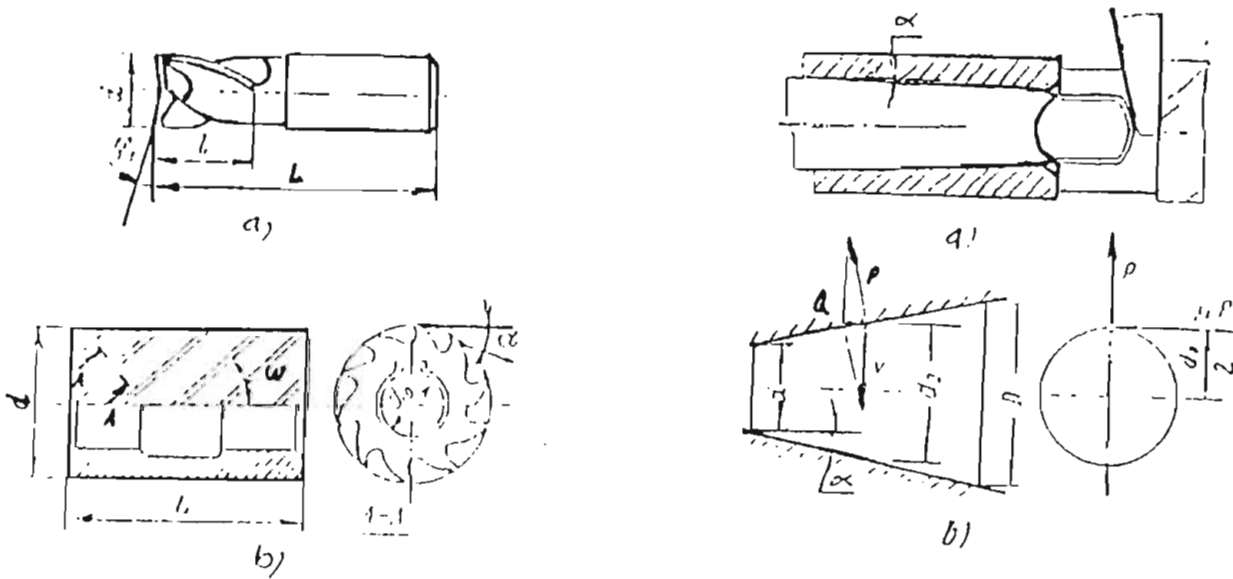


Hình 2-8 Các loại mặt định vị là mặt phẳng

Loại một mặt phẳng (hình 2-8a) dùng cho các loại dao tiện, bào không cần độ chính xác gia công cao. Loại hai mặt phẳng (hình 2-8b) loại này dùng cho dụng cụ yêu cầu về gá lắp chính xác cao hơn như dao tiện định hình dao lược ren, dao xọc... trên các máy Rơ-von-ve và máy tự động. Loại ba mặt phẳng (hình 2-8c) nó sử dụng với các dụng cụ đòi hỏi gá lắp chính xác rất cao như dụng cụ cắt răng.

Mặt định vị là mặt trụ:

Dạng mặt định vị là mặt trụ trong và ngoài được dùng rất rộng rãi đối với các dụng cụ cắt. Chúng có kết cấu như hình 2-9. Kích thước của nó khi thiết kế thường được chọn theo dãy kích thước tiêu chuẩn.



Hình 2-9 Mặt định vị là mặt trụ

Hình 2-10 Mặt định vị là mặt côn

Mặt định vị là mặt trụ ngoài như hình 2-9a dùng cho các cho các loại mũi khoan, khoét, doa và dao phay ngón, ta rô ... có đường kính $D < 12\text{mm}$. Loại này có ưu điểm dễ chế tạo nhưng có nhược điểm độ đồng tâm với tâm máy không cao.

Mặt định vị là mặt trụ trong như hình 2-9b thường dùng cho các loại dụng cụ như dao phay trụ, dao phay lăn răng, dao xọc răng, dao cà răng... Loại này có thể truyền mô men xoắn bằng ma sát nhưng để đảm bảo độ tin cậy phải sử dụng then để truyền mô men xoắn.

Mặt định vị là mặt côn:

Mặt định vị là mặt côn có thể là mặt côn trong hoặc mặt côn ngoài tùy theo loại dụng cụ, nó được thể hiện như hình 2-9. Mặt côn có ưu điểm định tâm tốt, khả năng truyền mô men xoắn cao. Trong các loại mặt côn thì côn Moóc được sử dụng rộng rãi hơn cả do các đặc điểm của chúng, côn Moóc có bảy số hiệu từ 0 - 6 các số hiệu được biểu thị qua đường kính lớn nhất (đường kính tính toán)

Bảng đường kính tính toán của các số hiệu côn Moóc:

Số hiệu	0	1	2	3	4	5	6
Đường kính lớn nhất D (mm)	9,05	12,07	17,78	23,84	31,24	44,40	63,35

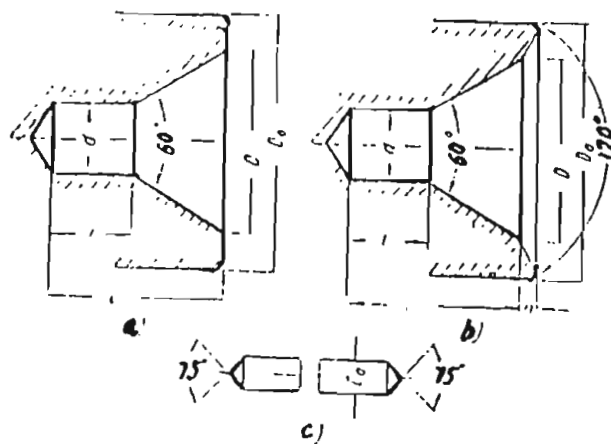
Các kích thước khác của côn Moóc đều được tiêu chuẩn hoá.

Mặt côn dùng để truyền mô men xoắn từ trục chính của máy công cụ đến dụng cụ nhờ mô men ma sát sinh ra trong quá trình cắt khi có tác dụng của lực hướng trục khi cắt. Mô men xoắn được xác định bằng công thức:

$$M = \mu \frac{Q}{\sin \alpha} \cdot \frac{D+d}{4} \quad (2 - 4)$$

Trong đó D và d là đường kính lớn nhất và nhỏ nhất của phần mặt côn; μ - hệ số ma sát tiếp xúc giữa côn dụng cụ và côn trục máy; Q- lực dọc trục; P- lực pháp tuyến; α - là góc côn, trong thực tế góc côn phần định vị dụng cụ và góc côn nòng trục chính máy chế tạo rất khó chính xác do vậy khi lắp ghép sẽ có sai số dẫn đến giảm khả năng truyền mô men xoắn.

Mặt định vị là lỗ tâm:



Hình 2-11 Các dạng lỗ tâm dùng với dụng cụ cắt

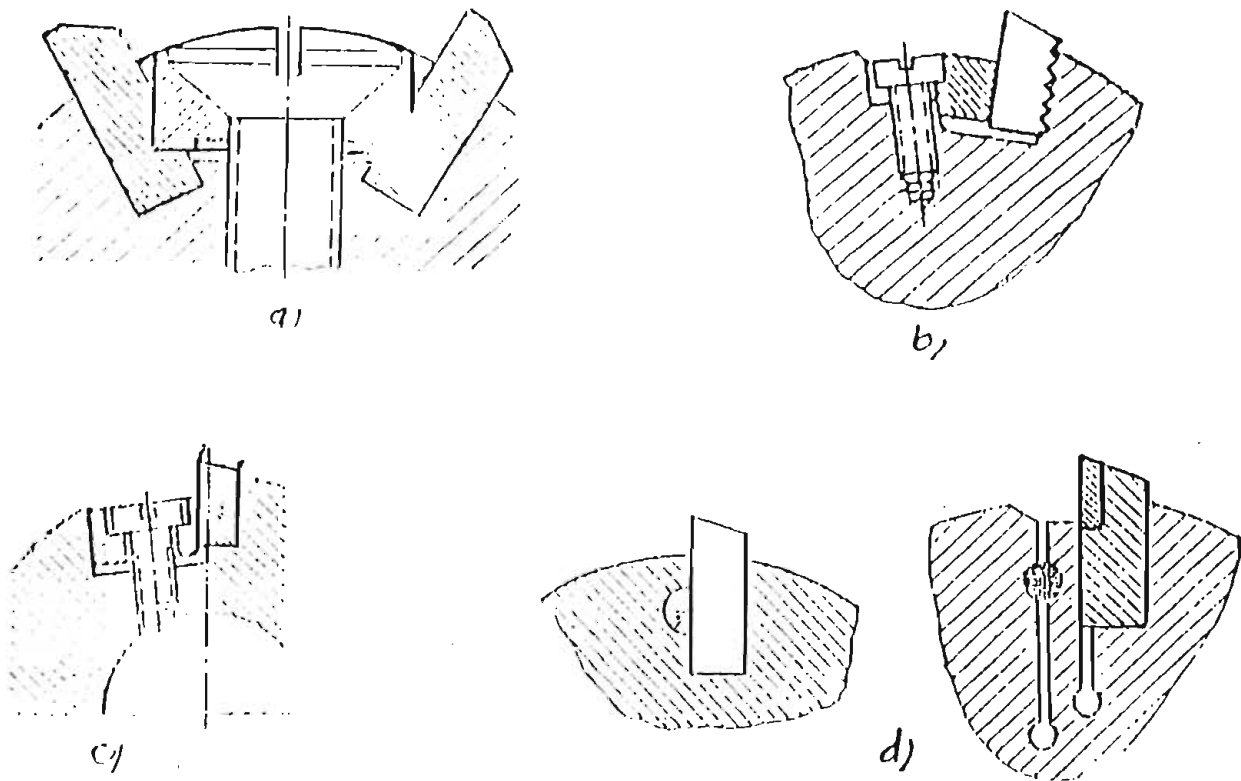
Lỗ tâm là mặt chuẩn định vị dùng để kiểm tra và mài sắc của dụng cụ, các kích thước cơ bản của lỗ tâm được xác định như hình 2-11. Côn cơ bản của lỗ tâm là 60° (hình 2-11a) nhưng để bảo vệ mặt côn làm việc của lỗ tâm người ta làm mặt côn

bảo vệ với góc còn 120° (Hình 2-11b). Các kích thước khác của mũi tâm đều được tiêu chuẩn hoá. Đối với những dụng cụ có đường kính nhỏ hơn 10mm thì thiết kế tâm ngoài với góc 75° (hìn 2-11c).

* **Các phương pháp kẹp răng cắt của dụng cụ ghép:**

Trong gia công cắt gọt kim loại, dụng cụ ghép chiếm một vị trí quan trọng, có rất nhiều dụng cụ ghép như dao tiện, dao phay, mũi khoét và mũi doa.

Dụng cụ ghép có rất nhiều ưu điểm so với dụng cụ nguyên khối. Nó có thể điều chỉnh hay thay đổi răng dao khi mòn hoặc hỏng còn thân dao vẫn tiếp tục sử dụng được. Do vậy dụng cụ ghép được sử dụng có hiệu quả rất cao. Về giá thành ban đầu của dụng cụ ghép thường cao hơn dụng cụ nguyên khối nhưng tuổi bền của dụng cụ ghép cao hơn nhiều, nên chi phí tiêu hao dụng cụ trên một đơn vị sản phẩm nhỏ. Do vậy kết cấu dụng cụ ghép rất phù hợp với quá trình sản xuất loạt lớn tự động hoá.



Hình 2-12 Các kết cấu kẹp mảnh dao vào thân dao

Có rất nhiều kết cấu cơ khí ghép mảnh dao vào thân dao như: kẹp bằng vít (hình 2-12a); kẹp mảnh dao bằng rãnh khóa và vít (hình 2-12b); kẹp mảnh dao bằng chêm và vít (hình 2-12c); kẹp mảnh dao bằng chốt hình 2-12d.

Do vậy khi thiết kế dụng cụ ghép tùy thuộc vào hình dáng, kích thước và kiểu loại dụng cụ, ta lựa chọn kết cấu kẹp cho hợp lý.

c) Tự động hoá quá trình thiết kế trong sản xuất dụng cụ:

Quá trình thiết kế dụng cụ bao gồm khối lượng lớn công việc tính toán và phức tạp. Tính toán xác định cách thông số hình học dụng cụ, kích thước hình dáng, hình học của dụng cụ cắt. Trong đó việc xác định profin phân cắt dụng cụ là rất quan trọng, vì nó ảnh hưởng trực tiếp đến độ chính xác và độ nhẵn của chi tiết gia công, để profin phân cắt dụng cụ đạt được độ chính xác cao, thì quá trình tính toán càng phức tạp và với khối lượng lớn do vậy quá trình tính toán đòi hỏi cần có sự trợ giúp của máy tính nhằm giảm thời gian tính toán và cho kết quả tính toán chính xác cao.

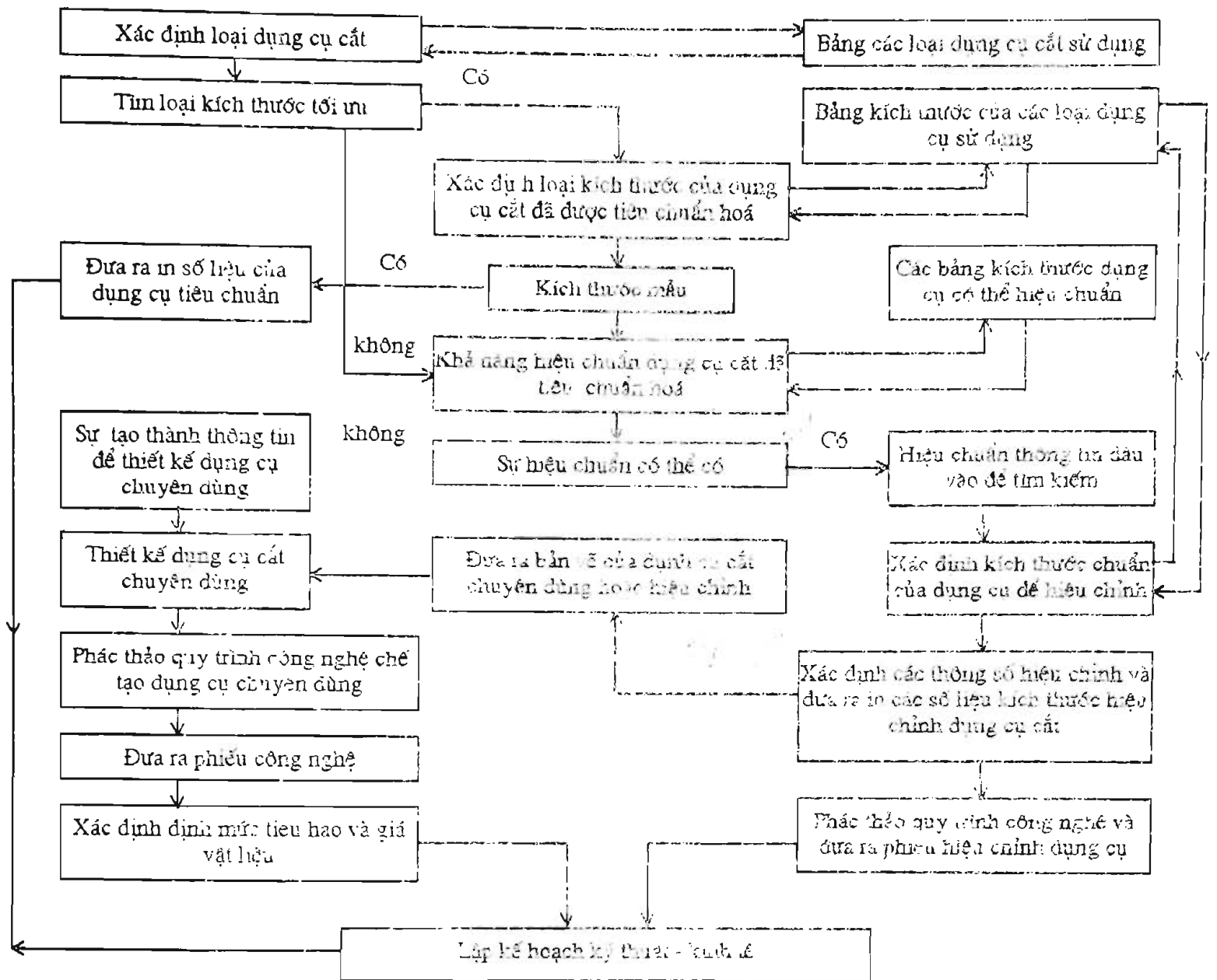
Ngoài ra để đáp ứng quá trình sản xuất tự động hoá, dụng cụ đòi hỏi có kết cấu, thông số hình học tối ưu, tuổi bền cao để đáp ứng năng suất và chất lượng của quá trình gia công. Để có được các kết quả tối ưu cần phải có nhiều phương án tính toán, đòi hỏi một khối lượng tính toán rất lớn không thể thực hiện tính tay được. Do vậy cần có sự trợ giúp của máy tính trong quá trình tính toán.

Việc ứng dụng máy tính trong tự động hoá thiết kế dụng cụ mở ra không hạn chế khả năng của quá trình thiết kế như : độ chính xác của kết quả tính, năng suất thiết kế... Sự tự động hoá quá trình thiết kế dụng cụ với sự trợ giúp của máy tính không chỉ trong nghĩa hẹp mà nó còn mở ra sự kết nối giữa quá trình tự động hoá thiết kế và quá trình tự động hoá sản xuất. Sơ đồ thuật toán của quá trình này được trình bày trong hình 2 -13.

Để thiết kế dụng cụ cần phải có các thông tin đầu vào như : kích thước hình dáng hình học của chi tiết gia công; dạng gia công; máy gia công; yêu cầu kỹ thuật đặt ra đối với dụng cụ. Các thông tin này là cơ sở dữ liệu cho quá trình tự động hoá thiết kế dụng cụ. Quá trình tự động hoá thiết kế dụng cụ và chuẩn bị sản xuất dụng cụ gồm nhiều giai đoạn như đã trình bày như sơ đồ sau. Mỗi một giai đoạn của quá trình thiết kế là một thuật toán riêng biệt, nó được làm rõ ở phần sau:

1. Dạng dụng cụ cắt được thiết kế tương ứng với một quy trình công nghệ gia công chi tiết nào đó, được xác định nhờ các bảng phạm vi sử dụng của dụng cụ.
2. Xác định kích thước mẫu đã được tiêu chuẩn hoá đối với dụng cụ, nhưng trong một số trường hợp, sự tìm kiếm kích thước tiêu chuẩn hoá là không tối ưu.
Ví dụ: Khi đường kính lỗ gia công không được tiêu chuẩn hoá.

Trong trường hợp sự tìm kiếm là tối ưu, xác định kích thước mẫu của dụng cụ cắt tiêu chuẩn được thực hiện nhờ các bảng kích thước mẫu của dụng cụ cắt. Nếu như có kích thước mẫu yêu cầu đã tiêu chuẩn hoá, thì sẽ có số liệu của dụng cụ được chọn đưa đến máy in và có sự chuyển sang việc lập kế hoạch kỹ thuật - kinh tế. Trong trường hợp ngược lại sẽ tiến hành chuyển sang xác định khả năng hiệu chỉnh dụng cụ cắt tiêu chuẩn.



Hình 2-13. Sơ đồ thuật toán tự động hoá quá trình thiết kế các loại dụng cụ cắt

3. Khả năng hiệu chỉnh các dụng cụ cắt tiêu chuẩn có thể được, sẽ chuyển sang thiết kế dụng cụ hiệu chỉnh. Trong trường hợp ngược lại, sẽ hình thành một thông tin để thiết kế dụng cụ chuyên dùng.

4. Khi thiết kế hiệu chỉnh cần tìm ra một kích thước mẫu của dụng cụ tiêu chuẩn phải hiệu chỉnh. Sau khi chọn được kích thước mẫu yêu cầu của dụng cụ cắt tiêu chuẩn, sẽ tìm các thông số hiệu chỉnh dụng cụ và in các thông số của dụng cụ cần hiệu chỉnh. Bản vẽ sẽ được hình thành nhờ các kích thước dụng cụ tiêu chuẩn mẫu đã được hiệu chỉnh.

5. Việc thiết kế các dụng cụ cắt chuyên dùng (đặc biệt) sẽ được thực hiện theo kiểu thuật toán thiết kế dụng cụ đặc biệt và các quy trình công nghệ chế tạo chúng được lập ra theo các mẫu. Từ thông tin ban đầu sẽ hình thành việc thiết kế theo một mẫu đã định

định của dụng cụ đặc biệt, bản vẽ được hình thành từ các kích thước thiết kế và được vẽ bằng máy vẽ tự động.

6. Thiết kế quy trình công nghệ sản xuất dụng cụ chuyên dùng, từ chọn phối đến xác định các nguyên công và các bước công nghệ, cũng như tính toán chế độ cắt và định mức thời gian cho các nguyên công. Sau khi lập được quy trình công nghệ sẽ in ra phiếu công nghệ và tiến hành chuyển sang việc lập kế hoạch kỹ thuật - kinh tế.

7. Khi lập kế hoạch kỹ thuật - kinh tế sản xuất dụng cụ ở giai đoạn thiết kế sẽ xác định các định mức tiêu hao vật liệu, giá thành sản xuất dụng cụ, quỹ thời gian cần thiết làm việc của thiết bị, độ dài thời gian của một chu kỳ sản xuất. Các kết quả tính toán kinh tế kỹ thuật được in ra dưới dạng phiếu kỹ thuật - kinh tế.

Quá trình tự động hoá thiết kế và sản xuất dụng cụ luôn gắn kết với nhau với sự trợ giúp của máy tính, nó cho phép nâng cao chất lượng dụng cụ và hạ giá thành chế tạo dụng cụ.

III. THIẾT KẾ DỤNG CỤ CẮT ĐẶC BIỆT

1. Khái niệm :

Dụng cụ cắt đặc biệt thường có kết cấu của phôi cắt hay cụ thể là profin của phần cắt dụng cụ có hình dáng đặc biệt so với các dụng cụ thông thường, nó thường là các dụng cụ gia công theo phương pháp định hình như dao tiện định hình, phay định hình..., hoặc dụng cụ gia công theo phương pháp bao hình có profin phần cắt đặc biệt.

Trong thực tiễn có rất nhiều các bề mặt có profin phức tạp do vậy cần phải có các dụng cụ có profin tương ứng để gia công các bề mặt này. Do vậy việc thiết kế các dụng cụ này là rất cần thiết.

2. Những vấn đề cần quan tâm thiết kế dụng cụ đặc biệt:

a) Các bước của quá trình thiết kế:

Trình tự quá trình các bước thiết kế dụng cụ đặc biệt cũng tương tự quá trình thiết kế dụng cụ tiêu chuẩn nhưng do đặc thù của dụng cụ đặc biệt là có profin phần cắt phức tạp do vậy các bước thiết kế có những nét đặc thù riêng nó sẽ được làm rõ ở phần sau.

* *Lựa chọn vật liệu dụng cụ:*

Việc lựa chọn vật liệu phần cắt của dao đặc biệt cũng tương tự như chọn vật liệu cắt của dụng cụ tiêu chuẩn, nhưng ở đây cần có sự chú ý đến đặc điểm qua trọng của của loại dụng cụ này là có profin phức tạp. Vì vậy cần chọn loại vật liệu dụng cụ có tính công nghệ tốt để dễ chế tạo được profin dụng cụ theo yêu cầu. Trong các loại vật liệu dụng cụ cắt để vừa đảm bảo được việc dễ chế tạo profin răng dao và năng suất cắt gọt thường chọn vật liệu phần cắt là các loại thép gió, nó có tính công nghệ tốt đồng thời có tính cứng cắt tốt.

Việc lựa chọn vật liệu phần thân đối với dụng cụ đặc biệt cũng tương tự như với dụng cụ tiêu chuẩn.

* *Xác định kích thước và kết cấu dụng cụ:*

• *Xác định profin phần cắt dụng cụ:*

Như đã phân tích ở trên ta thấy rằng quá trình thiết kế dụng cụ đặc biệt cũng tương tự việc thiết kế dụng cụ tiêu chuẩn, nhưng ở đây việc tính toán profin phần cắt dụng cụ là cần quan tâm hơn cả vì nó ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng bề mặt và độ chính xác của chi tiết gia công. Do vậy bước tính toán xác định profin phần cắt dụng cụ là rất quan trọng trong quá trình thiết kế dụng cụ cắt đặc biệt.

Để xác định profin phần cắt dụng cụ đặc biệt có rất nhiều phương pháp như: phương pháp đồ thị, phương pháp giải tích, nhưng mỗi một phương pháp tính cho một mức độ chính xác nhất định nên cần phải có sự lựa chọn phương pháp tính cho phù hợp. Hiện

nay việc ứng dụng máy tính trong quá trình thiết kế tính toán rất rộng rãi nó cho phép nâng cao năng suất tính toán và độ chính xác của phép tính, từ đó ta có được profile dụng cụ đặc biệt có độ chính xác cao.

• **Xác định phân định vị và kẹp chặt:**

Quá trình thiết kế xác định các kích thước của phân định vị và kẹp chặt tương tự dụng cụ tiêu chuẩn và được tiêu chuẩn hoá cao để tăng hiệu quả của quá trình sử dụng dụng cụ, nó được lấy theo lượng dư gia công lớn nhất.

b) Các dạng mặt trước và mặt sau của dụng cụ đặc biệt:

Phan cắt dụng cụ được tạo bởi mặt trước và mặt sau dụng cụ và lưỡi cắt chính là giao tuyến giữa mặt trước và sau của dụng cụ. Đối với dụng cụ đặc biệt nó có đặc điểm là profile phân cắt phức tạp và phải đảm bảo cho nó không thay đổi khi mài sắc lại. Do vậy mà dạng mặt trước và sau của dụng cụ đặc biệt thường có dạng đặc biệt. Sau đây ta sẽ nghiên cứu một số dạng mặt trước và sau hay sử dụng đối với dụng cụ đặc biệt.

Các dạng mặt trước và mặt sau trong quá trình tính toán thiết kế nó thường được biểu diễn dưới dạng các phương trình bề mặt trong không gian như sau:

Mặt trước và mặt sau là mặt phẳng có phương trình tổng quát dạng (2 - 5) sau:

$$Ax + By + Cz + D = 0 \quad (2 - 5)$$

Mặt trước và mặt sau là mặt cong có thể biểu diễn bằng một trong những phương trình dạng (2 - 6) sau:

+ Dạng ẩn : $F(x, y, z) = 0$

+ Dạng hiển : $z = f(x, y)$

+ Dạng tham số : $x = x(u, v), y = y(u, v), z = z(u, v), \quad (2 - 6)$

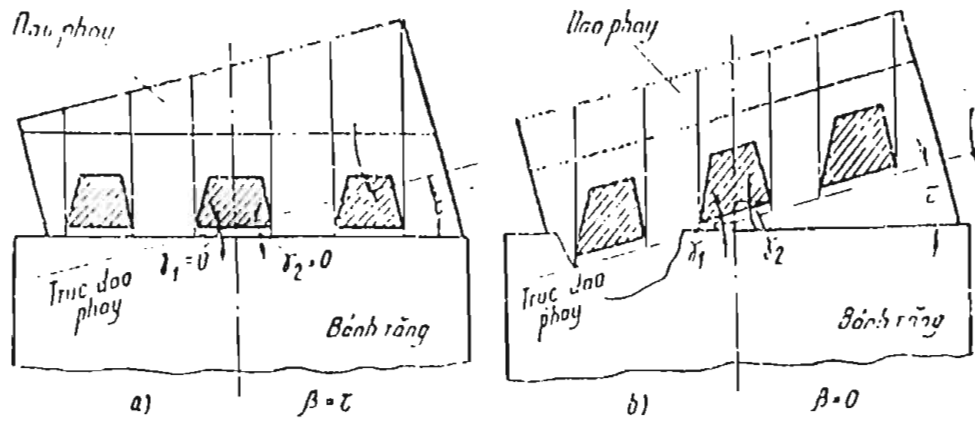
+ Dạng véc tơ : $\mathbf{r} = \mathbf{r}(u, v)$ hay $\mathbf{r} = x(u, v)\mathbf{i} + y(u, v)\mathbf{j} + z(u, v)\mathbf{k}$,

Tùy thuộc vào bài toán tính toán thiết kế mà người ta sử dụng một trong các dạng phương trình trên cho phù hợp

• **Mặt trước :**

Đối với các dụng cụ cắt mặt trước thường có dạng là mặt phẳng hoặc mặt cong, đối với dụng cụ đặc biệt cũng vậy tùy theo từng loại cụ thể mà khi thiết kế người ta lựa chọn. Ví dụ với dao phay đĩa mở duyn mặt trước là mặt phẳng; với dao phay trục vít mặt trước là mặt xoắn vít; dao xọc răng mặt trước có dạng mặt côn.

Trong các dạng mặt trước là mặt cong thì mặt xoắn vít là bề mặt được sử dụng khá phổ biến làm mặt trước cho các dụng cụ tiêu chuẩn (mũi khoan, dao phay trụ răng xoắn), làm mặt trước cho các dụng cụ đặc biệt như dao phay lăn trục vít do các ưu điểm của chúng:



Hình 2.14 Mặt trước của dao phay lăn trục vít: a- rãnh xoắn; b- rãnh thẳng

- Việc cuộn thoát phoi dễ dàng khi cắt.

- Chế tạo được với các máy công cụ thông thường.

- Có khả năng tạo được góc trước hợp lý cho các lưỡi cắt. Ví dụ với dao phay trục vít (hình 2.14), mặt trước là mặt vít có góc xoắn β bằng góc nâng τ của đường vít thì góc trước của lưỡi cắt phải và trái có giá trị bằng nhau. Điều đó làm tăng độ chính xác cho quá trình cắt và lưỡi cắt mòn đều khi cắt.

- Mặt sau:

Mặt sau của các dụng cụ cũng như mặt trước, nó có thể là mặt phẳng và mặt cong và cũng được biểu diễn bằng các phương trình toán học có dạng tổng quát như mặt trước, để quá trình tính toán và thiết kế dụng cụ được thuận lợi và chính xác.

Mục tiêu đầu tiên của việc chọn mặt sau là đảm bảo có góc sau hợp lý cho lưỡi cắt, đồng thời nó cần thoả mãn một số các điều kiện khác như: chế tạo dễ, không làm giảm độ bền răng dao. Ngoài ra đối với các dụng cụ đặc biệt nó còn có nhiệm vụ kết hợp với mặt trước để tạo ra profil răng dao không đổi cũng như đảm bảo độ chính xác sau khi mài sắc lại. Do vậy mà đối với các dụng cụ đặc biệt gia công theo phương pháp định hình cũng như bao hình mặt sau của chúng thường được hút lưng theo các đường cong để tạo mặt sau.

Đường cong hút lưng răng dao phải đảm bảo các yêu cầu sau :

- Hình dáng răng dao không thay đổi hoặc thay đổi rất ít khi mài lại .

- Trị số góc sau đáp ứng được quá trình cắt .

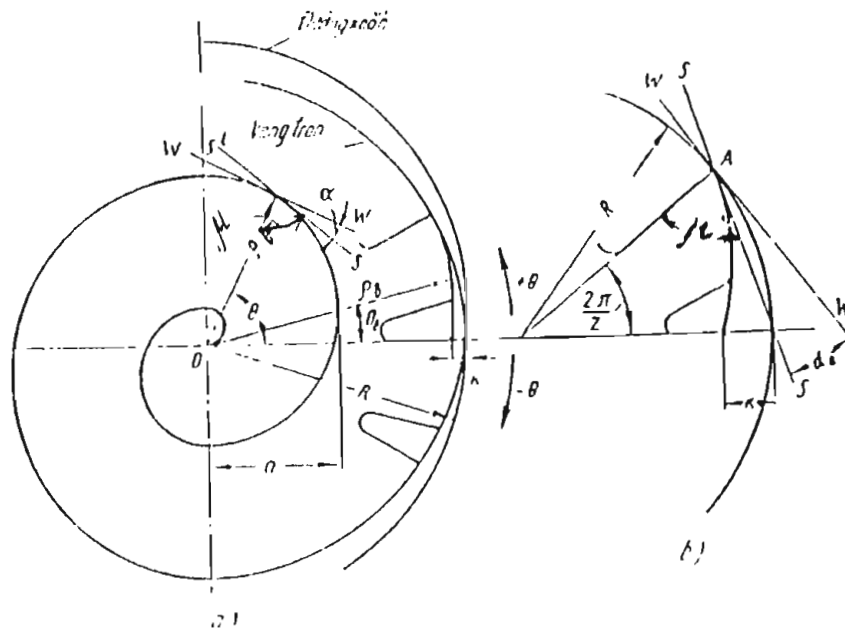
- Chế tạo và sử dụng đơn giản

Để đảm bảo có góc sau không đổi người ta phải hút lưng theo đường cong lý thuyết Lo-ga-rít, nhưng nó chỉ có ý nghĩa trên phương diện lý thuyết. Do vậy trong thực tế

người ta hót lũng răng dao theo đường cong hót lũng thực tế Λ c-si-mét nó có ý nghĩa thực tiễn cao.

Đường cong lý thuyết Lô-ga-rít :

Khảo sát phương trình đường cong hót lũng trong hệ tọa độ cực hình 2- 15 với giả thiết $\alpha = \text{const}$ như sau:



Hình 2-15. Hệ tọa độ biểu diễn đường cong hót lũng răng dao

Từ hình vẽ thấy :

μ - góc giữa bán kính véc tơ ρ với đường thẳng tiếp tuyến với đường cong hót lũng tại đỉnh

α - góc sau - góc giữa đường thẳng vuông góc với bán kính ρ và đường thẳng tiếp tuyến trên đã nói .

Phương trình tổng quát của đường cong hót lũng có dạng :

$$\rho = f(\theta) \tag{2-7}$$

θ - tham số góc quay ở tâm , ρ - bán kính quay

Theo giải tích có : $\text{tg}\mu = \frac{\rho}{\dot{\rho}}$ (2-8)

Vì $\alpha + \mu = 90^\circ \rightarrow \text{tg}\alpha = \frac{1}{\text{tg}\mu} = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{d\rho}{d\theta}$ (2-9)

Khi $\alpha = \text{const}$ hay $\text{tg}\alpha = \text{const} = m$, sẽ có :

$$\frac{1}{\rho} \cdot \frac{d\rho}{d\theta} = m \Leftrightarrow \frac{1}{\rho} \cdot d\rho = m \cdot d\theta$$

Lấy tích phân hai vế $\Rightarrow \ln \rho = m\theta + c$ ($c = \text{const}$)

Xác định c : khi $\theta = 0^\circ$; $\rho = R$ (R - bán kính vòng tròn đỉnh dao) , thay vào trên có $\ln R = C$.

$$\ln \rho = m \cdot \theta + \ln R = \ln R \cdot e^{m\theta} \quad (2-10)$$

$$\text{Bỏ lô-ga-rít 2 vế , có : } \rho = R \cdot e^{m\theta} \quad (2-11)$$

Như vậy : Phương trình (2 - 7) thoả mãn điều kiện $\alpha = \text{const}$ có dạng (2-11)

Đây là phương trình của đường xoắn Lô-ga-rít trong tọa độ cực . Vậy đường cong hút lung lý thuyết là đường xoắn Lô-ga-rít . Thực tế không sử dụng đường này vì:

1. Ứng với một dao phay hút lung phải có một cam hút lung (ρ phụ thuộc cả θ và R) điều này không thể chấp nhận về mặt thực tiễn .
2. Phương trình (2-11) là phương trình hàm mũ , do đó để chế tạo đường cong này máy phải có một gia tốc nào đó , điều này không phù hợp với các máy hiện có:

Khi hút lung răng dao thực tế chỉ sử dụng đường xoắn Ác-si-mét

Đường cong hút lung Ác-si-mét :

Phương trình đường Ác-si-mét cong trong tọa độ cực có dạng :

$$\rho = a \cdot \theta \quad (2-12)$$

Đường xoắn Ác-si-mét được tạo bởi sự phối hợp của hai chuyển động quay đều và

tịnh tiến đều. Do vậy ta có : $a = \frac{S}{2\pi}$; S - bước của đường xoắn Ác-si-mét . Phương

trình đường xoắn Ác-si-mét qua đỉnh răng dao có dạng :

$$\rho = R - \frac{S}{2\pi} \cdot \theta \quad (2-13)$$

Theo trên ta có :

$$\text{tg} \alpha = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{d\rho}{d\theta} = -\frac{1}{\rho} \frac{S}{2\pi} \quad [\text{Dấu } (-) \text{ chỉ hàm nghịch biến }], \text{ về giá trị}$$

$$\text{tg} \alpha = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{S}{2\pi} = \frac{1}{\theta} \quad \Rightarrow \quad \text{tg} \alpha = \frac{1}{\theta} \quad (2-14)$$

Từ (2-14) thấy : trị số của α phụ thuộc vào góc quay θ . Nhưng khi hút lung răng dao , góc quay θ được xác định : $\theta = \frac{2\pi}{Z}$ thường nhỏ nên có thể xem như

$\alpha \approx \text{const}$ đối với một răng dao.

Xác định lượng hút lung K của dao : Lượng nâng của đường xoắn Ác-si-mét :

$$S = K \cdot Z \quad (2-15)$$

Trong đó : K - lượng hớt lưng của dao - lượng nâng của đường xoắn ứng với 1 răng dao .

Z - số răng của dao phay

Thay (2 -15) vào (2 -14) có :

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{K \cdot Z}{0.2 \pi} \quad (2-16)$$

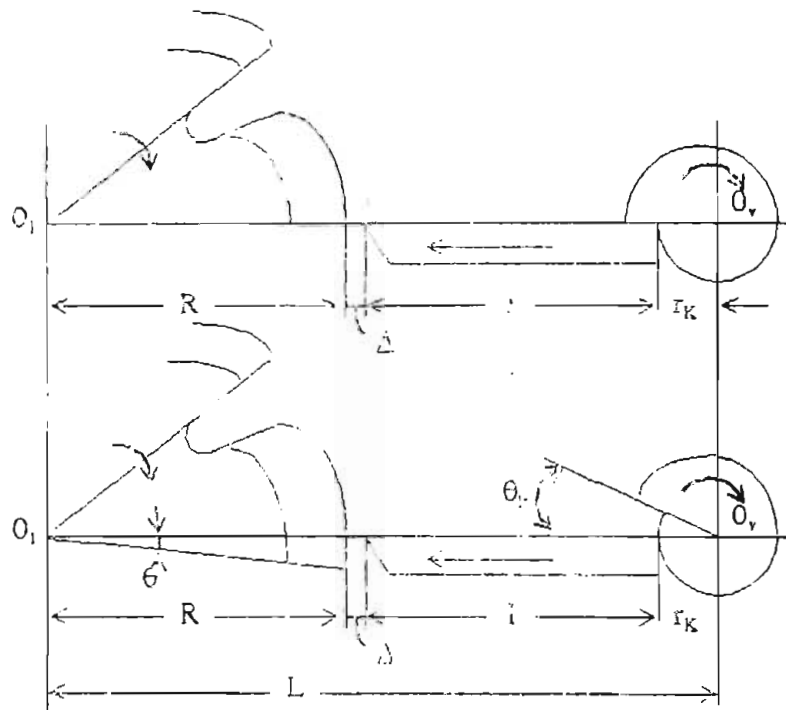
☐ Nhận xét :

1. α phụ thuộc vào ρ

2. Cho $\rho = R$, xác định được quan hệ giữa góc sau trên đỉnh răng α_d , đường kính ngoài của dao , số răng và lượng hớt lưng dao phay

$$\operatorname{tg} \alpha_d = \frac{K \cdot Z}{2 \pi \cdot R} \Rightarrow K = \frac{\pi D}{Z} \cdot \operatorname{tg} \alpha_d \quad (2-17)$$

• Quan hệ giữa lượng hớt lưng K và lượng nâng của cam :



Hình 2-16. Quan hệ giữa lượng hớt lưng K và lượng nâng của cam

Ở thời điểm bắt đầu cắt , khoảng cách giữa tâm của dao phay và cam là :

$$L = R + l + r_k + \Delta \quad (2-18)$$

Trong đó : l - chiều dài dao tiện hớt lưng .

r_k - bán kính nhỏ nhất của cam .

Δ - lượng rút dao tiện ra khỏi dao phay .

Khi dao quay 1 góc θ , ứng với góc quay của cam là θ_k , khoảng cách L , xác định :

$$L = \rho_b + l + \rho_k + \Delta \quad (2-19)$$

Trong đó :

ρ_b - bán kính vec tơ điểm tiếp xúc của đường cong hót lũng ngoài trên đỉnh dao .

ρ_k - bán kính vec tơ của điểm tiếp xúc giữa cam và dao hót lũng .

Cân bằng hai phương trình trên có :

$$\rho_k = R + r_k - \rho_b \quad (2-20)$$

Trong quá trình hót lũng : khi dao phay 1 góc bằng góc giữa hai răng .

$\theta = \frac{2\pi}{Z}$ thì cam quay được 1 vòng $\theta_k = 2\pi$,

$$\text{nên } \frac{\theta}{\theta_k} = \frac{1}{Z} \Rightarrow \theta = \frac{\theta_k}{Z} \quad (2-21)$$

Thay ρ_b bằng trị số ở (2-13) vào (2-20) với chú ý (2-21) có :

$$\rho_k = R + r_k - R + \frac{S}{2\pi} \cdot \frac{\theta_k}{Z} \quad (2-22)$$

$$\Rightarrow \rho_k = r_k + \frac{S}{2\pi \cdot Z} \cdot \theta_k \quad (2-23)$$

Khi thay $S = K \cdot Z$ vào trên sẽ có .

$$\rho_k = r_k + \frac{K}{2\pi} \cdot \theta_k \quad (2-24)$$

Công thức này cho thấy ngay : cam để hót lũng theo đường xoắn Ac si-mét có tỉ số lượng nâng của nó sau 1 vòng bằng trị số hót lũng của dao và không phụ thuộc vào đường kính dao phay mà được xác định bằng trị số hót lũng K .

★ Nhận xét :

- Từ tất cả các điểm trên cho thấy việc sử dụng đường cong hót lũng Ac si-mét để hót

lũng răng dao, cho phép các cam này có tính vạn năng nghĩa là có thể dùng cho dao phay có đường kính khác nhau, miễn là có cùng lượng hót lũng K .

Như vậy việc hót lũng răng dao bằng đường cong hót lũng Ac-si-mét đáp ứng tốt các yêu cầu của mặt sau các dụng cụ đặc biệt.

3. Các phương pháp tính profin phân cắt:

Như đã phân tích ở mục 1, dụng cụ đặc biệt nói chung khác với dụng cụ cắt thông thường nó có hình dáng phân cắt phức tạp do vậy việc tính toán xác định profin phân cắt dụng cụ cũng phức tạp. Có hai phương pháp tính toán profin phân cắt khi thiết kế dụng cụ là phương pháp đồ thị và phương pháp giải tích, tùy theo từng trường hợp cụ thể mà lựa chọn phương pháp cho phù hợp.

a) Phương pháp đồ thị:

Phương pháp đồ thị thực chất là sử dụng các phép đồ họa dụng cụ profin răng dao trên cơ sở phương pháp tạo hình của dụng cụ (định hình hoặc bao hình) từ đó bằng các phép đồ họa ta dựng được profin răng dao.

Ví dụ :

-Với dụng cụ gia công bằng phương pháp định hình như dao phay đĩa mô đun, bằng các phép đồ họa trong tiết diện chứa trục dao. Ta hoàn toàn dựng được profin của rãnh giữa hai răng bằng các phép vẽ và nó chính là profin răng dao của dao phay đĩa mô đun.

-Với dụng cụ gia công theo phương pháp bao hình như dao phay lăn trục vít hay dao xọc răng. Profin răng dao được tạo bởi bao liên tiếp của các vị trí đối tiếp của profin chi tiết gia công, bằng các phép vẽ đồ họa người ta sẽ dựng được profin răng dao trong một tiết diện khảo sát nào đó (tiết diện pháp, tiết diện dọc trục...).

Phương pháp đồ thị là phương pháp dễ thấy kết quả nhất, nhưng nó là phương pháp có độ chính xác thấp và năng suất thiết kế thấp.

b) Phương pháp giải tích:

Phương pháp này sử dụng các phép toán giải tích để giải hệ các phương trình đặc trưng cho các bề mặt (mặt khởi thủy) của dụng cụ từ đó xác định được profin răng dao, hoặc từ điều kiện tiếp xúc giữa dụng cụ và chi tiết khi tạo hình (đã nêu ở phần I) bằng các phép toán giải tích cho phép ta xác định profin phân cắt dụng cụ .

Phương pháp này cho độ chính xác cao và hiện nay với sự trợ giúp của máy tính trong quá trình thiết kế nó sẽ cho năng suất tính toán và độ chính xác rất cao. Do vậy phương pháp này rất thích hợp với việc tính toán profin phân cắt dụng cụ đặc biệt.

Trong quá trình thiết kế người ta còn sử dụng phương pháp kết hợp giữa đồ thị và giải tích để tìm profin phân cắt.

4. Ví dụ - Thiết kế dao phay lăn trục then hoa:

Trong ví dụ này chỉ xét loại dao phay lăn gia công trục then hoa có profin thẳng, nó là một dạng điển hình của dụng cụ đặc biệt và gia công bằng phương pháp bao hình. Profin răng dao được xét trong tiết diện pháp và lấy bằng profin thanh răng đối tiếp với

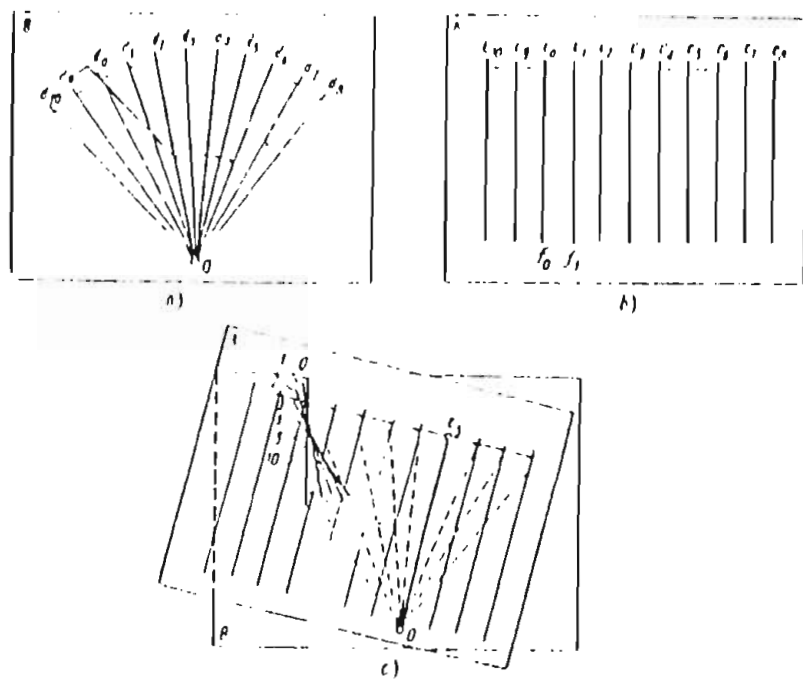
profin chi tiết. Phương pháp xác định profin gần đúng sẽ gây ra một sai số nhỏ so với dung sai chế tạo chi tiết. Tăng góc vít của dao phay τ thì độ không chính xác của phương pháp xác định profin gần đúng này càng tăng, vì vậy khi thiết kế chọn góc τ không quá 6°

a) Xác định profin răng dao theo phương pháp đồ thị:

Ta sẽ nghiên cứu hai phương pháp đồ thị là : theo cách xác định các vị trí liên tiếp của profin chi tiết và bằng cách dùng đường tạo profin.

**Xác định profin răng dao theo các vị trí liên tiếp của profin chi tiết:*

Trên tờ giấy B (hình 2-17a) ta vẽ vòng tròn lăn của chi tiết và profin chi tiết theo tỷ lệ nhất định. Từ điểm d_0 - giao điểm của profin chi tiết và vòng tròn lăn, ta lấy các cung bằng nhau trên vòng tròn lăn $\widehat{d_0d_1} = \widehat{d_1d_2}$ v.v... qua các điểm ấy ta vẽ các bán kính $O d_0, O d_1, O d_2$ v.v...



Hình 2-17. Xác định bằng đồ thị profin răng dao theo phương pháp các vị trí liên tiếp.

Trên tờ giấy can K (hình 2-17 b) vạch một đường thẳng lăn, trên đó lấy các điểm e_0, e_1, \dots , cách nhau một khoảng bằng chiều dài các cung trên vòng lăn chi tiết, tức là $\widehat{d_0d_1} = \widehat{d_1d_2} = \dots = e_0e_1 = e_1e_2$ v.v...

Qua các điểm trên, vẽ các đường thẳng e_0f_0, e_1f_1, \dots , thẳng góc với đường lăn. Đặt giấy can K lên trên bản vẽ B sao cho đường lăn tại điểm e_0 tiếp xúc với vòng lăn tại điểm d_0 và đường thẳng e_0f_0 , trùng với bán kính tương ứng $O d_0$ của chi tiết. Ở vị trí này, ta can lại profin chi tiết ở tờ giấy B lên trên tờ giấy can. Sau đó cho điểm e_1 trên đường lăn trùng với điểm d_1 trên vòng tròn lăn và đường thẳng e_1f_1 trùng với

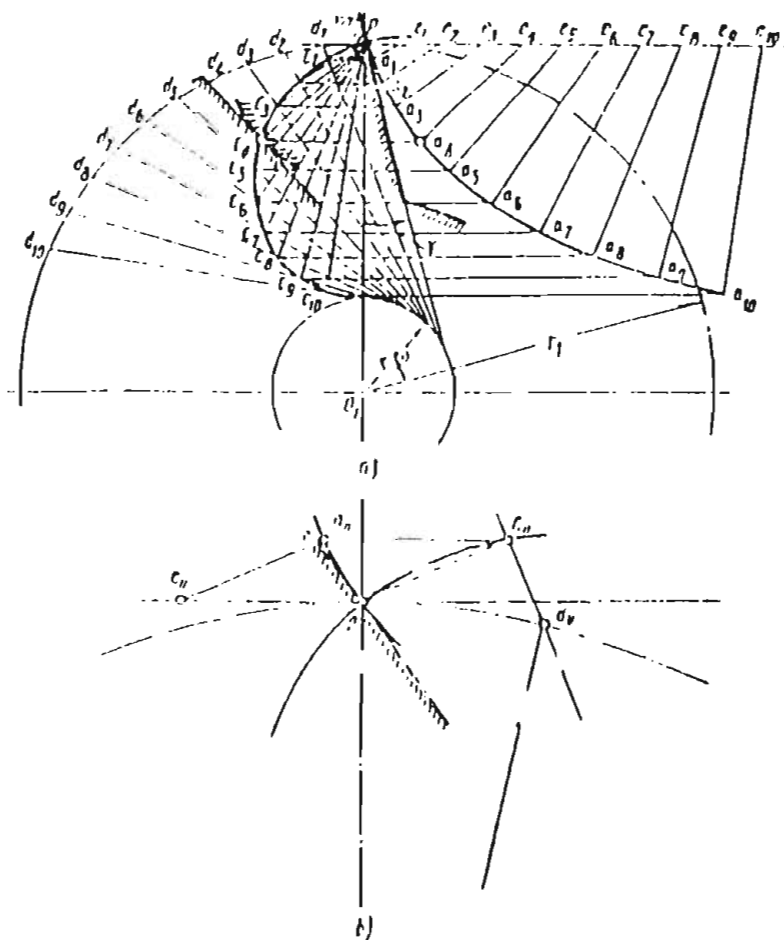
bán kính Od_1 và can lại prôfin chi tiết lên giấy can. Cứ tiếp tục dịch chuyển tờ giấy can như vậy trên bản vẽ giấy như thế, ở mỗi vị trí ta đều can được một prôfin chi tiết (hình 12-7c). Cách dựng hình ấy tương ứng với sự lăn không trượt đường lăn của dao phay trên vòng lăn của chi tiết. Đường bao của tất cả các vị trí liên tiếp của prôfin chi tiết trên giấy can chính là prôfin của răng dao phay.

Phương pháp này cho phép xác định prôfin dao phay để gia công các chi tiết có prôfin định hình khác nhau. Nó còn dùng để xác định prôfin chi tiết theo prôfin của dao đã có sẵn hoặc do tính toán hay dựng hình (bài toán ngược).

*** Xác định prôfin răng dao phay bằng cách dùng đường tạo prôfin:**

Ta vẽ trên tờ giấy (với tỷ lệ lớn nhất có thể được) vòng tròn lăn của chi tiết và đường thẳng lăn của dao phay tiếp xúc với chi tiết ở đó (hình 2 - 18a). Qua tiếp điểm của vòng tròn và đường thẳng (cực tạo hình P), ta vẽ prôfin chi tiết. Từ tâm chi tiết, vẽ vòng tròn phụ tiếp xúc với đường thẳng prôfin, bán kính của nó được xác định:

$$r_{phụ} = r \cdot \sin \gamma = e ; \text{ đối với trục then có cạnh song song } r_{phụ} = \frac{B}{2}.$$



Hình 2-18. Xác định prôfin răng dao bằng đồ thị theo cách dùng đường tạo prôfin.

Khi chi tiết quay, đường thẳng profin sẽ luôn luôn tiếp xúc với vòng tròn này. Từ cực P, lấy các cung bằng nhau trên vòng lăn (cách điểm d) và các đoạn trên đường lăn bằng các cung ấy (cách điểm e), nghĩa là:

$$Pd_1 = d_1 d_2 = d_2 d_3 = \dots = Pe_1 = e_1 e_2 = e_2 e_3 \dots$$

Ta xác định profin răng dao tại một vị trí bất kỳ nào đó. Ví dụ vị trí 4 ta dựng profin chi tiết tại điểm d_4 trên vòng lăn bằng cách qua điểm ấy, vẽ tiếp tuyến với cung vòng tròn phụ. Từ cực P, hạ đường thẳng góc với nó Pe_4 . Giao điểm của chúng ký hiệu là c_4 . Qua điểm e_4 trên đường lăn của dao phay, ta vẽ đường song song với pháp tuyến Pe_4 và qua điểm c_4 vẽ đường song song với đường lăn giao điểm của chúng a_4 sẽ nằm trên profin răng dao phay. Thật vậy, tại vị trí đầu tiên profin chi tiết tiếp xúc với profin răng dao tại cực P.

Khi xoay chi tiết đến vị trí 4, vì vòng lăn không trượt trên đường lăn và cung Pd_4 bằng đoạn Pe_4 theo cách dựng hình, nên điểm e_4 sẽ đến trùng cực P, đường thẳng $e_4 a_4$ sẽ trùng với đường Pe_4 và sẽ là pháp tuyến chung với profin chi tiết và dao tại thời điểm tiếp xúc của chúng. Điểm a_4 trùng với điểm c_4 cho nên sẽ là một điểm của profin răng dao.

Đối với tất cả các điểm khác cứ tiếp tục tiến hành dựng hình tương tự như vậy. Nối các điểm a lại bằng đường cong đều, ta có profin răng dao phay. Đường cong đều nối các điểm c , là đường xác định các điểm mà tại đó profin chi tiết và dao tiếp xúc với nhau, nghĩa là profin dao gia công và profin chi tiết. Đường cong đó được gọi là đường cong tạo profin.

Để xác định profin ở cả phía trong và phía ngoài vòng lăn, việc dựng hình sẽ tiến hành cả ở hai bên cực P. Trên hình 2-18b trình bày cách xác định điểm a_{11} của profin

răng dao phay.

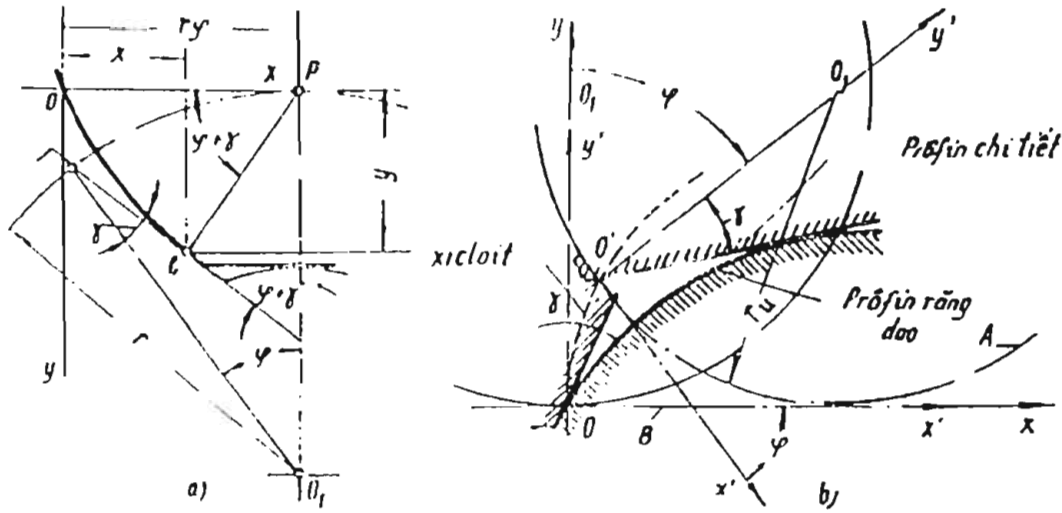
Trong các cách xác định bằng đồ thị, cần vẽ với tỷ lệ lớn nhất có thể được. Khoảng cách giữa các điểm trên vòng lăn nên lấy nhỏ hơn 0,1 bán kính vòng lăn. Trong trường hợp đó có thể thay cung vòng tròn lăn bằng các dây cung.

Khuyết điểm của phương pháp xác định profin bằng đồ thị là độ chính xác thấp vì hạn chế bởi độ chính xác khi vẽ, bởi tỷ lệ phóng đại cho phép chỉ trong phạm vi kích thước bản vẽ.

b) Xác định profin răng dao bằng phương pháp giải tích:

Ta xác định profin răng dao phay trong hệ tọa độ XOy gắn với nó (hình 2-19a). Trục hoành lấy theo đường lăn của dao phay, gốc tọa độ trùng với giao điểm của profin dao và đường lăn. Trục tung thẳng góc với đường lăn và hướng về phía tâm chi tiết. Vị trí ban đầu là vị trí mà cặp profin chi tiết và dao tiếp xúc với nhau tại cực tạo profin P. Gốc tọa độ cũng trùng với cực P.

Ta khảo sát một vị trí bất kỳ của profin chi tiết, vị trí này được xác định bằng cách xoay nó một góc φ so với vị trí ban đầu.



Hình 2-19. Xác định profin răng dao quay lăn bằng phương pháp giải tích.

Vì đường lăn của răng dao quay lăn không vượt trên vòng lăn của chi tiết, nên khi profin của chi tiết xoay đi một góc φ thì profin răng dao quay và hệ tọa độ cũng sẽ dịch chuyển theo phương đường lăn của một khoảng $r\varphi$ kể từ cực P.

Theo hình 2-19a tọa độ các điểm profin răng dao quay được xác định theo các phương trình sau:

$$x = r\varphi - PC \cos(\varphi + \gamma), \quad (2-25)$$

$$y = PC \sin(\varphi + \gamma)$$

Trong đó PC được xác định bằng biểu thức:

$$PC = r [\sin(\varphi + \gamma) - \sin \gamma] \quad (2-26)$$

Thay khoảng cách PC từ cực đến điểm của đường tạo profin vào hệ phương trình (2-25) ta có:

$$x = r[\varphi - |\sin(\varphi + \gamma) - \sin \gamma| \cos(\varphi + \gamma)]; \quad (2-27)$$

$$y = r[\sin(\varphi + \gamma) - \sin \gamma] \sin(\varphi + \gamma).$$

Nếu thay $\varphi + \gamma = \alpha$ thì:

$$x = r[(\alpha - \gamma) - (\sin \alpha - \sin \gamma) \cos \alpha]; \quad (2-28)$$

$$y = r(\sin \alpha - \sin \gamma) \sin \alpha$$

Trong công thức này và về sau trị số α, γ khi tính toán lấy theo radian.

Để đơn giản việc tính toán mở ngoặc công thức (2-28) ta có:

$$x = r[(\alpha - \sin \alpha \cos \alpha) - \gamma + \sin \gamma \cos \alpha]; \quad (2-29)$$

$$y = r(\sin^2 \alpha - \sin \gamma \sin \alpha).$$

Khi xác định các tọa độ x và y cần thay đổi trị số φ hay α trong giới hạn ứng với điểm mút của prôfin, và tương ứng với các giá trị min và max của φ . Khi $r = R\epsilon$ góc $\varphi_{\min} = 0$.

Cũng có thể xác định prôfin răng dao bằng cách tìm đường bao của các vị trí liên tiếp của prôfin chi tiết khi vòng lăn A của nó qua không trượt trên đường lăn B của dao phay (hình 2 - 19). Prôfin răng dao được xác định trên hệ tọa độ cố định xOy . Trục x trùng với đường lăn của dao phay, gốc tọa độ đặt tại giao điểm của prôfin và đường lăn. Prôfin chi tiết cho trong hệ tọa độ di động $x'O'y'$, trục $O'x'$ của hệ tiếp xúc với vòng lăn của chi tiết, gốc tọa độ đặt tại giao điểm của prôfin với vòng lăn. Trong vị trí ban đầu cả hai hệ trục cố định xOy và di động $x'O'y'$ trùng nhau. Trong hệ tọa độ di động prôfin thẳng của chi tiết xác định theo phương trình:

$$x' = y' \cdot \operatorname{ctg} \gamma. \quad (2-30)$$

Khi xoay chi tiết, vòng lăn của nó lăn trên đường lăn của dao phay và gốc tọa độ di chuyển theo đường xicloid, đường ấy có phương trình như sau:

$$x_0 = r(\varphi - \sin \varphi); y_0 = r(1 - \cos \varphi) \quad (2-31)$$

ở đây góc φ - là góc xoay của chi tiết kể từ vị trí ban đầu, bằng góc xoay của hệ trục tọa độ di động với hệ trục tọa độ cố định.

Dùng công thức chuyển tọa độ từ hệ di động $x'O'y'$ sang hệ cố định xOy ta có:

$$x = (x' - x_0) \cos \varphi - (y' - y_0) \sin \varphi. \quad (2-32)$$

$$y = (x' - x_0) \sin \varphi + (y' - y_0) \cos \varphi.$$

ở đây x_0, y_0 - là tọa độ điểm gốc của hệ di động, điểm gốc này dịch chuyển theo đường xicloid.

Từ đó ta nhận được phương trình của họ prôfin chi tiết trong hệ tọa độ cố định :

$$y = x \operatorname{ctg}(\varphi + \gamma) + r[1 - \cos \varphi + \sin \varphi \operatorname{ctg}(\varphi + \gamma) - \varphi \operatorname{ctg}(\varphi + \gamma)]. \quad (2-33)$$

Để xác định đường bao của hệ đường thẳng ấy, cần tìm đạo hàm riêng của phương trình trên theo thông số φ và cho bằng không.

$$\frac{\partial(x, y, z)}{\partial \varphi} = 0 \quad (2-34)$$

$$\text{hay } \frac{\partial(x, y, z)}{\partial \varphi} = \frac{x}{\sin^2(\varphi + \gamma)} - r \left[\frac{\sin \gamma \cos(\varphi + \gamma)}{\sin^2(\varphi + \gamma)} + \frac{\varphi}{\sin^2(\varphi + \gamma)} - \operatorname{ctg}(\varphi + \gamma) \right] = 0 \quad (2-35)$$

Sau khi biến đổi ta có:

$$x = r \{ \varphi - [\sin(\varphi + \gamma) - \sin \gamma] \operatorname{ctg}(\varphi + \gamma) \}. \quad (2-36)$$

Giải phương trình (2- 36) và phương trình họ đường đường thẳng (2 - 33) ở trên ta có tung độ y :

$$y = r \sin(\varphi + \gamma) [\sin(\varphi + \gamma) - \sin\gamma] \quad (2 - 37)$$

Vậy từ các phương trình (2-36) và (2- 37) đã trình bày ở phần trên ta xác định tọa độ x và y của profin răng dao phay.

c) Kích thước profin răng dao phay:

Kích thước của profin răng dao phay trong tiết diện thẳng góc với đường vít của nó bằng kích thước profin thanh răng dôi tiếp với profin chi tiết gia công (hình 2-20).

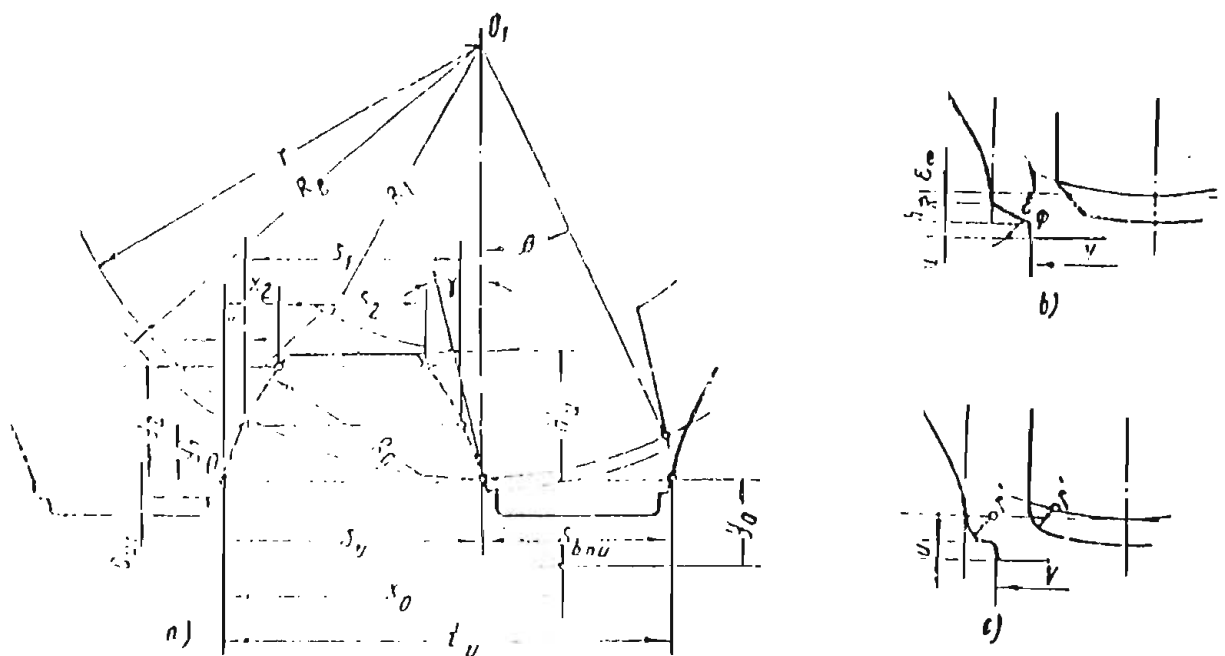
Trong thiết diện này, bước răng dao phay $t_u = t_1 = \frac{\pi d}{z_1}$ Chiều rộng S_u của dao phay trên đường lăn bằng chiều rộng rãnh profin chi tiết S_{bn} hay bằng hiệu số của bước t_1 và chiều rộng của profin gia công của chi tiết S , do theo vòng lăn có đường kính d :

$$S_u = t_1 - S = \frac{\pi d}{z_1} - \beta l \quad (2 - 38)$$

Trong đó: β - Góc ở tâm của chiều rộng profin chi tiết theo vòng lăn có đường kính d và tính bằng radian; đối với trục có then hoa thẳng $\beta = 2\gamma$;

z_1 - Số profin cùng phía (hay số then) theo vòng tròn của chi tiết.

Mặt ngoài của răng dao phay trong kết cấu thông thường bị hạn chế bởi đường thẳng tiếp xúc với vòng tròn của profin gia công của chi tiết và song song với đường lăn. Cho nên chiều cao “đầu” răng dao phay tính từ đường lăn bằng: $h'_u = r - R_i$.



Hình 2-20 Các kích thước của profin răng dao phay lăn then hoa

Dao phay lăn xét ở trên không gia công mặt trụ ngoài của chi tiết, cho nên giữa mặt trụ này với đáy profin dao phay có khe hở nhỏ e_{ul} . ở chân profin răng dao có làm cạnh vít hay bọng tròn (hình 2-20 b,c), tương ứng với dạng đỉnh profin chi tiết. Các kích

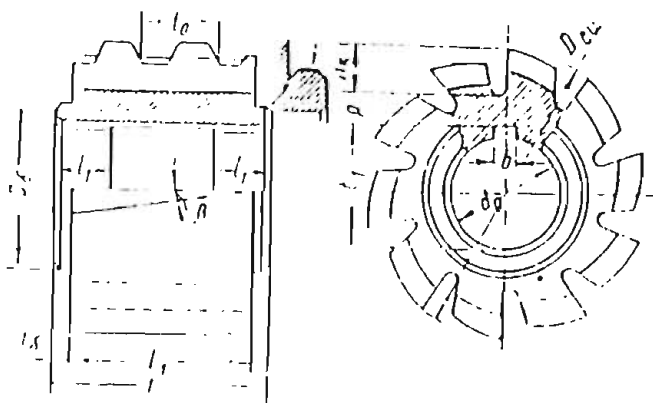
thuộc lượn tròn r lấy bằng kích thước lượn tròn ở đỉnh profin chi tiết. Góc vát thường lấy $\tau_{\text{qp}} = 35^{\circ}$ đối với trục có bôn và tám then. Tăng số then thì góc vát tăng lên.

Để việc mài profin răng dao được dễ dàng và đỉnh đá mài không chạm gia mài, đối với dao phay có mài profin răng ở đáy rãnh profin nên làm thêm rãnh sâu $u = 1,5 - 2$ mm và chiều rộng V (có lót lưng). Đối với dao phay không mài không làm thêm rãnh này.

d) Các kích thước chung và kích thước kết cấu:

Dao phay lăn răng để gia công chi tiết có profin thẳng, như trục then hoa được chế tạo với răng có lót lưng (hình 2-21). Các vấn đề cơ bản đã được trình bày ở trên, các kích thước chung và kích thước kết cấu của dao phay lăn răng đều đúng cho dao phay trục then hoa dạng nghiên cứu ở đây. Vì vậy trong phần này chỉ giới thiệu thêm một vài đặc điểm trong tính toán.

Vì trị số bước profin của trục then hoa lớn hơn nên góc vát τ cũng sẽ lớn hơn so với dao phay lăn răng. Góc vát cho phép lấy đến $\tau = 6^{\circ}$, đôi khi đến 10°



Hình 2-21 Kích thước chung của dao phay lăn then hoa

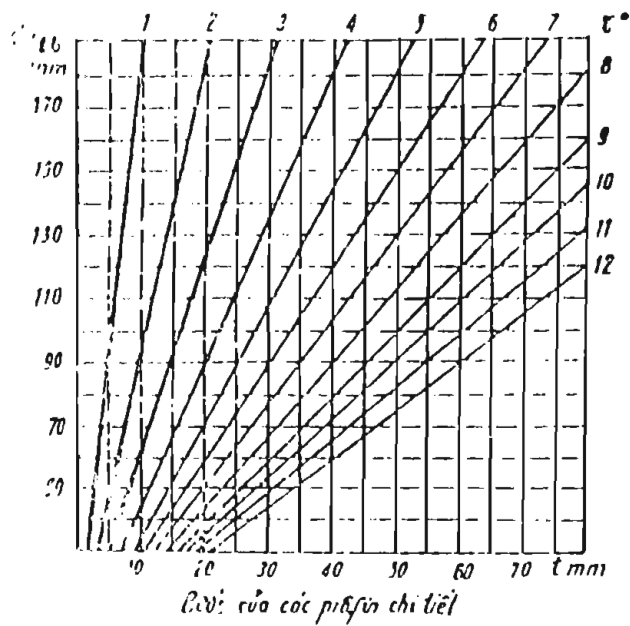
Quan hệ giữa đường kính dao phay, bước và góc vát được xác định theo công thức sau:

$$\operatorname{tg} \tau = \frac{l_0}{\pi d_{\text{ucp}}} \quad \text{hay} \quad \sin \tau = \frac{l_u}{\pi d_{\text{ucp}}} \quad (2 - 39)$$

Để cho việc chọn đường kính dao phay được đơn giản, quan hệ đó được trình bày bằng biểu đồ trên hình 2- 22.

Đường kính trung bình tính toán của dao phay trục then hoa cũng như của dao phay lăn răng, lấy trong tiết diện cách mặt trước của rãnh 1 phần 8 bước vòng $\delta = 0,125$.

Các đường kính vòng tròn đỉnh, vòng tròn chân và chiều cao của rãnh cũng được xác định tương tự như với dao phay lăn răng. Vì chiều sâu profin rãnh trục then hoa thường nhỏ, nên chiều sâu rãnh của dao cũng sẽ nhỏ hơn so với dao phay lăn răng có cùng bước.

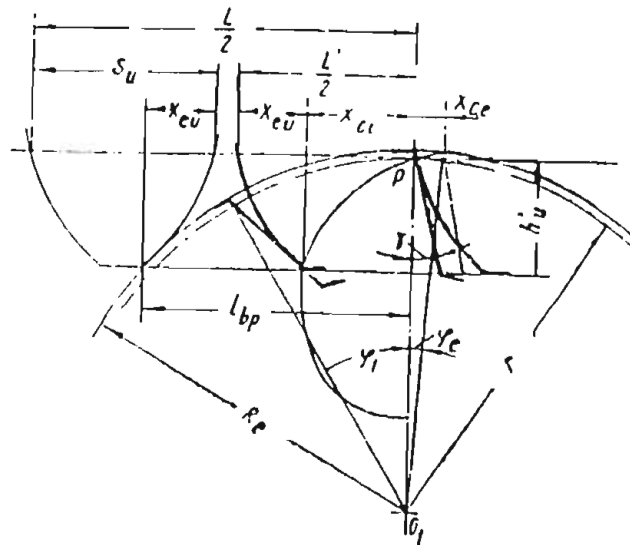


Hình 2- 22. Biểu đồ quan hệ giữa bước prôfin chi tiết t và, đường kính d_u và góc nâng đường vít τ của dao phay.

Chiều dài dao phay được xác định theo hình 2-23 và tính bằng công thức :

$$L = 2\left(\sqrt{(D_c - h_1)h_1} + S_u - x_{cu}\right) + (2 \div 0,5)t + 2l\sigma \quad (2 - 40)$$

Số hạng $(2 - 0,5) t$ trong công thức trên là tính đến chiều dài cần thiết để dịch dao phay theo chiều trục nhằm tăng khả năng làm việc của nó và để bù cho phần đường vít không đủ ở hai phần đầu dao phay.



Hình 2-23 Xác định chiều dài dao phay.

Chiều dài dao phay cũng có thể xác định theo công thức gần đúng sau:

$$L = (2 \div 3) t_0 + (6 \div 7) \text{ mm}$$

Chiều dài dao phay tham gia tạo prôfin được xác định bởi chiều dài hình chiếu của phần làm việc trên đường tạo prôfin lên đường lẩn, hoặc bằng tổng hoành độ các điểm mút của phần làm việc trên đường tạo prôfin, tức là bằng các trị số x_{ce} và x_{ci} với các trị số thông số góc $\varphi_c = \varphi_{\min}$ và $\varphi_i = \varphi_{\max}$. Vì λ_{ci} lớn hơn λ_{ce} rất nhiều nên khi gia

công trục có profin đối xứng, chiều dài dao phay cần thiết để tạo profin ở cả hai bên sẽ lay bằng:

$$L = 2(x_{cu} + x_{cu}) = 2t[\sin(\varphi_1 + \gamma) - \sin \gamma] \cos(\varphi_1 + \gamma) + x_{cu} \quad (2-41)$$

Trong đó: x_{cu} là trị số hoành độ của đỉnh profin răng dao phay.

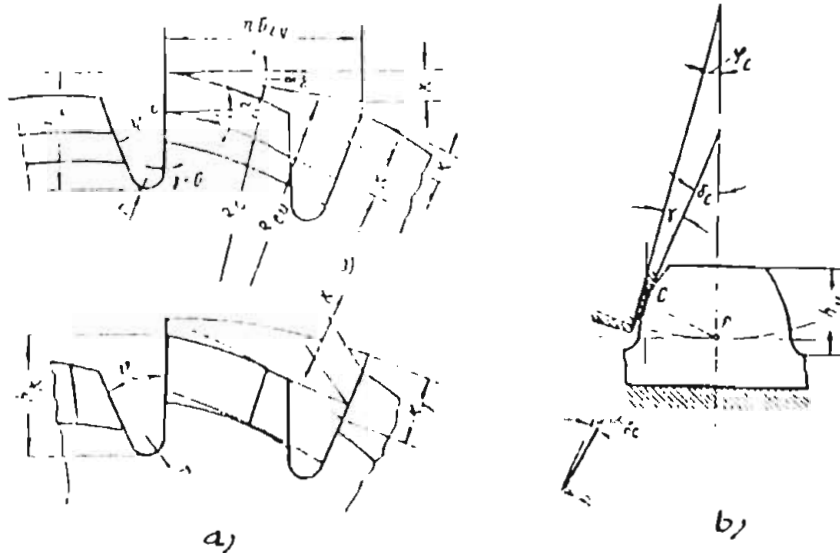
Để tăng độ chính xác và độ nhẵn gia công, số răng dao phay nên tận lượng chọn lớn, và chọn như với trường hợp dao phay lăn răng. Đối với trục loại nhẹ, chiều cao profin nhỏ thì chọn đường kính nhỏ và số răng lớn. Đường kính lớn hơn và số răng ít hơn dùng cho loại trục trung bình và nặng. Đối với trục loại nhẹ, dao phay có $z_u = 12$ khi đường kính dao phay $D_{cu} = 70 \div 80 \text{ mm}$ và $z_u = 14$ khi $D_{cu} = 90 \div 125 \text{ mm}$. Đối với trục trung bình và nặng, dao phay có $z_u = 10$ khi $D_{cu} = 63 \div 90 \text{ mm}$ và $z_u = 12$ khi $D_{cu} = 100 \div 140 \text{ mm}$.

e) Thông số hình học phần cắt:

Góc sau trên đỉnh lấy trong giới hạn $\alpha_d = 9 \div 11^\circ$. Góc sau trên cạnh bên profin trong tiết diện pháp tuyến tại điểm C (hình 2-24a) xác định theo công thức:

$$\operatorname{tg} \alpha_c = \frac{R_{cu}}{R_r} \operatorname{tg} \alpha_d \sin \delta_c \quad (2-42)$$

Trong đó góc $\delta_c = \varphi_c + \gamma$ là góc giữa đường thẳng vuông góc với trục dao phay và tiếp tuyến với profin lưỡi cắt tại điểm khảo sát.



Hình 2-24 Dạng hình học lưỡi cắt và kích thước răng và rãnh dao phay

Trị số nhỏ nhất của góc sau bên ứng với điểm có trị số góc φ_c nhỏ nhất, tại điểm chân răng dao phay, nó cắt điểm đỉnh profin của trục. Góc sau này phải có giá trị $\alpha_d > 1^\circ 30'$

Dao phay lăn trục then hoa chè tạo có mài profin răng, để tránh dạng yên ngựa trên lưng răng, dao phay phải được hót lưng hai lần (hình 2-24b).

Góc trước $\gamma = 0$ để đảm bảo sự chính xác của profin răng dao. Khi thiết kế dao phay có $\gamma \neq 0$ cần phải tính toán hiệu chỉnh profin răng dao.

Chương 3

NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG DỤNG CỤ CẮT

I. MỤC ĐÍCH :

Năng suất, chất lượng quá trình cắt phụ thuộc vào nhiều yếu tố. Ở đây chỉ đề cập đến yếu tố chất lượng dụng cụ cắt.

Để làm rõ vấn đề này, cần xem xét những nội dung sau :

- Các chỉ tiêu đánh giá chất lượng dụng cụ cắt.
- Các phương pháp xác định.
- Những biện pháp nâng cao chất lượng dụng cụ cắt.

II. CÁC CHỈ TIÊU ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG DỤNG CỤ CẮT :

Để đánh giá chất lượng dụng cụ cắt thường sử dụng các chỉ tiêu sau :

- Mức độ tối ưu khi sử dụng vật liệu dụng cụ cắt
- Các thông số đánh giá độ chính xác về hình học.
- Các thông số đánh giá chất lượng lớp bề mặt làm việc của dụng cụ cắt.
- Tính cắt của dụng cụ cắt.

1. Mức độ tối ưu khi sử dụng vật liệu dụng cụ cắt.

Cho đến nay những vật liệu dùng để chế tạo dụng cụ cắt rất đa dạng. Những dạng cơ bản là : Thép các bon dụng cụ. Thép hợp kim dụng cụ. Thép gió các loại. Sứ. Hợp kim cứng các loại. Các vật liệu siêu cứng tổng hợp.

Tùy thuộc vào đặc điểm của quá trình gia công, vật liệu của chi tiết, dạng gia công, yêu cầu về chất lượng cần đạt khi cắt để chọn vật liệu dụng cụ cắt tối ưu.

Không có một loại vật liệu dụng cụ cắt nào là " Đa - di - năng", làm việc tốt ở mọi trường hợp.

Mỗi loại vật liệu dụng cụ cắt có độ cứng, độ bền cơ học, độ bền nhiệt, hệ số dẫn nhiệt, khả năng chịu mòn, tương tác hoá học, tính công nghệ v.v... khác nhau.

Việc nghiên cứu các tính chất cơ bản của vật liệu dụng cụ cắt để sử dụng tối ưu là rất quan trọng.

★ Độ cứng của một số vật liệu dụng cụ cắt được thống kê ở bảng III-1a, b.

Bảng III - 1a : Độ cứng tế vi của một số vật liệu dụng cụ cắt

Vật liệu hạt mài	Độ cứng tế vi KG/mm ²
Kim cương	10.060
Các bit Bor	3700-4300
Các bit Silíc	3000-3500
Các bit titan	2900
Các bit Vol fờ ram	1200-1700
BK8	1550-1650

Bảng III - 1b : Độ cứng của thép hợp kim dụng cụ sau nhiệt luyện

Vật liệu	9XC	XBΓ	6XB2C	Y12A	P18	P18Φ2	P10K5Φ5
Độ cứng HRC sau nhiệt luyện	62	62	55+57	62+64	62+65	63+66	64+67

Độ cứng xác định khả năng chống lại biến dạng dẻo của vật liệu . Do đó nó quyết định đến khả năng cắt .

Từ số liệu trong bảng III-1 thấy : Kim cương có độ cứng tế vi gấp ba lần các bit Silíc.

Do đó dùng đá mài kim cương mài dao BK8 sẽ có hiệu quả cao hơn nhiều khi dùng đá mài các bit Silíc.

Khi cắt, vật liệu chịu tác động của nhiệt cắt cao. Nó làm giảm độ cứng của vật liệu dụng cụ cắt .

Bảng III-2 chỉ ra sự suy giảm độ cứng tế vi của các bit Silíc và Cô-run điện theo nhiệt độ .

Bảng III-2 : Độ cứng tế vi (KG/mm²) của vật liệu hạt mài ở các nhiệt độ khác nhau

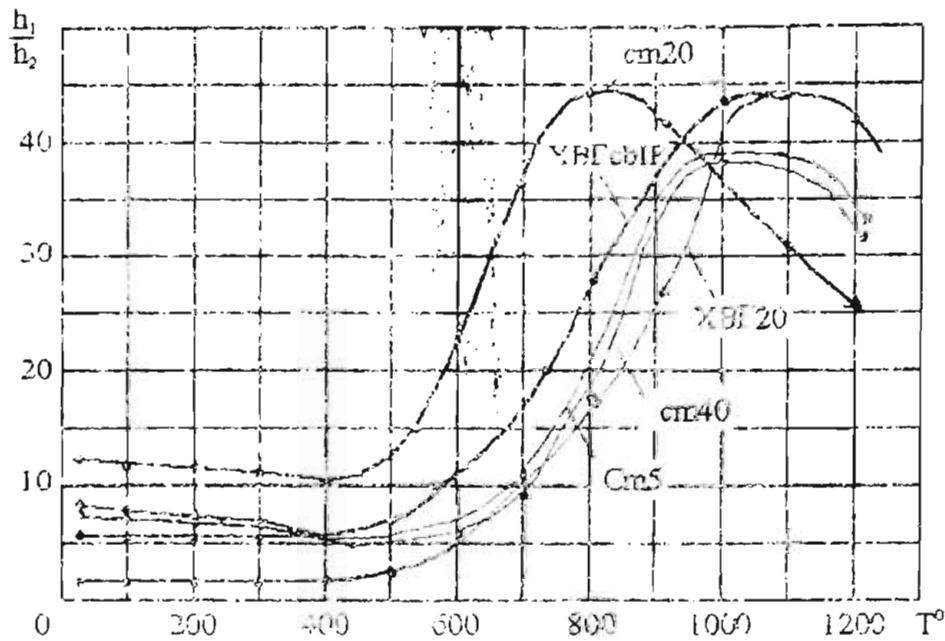
Vật liệu hạt mài	Nhiệt độ °C									
	20	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300
Các bit Silíc	3300	2460	2250	2180	1710	1520	1385	1170	970	800
Cô run điện	2460	2350	2250	2050	1850	1990	1250	980	570	410

Ở nhiệt độ 20°C các bit Silíc có độ cứng tế vi gấp hai lần ở 900°C . Như vậy khi cắt vật liệu dụng cụ cắt làm việc với độ cứng giảm nhiều so với độ cứng ban đầu. Vì nó chịu tác động của nhiệt cắt .

Do đó khi chọn vật liệu dụng cụ cắt không chỉ căn cứ vào độ cứng ở 20°C mà còn phải xét đến độ cứng nóng của nó.

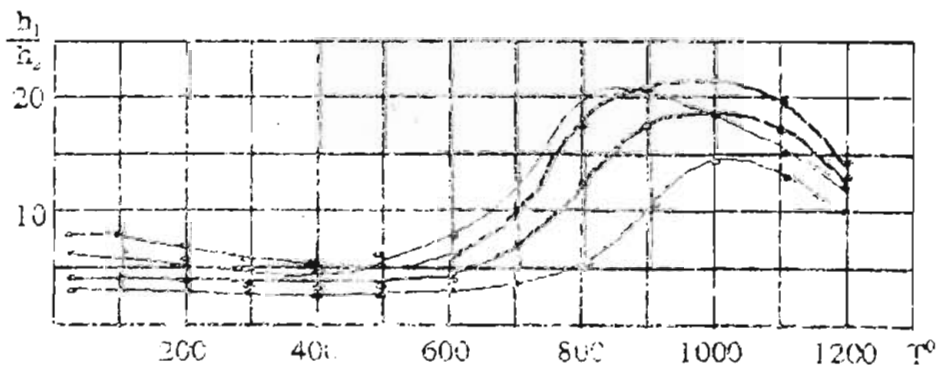
Trong quá trình cắt tỉ lệ giữa độ cứng của vật liệu dụng cụ cắt và vật liệu gia công dưới sự tác động của nhiệt cắt rất có ý nghĩa.

Ở hình III-3a biểu thị rõ ràng ở nhiệt độ càng cao tỉ lệ giữa độ cứng của T15K6 với vật liệu gia công càng cao.



Hình III-3a : Ảnh hưởng của nhiệt độ đến tỉ số độ cứng T15K6 - vật liệu gia công.

Ở những chế độ cắt làm tăng nhiệt độ cắt thì độ cứng nóng của T15K6 càng có ưu thế.



Hình III-3b : Ảnh hưởng của nhiệt độ đến tỉ số độ cứng BK8 - vật liệu gia công.

Từ hình III-3b thấy rằng BK8 cải có lợi thế cao về độ cứng ở khoảng nhiệt độ 800-850°C. Ở nhiệt độ cao hơn nữa lợi thế này giảm dần.

Như vậy độ cứng là thông số quan trọng cần ưu hoá khi cắt.

★ Giới hạn bền của vật liệu dụng cụ cắt xác định khả năng chịu lực của nó.

Các vật liệu khác nhau có độ bền nén (σ_N) và độ bền uốn (σ_u) khác nhau.

Bảng III-3 chỉ ra độ bền uốn và độ cứng của hợp kim cứng.

Bảng III-3 : Độ bền uốn và độ cứng của hợp kim cứng

Nhóm vật liệu	Mác	σ_u (KG/mm ²)	Độ cứng HRC
Nhóm BK (Một các bít)	BK2	100	90
	BK6	135	88,5
	BK8	140	87,5
	BK10	150	87
	BK15	165	86
	BK20	190	85
Nhóm TK (Hai các bít)	T30K4	90	92
	T15K6	110	90
	T14K8	115	89,5
	T5K10	130	88,5
Nhóm TTK (Ba các bít)	TT7K12	155	87
	TT7K15	160	86,5

Bảng III-4 chỉ ra độ bền nén và uốn của một số vật liệu hạt mài

Bảng III-4 : Độ bền nén và uốn của vật liệu dụng cụ cắt

Vật liệu	Giới hạn bền: (KG/mm ²)	
	σ_N	σ_u
Cô run	98+180	31+38
Cô run điện	75,7	3,72
Các bít Silic	224	15,5
Cô run đen tinh thể	304	20,7
Kim cương	200	30
Các bít Bor	180	30
Hợp kim cứng	400+500	90+190

Cần chú vào độ bền uốn và nén của vật liệu mà thiết kế dụng cụ cắt hợp lý. Các loại vật liệu có σ_u thấp không thích hợp khi làm việc có va đập lớn.

Để tận dụng khả năng chịu nén cao của hợp kim cứng góc trước γ thiết kế nhỏ và nhiều trường hợp sử dụng $\gamma < 0$.

Khi mài, kim cương có σ_u thấp, hai kim cương khi chịu uốn gãy tạo ra các lưỡi cắt mới tiếp tục tham gia cắt, tăng khả năng tự mài sắc của hạt mài.

Song cần lưu tâm rằng độ bền uốn và nén của vật liệu dụng cụ cắt suy giảm khi nhiệt độ vùng cắt tăng.

Điều này ảnh hưởng đến tỉ số giới hạn bền giữa vật liệu dụng cụ cắt và vật liệu gia công. Ở hình III-4 chỉ ra sự ảnh hưởng của nhiệt cắt đến tỉ số giới hạn bền của thép gió với vật liệu gia công có %C khác nhau.

Lợi thế về độ bền của thép gió cao nhất ở nhiệt độ 600°C. Sau đó lợi thế này giảm dần.

Như vậy khi nói đến độ bền cơ học của vật liệu dụng cụ cắt cần phải kể đến tác động của nhiệt độ vùng cắt.

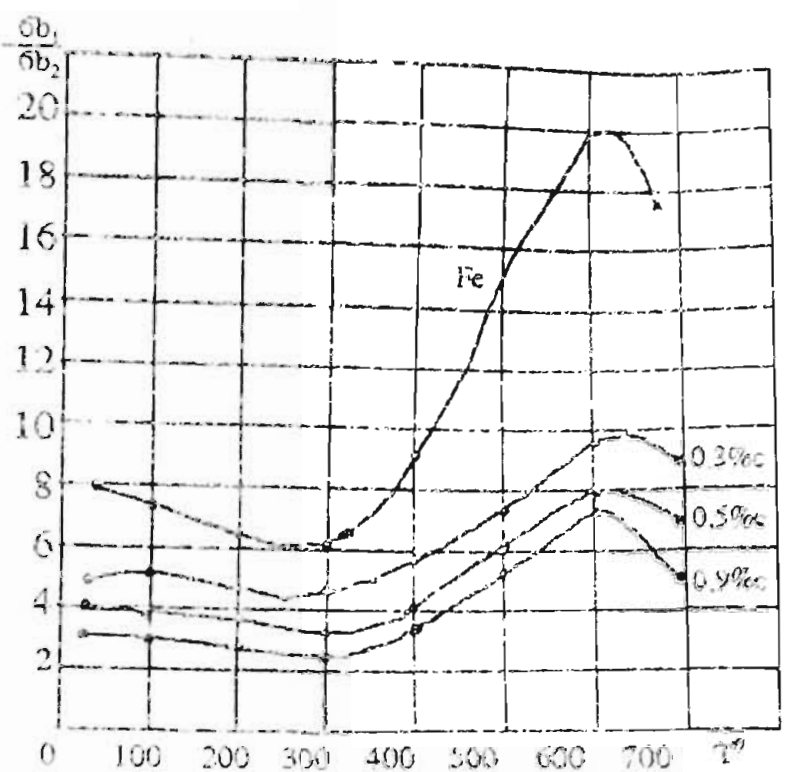
Vật liệu tối ưu khi nó có độ cứng và độ bền cơ học giảm ít khi làm việc ở nhiệt độ cắt cao. Vì ứng với nhiệt độ cắt cao là tốc độ cắt cao, chiều dày lớp cắt, năng suất cắt sẽ cao.

- ★ Chọn vật liệu cắt tối ưu còn phải xuất phát từ hệ số dẫn nhiệt của vật liệu dụng cụ cắt.

Bảng III-5 hệ số dẫn nhiệt của một số vật liệu.

Bảng III-5 : Hệ số dẫn nhiệt của một số vật liệu

Vật liệu	λ (Cal/cm.gy.°C)	Vật liệu	λ (Cal/cm.gy.°C)
Thép các bon	0,094	Y8-Y12	0,085
Thép hợp kim	0,083	XB ϕ	0,065
Hợp kim titan	0,030	BK3	0,13
Hợp kim chịu nhiệt	0,046	T15K6	0,065
Gang	0,095	Các bít Silíc	0,029
Cô ban	0,283	Các bít Bor	0,025
Môlipđen	0,308	Kim cương	0,35
Đồng	0,86		
Nhôm	0,53		



Hình III-4 . Ảnh hưởng của nhiệt độ đến tỉ số giới hạn bền

Hai loại vật liệu hạt mài có độ dẫn nhiệt khác nhau, sẽ ảnh hưởng đến khả năng dẫn nhiệt khỏi vùng cắt khác nhau.

Hệ số dẫn nhiệt của kim cương lớn hơn các loại vật liệu hạt mài khác khoảng 15 lần. Đây là một yếu tố quan trọng để giảm tác động xấu của nhiệt cắt đến chất lượng của quá trình mài.

Vấn đề này lại đặc biệt có ý nghĩa khi mài tạo ra chất lượng các bề mặt ma sát của dụng cụ cắt.

Hiện nay thường sử dụng những chỉ dẫn sau để chọn vật liệu dụng cụ cắt :
bảng III-6; bảng III-7; bảng III-8.

Bảng III-5. Lĩnh vực sử dụng hợp kim cứng

Mức hợp kim cứng	Dụng cụ cắt	Vật liệu gia công
BK2	Dao tiện các dạng	Gang, kim loại màu.
BK4	Dao tiện, dao phay các loại, mũi khoan.	Gang, kim loại màu, hợp kim titan, thép không gỉ, vật liệu phi kim.
BK6 BK6M	Dao tiện, dao định hình, dao bào, dao phay các dạng dao knockout.	Thép, thép chịu nhiệt, thép không gỉ, gang hợp kim kim loại màu, chất dẻo.
BK8 BK8B	Dao tiện các loại, mũi khoan, dao doa, dao phay, dao bào	Gang, thép chịu nhiệt, thép đúc.
T30K4	Dao tiện các loại, đặc tiện ren, dao doa.	Thép đã tôi
T15K6	Dao tiện các loại, dao doa, mũi khoan và các loại dao phay.	Thép các loại, thép đã tôi
T5K10	Dao tiện các loại, dao phay các loại.	Thép, thép hợp kim, thép ren.
TT7K12	Dao tiện các loại.	Gang đúc, thép đúc các mối hàn.

Bảng III- 7 : Liên hệ sử dụng vật liệu dụng cụ cắt

STT	Loại dụng cụ cắt	Mác vật liệu dụng cụ cắt
DAO TIỀN		
1	Dao tiện phôi, dao định hình để gia công vật liệu có độ cứng HB260+250	P9, P18
2	Nếu vật liệu có HB280+320	P18, P10K5Φ5, P9K10
3	Dao tiện đồ gia công tinh vật liệu cứng, có độ bền cao ở tốc độ cắt nhỏ.	P10K5Φ5
MŨI KHOAN		
4	Để gia công vật liệu có HB260+280	P9, P18
5	Mũi khoan có D < 3mm	P18
6	Mũi khoan làm việc nặng nề	P10K5Φ5, P9K10
7	Mũi khoan để gia công vật liệu mềm với tốc độ không cao	9XC, 95X/C
DAO PHAY		
8	Dao phay gia công vật liệu có HB260+320	P18, P18Φ2, P10K5Φ5
9	Dao phay để gia công tinh vật liệu cứng ở tốc độ nhỏ.	XB5
10	Dao phay để gia công vật liệu mềm ở tốc độ trung bình	XBΓ, 9XC
DAO XOC, ĐAO ĐOÀ		
11	Dao doa, dao xọc, năng suất cao	P18
12	Dao xọc, dao doa có tốc độ cắt trung bình	9XC, XBΓ
TÀ RỒ		
13	Tà rô máy	P18
13	Tà rô đa công dụng	Y11A
15	Tà rô ren chính xác, gia công vật liệu có độ bền cao	P18
DAO CHUỐT		
16	Để chuốt vật liệu có HB260+280	P18
17	Để chuốt vật liệu có HB= 280+320	P9Φ5
18	Để chuốt vật liệu mềm	XBΓ, 9XC
BÀN REN		
19	Bàn ren cắt có năng suất cao	P9, P18
20	Bàn ren cắt bình thường	9XC

STT	Loại dụng cụ cắt	Mác vật liệu dụng cụ cắt
	DŨA	
21	Dũa đa công dụng	Y11A, Y12A
	ĐĨA CUA CẮT KIM LOẠI	
22	Cưa đĩa	P9, P18
23	Lưỡi cưa máy các loại	P18
24	Cưa tay	P9, X6BΦ
	DỤNG CỤ GIA CÔNG GỖ	
25	Lưỡi cưa máy	85XΦ
26	Lưỡi cưa vòng	85XΦ X15
27	Phay gỗ mềm	XBΓ, X6BΦ
28	Phay gỗ cứng	P9, P18, X6BΦ

Bảng III-8a : Lĩnh vực sử dụng đá mài kim cương để mài mài sắc dụng cụ cắt

Nguyên công	Thông số của đá mài			Chế độ cắt				
	Chất kết dính	Độ hạt	Mật độ %	V	m/s	S	M/ph	S _M nm/h.t
Mài sắc	Kim loại gốm	AC25-AC8	100	18-25	0,5-1,5	0,03-0,01	∇7-∇9	
			150					
	Hữu cơ	AC25-AC8	50 100	25-30	0,75-1,2	0,02-0,01	∇7-∇9	
Mài bóng	Hữu cơ	AC6-ACM40	50	30-35	0,2-0,75	0,01-0,005	∇9-∇11	
Mài rãnh bề phoi	Kim loại	AC16-AC12	100	18-25	0,5-1	0,02	∇7-∇8	

Bảng III-8b : Độ hạt của đá mài kim cương và độ bóng đạt được

Độ bóng cần đạt	Độ hạt đá mài	Chất kết dính của đá mài
Đến ∇7	AC20 và lớn hơn	Kim loại, gốm
∇8 - ∇9	AC16 - AC8	Kim loại, gốm
Đến ∇8	AC20 và lớn hơn	Hữu cơ
∇8 - ∇9	AC16 - AC8	Hữu cơ
∇9 - ∇10	AC8 - ACM40	Hữu cơ
∇10 - ∇11	ACM40 - ACM14	Hữu cơ
∇11 - ∇12	ACM14 - ACM10	Hữu cơ
∇12 - ∇13	ACM10 - ACM7	Hữu cơ

Những chỉ dẫn ở bảng III-6, III-7, III-8 mang tính định hướng ban đầu. Trong từng trường hợp cụ thể có chỉ dẫn riêng tỉ mỉ trong các sổ tay tra cứu chuyên sâu.

Bảng III-8a,b chỉ ra lĩnh vực sử dụng đá mài kim cương để mài dụng cụ cắt.

Đá mài là một dụng cụ cắt có nhiều đặc điểm khác với các loại dụng cụ cắt khác. (Dụng cụ có lưỡi cắt xác định).

Khi chọn vật liệu hạt mài cũng phải xuất phát từ độ cứng, độ bền nhiệt, độ bền cơ học, độ dẫn nhiệt, hệ số ma sát với vật liệu gia công.

Trong quá trình cắt, hạt mài cũng chịu tác động của nhiệt cắt.

Do đó khi chọn vật liệu hạt mài cũng phải xem xét mọi tính năng kỹ thuật của hạt mài ở các nhiệt độ khác nhau. (như đã xét ở trên).

Ngoài ra, hạt mài còn có cấu trúc hình học riêng như:

- Kích thước của hạt - độ hạt.
- Độ sù xì của biên dạng hạt.
- Bán kính các đỉnh nhọn của hạt.

Bảng III-9 : Độ hạt của hạt mài

Độ hạt N ^o	Kích thước mắt sàng phân loại hạt (μkm)	Độ hạt N ^o	Kích thước mắt sàng phân loại hạt (μkm)
200	2500-2000	20	250-200
160	2000-1600	16	200-160
125	1600-1260	12	160-125
100	1260-1000	10	125-100
80	1000-800	8	100-80
63	800-630	6	80-63
50	630-500	5	63-50
40	500-400	4	50-40
32	400-315	3	40-28
25	315-250		

Bảng III-10 : Độ hạt của hạt mài kim cương

Độ hạt N ^o	Tỉ lệ loại hạt %				Độ hạt N ^o	Tỉ lệ loại hạt %			
	Hạt lớn	Hạt cơ bản	Hạt khác	Hạt nhỏ		Hạt lớn	Hạt cơ bản	Hạt khác	Hạt nhỏ
A50	10	55	30	5	A6	10	60	25	5
A40	10	55	30	5	A5	10	60	25	5
A32	10	60	25	5	A4	10	60	25	5
A25	10	60	25	5	AM40	5	60	30	5
A20	10	60	25	5	AM20	1	60	30	9
A16	10	60	25	5	AM14	1	60	30	9
A12	10	60	25	5	AM10	1	60	30	9
A10	10	60	25	5	AM7	1	60	30	9
A8	10	60	25	5	AM5	1	60	30	9
					AM3	10	65	25	
					AM1	10	90		

Các hạt mài có kích thước rất khác nhau tùy theo độ hạt (bảng III-9 ; bảng III-10).

Trong mỗi một độ hạt , các hạt có kích thước khác nhau trong một khoảng quy định.

Các độ hạt khác nhau có bán kính các đỉnh nhọn ρ khác nhau (bảng III-11)

Bảng III-11 : Bán kính các đỉnh nhọn hạt mài

Độ hạt N ^o	Chiều rộng trung bình của hạt (mm)	Bán kính ρ - mm	
		Lớn nhất - Nhỏ nhất	ρ trung bình
40	0,466	0,0053-0,100	0,028
32	0,340	0,0042-0,083	0,019
20	0,220	0,0028-0,056	0,013
3	0,039	0,0007-0,007	0,00365
M28	0,022	0,0007-0,007	0,0027

Thí dụ :

Độ hạt từ số 80 đến 16 có ρ nằm trong khoảng từ 200-40 μ m

Độ hạt từ số 4 đến 16 có ρ nằm trong khoảng từ 25-7 μ m

Hạt mài mịn M1-M5 có $\rho = 0,05 - 0,45 \mu$ m.

Khi ρ khác nhau , trong quá trình cắt mỗi hạt sẽ cắt chiều dày a_z của phoi khác nhau.

Góc ở đỉnh β của các hạt cũng khác nhau. Khi cắt gây biến dạng khác nhau.

Thí dụ:

Hạt kim cương tự nhiên có độ hạt từ 16 đến 8 có $\beta = 110^\circ - 60^\circ$.

Hạt kim cương nhân tạo có góc β nhỏ hơn có $\beta = 90^\circ - 35^\circ$

Hạt mài kim cương có ρ cũng nhỏ hơn các loại vật liệu hạt mài khác.

Thí dụ:

Hạt kim cương tự nhiên có $\rho = (1-6) \mu\text{m}$ khi độ hạt là 16-8.

Trong lúc đó hạt kim cương nhân tạo có $\rho = (0,5-5) \mu\text{m}$.

Cơ sở giá trị β , ρ của các hạt kim cương nhân tạo nhỏ hơn của các hạt mài khác 20 - 40%.

Như vậy không chỉ độ cứng, độ dẫn nhiệt v.v... của kim cương nhân tạo mà cả lợi thế của β , ρ (nhỏ hơn) tạo ra khả năng cắt rất cao của hạt mài kim cương.

Tối ưu hoá khi lựa chọn đá mài còn phải xuất phát từ những hiểu biết về chất kết dính.

Thường sử dụng những chất kết dính sau:

- Chất kết dính Ke-ra-mich (gốm)
- Chất kết dính Vul-ka-nhít
- Chất kết dính Ba-ke-rit .
- Chất kết dính kim loại

Mỗi loại có khả năng giữ hạt khác nhau tạo ra khả năng tự mài sắc của đá khác nhau. Chúng ma sát với vật liệu gia công khác nhau và bị phá huỷ khác nhau. Chúng có cơ lý tính khác nhau nên chịu lực, chịu nhiệt độ, chịu tác động của dung dịch làm lạnh bôi trơn khác nhau.

Do vậy lựa chọn đá có chất kết dính phù hợp cũng là việc hệ trọng.

Nghiên cứu về mài để chọn đá mài tối ưu là chỉ tiêu quan trọng để đánh giá chất lượng dụng cụ mài chính xác.

Có rất nhiều tài liệu về những vấn đề đã nêu ra [14.15.16.17.18.19]

Ở đây chỉ điểm lại một số vấn đề cơ bản.

Chỉ tiêu đánh giá chất lượng dụng cụ cắt thông qua việc sử dụng tối ưu vật liệu dụng cụ cắt là phức tạp.

Các nhà nghiên cứu đã mất nhiều năm để chỉ ra mối quan hệ phức tạp giữa cấu trúc hình học, cơ lý tính của vật liệu dụng cụ cắt và khả năng cắt của chúng

Tiếp tục những kiến thức cơ bản đã trình bày ở trên nghiên cứu, vận dụng sáng tạo vào từng trường hợp cụ thể mới có thể nâng cao được chất lượng quá trình cắt.

2. Chỉ tiêu đánh giá về độ chính xác hình học .

Đây là một trong nhiều chỉ tiêu đánh giá chất lượng dụng cụ cắt . Khi đã lựa chọn được vật liệu phù hợp đảm bảo cho dụng cụ có tính cắt cao, cần chú ý đến độ chính xác hình học của dụng cụ cắt . Nó bao gồm những yếu tố sau :

- Độ chính xác về góc độ của dao như : γ , α , φ , φ_1 , λ (β , ρ ở hạt mài).
- Độ chính xác về biên dạng lưỡi cắt .
- Độ chính xác của các bề mặt định vị của dao cụ trên máy.

★ Về độ chính xác của góc độ phân cắt :

Góc độ phân cắt quyết định đến biên dạng vật liệu gia công , ma sát giữa dao và vật liệu chi tiết

Góc độ phân cắt cũng ảnh hưởng trực tiếp đến độ bền cơ học của răng cắt của dao cụ.

Quá trình tối ưu hoá thông số hình học phân cắt giúp để cắt với lực nhỏ, nhiệt độ nhỏ, tuổi bền dụng cụ cắt cao, nâng cao hiệu quả quá trình cắt nói chung.

Hiện nay trong các sổ tay tra cứu, ứng với từng trường hợp, có chỉ dẫn để chọn thông số hình học phân cắt hợp lý.

Thường thì các chỉ dẫn cho trong khoảng rộng .

Thí dụ : Góc trước từ $5^\circ \div 10^\circ$; góc sau từ $3^\circ \div 6^\circ$

Việc chọn trị số nào cụ thể khi thiết kế dụng cụ cắt là việc khó. Ở đây đòi hỏi vận dụng sáng tạo và kinh nghiệm thực tiễn phong phú.

Ở nhiều nhà máy , xí nghiệp khi chưa có mài dao tập trung, mỗi công nhân tự mài dao cho mình.

Việc đảm bảo góc độ của dao tối ưu hoàn toàn phụ thuộc vào tay nghề người thợ. Điều này hợp lý khi sản xuất nhỏ.

Nhưng không hợp lý khi sản xuất lớn. Nếu tổ chức chế tạo dụng cụ cắt và mài tập trung , sẽ dễ dàng đạt được thông số hình học phân cắt tối ưu với độ chính xác $\pm 15'$ đến $\pm 30'$ một cách dễ dàng.

★ Về độ chính xác biên dạng lưỡi cắt :

Biên dạng lưỡi cắt quyết định đến biên dạng chi tiết, nhất là khi gia công định hình.

Để có biên dạng lưỡi cắt định hình chính xác phải bắt đầu từ khâu thiết kế và cuối cùng là khâu mài biên dạng sau nhiệt luyện.

Ở phần thiết kế dụng cụ cắt đã trình bày phương pháp xác định biên dạng dụng cụ cắt .

Ở đây , quan tâm đến độ chính xác của biên dạng lưỡi cắt khi chế tạo.

Thường độ chính xác biên dạng dụng cụ cắt được quy định thông qua toạ độ của từng điểm trên biên dạng với dung sai nằm trong khoảng ± 5 đến $\pm 10\mu\text{m}$.

Ngày nay với công nghệ mài chính xác, những thiết bị đo kiểm (trên kính hiển vi dụng cụ v.v...) độ chính xác biên dạng lưỡi cắt hoàn toàn có thể kiểm soát được .

Việc quy định độ chính xác của biên dạng lưỡi cắt phải được tính toán tối ưu.

Không phải cứ nâng thật cao độ chính xác biên dạng lưỡi cắt là sẽ có chi tiết đạt độ chính xác cao.

Vì biên dạng chi tiết cắt ra còn qua nhiệt luyện. (Nó bị biến dạng khi nhiệt luyện) . Nó phải được mài lại mới có độ chính xác như yêu cầu .

Thí dụ : Biên dạng răng dao phay đĩa mô đun cần tính toán , gia công mài chính xác theo tọa độ từng điểm

Có như vậy mới đảm bảo cho biên dạng răng bánh răng cắt ra đạt độ chính xác yêu cầu sau nhiệt luyện. (đối với các bánh răng mà răng không mài lại sau nhiệt luyện) .

Thí dụ trên chứng minh tầm quan trọng của độ chính xác biên dạng lưỡi cắt đến chất lượng của quá trình cắt .

Do vậy nâng cao chất lượng thiết kế, chế tạo biên dạng và lưỡi cắt sẽ góp phần nâng cao chất lượng quá trình cắt .

★ Về độ chính xác các bề mặt định vị của dụng cụ cắt :

Xem xét thí dụ sau :

Mũi khoan có chuỗi côn để định vị trên trục chính máy khoan. (côn moóc có 7 số).

Hai lưỡi cắt chính của mũi khoan phải đối xứng với nhau qua đường tâm.

Nếu mặt côn moóc ở mũi khoan chế tạo không chính xác , hai lưỡi cắt không đối xứng với đường tâm quay, thì mũi khoan đảo. Khi cắt lỗ trên chi tiết bị lay rộng, mũi khoan có thể bị gãy.

Như vậy độ chính xác của bề mặt định vị là yếu tố đánh giá chất lượng dụng cụ cắt .

★ Về độ đảo của đỉnh răng :

Thí dụ : ở những dao cụ có răng dao nằm trên chu vi là đường tròn thì độ đảo đỉnh răng ảnh hưởng đến chiều dày lớp cắt . Độ đảo đỉnh răng lớn thì chiều dày mỗi răng cắt sẽ khác nhau. Lực cắt không đều gây quá tải ở từng răng, gây gãy răng, gây rung động.

Cuối cùng là ảnh hưởng đến chất lượng quá trình cắt .

3. Chỉ tiêu đánh giá chất lượng lớp bề mặt làm việc của dụng cụ cắt .

Bề mặt làm việc của dụng cụ cắt là :

- Mặt trước ma sát với phôi.

Mặt sau ma sát với bề mặt đã gia công .

- Lưỡi cắt chính trực tiếp tham gia cắt .

Những thành phần này chịu sự tác động của lực cắt , nhiệt cắt , ma sát với vật liệu gia công , bị phá huỷ do mòn.

Chất lượng các bề mặt này là cơ sở quyết định chất lượng của quá trình cắt.

Chất lượng các lớp bề mặt này bao gồm :

- Độ nhấp nhô bề mặt .
- Độ cứng và cấu trúc kim loại lớp bề mặt .
- Trạng thái ứng suất lớp bề mặt .
- Tương tác hoá lý với vật liệu gia công .

7 Độ nhấp nhô lớp bề mặt làm việc của dụng cụ cắt .

Độ nhấp nhô bề mặt ở mọi đôi ma sát đều có vai trò to lớn Chúng ảnh hưởng đến diện tích tiếp xúc, áp lực đơn vị, tương tác hoá học, hiệu quả bôi trơn làm nguội v.v...

Cuối cùng là chúng ảnh hưởng đến khả năng làm việc của dụng cụ cắt .

Sự sai khác giữa bề mặt dụng cụ cắt và bề mặt " lý tưởng " có thể có dạng vĩ mô , vi mô và siêu vi mô.

Dạng vĩ mô là sai lệch trên bề mặt có chiều dài lớn . Thí dụ như độ sóng của bề mặt .

Dạng vi mô là sai lệch trên bề mặt hình vuông có cạnh khoảng 3 mm.

Dạng siêu vi mô khi xem xét bề mặt trên chiều dài một vài micron.

Ở dụng cụ cắt ta xét trạng thái hình học bề mặt làm việc ở dạng " vi mô "

Những bề mặt này hình thành trong quá trình mài dụng cụ (sau nhiệt luyện đối với các loại vật liệu có nền Fe và sau thiêu kết khi sử dụng các loại hợp kim cứng).

Cho đến nay vẫn tồn tại một nguyên tắc là độ nhấp nhô bề mặt làm việc của dụng cụ cắt càng nhỏ càng tốt. Nhờ vậy mà giảm được độ mòn ban đầu (khi dao mới bắt đầu tham gia cắt)

Khi thiết kế dụng cụ cắt thường yêu cầu độ nhấp nhô ở mặt trước tương đương $\nabla 9$, ở mặt sau $\nabla 10$, cạnh viền cao hơn $\nabla 10 \div \nabla 11$.

Gần đây khi sử dụng các loại hạt mài từ vật liệu siêu cứng tổng hợp các chất kết dính tối ưu hạt mài rất nhỏ v.v... thì đạt yêu cầu trên không phải khó.

Ở đây cần làm sáng tỏ : cơ lý tính của lớp nhấp nhô này ảnh hưởng ở mức độ nào đến độ mòn ban đầu của dụng cụ cắt .

Phải khẳng định là những nhấp nhô trên bề mặt có cơ lý tính " xấu " Vì nó được hình thành trong quá trình mài có nhiệt độ cao.

Kể cả khi dùng phương pháp đánh bóng, (mài bằng hạt mài tự do) lớp bề mặt có chiều dày 1-5 micron vẫn chịu biến dạng .

Quá trình mòn ban đầu qua nhanh, những thông số về cơ lý tính, cấu trúc vật liệu của lớp vật liệu kế tiếp quyết định đến khả năng làm việc của dụng cụ cắt

Không thể phủ nhận các phương pháp gia công cho độ nhấp nhô bề mặt nhỏ cũng sẽ cho cơ lý tính phù hợp nâng cao độ bền mòn của dụng cụ cắt.

Như vậy các bề mặt dụng cụ cắt càng có độ nhấp nhô nhỏ càng thuận lợi khi tham gia cắt.

b. Độ cứng lớp bề mặt làm việc của dụng cụ cắt :

Như ở trên đã trình bày độ cứng vật liệu dụng cụ dụng cụ cắt có ý nghĩa quyết định đến tính cắt của dụng cụ cắt vì độ bền mòn của nó.

Khi chọn vật liệu dụng cụ cắt phải chọn các vật liệu có độ cứng cao (sau nhiệt luyện đối với các vật liệu dụng cụ thép Fe và sau thiêu kết đối với các loại hợp kim cứng).

Song trong quá trình nhiệt luyện, hay thiêu kết bao giờ cũng có các khuyết tật tồn tại trong lớp bề mặt.

Do vậy chính các nguyên công mài thô, mài tinh, mài siêu tinh, mới tạo nên chất lượng lớp bề mặt làm việc của dụng cụ cắt.

Nghiên cứu độ cứng tế vi lớp bề mặt sau mài cho thấy các trường hợp :

★ Độ cứng tăng gấp 2 lần (4420/2450) ở lớp mỏng vật liệu trên ngay bề mặt so với lõi. Mức độ biến cứng 200%. Lớp bề mặt ở chiều sâu 0,03mm mới có độ cứng tế vi bằng vật liệu nền.

Khi mài Y8 sự phân bố độ cứng tế vi theo chiều sâu t(mm) (khi cắt với chiều sâu cắt khác nhau) biểu thị ở hình III-5, a.

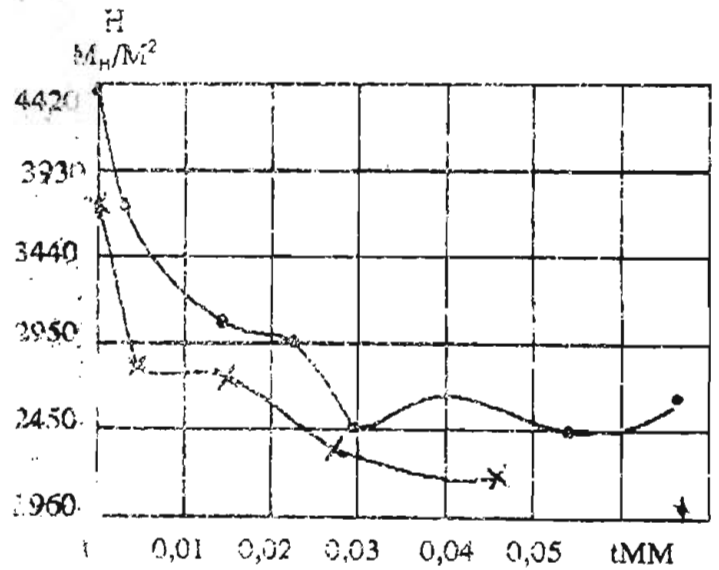
Cả hai trường hợp trên đều có điều chung là :

Ở 5µm ngay trên bề mặt độ cứng tế vi lớn gấp 2 lần. Ở độ sâu 0,15÷0,20 mm độ cứng mới bằng độ cứng ban đầu khi chưa mài. Như vậy sau mài có hiện tượng tăng độ cứng tế vi lớp bề mặt (chiều sâu lớp này 0,03÷0,06 mm)

Bề mặt dụng cụ cắt làm việc với độ cứng lớn hơn độ cứng của vật liệu ban đầu.

Trên đồ thị hình III-6 và hình III-7 chỉ ra :

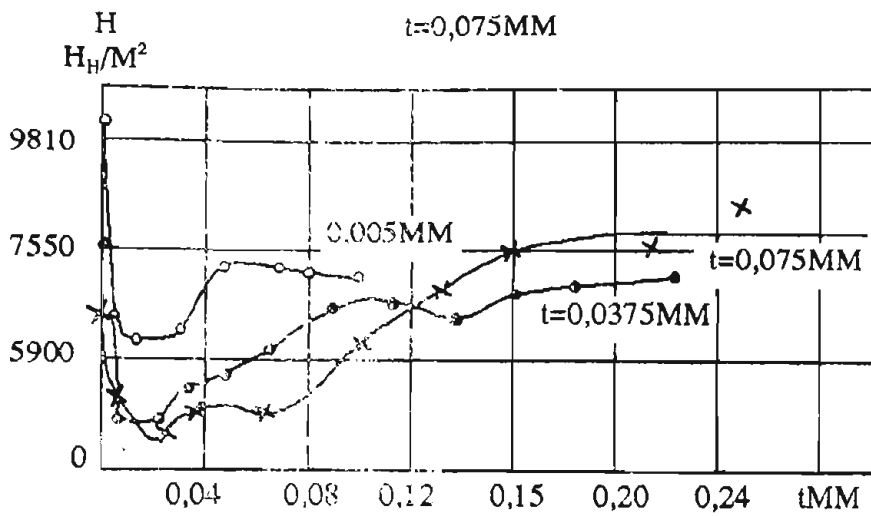
Sau lớp biến cứng là lớp có độ cứng thấp hơn độ cứng ban đầu. (có chiều sâu 0,02-0,2mm). Sở dĩ có vùng này vì ở đây nhiệt độ mài thấp hơn ở vùng mặt,



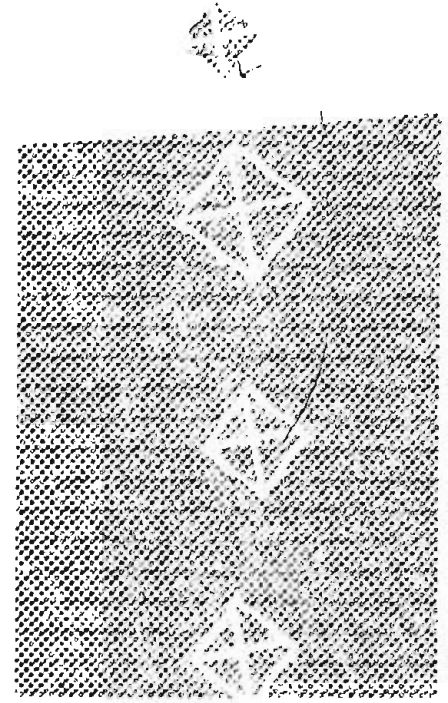
Hình III-5 : Phân bố độ cứng theo chiều sâu lớp bề mặt khi mài Y8 (chưa tôi)

1- Mài bình thường ; 2- Mài tốc độ cao.

do tốc độ làm nguội thấp hơn mà xuất hiện trên vật liệu bị ram. Vì vậy ở đây độ cứng thấp vết lõm do mũi đo độ cứng tế vi để lại to hơn (ở hình III-7).



Hình III-6 . Độ cứng tế vi lớp bề mặt Y8 (đã tôi) theo chiều sâu



Hình III-7 : Độ cứng từng vùng trong lớp bề mặt sau mài

Như vậy quá trình mài tạo ra trong lớp bề mặt các độ cứng tế vi khác nhau.

Thông thường quy luật là :

Lớp biến cứng mỏng nằm ngay trên bề mặt và có chiều sâu khoảng $10 \div 30 \mu\text{m}$, lớp này có độ cứng cao hơn khoảng 150-200% (lớp bị tôi lần thứ hai).

Sau đó có độ cứng ban đầu thấp . Cuối cùng là lớp có độ cứng ban đầu.

Những lớp kể trên có độ cứng cao bao nhiêu ? có chiều sâu bao nhiêu ? là tùy thuộc vào đá mài, chế độ cắt khi mài v.v...

Khi mài, cố gắng hạn chế sự biến thiên này. Vì quá cứng sẽ mòn, quá mềm chóng mòn.

Hiện nay , khi sử dụng đá mài kim cương và niterit bor lập phương để mài dụng cụ cắt , lớp " biến cứng " và lớp " bị mềm " giảm cả về giá trị và chiều sâu.

Sau khi mài, các bề mặt làm việc của dụng cụ cắt còn được mài tinh và siêu tinh.

Những nguyên công này tiến hành chủ yếu bằng hạt mài nhỏ, chiều dày lớp cắt của từng hạt a_z rất nhỏ. Lực mài , nhiệt mài giảm đáng kể. Độ cứng tế vi lớp bề mặt dụng cụ cắt ít biến đổi .

Sau mài tinh và siêu tinh, nhấp nhô bề mặt rất nhỏ.

Bề mặt làm việc dụng cụ cắt có chất lượng cao.

c. Ứng suất dư trong lớp bề mặt làm việc của dụng cụ cắt :

Dụng cụ cắt được chế tạo từ các loại thép, sau nhiệt luyện đã được khử ứng suất dư.

Hợp kim cứng sau thiêu kết đã được khử ứng suất dư.

Ở đây quan tâm đến ứng suất dư xuất hiện khi mài để tạo ra các bề mặt làm việc của dụng cụ cắt.

Khi mài trong lớp bề mặt xuất hiện ứng suất dư. Nó ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình làm việc của dụng cụ cắt.

Do đó ứng suất dư được coi là một yếu tố đánh giá chất lượng dụng cụ cắt.

Nguyên nhân phát sinh ứng suất dư khi mài là sự biến dạng dẻo không đồng đều trong lớp bề mặt.

Nó xuất hiện còn vì có biến đổi cấu trúc kim loại khi chịu tác động của nhiệt khi mài.

Các nghiên cứu chỉ ra hai nhóm tác động gây ứng suất dư.

Nhóm thứ nhất bao gồm các nguyên nhân do lực cắt gây ra - thường cho ứng suất dư nén.

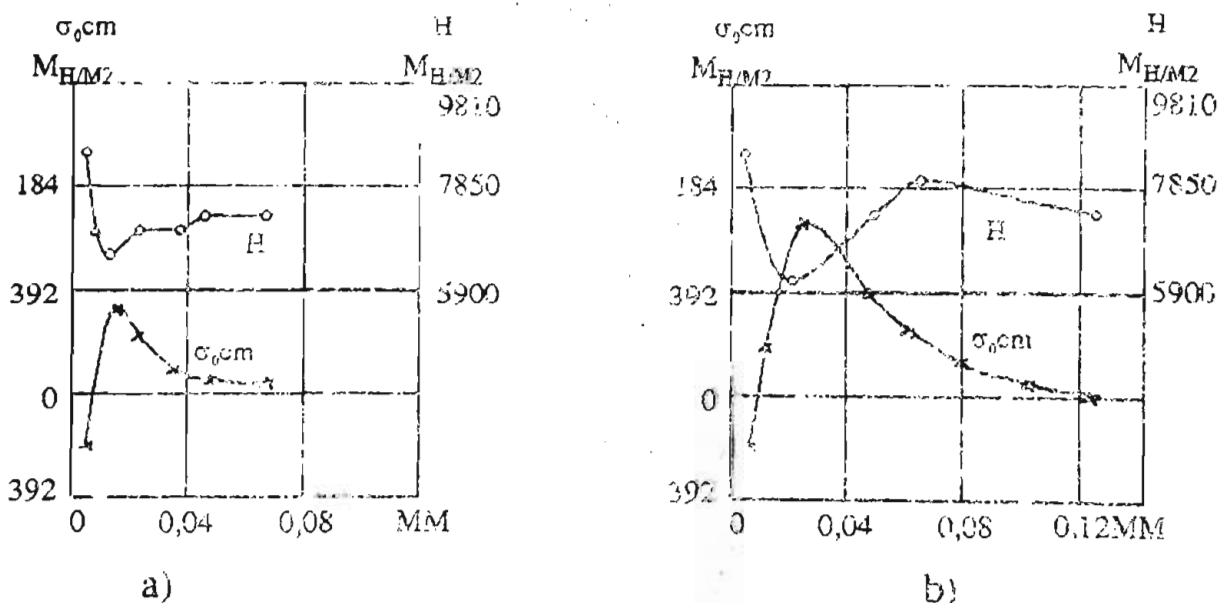
Nhóm thứ hai bao gồm các nguyên nhân do nhiệt cắt gây ra - thường tạo ra ứng suất dư kéo.

Trong quá trình mài không thể phân biệt riêng rẽ đâu là tác động của lực và đâu là tác động của nhiệt. Chúng tác động qua lại phức tạp.

Mong muốn là ở lớp bề mặt có ứng suất dư nén sau mài.

Phát triển theo hướng này, có nhiều nghiên cứu lấy giảm nhiệt độ khi mài làm mục tiêu.

Ở hình III-8a, b có thể nhận biết: ở chiều sâu rất nhỏ có ứng suất dư nén nhỏ. Sau đó ở lớp dày hơn có ứng suất dư kéo. Vùng có ứng suất dư kéo lớn nằm cách bề mặt khoảng 0,01-0,02 mm. Sau đó ứng suất dư kéo giảm dần và ở chiều sâu 0,07-0,12 mm có giá trị bằng 0.



Hình III-8a, b : Phân bố ứng suất dư và độ cứng tế vi trong lớp bề mặt thép Y8 đã tôi sau mài

a) $t = 0,0375$ mm; b) $t = 0,05$ mm

Trên hình III-8a,b biểu thị mối liên quan giữa ứng suất dư và độ cứng tế vi của từng lớp vật liệu.

Ở chỗ nào có giảm độ cứng tế vi (tức là có ram và giảm thể tích riêng của kim loại) thì ở đó có ứng suất dư kéo.

Ngược lại, ở đâu có tôi lại lần hai có cấu trúc máctenxit thể tích riêng tăng thì ở đó có ứng suất dư nén.

Lớp có ứng suất dư khi mài có thể có chiều sâu đến 0,2-0,3mm.

Khi mài lúc nào trong lớp vật liệu bề mặt cũng có ứng suất dư.

Dùng các biện pháp công nghệ (chọn đá mài, chế độ cắt, làm lạnh bôi trơn v.v...) để giảm giá trị tuyệt đối và chiều sâu tác động của ứng suất dư sẽ nâng cao được chất lượng các bề mặt làm việc của dụng cụ cắt.

Kết quả nghiên cứu khi dùng các vật liệu siêu cứng tổng hợp để mài trong nhiều trường hợp cho ứng suất dư nén trong lớp bề mặt.

Cần chú ý đến độ lớn của ứng suất dư. Khi chúng vượt khỏi giới hạn cho phép sẽ gây nứt trong lớp bề mặt.

Giảm tác động xấu của ứng suất dư kéo, không chế giá trị tuyệt đối của ứng suất dư nén phù hợp tiếp tục nghiên cứu để trong lớp vật liệu bề mặt làm việc của dụng cụ cắt có chất lượng sẽ góp phần nâng cao hiệu quả quá trình cắt.

4. Tính cắt của dụng cụ cắt

Ở trên đã xét những yếu tố xác định chất lượng dụng cụ cắt như :

Sử dụng vật liệu dụng cụ cắt.

Độ chính xác về hình học.

Chất lượng các bề mặt làm việc.

Tất cả những chỉ tiêu trên đều là những vấn đề quan trọng khi nói đến chất lượng dụng cụ cắt.

Song, những yếu tố trên là những chỉ tiêu mang nhiều tính gián tiếp. Chúng định hướng để thiết kế, chế tạo ra các dụng cụ cắt có chất lượng cao.

Nhưng cuối cùng tính cắt của dụng cụ cắt là chỉ tiêu tổng hợp đánh giá chất lượng quá trình cắt.

a. Những chỉ tiêu xác định tính cắt của dụng cụ cắt :

★ Độ mòn : Tính cắt của dụng cụ được đánh giá thông qua độ mòn. Dao cụ này có tính cắt cao hơn dao cụ kia khi cắt với chế độ cắt lớn (v,t,s lớn) nhưng mòn ít.

Do đó việc xác lập quan hệ mòn ở mặt sau h_s với v, t, s là thông số đầu tiên đánh giá tính cắt của dụng cụ cắt bằng thực nghiệm xác định các hàm số.

$$h_s = F(v) \quad ; \quad h_s = F(t) \quad ; \quad h_s = F(s)$$

Những công thức trên càng có ý nghĩa khi cùng khảo sát với thời gian làm việc liên tục của dụng cụ cắt.

Đồ thị biểu thị dưới dạng : trục tung là h_s , trục hoành là thời gian . Các đường cong (hoặc thẳng) biểu thị cho từng tốc độ hoặc từng t và s khác nhau.

$$h_s = F(\tau)$$

h_s - độ mòn ở mặt sau (mm) ; τ thời gian cắt tính bằng giây (s')

Hình III- 9 biểu thị quan hệ mòn ở mặt sau và mặt trước của dao thép gió theo thời gian .

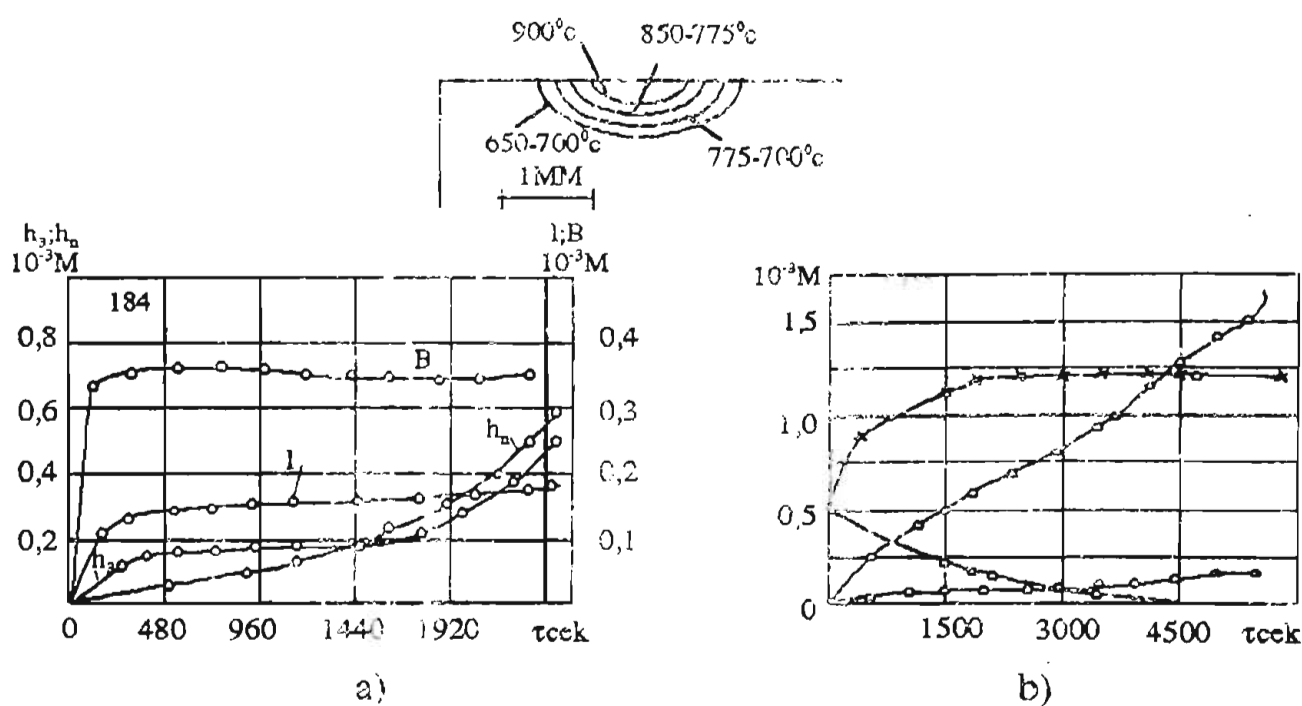
B - chiều rộng vết mòn ở mặt trước .

l - chiều dài vết mòn ở mặt trước .

h_t - chiều sâu vết mòn ở mặt trước .

h_s - lượng mòn ở mặt sau.

Hình III-10 nội dung giống ở hình III-9 song dao là hợp kim cứng.



Hình III-9. 10 : Mòn ở mặt trước và mặt sau theo thời gian

Trong nhiều trường hợp để đánh giá chính xác hơn, tiến hành đánh giá mòn bằng thể tích của vật liệu dao cụ bị mòn trong một đơn vị thời gian làm việc

Hình III - 11a, b biểu thị thể tích vật liệu dao cụ bị mòn trong mối quan hệ với S và V .

Thông qua những quan hệ giữa độ mòn với V và S theo thời gian τ đánh giá tính cắt của vật liệu dụng cụ này với vật liệu dụng cụ kia khi gia công các vật liệu khác nhau. Chỉ tiêu này chỉ ra được tính tối ưu về khả năng cắt theo độ mòn nhỏ nhất.

Song độ mòn nhỏ nhất vẫn chưa là chỉ tiêu đầy đủ để đánh giá khả năng cắt

Dùng hệ số xác định suất tiêu hao đơn vị để đánh giá khả năng cắt .

$$q = \frac{Q_{DC}}{Q_{VL}} \quad \eta = \frac{Q_{VL}}{Q_{DC}}$$

q - độ mòn đơn vị

Q_{DC} - thể tích vật liệu dao bị mòn (mm^3)

Q_{VL} - thể tích vật liệu bị cắt đi (mm^3)

Dùng hệ số này chỉ ra được tổn phí vật liệu dụng cụ cắt khi gia công. q càng nhỏ chi phí vật liệu dụng cụ cắt càng ít. Song không phải lúc nào cũng cho hiệu quả tổng hợp cao.

Ngoài ra độ mòn thường không ổn định, nó thay đổi theo thời gian và kém tin cậy

Dùng chỉ tiêu này đánh giá tính cắt của dụng cụ cắt chỉ thích hợp khi gia thành vật liệu dụng cụ rất cao.

Kết hợp chỉ tiêu lực vòng đơn vị và suất tiêu hao đơn vị.

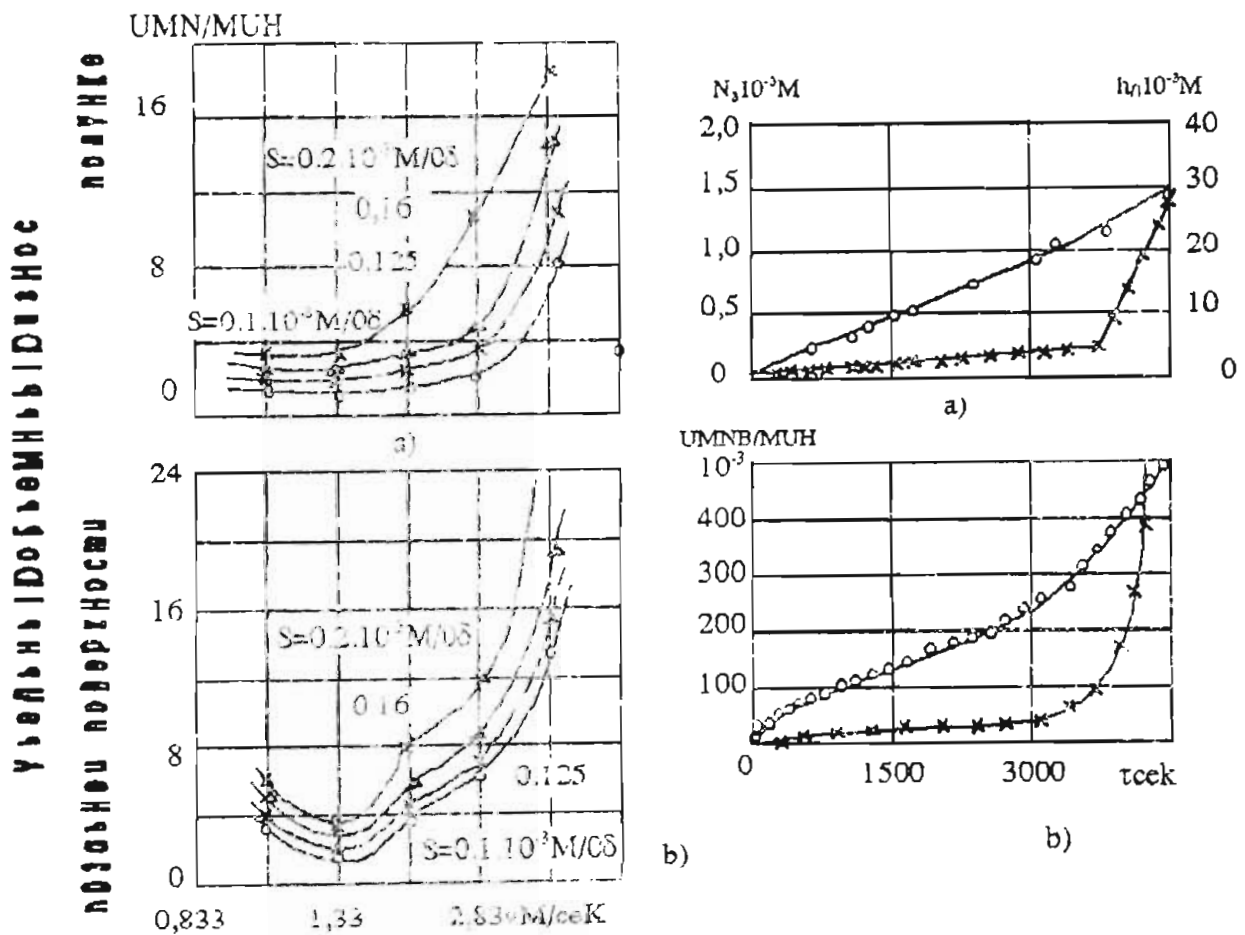
$$K = \frac{P_{zd \cdot v}}{q}$$

K - hệ số đánh giá tính cắt của dụng cụ.

$P_{zd \cdot v}$ - lực cắt tiếp tuyến đơn vị.

q - suất tiêu hao vật liệu dụng cụ cắt đơn vị.

Hệ số K chỉ ra khả năng cắt của dụng cụ cắt cho lực cắt nhỏ và tiêu hao vật liệu dụng cụ ít.



Hình III - 11a, b: Mòn và ảnh hưởng của V và S

Trên đây là những chỉ tiêu thường dùng để đánh giá tính cắt của dụng cụ cắt có lưỡi.

Thí dụ: dao tiện, phay, bào, khoan, doa v.v...

Trong lĩnh vực mài thường dùng chỉ tiêu sau để đánh giá tính cắt của đá mài:

$$K = \frac{Q_M}{P_y} \left[\frac{\text{mm}^3 / \text{ph}}{\text{KG}} \right]$$

K - chỉ số đánh giá tính cắt .

Q_M - năng suất cắt vật liệu chi tiết.

P_y - lực hướng kính.

Chỉ tiêu này thiết lập được mối quan hệ giữa tính cắt biểu thị qua năng suất cắt Q_M và lực hướng kính P_y .

Lực P_y - là thành phần có tác động lớn nhất đến độ nhấp nhô bề mặt và biến dạng vật liệu khi mài. Nó cũng là thành phần lực gây mòn hạt mài và đá mài nói chung.

Do vậy chỉ tiêu này thường được dùng để đánh giá tính cắt của đá mài.

Tính cắt cao của đá mài phụ thuộc vào nhiều yếu tố như :

- Năng suất cao.
- Lực mài , nhiệt mài nhỏ.
- Tuổi bền cao.
- Mòn đơn vị thấp.
- Cho độ chính xác và độ nhẵn bề mặt gia công cao.
- Có chi phí nguyên công thấp.

Để đánh giá tổng hợp tính cắt của dụng cụ cắt còn phải quan tâm đến sự biến thiên của tính cắt theo thời gian cắt .

Để biểu thị quan hệ này dùng hệ số : $K = K_0 \cdot e^{-\lambda \tau}$

K - tính cắt tại thời điểm đang xét.

K_0 - tính cắt ban đầu sau mài lại (hoặc sau sửa đá)

λ - hằng số phụ thuộc vào các điều kiện cắt .

τ - thời gian kể từ lúc bắt đầu cắt đến thời điểm xem xét.

Ở đây giá trị của λ chỉ ra mức độ thay đổi tính cắt theo thời gian

Khi mài thường $\lambda = 0,03 - 0,15$.

λ càng nhỏ thì tính cắt của đá mài càng ít biến đổi theo thời gian.

Do vậy mà λ chỉ ra mức độ ổn định của tính cắt theo thời gian cắt .

Dụng cụ có tính cắt cao khi nhiệt độ vùng cắt nhỏ. Để kể đến tác động của nhiệt cắt đến tính cắt của dụng cụ phải đưa vào công thức đánh giá tác động của θ°

Dùng chỉ tiêu tổng hợp sau .

$$R = \frac{K}{\lambda \theta}$$

R - chỉ tiêu tổng hợp đánh giá tính cắt .

λ - chỉ số đánh giá mức độ ổn định tính cắt theo thời gian.

θ - nhiệt độ vùng cắt ở thời điểm cuối của thử nghiệm xác định tính cắt .

Như vậy chất lượng dụng cụ cắt phải được khẳng định bằng tính cắt cao.

Nghiên cứu về quá trình cắt (bắt đầu từ 1870 gần 130 năm nay) nhiều nhà nghiên cứu, nhiều chuyên gia kiên trì nâng cao chất lượng quá trình cắt.

Lĩnh vực nâng cao chất lượng quá trình cắt ngày nay càng quan trọng khi công nghệ chế tạo máy ngày càng được tự động hoá cao và yêu cầu về chất lượng sản phẩm ngày càng khắt khe.

III. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH CHẤT LƯỢNG DỤNG CỤ CẮT

Phân trên đã trình bày những chỉ tiêu đánh giá chất lượng dụng cụ cắt.

Trong sử dụng, trong nghiên cứu phải có các phương pháp xác định những đại lượng đặc trưng cho các chỉ tiêu đã đưa ra.

Xem xét những phương pháp xác định chất lượng dụng cụ cắt:

1. Xác định chất lượng vật liệu dụng cụ cắt:

Vật liệu dụng cụ cắt được các cơ sở luyện cán thép, các cơ sở sản xuất hợp kim cứng cung cấp với những thông số kỹ thuật xác định (được tiêu chuẩn hoá)

Các phương pháp xác định độ cứng và độ cứng tế vi, độ bền uốn, nén, độ chịu nhiệt, hệ số dẫn nhiệt v.v. được ngành luyện kim sử dụng. Ở đây không đề cập đến.

Mảng vật liệu hạt mài là mảng vật liệu dụng cụ cắt ngày càng có ý nghĩa to lớn trong công nghệ chế tạo máy.

Xem xét một số các phương pháp xác định chất lượng các loại hạt mài.

a. Xác định độ cứng tế vi hạt mài:

Dùng dụng cụ đo là mũi kim cương hình chóp. Góc giữa 2 cạnh đối diện $\alpha = 136^\circ$, lực thực hiện phép đo chọn trong khoảng 2–200gr.

Độ cứng tế vi được xác định nhờ đo đường chéo vết lõm (hình vuông còn lại trên bề mặt cân đo).

$$h = d/A$$

h - chiều sâu vết lõm.

d - đường chéo vết lõm.

A - hằng số phụ thuộc vào góc α và lực thực hiện phép đo.

$$(A = 7,36)$$

Độ cứng tế vi tính như sau:

$$HV = 1,8514 \frac{P}{d^2} \text{ (KG/mm}^2\text{)}$$

P - lực thực hiện phép đo.

d - đo bằng kính hiển vi (mm)

Có bảng tra HV theo ở ở các chỉ dẫn . Trước khi đo bề mặt mẫu đo được làm phẳng và đánh bóng bằng phương pháp điện hoá (để tránh cường bên khi sử dụng các phương pháp đánh bóng khác gây sai số khi đo).

Bằng phương pháp này đo được :

HV cô run điện 2200-2300KG/mm².

HV cô run đơn tinh thể 1900-2600 KG/mm².

HV cô run điện trắng 2400-2600 KG/mm²

HV - các bít silic 3100-3300 KG/mm²

HV các bít bor 3335-4300 KG/mm².

HV kim cương 10.060 KG/mm².

Trong lúc đó : HV của Y8 sau nhiệt luyện 810 KG/mm².

Y 0 sau nhiệt luyện 909 KG/mm².

Y 2 sau nhiệt luyện 1033 KG/mm².

C₁ - sau nhiệt luyện 520 KG/mm²

b. Xác định tính mài của các loại hạt mài :

Lấy một lượng hạt mài nhất định, có cùng kích thước (độ hạt) . Ép chúng giữa 2 đĩa quay (ngược chiều nhau) với áp lực nhất định.

Sau thời gian t xác định lượng vật liệu của 2 đĩa bị mài mòn.

Lượng vật liệu bị mòn này là tiêu chuẩn đánh giá tính mài của vật liệu hạt mài.

Dùng phương pháp này có thể quả sau về tính mài.

Bảng III-12 : Tính mài của một số vật liệu

Vật liệu hạt mài	Tính mài (hệ số)
Kim cương	1
El-bor	0,58-0,61
Các bít bor	0,5-0,6
Các bít silic	0,25-0,45
Cô run điện	0,14-0,16

Lấy tính mài của kim cương là 1 thì tính mài của các vật liệu khác nhỏ hơn nhiều . Nếu so sánh tính mài và độ cứng (bảng III-13) thấy sự phù hợp sau : Vật liệu nào có độ cứng tế vi cao thì có tính mài cao.

Bảng III-13 : Quan hệ độ cứng tế vi và tính mài

Vật liệu hạt mài	Độ cứng tế vi	Tính mài
Kim cương	1	1
Các bít bor	0,49	0,5-0,6
Các bít silic	0,33	0,25-0,45
Cô run điện	0,18-0,22	0,14-0,16

c. **Xác định độ bền nén của hạt mài:**

Đặt hạt mài giữa hai tấm cô run (Al_2O_3). Lực tác động tăng dần. Quan sát qua kính hiển vi để xác định thời điểm hạt bị phá hủy. Làm 50 lần cho 50 hạt để tính $\sigma_{nén}$ trung bình.

Độ bền nén của vật liệu hạt mài còn được đánh giá bằng phương pháp :

Lấy 5gr hạt mài (cứng 00 hạt) đưa vào khuôn ép có đường kính lỗ 2cm . Dùng áp suất 250KG/cm² nén.

Căn cứ vào tỉ lệ phần trăm số hạt không bị phá hủy (bằng sàng phân loại độ hạt) để đánh giá độ bền (bảng III-14)

Bảng III-14 : Độ bền hạt kim cương (%)

N ^o = độ hạt	Hạt bền cao ACF
32	73
25	73-81
20	73-81
16	73-85
10	74-85
8	73-81
6	73-80

d. **Xác định số hạt mài có trên một đơn vị diện tích bề mặt đá mài:**

Số lượng hạt mài trên gia công phụ thuộc vào số lượng hạt có trên 1mm² bề mặt và chế độ cắt .

Càng nhiều hạt tham gia cắt thì chiều sâu a_c do mỗi hạt cắt đi sẽ nhỏ. Đây là yếu tố quan trọng nâng cao độ chính xác, độ bóng bề mặt gia công và các thông số khác của quá trình gia công.

Có hai phương pháp xác định số hạt mài trên bề mặt đá.

- In bề mặt đá mài trên kính có tráng pa-ra-phin rồi đếm vết suy ra số hạt.
- Theo số lượng các xung nhiệt ghi được khi đó nhiệt, tính ra số hạt có trên 1mm² bề mặt đá mài.

Bảng III-14 : Số hạt mài trên 1mm² bề mặt đá mài

Độ hạt	16	25	40	50
Số hạt mài trên 1mm ²	23,4	9,9	5,3	2,57

Tham gia cắt

Bảng III-15 : Số lượng hạt mài trên 1mm^2 bề mặt đá mài khi lượng chạy dao vòng thay đổi

Đá mài (Thông số kỹ thuật)	Lượng chạy dao dọc/ vòng quay đá mài (mm/1vòng đá)			
	0,125	0,20	0,425	0,554
ЭБ40СМ1	3,43	2,3	1,74	1,37
ЭБ25СМ1	6	5,1	2,50	2,20
ЭБ20СМ1	7,8	6,9	3,50	3,43
ЭБ16СМ1	11,0	9,6	4,50	3,90

Số lượng hạt mài trên 1mm^2 bề mặt đá phụ thuộc vào độ hạt. Ở đá có độ hạt lớn $N^0 = 50$ có số hạt trên bề mặt mặt ít hơn 8 lần so với đá có độ hạt nhỏ $N^0 = 16$. (Bảng III-14).

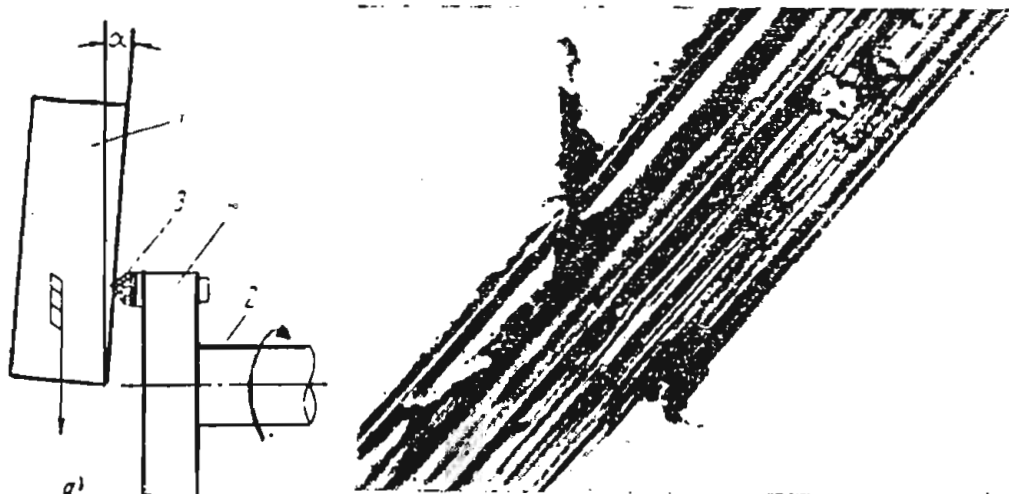
Số hạt mài thực tế tham gia cắt độ cắt . (Bảng III-15).

Lượng chạy dao tăng số hạt tham gia cắt giảm.

Như vậy những phương pháp xác định trên rất có ý nghĩa , cung cấp cơ sở đánh giá số hạt tham gia cắt (suy ra tổng chiều dài lưỡi cắt tham gia cắt khi mài).

e. Xác định chiều sâu cắt tới hạn phá huỷ hạt mài.

Trên hình III-12 biểu thị sơ đồ xác định chiều sâu cắt tới hạn của hạt mài. Nguyên lý thực hiện như sau :



Hình III-12 : Xác định chiều sâu cắt tới hạn phá huỷ hạt mài

Hạt mài 3 gắn trên đĩa 4. Đĩa quay. Phôi gá nghiêng góc α , có chuyển động từ trên xuống.

Như vậy chuyển động cát sẽ là một đường xoắn có chiều sâu cát tăng dần.

Khi a_2 đạt tới giá trị làm cho hạt mài vỡ thì đó là chiều sâu cát tới hạn.

Phép đo này cho phép so sánh khả năng chịu lực khi mài của từng loại hạt (to, nhỏ khác nhau) và của từng loại vật liệu hạt mài (kim cương, nitrit bor lập phương, các bít si lic, corun điện v.v...) khi gia công các vật liệu khác nhau.

Căn cứ và a_2 tới hạn chỉ ra lĩnh vực sử dụng tối ưu, nâng cao chất lượng sử dụng vật liệu dụng cụ cắt.

g. Phương pháp xác định sự hợp lý của chất kết dính đá mài.

Như trên đã trình bày, tính cắt của một hạt mài xác định tỉ số giữa thể tích vật liệu được mài đi với thể tích bị mòn của hạt ($K_{\text{hạt}}$).

Để làm rõ tính hợp lý của chất kết dính, xác định lượng tiêu hao hạt mài khi cắt bằng một hạt rồi so sánh với tính cắt của một hạt khi nằm trong đá mài. Xem xét sự hợp lý của chất kết dính (một thông số quan trọng của dụng cụ cắt là đá mài).

Bảng III-16 : Hệ số mài khi cắt một hạt
và hệ số mài của hạt nằm trong đá

Vật liệu gia công	Hệ số mài K	
	K_h khi mài bằng 1 hạt	Khi mài K_d bằng đá mài
Gang C412-28	2.500.000	1.820
Niken (Ni)	1.860	16
Thép 40	1.953	36
Titan kỹ thuật BT1	1.540	48
Thép chịu nhiệt XH70BM10	610	38
Môlipden	292	33

Phương pháp này cho phép đánh giá sự hợp lý của chất kết dính.

Khi cắt bằng một hạt, hệ số mài $K_{\text{hạt}}$ rất lớn. Khi nằm trong đá tính cắt cao của hạt mài không được sử dụng hợp lý. Hệ số mài rất thấp. Khả năng cắt của kim cương chỉ được sử dụng 9% khi mài molipden M61, và 0,07% khi mài gang C412-28 (bảng III-16). Nguyên nhân chủ yếu là chất kết dính bakelit không phù hợp.

Từ đây xuất hiện hướng nghiên cứu hoàn thiện, tìm chất kết dính mới cho phép hạt mài kim cương phát huy hết tính cắt cao của nó. Kết luận này cũng đúng với các loại vật liệu hạt mài khác.

h. Mật độ hạt trong đá mài kim cương

Đây là thông số quan trọng cần xác định đối với đá mài kim cương.
Mật độ hạt xác định khối lượng hạt kim cương trong 1cm^3 đá mài.

Mật độ hạt 100% là quy ước khi khối lượng hạt kim cương là 4,39 cara hoặc 0,878 gr kim cương trong 1cm^3 đá mài.

Mật độ hạt 50% có khối lượng kim cương bằng 1/2 so với mật độ hạt 100%.

Đá kim cương có mật độ hạt 25%, 50%, 100% , 150%.

Mật độ hạt ảnh hưởng đến số lượng hạt tham gia cắt mức độ giữ hạt trong chất kết dính.

Do đó sử dụng mật độ hạt trong đá mài kim cương tuân theo các kết quả nghiên cứu đã được đưa vào các bảng tra cứu.

Đá mài kim cương sản xuất trên nền chất dính kết bakelit , keramíc và chất dính kết kim loại .

Mỗi loại chất kết dính có nhiều mức khác nhau.

Sự phong phú này của chất kết dính tạo ra sự đa dạng của đá mài kim cương khi sử dụng .

i. Chất kết dính kim loại

Từ nghiên cứu cơ chế mòn của hạt kim cương và nitrit bor lập phương thấy rằng : trong khi cắt thép đã tôi cát hợp kim cứng , hạt mài bị mòn theo cơ chế gãy đi từng phần nhỏ, tròn tạo ra các cạnh sắc . (ít tạo ra mặt phẳng trên hạt) duy trì qua vòng cắt lâu dài

Cơ chế mòn này tạo ra tính tự mài sắc của hạt mài siêu cứng tổng hợp.

Để giữ hạt bền chắc, lâu dài trên bề mặt làm việc của đá, phải duy trì để tính cắt của các hạt cần có chất kết dính phù hợp.

Chất kết dính kim loại thoả mãn điều kiện trên.

Trộn hạt mài với bột kim loại nền và các chất độn. Ép dính nhình . Thiêu kết tạo lực liên kết cơ học, tương tác hoá học trong môi trường không có oxy tạo ra đá mài có chất kết dính kim loại .

Bột kim loại nền thường sử dụng là bột nhôm và bột đồng.

➤ Chất độn thường là các bit các loại.

Chất kết dính kim loại thường được ký hiệu là " M " có rất nhiều chủng loại chất kết dính kim loại .

Sự đa dạng này đáp ứng yêu cầu của ứng trường hợp cụ thể trong công nghệ mài.

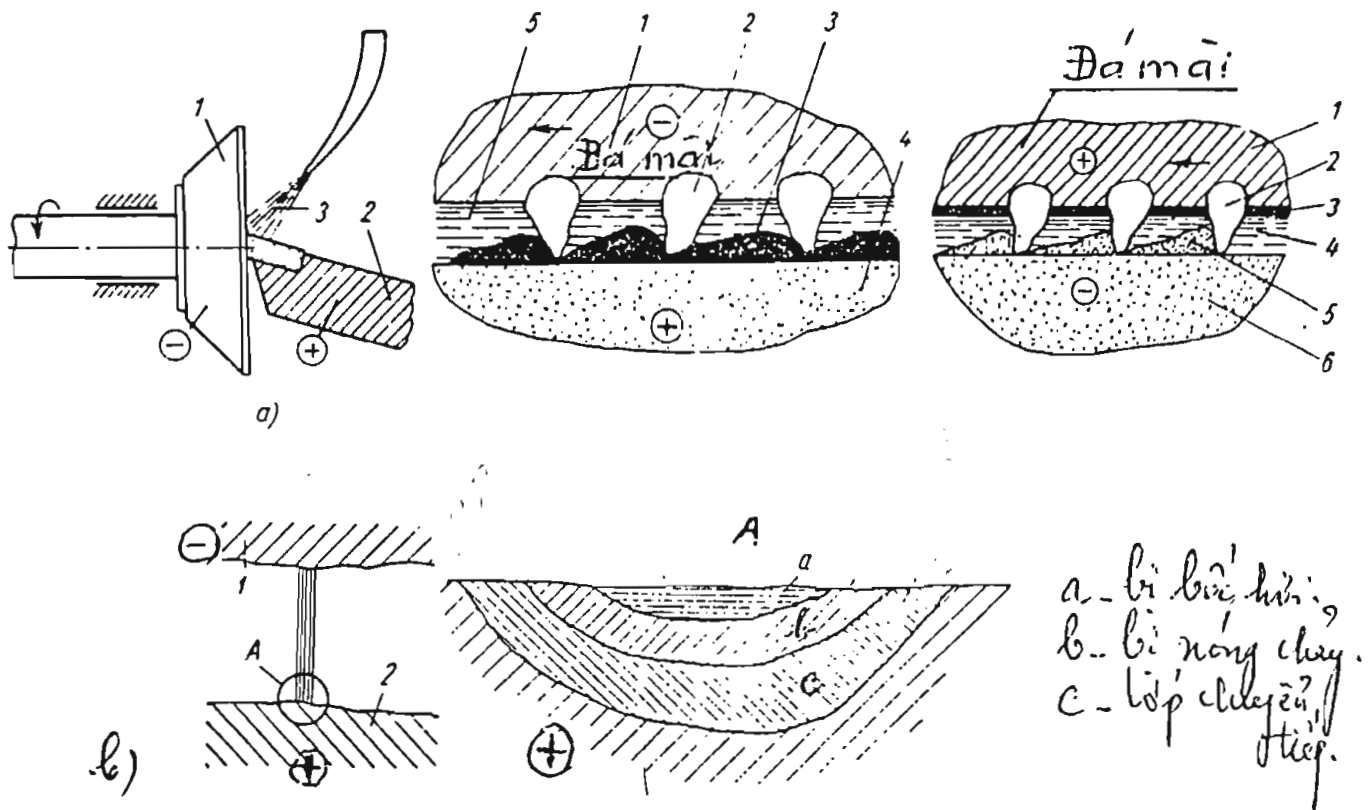
Chất kết dính kim loại còn cho phép thực hiện quá trình mài điện hoá học, mài xung điện v.v... tạo ra lĩnh vực gia công mới.

Vật liệu gia công ngày càng có cơ lý tính cao. Gia công bằng công cơ học (thông qua dụng cụ cắt , đá mài) sẽ ngày càng khó .

Đá mài có kết dính kim loại dần dần vào vùng cắt . Nhờ đó mà thực hiện được quá trình cắt nhờ công cơ học, công của điện hoá học và sự công phá mạnh của xung điện.

Mài bằng nhiều nguồn năng lượng (nhờ có chất dính kết kim loại) là giải pháp mới hiện được áp dụng từng phần và tiếp tục nghiên cứu phát triển .

Hình III-13 a, b biểu thị sơ đồ mài điện hoá , mài xung điện.



Hình III-13 : Sơ đồ mài điện hoá , mài xung điện
a - Sơ đồ mài điện hoá ; b- Sơ đồ mài xung điện

Ở cả hai phương pháp này, năng lượng điện hoá học, xung điện phá huỷ lớp bề mặt mỏng trên vật liệu gia công .

Hạt mài cắt đi lớp vật liệu có cơ lý tính thấp đi nhiều Bản chất quá trình biến dạng, ma sát , lực cắt , nhiệt cắt thay đổi nhiều theo hướng có lợi cho quá trình cắt .

Nếu đổi cực khi gia công (đá mài nối với cực dương) nhờ hiệu ứng điện cực, chất kết dính bị ăn mòn. Nhờ đó mà xoá bỏ ma sát của chất kết dính với vật liệu gia công . Các hạt mài có độ nhô khỏi chất kết dính cao hơn dễ cắt vào vật liệu .

Chọn tối ưu thông số đá mài ; xác định chế độ thực hiện quá trình điện hoá, (cường độ dòng điện, điện áp , chất điện phân v.v...) quá trình phát xung điện (điện áp khe hở năng lượng xung tần số của xung , môi trường v.v...) là những vấn đề lớn.

Nghiên cứu những vấn đề trên, áp dụng sáng tạo vào thực tiễn là nâng cao chất lượng quá trình cắt .

Những vấn đề trên có trong nhiều tài liệu chuyên khảo.

Ở những nước công nghiệp phát triển có nhiều máy chuyên dùng để thực hiện quá trình mài điện hoá , mài xung điện.

Dùng những phương pháp này đạt hiệu
liệu khó gia công .

Ở phần trên trình bày những phương

Trước đây quan tâm nhiều đến chế
phay, gia công lỗ , v.v...)

Nay chất lượng các nguyên công
lớn.

Do đó việc đề cập đến chất lượng
chung phải có vị trí xứng đáng trở

V. NHỮNG PHƯƠNG PHÁP ĐÁ DỤNG CỤ CẮT

Như ở trên đã trình bày ch

Vật liệu dụng cụ cắt , độ
các bề mặt định vị (chất lư
du, cấu trúc kim loại) v.v

Trong công nghệ
nguyên công gia công
những quá trình mài
cắt .

Mặt khác đ
hạt mài , đá m
đá mài (như
được chế t

π

đ

Tùy thuộc vào môi trường xianua và chiều dày lớp được xianua mà quá trình có thời gian khác nhau. Từ 10 phút đến 25 phút khi môi trường là chất lỏng. Từ 1 giờ đến 2,5 giờ khi môi trường là thể khí. Từ 1,5 đến 4 giờ khi môi trường là thể rắn.

2. Phương pháp mạ crôm.

Mạ crôm - rôm lớp bề mặt dụng cụ cắt làm tăng tuổi bền dụng cụ cắt lên 1,5-2 lần.

Dung dịch mạ là Cr_2O_3 (390- 400gr/lit), CrO_3 (5-7gr/lit). Nhiệt độ dung dịch mạ $55-57^\circ\text{C}$ Cường độ dòng điện khi mạ nằm trong khoảng 20-45A/dm².

Chiều dày lớp mạ nằm trong khoảng $3\div 20\mu\text{m}$.

3. Cường bền bằng hợp kim cứng nhờ tia lửa điện

Dùng điện 36v, điện cực là hợp kim cứng các loại. Điện cực có chuyển động rung với biên độ phù hợp (hình III-14 a,b)

Khi xung điện hình thành, điện cực (là hợp kim cứng) nóng chảy phủ và khuyếch tán vào lớp bề mặt dao cụ, (bằng thép dụng cụ) tạo ra lớp vật liệu được cường bền. Chiều dày lớp này khoảng $50-80\mu\text{m}$.

Điện cực thường dùng là T15K6 và T30K4. Trên lớp bề mặt dụng cụ cắt có thành phần của T15K6 hoặc T30K4 bám dính rất chắc trên bề mặt. Sau đó là lớp vật liệu do thành phần hợp kim cứng khuyếch tán vào. Thành phần hoá học lớp bề mặt thay đổi. Cơ lý tính lớp bề mặt thay đổi theo hướng có lợi cho quá trình cắt. Tuổi bền dụng cụ cắt được nâng cao.

Lớp bề mặt này có thể có chiều sâu $50-80\mu\text{m}$ Khi dùng các chế độ thích hợp lớp này có thể dày 1-2mm.

Song bề mặt không nhẵn $R_z \leq 4\mu\text{m}$ và dòn.

Như vậy phương pháp này tạo được lớp bề mặt có cơ lý tính cao trên nền thép hợp kim dụng cụ, hoặc thép gió (có độ bền uốn và bền nén cao) nâng cao chất lượng dụng cụ cắt về tuổi bền và khả năng chịu lực cắt lớn.

4. Phương pháp phun phủ bề mặt.

a. Mục đích :

Ở trên đã trình bày về vật liệu dụng cụ cắt có gốc là Fe và các nguyên tố hợp kim.

Đã nghiên cứu các loại hợp kim cứng và xu thế hoàn thiện hợp kim cứng.

Các vật liệu hạt mài và các thông số kỹ thuật của đá mài đã cơ bản được trình bày.

Để nâng cao hơn nữa chất lượng lớp bề mặt làm việc của dụng cụ cắt, hiện nay sử dụng nhiều vật liệu dụng cụ cắt truyền thống làm nền, lớp bề mặt được phun phủ bằng các vật liệu có độ cứng cao, độ bền nhiệt cao, hệ số ma sát nhỏ v.v...

b. Các yêu cầu :

- ★ Tạo ra một hợp thể gồm trên cùng là lớp phủ, đến lớp đệm và cuối cùng là vật liệu nền (vật liệu dụng cụ cắt thường dùng).
- ★ Những lớp trong hợp thể này có liên kết cơ học và hoá học bền chắc trong quá trình cắt.
- ★ Lớp phủ bề mặt này có độ cứng, độ bền nhiệt, hệ số ma sát, độ dẫn nhiệt, độ bền cơ học, độ chịu mòn, độ nhẵn bóng bề mặt v.v... ưu việt hơn, phù hợp so với vật liệu nền.
- ★ Vật liệu lớp phủ thành phần của lớp đệm có tương tác hoá lý phù hợp với vật liệu bề mặt gia công dưới sự tác động của lực cắt, nhiệt cắt cao trong vùng tiếp xúc.

Những yêu cầu đối với lớp phủ có được sẽ nâng cao chất lượng bề mặt làm việc của dụng cụ cắt. Cụ thể là tuổi bền của dụng cụ cắt sẽ tăng.

c. Các phương pháp công nghệ chủ yếu :

Các phương pháp phun phủ chủ yếu là :

- ★ Phun phủ bề mặt bằng phương pháp hoá học (CVD)

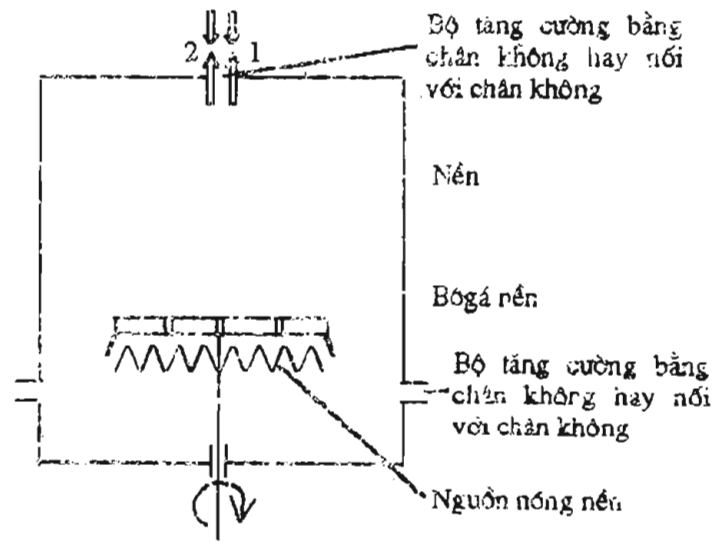
Chất dùng để phun phủ là một số các chất dễ bay hơi được đưa vào buồng phản ứng có các chi tiết cần phủ. (Hình III-14).

Phản ứng xảy ra chủ yếu ở nhiệt độ 700-1100°C với áp suất thấp, có sự trợ giúp của các xúc tác.

Những thông số về vật liệu nền, thành phần hoá học của chất phủ, áp suất, nhiệt độ khí phủ v.v... đều ảnh hưởng đến chiều dày và tính chất lớp phủ và lớp đệm.

Bằng phương pháp này tạo được lớp phủ có khả năng cắt tốt, kết hợp với vật liệu nền tạo ra một hợp thể có tính năng cắt ưu việt hơn nhiều khi chỉ dùng vật liệu nền.

Ưu điểm của phương pháp là đầu tư thấp, giá thành phủ nhỏ, độ dính kết với nền tốt. Thực hiện một lúc cho nhiều chi tiết chất lượng đồng đều. Áp dụng thuận lợi cho các dao cụ có hình dáng phức tạp.



Hình III-14: Sơ đồ phương pháp phủ CVD

Nhược điểm là lớp phủ có chiều dày không đồng đều có ứng suất dư kéo lớn. Gây ô nhiễm môi trường.

- Thí dụ :
- Kianua bề mặt ở thể lỏng, thể khí, thể rắn.
 - Thấm than lớp bề mặt.
 - Mạ cơ rắn bề mặt.
 - ...

★ Phương pháp lý học (PVD)

Phương pháp này còn được gọi là phương pháp bay hơi lắng đọng (PVD).

Nguyên lý của phương pháp là :

Phủ bằng bay hơi và sôi trào, mạ ion, hồ quang (hình III-15)

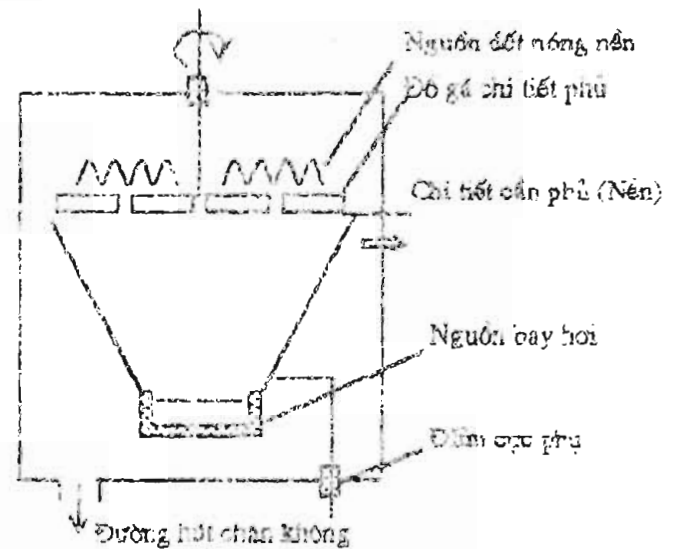
Trong quá trình bay hơi, các nguyên tử sẽ rời chất rắn khi thăng hoa (ở nhiệt độ 1200°C - 1700°C)

Trong quá trình caốt sôi diễn ra sự biến đổi trạng thái vật chất. Các hạt nơtron có năng lượng cao phát ra. Lớp phủ mỏng được hình thành.

Quá trình phủ sôi tạo ra độ dính kết tốt hơn, thực hiện quá trình phủ hợp kim dễ dàng.

Tính kết dính tốt chất lượng bề mặt cao là nhờ sự trợ giúp của quá trình cấp ion (gọi là mạ ion)

Từ 1985 mạ phủ IN được áp dụng rộng rãi cho vật liệu dụng cụ cắt mang lại hiệu quả rõ rệt.



Hình III-15: Sơ đồ phương pháp phun phủ PVD

2. Vật liệu phủ và tính chất lớp phun phủ trong lớp bề mặt dụng cụ cắt.

★ Vật liệu phủ : có hai nhóm.

Vật liệu lớp phủ mềm.

Vật liệu lớp phủ cứng

Chì, bạc, vàng, crôm, niken, Pôlime dùng làm vật liệu lớp phủ mềm.

Lớp phủ mỏng có khả năng chống ăn mòn hoá học, có hệ số ma sát nhỏ, có khả năng tự bôi trơn. Do vậy nó có khả năng giảm độ mòn và tăng tuổi bền.

Song đối với dụng cụ cắt ít sử dụng vì có độ cứng thấp.

Lớp phủ cứng có độ cứng tế vi lớn; có khả năng chống mài mòn tốt, có độ kết dính với nền tốt, có hệ số ma sát nhỏ khi chuyển dịch trên nhiều loại vật liệu khác; có độ bền nhiệt cao.

Những tính chất này phụ thuộc vào bản chất vật liệu lớp phủ, lớp nền và công nghệ phủ.

Vật liệu phủ cứng thường sử dụng là : các nitrit , các loại cac bit , các loại oxýt v.v...

Xem xét một số vật liệu phủ cứng.

★ Vật liệu phủ Nitrit Titan - TiN.

Thường sử dụng rộng rãi để phủ lên vật liệu dụng cụ cắt ở trong phương pháp phủ CVD và PCD .

Lớp phủ này có độ cứng cao, có độ bám dính với nền và hệ số ma sát nhỏ, có độ nhẵn cao.

Dụng cụ cắt có phủ TiN có tuổi bền cao hơn hẳn dụng cụ cùng loại không phủ.

★ Vật liệu phủ Nitrit Bor - BN.

Nó có độ cứng tế vi cao, tính trơ hoá học cao, tính dẫn nhiệt cao.

★ Vật liệu phủ là các bit TiC, CrC, WC .

Các cac bit có độ cứng , độ bền nén và có nhiệt độ nóng chảy cao. Khi ma sát với thép có hệ số ma sát μ bằng 1/3 hệ số ma sát giữa thép trượt trên thép.

★ Lớp phủ là kim cương .

Lớp màng mỏng kim cương có tiềm năng lớn .

Nó có độ cứng tế vi " siêu cao " có độ dẫn nhiệt tốt.

Hệ số ma sát thấp.

★ Lớp phủ nhiều loại vật liệu :

Những năm gần đây , nhiều nghiên cứu phát triển theo hướng sử dụng nhiều loại vật liệu khác nhau để cùng phủ . Tạo ra lớp phủ và lớp đệm có nhiều ưu điểm để chống mài mòn.

Thí dụ : lớp phủ Ti - B-N ; Ti-B-C ; Ti-B - C - N .

Nền là thép gió các loại .

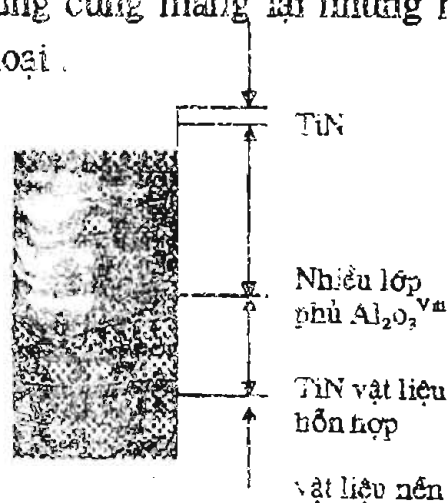
Những loại vật liệu này nâng cao hiệu quả chung của quá trình cắt gọt.

Lớp phủ Ti-Al-V-N trên nền hợp kim cứng cũng mang lại những hiệu quả tốt. Nâng cao tính cắt của hợp kim cứng các loại .

★ Lớp phủ nhiều lớp (hình III-16).

Tạo ra nhiều lớp phủ chồng lên nhau. Độ bám dính giữa các lớp và lớp cuối với nền được cải thiện.

Bằng phương pháp này, có thể tạo ra sự chuyển biến hài hoà về tính chất trong lớp phủ chung. Tránh được sự lan truyền của rạn nứt khi xuất hiện trong một lớp nào đó.



Hình III-16 : Lớp phủ nhiều lớp

Các lớp phủ nhiều lớp đã được sử dụng như :

TiC/ TiB₂ ; TiN/TiC ; TiC/Ti (CN)/TiN.

Khi dùng lớp phủ nhiều lớp cần quan tâm đến tính chất của các lớp khác nhau sẽ khác nhau. Hệ số dẫn nở không đồng nhất giữa các lớp sẽ có ảnh hưởng lớn đến tính chất cả lớp phủ dưới tác động của nhiệt cắt. (xuất hiện ứng suất da, bong tróc các lớp phủ v.v...)

★ Cấu trúc lớp phủ

Cấu trúc lớp phủ quyết định tính chất lớp phủ. Các nghiên cứu tập trung vào sự hình thành và phát triển các lớp phủ trong quá trình phủ; mật độ, cỡ hạt, biên giới hạt, hướng của các hạt, cấu trúc tinh thể là những yếu tố cấu trúc lớp phủ.

Cấu trúc của lớp đệm cũng là đối tượng nghiên cứu. Đây là lớp liên kết giữa lớp phủ và vật liệu nền.

Có cấu trúc lớp đệm phù hợp lớp phủ và nền mới trở thành hợp thể có chất lượng cao.

Đây là những vấn đề về vật lý kim loại phức tạp. Muốn tìm hiểu sâu tham khảo những tài liệu chuyên ngành.

★ Tính chất lớp phủ.

- Chiều dày lớp phủ quyết định đến khả năng làm việc của lớp phủ. Nó phải được thiết kế tối ưu trong từng trường hợp.

Nó ảnh hưởng đến độ cứng lớp phủ, khả năng chịu nhiệt, chịu lực, độ cứng và mô đun, đàn hồi, ứng suất v.v...

Công nghệ phủ cũng ảnh hưởng đến chiều dày lớp phủ.

Thiết kế lớp phủ có chiều dày hợp lý, sử dụng công nghệ phủ phù hợp để có lớp phủ có chất lượng đồng đều theo chiều dày lớp phủ là những vấn đề đang được đặt ra và nghiên cứu sâu.

- Độ cứng và mô đun đàn hồi lớp phủ.

Để cắt tốt, độ cứng lớp đệm, độ cứng vật liệu nền phải hài hoà.

Mô đun đàn hồi thường có mối quan hệ chặt chẽ với độ cứng. Độ cứng cao, mô đun đàn hồi thấp, vật liệu giòn.

Nâng cao độ cứng song mô đun đàn hồi giảm ít là mục tiêu đạt đến của quá trình phun phủ.

- Ứng suất trong lớp phủ.

Ứng suất trong lớp phủ ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng cắt và ma sát của nó

Thường ứng suất nhiệt trong lớp phủ được hình thành do tác động nhiệt khi phun phủ. Dưới sự tác động của nhiệt độ, các mạng tinh thể biến dạng không giống nhau. Vật liệu phủ và nền khác nhau có độ dẫn nở nhiệt khác nhau.

Sau phun phủ có các biện pháp khử ứng suất dư.

Trong quá trình cắt lớp phủ, lớp đệm, vật liệu nền chịu tác động của nhiệt cắt khác nhau. Ứng suất dư lại tạo thành.

Độ lớn tuyệt đối của ứng suất dư, dấu của nó (kéo hay nén) ảnh hưởng đến khả năng chống mòn, chống mỏi rỗ rết.

Mong muốn là có ứng suất dư nén với độ lớn phù hợp trong cả 3 lớp kể trên.

Trên đây đã trình bày ngắn gọn những vấn đề cơ bản trong công nghệ phun phủ tạo ra lớp bề mặt có chất lượng được nâng cao nhằm nâng cao khả năng chống mòn, khả năng chịu lực của dụng cụ cắt.

Đây là hướng mới trong quá trình nâng cao chất lượng dụng cụ cắt.

Tiếp tục nghiên cứu để sử dụng tối ưu các dụng cụ cắt đã được phun phủ, tham gia vào quá trình nghiên cứu hoàn thiện nó là nhiệm vụ cần thiết.

Chương 4

CHẤT LƯỢNG GIA CÔNG CƠ VÀ KHẢ NĂNG LÀM VIỆC CỦA CHI TIẾT MÁY

I. KHÁI NIỆM CƠ BẢN

Chất lượng gia công cơ bao gồm những vấn đề như :

1. Gia công cơ để đạt độ chính xác về kích thước có đúng sai như bản vẽ yêu cầu.
2. Đạt độ chính xác về hình dáng như độ không tròn về vị trí tương quan giữa các bề mặt (như độ vuông góc, độ đồng tâm ...)
3. Gia công cơ để đạt cấu trúc hình học bề mặt đạt yêu cầu về độ nhẵn bóng, độ sóng bề mặt chi tiết.
4. Lớp vật liệu bề mặt chi tiết đã được gia công phải có cơ lí tính phù hợp, đảm bảo cho chi tiết làm việc tối ưu (Chi tiết làm việc với độ tin cậy cao và độ bền mòn cao....)

Những vấn đề về chất lượng kể trên được quan tâm nghiên cứu từ lâu .

Những vấn đề về chất lượng gia công cơ thường mâu thuẫn với những vấn đề về năng suất khi gia công.

Giải quyết những mâu thuẫn này dựa khoa học về cắt kim loại phát triển .

Ở những thời kỳ đầu, những nghiên cứu về cắt kim loại tập trung giải quyết yêu cầu nâng cao năng suất cắt là chủ yếu .

Thí dụ : nghiên cứu vật liệu dụng cụ cắt, tăng năng suất :

(Thép gió các loại, hợp kim cứng, các loại được nghiên cứu và áp dụng)

Những nghiên cứu về chất lượng quá trình cắt tập trung vào vấn đề độ nhẵn bóng bề mặt gia công .

Những nghiên cứu này tiến hành chủ yếu ở những phương pháp gia công về tiện, phay... (các dụng cụ có lưỡi)

Độ nhẵn nhờ sau tiện, phay chỉ có tác dụng di truyền công nghệ tới các nguyên công sau. Chúng không có nhiều ý nghĩa khi xem xét cấu trúc hình học bề mặt sau gia công cơ trong quá trình ma sát mài mòn. Vì những bề mặt ma sát chịu mài mòn (dai đa số) được hình thành trong quá trình mài và mài siêu tinh sau nhiệt luyện.

Song những nghiên cứu về độ nhẵn bóng khi tiện, khi phay v.v... đã cử ra những quy luật hình thành, những yếu tố ảnh hưởng đến cấu trúc hình học bề mặt khi gia công bằng cắt gọt.

Những nghiên cứu này cũng xác định được các ảnh hưởng của độ nhám bề mặt đến độ bền mỏi, ứng suất tập trung tại đáy các nhấp nhô trên bề mặt chi tiết máy.

Ngày nay yêu cầu về thiết bị, máy móc cao hơn trước nhiều. Chúng làm việc ở nhiệt độ cao, chịu tải trọng lớn, trong các môi trường có tác động hoá lý phức tạp.

Do vậy những vấn đề về chất lượng được quan tâm nhiều hơn.

Nhiều khi chất lượng trở thành vấn đề quan tâm hàng đầu mà không phải là năng suất như trước đây.

Gần đây gia công cơ quan tâm đến độ chính xác về kích thước, về hình dáng dưới micron.

Cấu trúc hình học lớp bề mặt tương đương cấp 11, 12, 13, 14.

Những nghiên cứu về cấu trúc mạng tinh thể, cấu trúc tế vi, sự biến đổi pha, độ cứng, ứng suất dư lớp bề mặt sau gia công cơ được đặc biệt quan tâm.

Các nghiên cứu thiết lập mối quan hệ giữa chất lượng sau gia công cơ với khả năng chịu lực, chịu nhiệt, chịu ma sát mòn ngày càng nhiều.

Trong chương này trình bày những vấn đề liên quan giữa chất lượng sau gia công cơ và khả năng làm việc của chi tiết máy.

Mong muốn là những kiến thức cơ bản này góp phần nhấn mạnh vai trò của chất lượng sau khi gia công cơ bằng cắt gọt trong sản xuất cơ khí.

II. ĐỘ SÓNG VÀ ĐỘ NHÁM BỀ MẶT

Cấu trúc hình học tế vi bề mặt sau gia công cơ bao gồm : độ sóng và độ nhám bề mặt.

1. Độ sóng bề mặt (hình IV-1) :

Đây là tập hợp những đỉnh lồi và lõm lặp đi lặp lại có chu kỳ có rung động của máy, chi tiết và dụng cụ tạo ra.

Bước sóng thường lớn. Chiều cao của sóng phải nằm trong trường đúng sai của kích thước bề mặt.



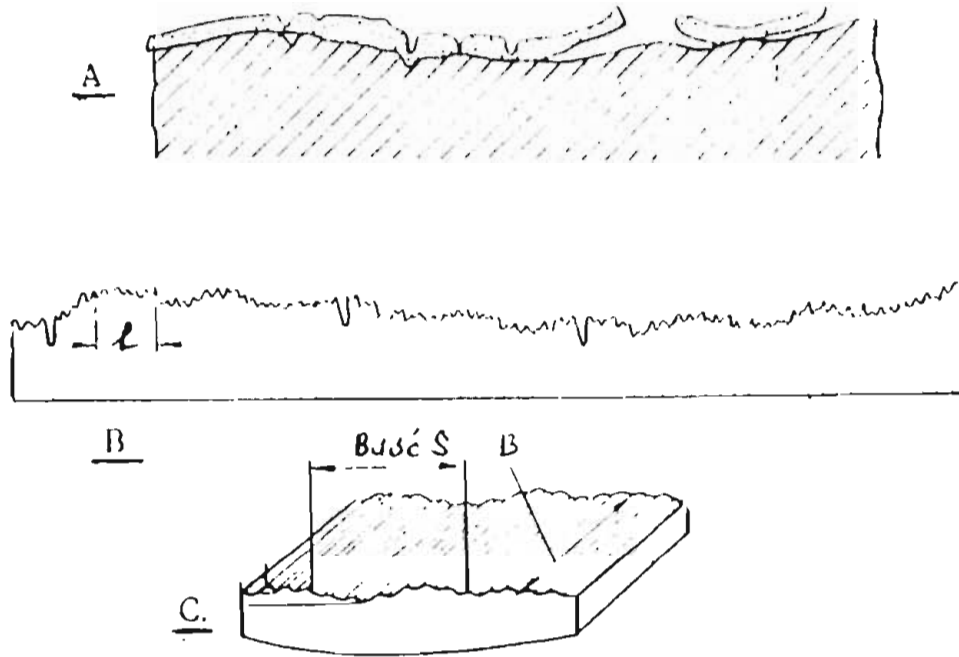
Hình IV-1 : Đồ sóng bề mặt sau gia công cơ

Trong gia công cơ, độ sóng dễ được khắc phục. Nó chỉ xuất hiện khi gia công thô. Khi gia công tinh độ sóng được sửa đúng.

Độ sóng ít ảnh hưởng đến chỉ tiêu đánh giá khả năng làm việc của bề mặt chi tiết máy.

2. Độ nhám bề mặt gia công (hình IV-2a,b,c)

a. Những thông số về độ nhám :



Hình IV-2 a,b,c Độ nhám bề mặt sau gia công cơ.

Để đánh giá cấu trúc hình học tế vi bề mặt sử dụng những quy ước sau :

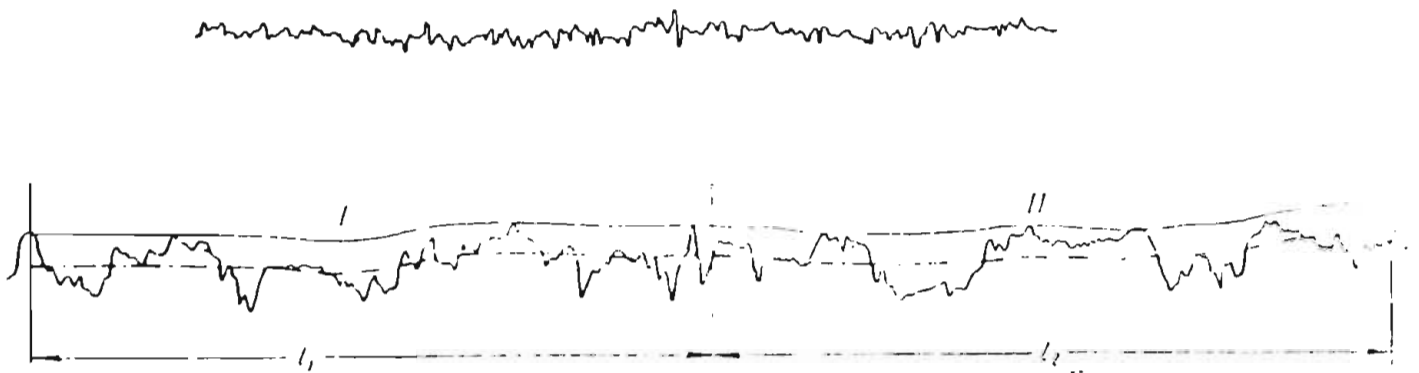
★ Chiều dài cơ sở l là chiều dài bề mặt nằm trong khoảng từ $0,08 \div 25\text{mm}$.

Hình IV-2a chỉ ra cấu trúc hình học bề mặt chi tiết.

Hình IV-2b biểu thị độ nhám

Hình IV-2c biểu thị độ sóng.

★ Chiều cao các nhấp nhô trên bề mặt rất khác nhau về giá trị.



Hình IV-3 : Biên dạng bề mặt sau mài.

Chiều cao khuếch đại 8000 lần.

Chiều ngang khuếch đại 450 lần.

Hình IV 3 chỉ ra độ nhám bề mặt sau mài

Trên bề mặt có H_{\max} và các giá trị khác nhau tại từng điểm.

Để đánh giá trạng thái hình học bề mặt dùng chỉ tiêu H_{TB} - chiều cao nhấp nhô trung bình.

H_{TB} là giá trị trung bình đại số biểu thị chiều cao nhấp nhô đo từ đáy đen đỉnh của n - các nhấp nhô.

$$H_{TB} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} H_i}{n}$$

H_i - chiều cao nhấp nhô thứ i ($i = 1, 2, \dots, n$)

Khi sử dụng giá trị H_{TB} để đánh giá cấu trúc hình học bề mặt có nhược điểm sau :

- ★ H_{TB} tính được khi đo H_i ở phía bên phải các nhấp nhô. Nếu đo ở phía trái sẽ có kết quả khác
- ★ Khi so sánh H_{TB} và H_{max} chênh nhau rất nhiều (từ 1,5 đến 2 lần nhỏ hơn H_{max})
- ★ Lấy n điểm n là bao nhiêu ? chọn đỉnh nhấp nhô nào để xác định ?

Vì những lí do trên, người ta quy định dùng chỉ tiêu R_z .

R_z là giá trị trung bình của 5 điểm cao nhất và 5 điểm thấp nhất trên chiều dài l - cơ sở

$$R_z = \frac{(h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5) - (h'_1 + h'_2 + h'_3 + h'_4 + h'_5)}{5}$$

R_z sẽ chính xác hơn khi dùng H_{TB} Song dùng R_z vẫn chưa thật chính xác. Nó chưa chỉ ra được hình dạng của các nhấp nhô, mà chỉ ra giá trị trung bình giữa 5 điểm cao nhất và 5 điểm thấp nhất trên biên dạng .

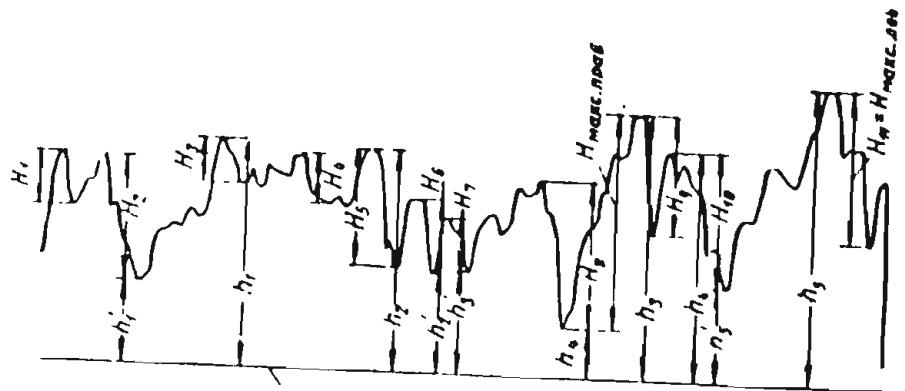
Dùng chỉ tiêu H_{ck} và R_a

(hình IV-4)

$$H_{ck} = \pm \sqrt{\frac{1}{L} \int y^2 dx}$$

Gần đúng :

$$H_{ck} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} y_i^2}{n}}$$



Hình IV-4: Sơ đồ tính H_{ck} và R_a

L - chiều dài trên đó xác định các thông số

x, y - là tọa độ các điểm so với đường trung bình

n - số điểm đo trên biên dạng trong khoảng L

- ★ R_a - giá trị trung bình các khoảng cách (y_1, y_2, \dots, y_n) của các điểm trên biên dạng so với đường trung bình .

$$R_a = \frac{1}{L} \int_0^L |y| dx$$

Tính gần đúng :

$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|$$

Trong chế tạo máy dùng R_z và R_a để đánh giá độ nhám bề mặt gia công .

Bảng IV-1: Cấp độ nhám bề mặt

Cấp độ nhám	R_z (μm)	R_a (μm)	Chiều dài cơ sở μm
	Không vượt quá		
1	80	320	8
2	40	160	
3	20	80	
4	10	40	2,5
5	5	20	
6	2,5	10	0,8
7	1,25	5,3	
8	0,63	3,2	
9	0,32	1,6	0,25
10	0,16	0,8	
11	0,08	0,4	
12	0,04	0,2	
13	0,02	0,1	0,08
14	0,01	0,05	

Trước đây nay dùng cụm từ "độ bóng" "độ nhẵn" bề mặt . Nay để thống nhất trong tài liệu khuyến cáo nên dùng danh từ "độ nhám" bề mặt

Cụm từ này thể hiện được bản chất cấu trúc hình học tế vi của bề mặt gia công .

Cấp độ nhám bề mặt từ cấp 6 đến 14 còn được chia ra a,b,c .

Trên đây chỉ ra các thông số cơ bản để xác định độ nhám bề mặt .

Cho đến nay nhiều nghiên cứu chỉ ra rằng cần phải đánh giá tỉ mỉ hơn nữa cấu trúc hình học tế vi bề mặt gia công .

Trong khi dùng R_z hay R_a , hình dáng các nhấp nhô, bán kính ở đỉnh và chân các nhấp nhô chưa được kể đến.

R_a , R_z chỉ đo trong nét diện cùng phương với chuyển động chạy dao S (khi tiện) .

Cần phải đánh giá cấu trúc hình học tế vi bề mặt theo 3 chiều XYZ .

Hướng vị trí tương quan giữa các nhấp nhô, góc nghiêng của các nhấp nhô, bán kính đỉnh và đáy nhấp nhô cùng với chiều cao nhấp nhô R_a , R_z v.v... quyết định đến diện tích tiếp xúc, áp lực đơn vị v.v... khi làm việc . Chúng ảnh hưởng trực tiếp đến tuổi bền, độ mòn của các đôi ma sát .

Do vậy khi xem xét R_a , R_z còn phải chú ý đến các thông số khác (đã nêu ra ở trên) để đánh giá toàn diện hơn cấu trúc hình học tế vi bề mặt sau gia công cơ.

Tên cơ sở này tạo ra bề mặt chi tiết sau khi gia công cơ phù hợp, có khả năng làm việc tốt.

b) Độ nhám bề mặt chi tiết khi tiện (hình IV-5)

★ Ảnh hưởng của tốc độ cắt đến độ nhám bề mặt gia công .

Tốc độ cắt ảnh hưởng đến lực cắt, nhiệt cắt, đến biến dạng vật liệu gia công, đến ma sát ở mặt trước và mặt sau dao cụ với bề mặt đã gia công .

Do đó nó ảnh hưởng nhiều đến độ nhám bề mặt gia công .

Ở tốc độ cắt thấp nhiệt cắt nhỏ, biến dạng lớp bề mặt vật liệu không lớn, nên tốc độ ít ảnh hưởng đến độ nhám.

Khi cắt ở tốc độ cao hơn từ 20-40m/ph nhiệt cắt tăng, biến dạng dẻo tăng, lẹo dao phát triển rồi bị phá huỷ. Góc trước thay đổi, lực cắt biến thiên, hệ số ma sát tăng.

Do vậy ở vùng tốc độ cắt này giá trị R_a tăng.

Tiếp tục tăng tốc độ cắt, nhiệt cắt tăng, song lẹo dao không hình thành, độ nhám bề mặt gia công giảm.

Ở tốc độ cắt rất cao nhiệt cắt ổn định, lẹo dao không có, hệ số ma sát ổn định, độ nhám bề mặt gia công ít thay đổi.

Khi gia công các vật liệu giòn (thí dụ gang) tăng tốc độ cắt làm giảm quá trình bong tróc các hạt độ nhám sẽ giảm .

★ Ảnh hưởng của lượng chạy dao S (hình IV-6) :

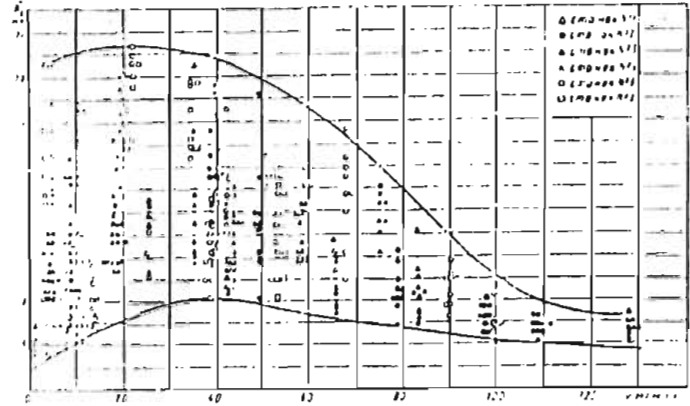
Khi tính diện tích lớp cắt ta có :

$$R_z = \frac{S^2}{8r} \text{ (mm)}$$

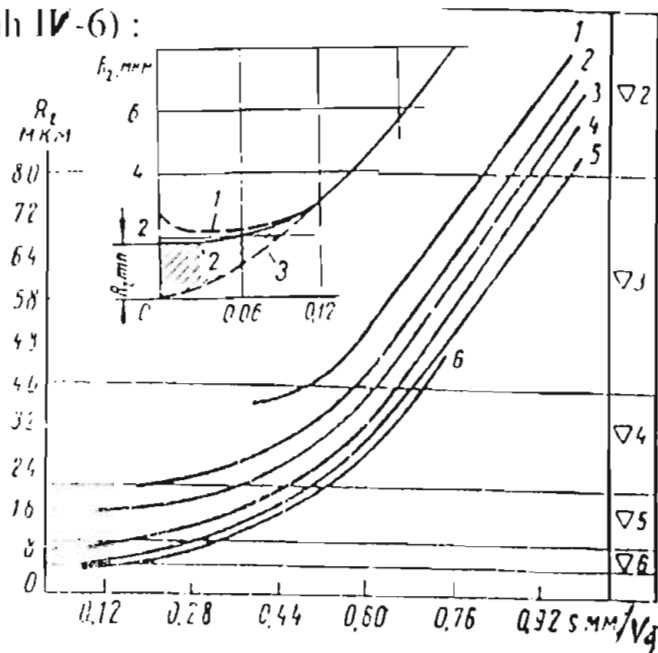
Công thức này chưa kể đến ảnh hưởng của các quá trình biến dạng, ma sát, các tác động tương hỗ hoá lý trong vùng cắt .

Song công thức cho ta thấy định hướng : S là yếu tố ảnh hưởng rất lớn đến độ nhám bề mặt (S^2 ở tử số)

Vì $a = S \cdot \sin \varphi$ nên S nhỏ, a cũng



Hình IV-5 ảnh hưởng của tốc độ cắt đến độ nhám



Hình IV-6 ảnh hưởng của S đến độ nhám

sẽ rất nhỏ.

Nếu a quá nhỏ và không lớn hơn bán kính mũi dao r thì có lớp kim loại mỏng bị nén lại. Khi mũi dao đi qua, chúng biến dạng ngược trở lại và độ nhám sẽ tăng.

Trên đồ thị hình III-6 biểu thị, ở những giá trị S nhỏ, ảnh hưởng của S đến R_z thường tuân thủ theo nhánh 1 và 2 tùy thuộc vào giá trị của t .

Không tuân theo nhánh 3 của đồ thị như công thức $R_z = \frac{S^2}{8r}$ (một phần của pa-ra-bôn.)

Như vậy không thể dùng S rất nhỏ để có R_z nhỏ.

Trong khoảng $S = 0,05 \div 0,12 \text{ mm/vòng}$

R_z hầu như không thay đổi ($r = 0,8 \div 1 \text{ mm}$)

Khi gia công các hợp kim màu trong khoảng $S = 0,01 \div 0,02 \text{ mm/vòng}$

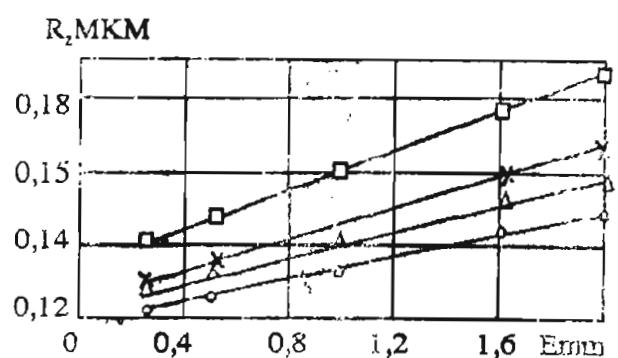
R_z hầu như không thể thay đổi.

★ Ảnh hưởng của chiều sâu cắt t (hình IV-7):

Chiều sâu cắt t ít ảnh hưởng đến R_z .

Nói chung giảm t , R_z giảm ít. Song nếu t có giá trị quá nhỏ, lưỡi cắt chính cũng có bán kính cung ρ nào đó

Khi $t \leq \rho$ quá trình cắt không xảy ra, lưỡi cắt chỉ trượt gây bong tróc bề mặt làm R_z tăng.



Hình IV-7: Ảnh hưởng t đến R_z

★ Ảnh hưởng của vật liệu gia công :

Vật liệu càng dẻo (ví dụ thép ít cacbon) càng nhạy cảm với biến dạng dẻo và R_z sẽ lớn.

Cấu trúc kim loại cũng ảnh hưởng đến độ nhám bề mặt gia công. Cấu trúc kim loại có hạt lớn làm tăng R_z .

Khi gia công các vật liệu được thường hoá hay ram có cấu trúc hạt nhỏ và phân bố đồng đều sẽ có R_z nhỏ.

Vật liệu có cơ lý tính khác nhau, khi cắt có lực, nhiệt tác động hoá lý khác nhau nên sẽ có R_z khác nhau.

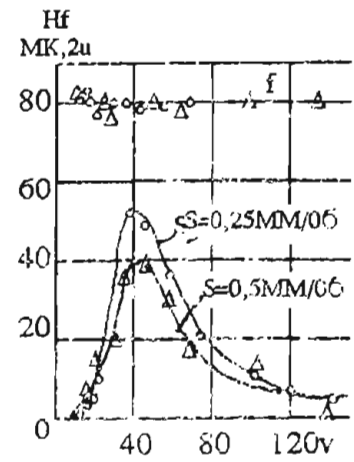
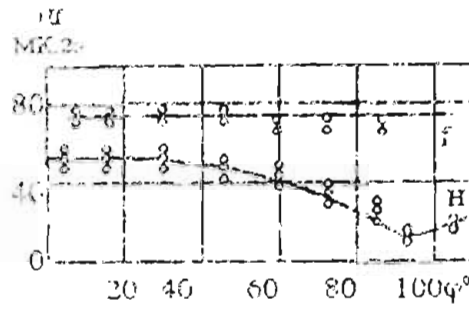
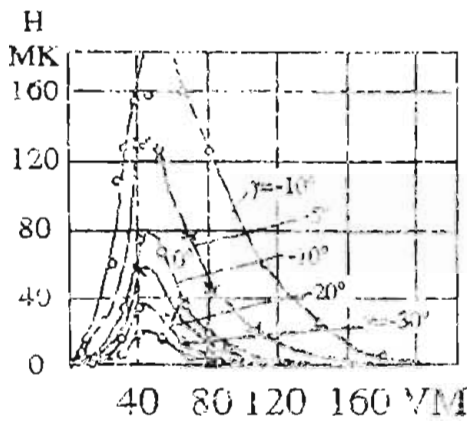
★ Ảnh hưởng của rung động :

Rung động làm thay đổi vị trí của lưỡi dao so với bề mặt đang gia công. Do đó rung động làm tăng R_z .

Tăng độ cứng vững của hệ thống công nghệ, khắc phục các nguyên nhân gây rung động cưỡng bức và tự rung sẽ là những biện pháp hữu hiệu để giảm R_z .

★ Ảnh hưởng của thông số hình học của dụng cụ cắt :

Giảm góc φ và φ_1 , r làm tăng lực F_y làm tăng biên độ A rung động và R_z tăng (hình IV-3a,b,c,d)



Hình IV-3 a,b,c,d : ảnh hưởng của φ , φ_1 , r đến biên độ rung động

Tăng góc trước γ làm giảm lực cắt, R_z giảm.

Tăng góc trước đến 15° làm tăng lực cắt, tăng biên độ rung động A , làm tăng R_z (hình IV-8d).

Ở trên đã trình bày những yếu tố ảnh hưởng đến R_z - độ nhám bề mặt sau gia công khi tiện.

Những phương pháp gia công khác như phay, bào, gia công lỗ v.v... độ nhám cũng sẽ có những quan hệ tương tự như khi tiện.

Song ở đây cần lưu ý là: bào, khoan, v.v... rất ít khi tạo ra các bề mặt ma sát chịu mài mòn.

Cở đây R_z ảnh hưởng nhiều đến khả năng chịu mỏi, tập trung ứng suất ở đáy các nhấp nhô trên bề mặt chi tiết.

Những bề mặt ma sát thường được tạo ra khi mài sau nhiệt luyện.

Trừ những chi tiết bằng gang. Bề mặt ma sát được tạo ra khi doa, khôn mà không cần mài. Thí dụ: các xi lanh chế tạo từ gang.

Do đó ngày nay nghiên cứu độ nhám như thành khi mài được đặc biệt quan tâm.

c. Độ nhám bề mặt khi mài:

Những yếu tố về hình học ảnh hưởng đến độ nhám bề mặt khi mài.

Những yếu tố này là: kích thước hạt mài, hình dạng hình học của hạt; khoảng cách giữa chúng trên bề mặt đá mài, chế độ sửa đá. Độ cứng của đá mài, cấu trúc của đá mài, v.v...

Tốc độ cắt của đá, tốc độ chu biết, lượng chạy dao dọc, ngang, chiều sâu cắt t v.v... là những yếu tố rất quan trọng ảnh hưởng đến độ nhám bề mặt khi mài.

- Ảnh hưởng của hạt mài.

Khi mài thường có R_z nhỏ, dùng hạt có kích thước nhỏ.

Hạt mài có tỷ số giữa chiều dài trên chiều rộng là: $1,3 \div 1,83$

Góc giữa hai cạnh của hạt biến động lớn, nằm trong khoảng $40^{\circ} \div 150^{\circ}$
 Chỉ có khoảng 20 ÷ 25% số hạt có góc nhọn giữa hai cạnh nhỏ hơn 90° .

Khi giảm kích thước hạt, số hạt nhọn tăng (Thí dụ ở hạt số M28 các hạt nhọn chiếm 40 ÷ 45%).

Vật liệu các hạt mài khác nhau, độ hạt khác nhau, sẽ có bán kính cung lượn ở các đỉnh nhọn của các hạt khác nhau. (Xem bảng III.2)

Bảng IV.2: Thông số hình học hạt mài.

Độ hạt	Chiều rộng, trung bình của hạt (mm)	Bán kính cung đỉnh hạt ρ	
		Giá trị giới hạn	Giá trị trung bình (mm)
40	0,466	0,0063 - 0,10	0,028
25	0,340	0,0042 - 0,083	0,019
16	0,220	0,0028 - 0,056	0,013
3	0,039	0,0007 - 0,007	0,00365
M28	0,022	0,0007 - 0,007	0,0027

Độ hạt từ N° 80 đến N° 16 có $\rho = 200 - 40 \mu\text{m}$

N° 4 đến N° 16 có $\rho = 25 \mu\text{m}$

M₁ ÷ M₃ có $\rho = 0,05 - 0,45 \mu\text{m}$

Ngày nay sử dụng hạt mài kim cương có góc giữa hai cạnh β nhỏ, ρ nhỏ hơn

Các hạt mài corun cứng cỡ. Ở những hạt mài nhỏ có góc β và bán kính ρ

nhỏ.

Do đó khi mài tinh hạt nhỏ có góc β nhỏ có bán kính ρ nhỏ cắt đi lớp phoi có a_z nhỏ. Đây là cơ sở để giảm độ nhám bề mặt gia công khi mài tinh.

Khoảng cách giữa các hạt mài trên bề mặt làm việc của đá mài cũng quyết định đến độ nhám bề mặt gia công.

Số lượng hạt mài có trên 1mm^2 bề mặt đá mài phụ thuộc vào độ hạt.

Bảng IV- 3: Số lượng hạt mài trên 1mm^2 mặt đá mài.

Độ hạt	16	25	40	50
Số lượng hạt trong 1mm^2	23,4	9,9	5,3	2,57

Số hạt mài tham gia trực tiếp trong quá trình cắt phụ thuộc vào lượng dịch chuyển dọc trục khi mài (Bảng IV - 4)

Bảng IV - 4: Số lượng hạt mài trong 1mm^2 mặt đá mài.

Tính năng kỹ thuật của đá mài	Lượng chạy dọc trục (mm) sau một vòng quay của đá mài			
	0,125	0,20	0,425	0,554
ЭБ 40 CM 1	3,43	2,43	1,74	1,37
ЭБ 25 CM 1	6,00	5,10	2,50	2,20
ЭБ 20 CM 1	7,80	6,90	3,50	3,43
ЭБ 16 CM 1	11,00	9,60	4,50	3,90

Số lượng hạt mài có trên 1mm^2 bề mặt đá mài còn phụ thuộc vào độ cứng của đá mài...

Nếu lấy độ cứng đá mài CM1 (Mềm trung bình số 1) làm chuẩn thì ở các đá mài có độ cứng khác nhau sẽ có số lượng hạt mài trên 1mm^2 bề mặt đá nhân với hệ số trong bảng IV-5

Bảng IV-5: Hệ số điều chỉnh số lượng hạt mài trên 1mm^2 bề mặt đá theo độ cứng của đá mài.

Độ cứng đá mài	M3	CM1	CM2	C	C2	CT1	CT2
Hệ số điều chỉnh	0,9	1	1,07	1,17	1,21	1,38	1,58

Trong quá trình mài mỗi hạt mài được quan niệm là 1 răng cắt. Do đó càng nhiều hạt mài tham gia cắt thì a_z càng nhỏ. Bề mặt gia công có độ nhám nhỏ.

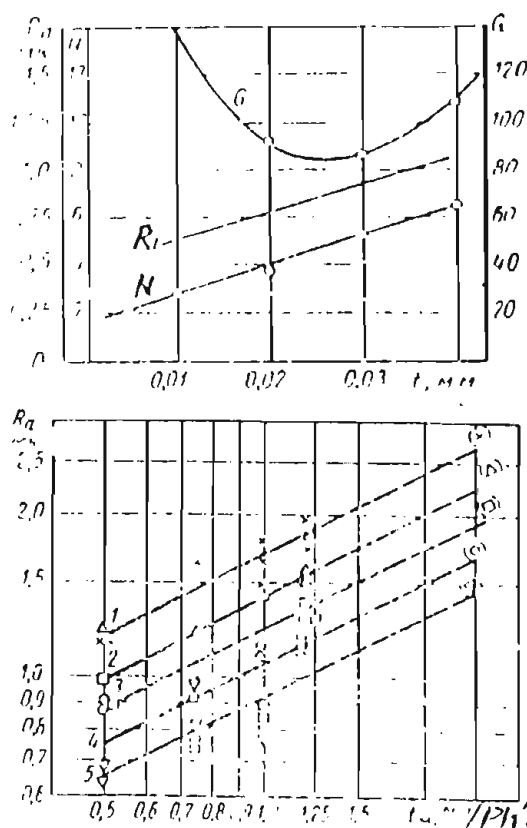
Đồng thời tổng chiều dài lưỡi cắt tham gia cắt tăng, có điều kiện để đạt năng suất cao khi mài

Ảnh hưởng của chế độ cắt đến độ nhám bề mặt gia công khi mài.

Ảnh hưởng của lượng chạy dao:

R_z tăng khi lực mài hướng kính P_y tăng. Đồ thị hình IV-9 biểu thị quan hệ giữa chạy dao hướng kính ($\frac{\text{mm}}{\text{ph}}$) khi mài với R_a .

R_z , R_a tăng khi chạy dao hướng kính tăng. Vì p_y tăng, hạt mài cắt a_z lớn hơn. Vì p_y tăng rung động có biên độ lớn hơn.



Hình IV-9: ảnh hưởng của chạy dao hướng kính khi mài đến R_a .

Trên đồ thị cũng biểu thị ảnh hưởng của thời gian mài láng bóng. Sau khi mài có hướng chạy đảo hướng kính thực hiện mài láng bóng (có hướng chạy đảo hướng kính bằng 0"). Quá trình cắt chỉ thực hiện bằng áp lực giữa phôi và đá mài.

Áp lực này phát sinh do hệ thống bị biến dạng đàn hồi, nay phản hồi về vị trí ban đầu.

Tăng thời gian mài láng bóng R_a giảm nhiều. Dùng mài láng bóng có thể tăng một cấp độ nhám bề mặt.

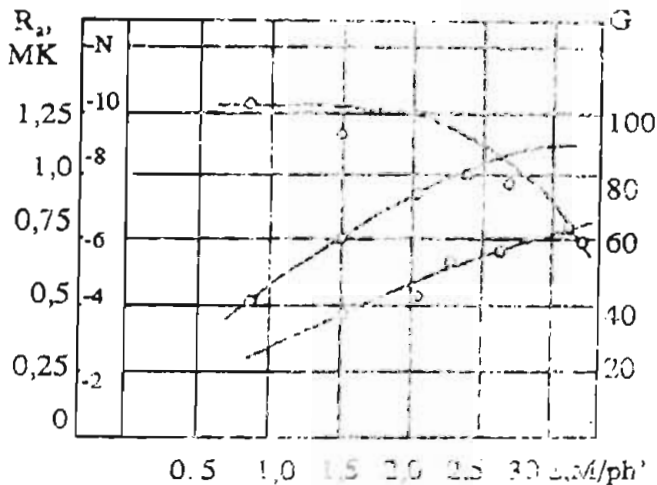
- Ảnh hưởng của tốc độ cắt của đá mài (Hình IV-10)

Tăng V_d làm cho R_a giảm. Lúc này số hạt mài tham gia cắt tăng, a_z giảm.

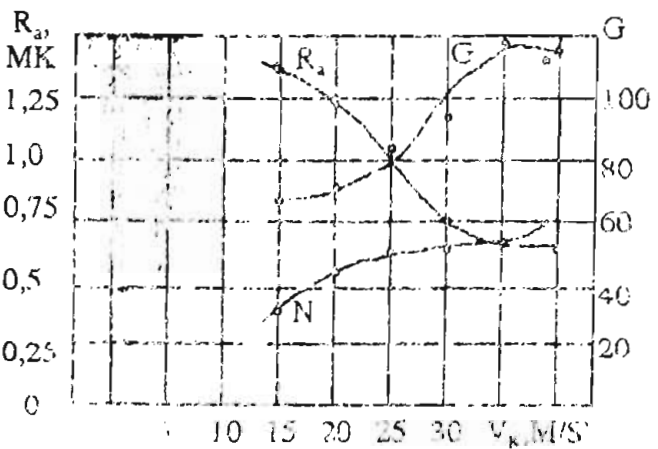
$$R_a = C \cdot V_d^{-\alpha}$$

Khi mài số mũ $\alpha \approx 0,7 \div 0,8$

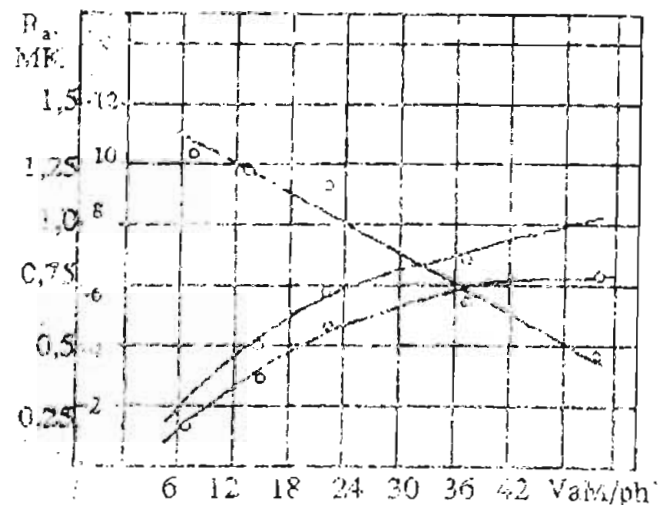
V chi tiết rất nhỏ so với V_d . Song lưu tâm là V_{ct} lớn làm lực li tâm của chi tiết tăng, làm tăng R_a (hình IV-11).



Hình IV-11 : ảnh hưởng của V_d đến R_a



Hình IV-10: Ảnh hưởng V_d đến R_a



Hình IV-12 : ảnh hưởng của S_d đến R_a

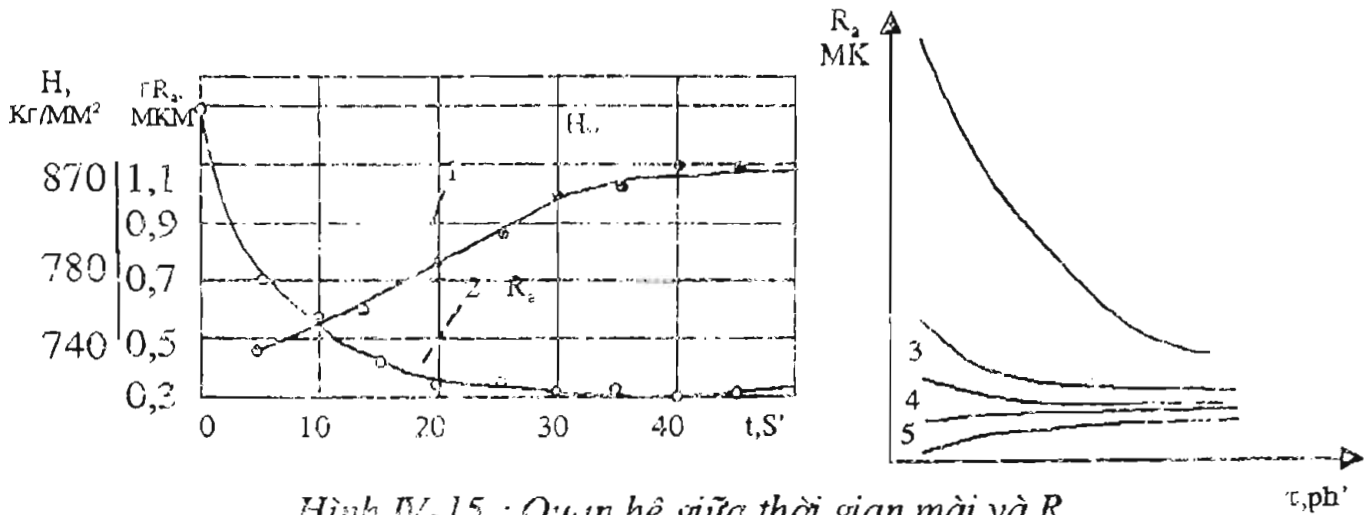
Chuyển động dọc trục S_d nhỏ làm tăng số lượng hạt mài cắt trên 1 diện tích bề mặt gia công. Nên có R_a nhỏ. Tăng S_d dọc trục thường làm xuất hiện gia tốc lớn. Vì S_d dọc trục thực hiện nhờ thủy lực và chuyển động có đảo chiều (S_d dọc trục tăng từ "0" đến max rồi lại trở về "0")

Do vậy S_d dọc trục lớn làm R_a tăng.

Ảnh hưởng của đá mài đến độ nhám bề mặt gia công

Khi dùng S_a lớn để sửa đá, nhiều hạt mài trên mặt đá chịu lực sửa đá lớn. Độ bám chắc của chúng trong chất kết dính nhỏ.

Ở giai đoạn đầu khi làm việc các hạt mài này dễ dàng rời khỏi đá, cà sát trên bề mặt gia công gây R_a lớn. Sau đó các hạt làm việc ổn định R_a giảm.



Hình IV-15 : Quan hệ giữa thời gian mài và R_a

- Ảnh hưởng của rung động .

Rung động khi mài làm tăng R_a . Do rung động đá mòn không đều , lực cắt thay đổi. Đá mòn không đều gây mất cân bằng, lực li tâm lớn. R_a tăng.

Do vậy phải hạn chế biên độ rung động của hệ thống máy mài - đá mài chi tiết .

Biên độ rung động khi máy mài chạy không tải chỉ cho phép từ $0,2 \div 0,5 \mu\text{km}$.

- Ảnh hưởng của làm lạnh , bôi trơn khi mài đến R_a .

Đại đa số các công việc mài đều sử dụng chất làm lạnh bôi trơn. Vì mài nhiệt độ lớn, lực hướng kính P_y lớn.

Dùng làm lạnh bôi trơn để giảm lực, giảm nhiệt nâng cao chất lượng bề mặt gia công .

Kết quả nghiên cứu cho thấy các chất làm lạnh bôi trơn làm thay đổi hệ số ma sát (bảng IV-8)

Bảng IV-8 : Ảnh hưởng của chất làm lạnh bôi trơn đến hệ số ma sát

Dạng chất làm lạnh bôi trơn	Hệ số ma sát	
	Thép các bon chưa tôi	Thép các bon đã tôi
Dầu		
- Nặng	0,21	0,10
- Nhẹ	0,61	0,15
Ê myl xia	0,35	0,16
Nước	0,82	0,38
Không có chất làm lạnh bôi trơn	0,73	0,32

Ảnh hưởng của độ hạt (hình III-13).

$$R_a = C \cdot d_h^\alpha$$

C - là hằng số phụ thuộc vào điều kiện mài.

d_h là đường kính trung bình quy ước biểu thị kích thước hạt mài (mm).

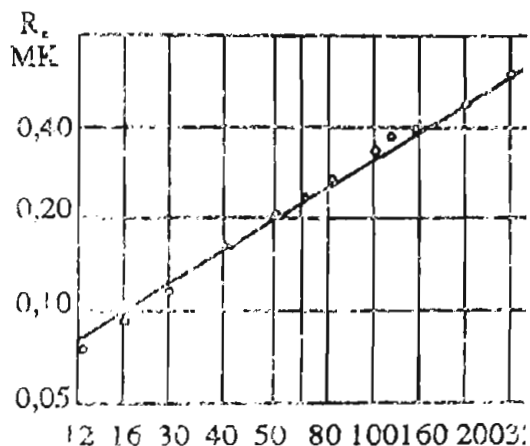
α - Số mũ biểu thị mức độ ảnh hưởng của độ hạt đến R_a

$$\alpha \approx 0,5 \div 0,7$$

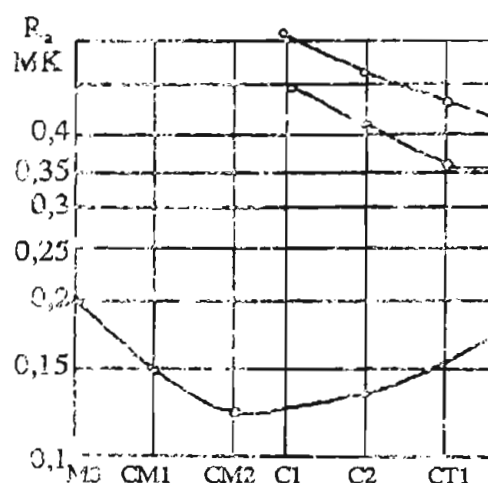
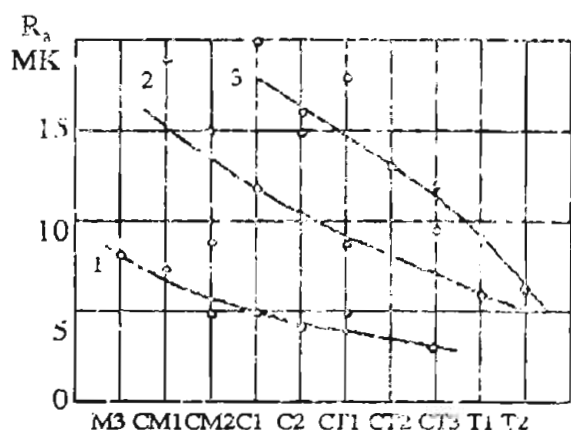
Để đạt được độ nhám tương đương cấp 10, 11, 12 thường dùng độ hạt - M

- Ảnh hưởng của độ cứng đá mài đến R_a .

Độ cứng của đá tăng thì R_a giảm. (hình III-14)



Hình III-13: ảnh hưởng của độ hạt



Hình III-14 a,b : Ảnh hưởng của độ cứng đá mài đến R_a

$$R_a \approx H_k^{-(0,5 \div 1)}$$

H_k - độ cứng của đá mài, biểu thị bằng N_m^0 theo thang Nor - tôn

Ở hình III-14b đường cong 1 và 2 chỉ ra quan hệ giữa độ cứng của đá và R_a chỉ có giá trị nhỏ nhất ứng với độ cứng của đá phù hợp. Điều này giải thích bằng lý do sau :

Khi đá quá cứng, hạt mài đã mòn, có sự bám dính phoi trên bề mặt. Quá trình tự mài sắc của đá không xảy ra kịp thời nên R_a tăng.

- Ảnh hưởng của cấu trúc đá mài :

$$R_a \approx C_m^{-(0,5 \div 1,2)}$$

C_m - cấu trúc đá mài (% hạt mài trong thể tích đá mài)

- Ảnh hưởng của vật liệu gia công :

- Ảnh hưởng của vật liệu gia công :

Độ cứng tế vi của vật liệu gia công càng nhỏ thì R_a càng lớn. Bảng III-6 .

Bảng III-6 : Quan hệ giữa độ cứng tế vi của vật liệu gia công và R_a khi mài

Mác vật liệu gia công	Độ cứng tế vi $K\bar{r}/mm^2$	R_a μkm
Y10	909	3,3
Y8	810	3,3
CT6	707	3,3
CT3	520	4,5

Khi mài các kim loại màu R_a có giá trị lớn hơn khi mài kim loại đen .

Khi tăng độ cứng từ 15HRC lên đến 50HRC , R_a giảm từ 0,9 đến 0,7 μkm .

Khi tăng hàm lượng các l on trong thép lục tạo phối giảm , làm R_a giảm .

- Ảnh hưởng của việc sửa (á :

Giảm lượng dịch chuyển S_d 1 vòng quay của đá khi sửa đá, R_a giảm.

Khi sửa đá bình thường $R_a = 0,4 + 0,00025S_d$ (μkm)

Khi sửa tinh đá mài ; $R_a = 0,445 - \frac{2,88}{S_d - 0,22}$ (μkm)

Khi nghiên cứu ảnh hưởng của S_d khi sửa đá đến độ nhám bề mặt sau mài các chỉ dẫn ở bảng III-7

Bảng III-7 : Quan hệ giữa cấp độ nhẵn đạt được và S_d khi sửa đá

Cấp độ nhẵn bề mặt		Dịch chuyển dọc khi sửa đá sau 1 vòng của đá (mm/vòng)
Thép tôi	Thép chưa tôi	
7		0,16÷0,30
8	7	0,10-0,15
9	8	0,06÷0,09
10	9	0,03÷0,05
11		0,016÷0,025

- Ảnh hưởng của thời gian mài đến độ nhám bề mặt (hình III-15)

Trên hình III-15 biểu thị quan hệ giữa thời gian mài và R_a .

Ở các chế độ sửa đá khác nhau R_a có sự biến thiên khác trong quá trình

Ở chế độ sửa đá ứng với đường cong 1,2,3 R_a giảm theo thời gian làm việc của đá mài.

Song ở chế độ sửa đá ứng với đường cong 4,5 R_a lại tăng theo thời gian làm việc của đá mài.

Từ bảng trên thấy rằng hệ số ma sát rất phụ thuộc vào chất làm lạnh bôi trơn. Mỗi một loại vật liệu có chất làm lạnh bôi trơn phù hợp để có hệ số ma sát nhỏ.

Chất làm lạnh bôi trơn cũng ảnh hưởng lớn đến năng suất mài (cm^3/ph), độ mòn của đá mài (cm^3/ph)

Bảng III-9 : Ảnh hưởng của chất làm lạnh bôi trơn đến năng suất mài và độ mòn của đá mài

Dạng chất làm lạnh bôi trơn	Năng suất mài cm^3/ph	Độ mòn đá cm^3/ph
Không dùng làm lạnh bôi trơn	19,3	3,9
Dung dịch 5% ở myl xia, 7% xuyl-pho-phờ-rê-zoi, 0.2% xô đa	11	0,66
Syl-pho-phờ-rê-zoi và 10% dầu diesel	23,6	0,48

Cùng một điều kiện mài, nếu chọn được chất làm lạnh bôi trơn phù hợp sẽ mài với năng suất cao và độ mòn nhỏ.

Thí dụ : ở bảng III-9 dạng chất làm lạnh bôi trơn là Gyl - pho-phờ-rê-zoi và 10% dầu diesel cho năng suất mài cao nhất và độ mòn nhỏ nhất.

Quá trình mài xảy ra thuận lợi và R_a sẽ nhỏ.

★ Độ nhám bề mặt khi mài siêu tinh :

Mài siêu tinh là phương pháp gia công tinh. Nó cho phép nhận được độ chính xác hình dáng và kích thước cao. ($0,1 \mu\text{m}$). Nó cho độ nhám bề mặt từ cấp 11 đến cấp tốt nhất 14.

Để mài siêu tinh dụng dụng cụ có vật liệu mềm hơn vật liệu gia công và các bột mài mịn .

Bảng III-10 : Bột mài mịn dùng mài siêu tinh

Ký hiệu bột mài	Kích thước hạt μm
M28	28-20
M20	20-14
M14	14-10
M10	10-7
M7	7-5
M5	5-3
M3	3-2
M2	2-1
M1	1 và nhỏ hơn

Thí dụ : Trục đánh bóng lỗ làm bằng đồng thau hay gang cấu trúc hạt nhỏ đĩa để đánh bóng làm bằng gang có cấu trúc peclit, có độ cứng $H_B = 140 \div 200$.

Hoặc bằng gang có cấu trúc phe-rit độ cứng $H_B = 140$.

Vật liệu hạt mài dùng để mài siêu tinh là : hạt đánh bóng, nhỏ, bảng III-10

Để đánh bóng còn dùng bột nhão $\Gamma O \backslash$. Nó có thành phần như sau . Bảng III-11.

Bảng III-11 : Thành phần (%) của bột nhão đánh bóng $\Gamma O \backslash$

Thành phần	Loại thô	Loại trung bình	Loại tinh
Ốc xít Cr	81	76	74
Xili ca chen	2	2	1,8
Xche a rin	10	10	10
Mỡ phân huỷ a xít ole rô ba	5	10	10
Xô đa	-	-	2
Dầu hoá	-	-	0,2
	2	2	2

Ngày nay còn sử dụng rọ g rây bột nhão kim cương để mài siêu tinh và đánh bóng.

Những loại bột để mài siêu tinh thường đóng gói thành từng tuýp .

Chế độ mài siêu tinh :

Tuỳ thuộc vào từng dạng vật liệu gia công mà tốc độ nằm trong khoảng rộng $V \approx 110-180m/ph$.

Áp lực thường sử dụng không vượt quá $1,5 \div 2 Kgf/cm^2$

Tăng áp lực khi mài siêu tinh làm R_a tăng.

Lượng dư cần thiết để mài siêu tinh có ở bảng III-12.

Bảng III-12 : Lượng dư để mài siêu tinh

Đường kính phôi (mm)	Lượng dư trên đường kính (mm)	
	Gang	Thép
25-125	0,03÷0,1	0,01÷0,04
150-175	0,08÷0,15	0,025÷0,05
300-500	0,12÷0,2	0,040÷0,06

Độ nhám của bề mặt gia công phụ thuộc vào độ nhám của nguyên công trước nó để lại.

Để đạt được độ nhám cấp 11 lượng dư gia công nằm trong khoảng $0,005 \div 0,01mm$.

Trong quá trình mài siêu tinh sử dụng hai phương pháp cơ bản : một là mài siêu tinh với các dụng cụ mà hạt mài có liên kết cứng với nhau trong thanh mài. Hai là mài siêu tinh bằng hạt mài tự do ở dạng bột nhão có trên mặt dụng cụ và bề mặt chi tiết.

Trong cả 2 trường hợp đều xảy ra quá trình cắt nhờ cào xước từng phần mỏng của vật liệu và biến dạng dẻo lớp bề mặt.

Trong quá trình cào xước, lớp kim loại vật liệu rất mỏng được cắt đi làm giảm sai số hình dáng và kích thước, lấy đi lớp vật liệu bị khuyết tật do nguyên công trước để lại.

Khi mài siêu tinh các nhấp nhô trên bề mặt còn được ép lại làm R_a giảm.

Trong nhiều trường hợp ban đầu ưu tiên cho quá trình cắt cào xước để cắt bớt lượng dư. Sau đó chuyển sang ưu tiên cho quá trình nén ép các nhấp nhô tăng độ nhẵn bóng.

Để thực hiện ý tưởng trên, cần thay đổi độ hạt, thay đổi áp lực mài, thay đổi quỹ đạo chuyển động tương đối giữa dụng cụ cắt và chi tiết.

Mài siêu tinh với các chế độ tối ưu có thể đạt độ nhám bề mặt tương đương cấp độ nhẵn bóng 13,14.

Mỗi một phương pháp gia công có thể cho phép đạt được độ nhám bề mặt trong những cấp độ sau:

Tiền có thể đạt độ nhẵn cấp 4 đến 8

Phay có thể đạt độ nhẵn cấp 4 đến 7

Bao có thể đạt độ nhẵn cấp 4 đến 7

Mài có thể đạt độ nhẵn cấp 5 đến 10

Mài siêu tinh có thể đạt độ nhẵn cấp 8 đến 14

Cấu trúc hình học tế vi bề mặt chi tiết sau gia công cắt gọt được đặc trưng bằng độ nhám.

Độ nhám phụ thuộc vào phương pháp gia công, chế độ cắt, dụng cụ cắt, làm sạch hơi trơn, vật liệu gia công và rung động của hệ thống công nghệ.

Cho đến nay có thể xác định được các điều kiện cắt để có độ nhám bề mặt chi tiết theo yêu cầu.

Những kết quả nghiên cứu độ nhám ở các phương pháp mài cho phép tạo ra các bề mặt có cấu trúc hình học tế vi phù hợp

Chúng đáp ứng yêu cầu cao của các bề mặt tham gia vào quá trình ma sát và chịu mài mòn.

III. SỰ HÌNH THÀNH BỀ MẶT TIẾP XÚC

Cắt kim loại tạo ra các bề mặt chi tiết máy có độ nhám nhất định. Trong quá trình làm việc những bề mặt này tiếp xúc với nhau, trượt, lăn trên nhau dưới sự tác động của lực, nhiệt và các tác động hoá lý phức tạp.

Diện tích tiếp xúc giữa hai bề mặt là thông số quan trọng, có ảnh hưởng lớn đến toàn bộ quá trình ma sát và mài mòn của các chi tiết máy.

Để đánh giá mức độ tiếp xúc dùng đường cong bề mặt đỡ.

Đường cong bề mặt đỡ được xác định như sau: (hình IV-16)

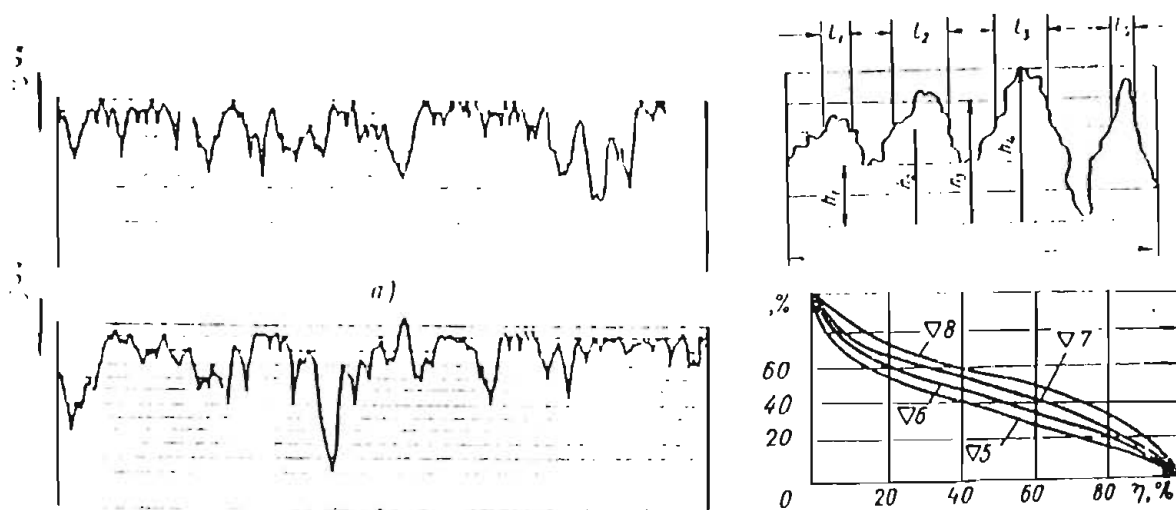
Căn cứ vào biên dạng cấu trúc hình học tế vi bề mặt gia công trên chiều dài L (ghi lại được nhờ biên dạng kế có trong tổ hợp xác định độ nhám bề mặt gia công).

$$\text{Xác định giá trị } \eta = \frac{\sum l_i}{L} \cdot 100(\%) \text{ tại từng tiết diện a, b... (hình IV-16)}$$

$$\sum l_i = l_1 + l_2 + \dots + l_n$$

l_1, l_2, \dots, l_n là các đoạn nằm trong đường bao của biên dạng các nhấp nhô trên bề mặt chi tiết thuộc chiều dài L.

Chỉ số η càng lớn thì bề mặt đỡ càng lớn. Khả năng chịu tải trọng tốt hơn.



Hình IV-16: Sơ đồ xác định đường cong bề mặt đỡ

Hai bề mặt lúc đầu tiếp xúc với nhau ở những đỉnh cao nhất của các nhấp nhô. Tùy áp lực mà diện tích tiếp xúc tăng lên.

Diện tích tiếp xúc giữa hai bề mặt phụ thuộc vào :

Cấu trúc hình học tế vi của 2 bề mặt mà đặc trưng là η .

Mức độ biên dạng đàn hồi và biến dạng dẻo của các nhấp nhô trên bề mặt .

Mức độ bị mài mòn và phá huỷ các nhấp nhô trong tiếp xúc và dịch chuyển tương đối khi ma sát

Các kết quả nghiên cứu cho phép thiết lập quan hệ :

$$\eta = b \cdot \varepsilon^v$$

$$\varepsilon = \frac{y}{h_{\max}}$$

y - khoảng cách từ đỉnh cao nhất đến tiết diện ngang đang xét .

h_{\max} - chiều cao lớn nhất của nhấp nhô.

b và v là hệ số và số mũ phụ thuộc vào các phương pháp gia công .

nếu b tăng v giảm thì kích thước diện tích bề mặt đỡ tăng.

Như vậy rõ ràng là đường cong η xác định tính chất làm việc của bề mặt chi tiết

Nếu như dùng uện để đạt độ nhám tương đương cấp 8 Có $b = 0,8$ và $v=0,75$. Thì ở mài cũng có độ nhám tương đương cấp 8 song $b = 1,1$ và $v = 0,9$.

Như vậy ở mài có cùng cấp độ nhám nhưng bề mặt đỡ sẽ lớn hơn.

Diện tích tiếp xúc giữa hai bề mặt sau gia công cơ phụ thuộc vào giá trị của R_a, R_z . Song phương pháp gia công khác nhau cho giá trị bề mặt đỡ η khác nhau ở các chiều sâu cách bề mặt khác nhau.

Khi gia công cơ không chỉ tạo ra R_a theo yêu cầu mà còn tìm chọn phương pháp cho η lớn.

IV. CƠ LÝ TÍNH LỚP BỀ MẶT SAU GIA CÔNG CƠ

Trong quá trình cắt lớp vật liệu bề mặt bị biến dạng, chịu tác động của nhiệt cắt, lực cắt và các tác động hoá lý phức tạp.

Cơ lý tính lớp bề mặt bị biến đổi so với khi chưa gia công.

Nghiên cứu cơ lý tính lớp bề mặt để gia công cắt gọt không những chỉ tạo ra độ chính xác về hình dạng, kích thước, độ nhám phù hợp, mà còn tạo ra cơ lý tính lớp bề mặt tối ưu.

Cơ lý tính lớp bề mặt bao gồm:

Độ cứng lớp bề mặt.

Ứng suất dư trong lớp bề mặt.

1. Độ cứng lớp vật liệu bề mặt chi tiết sau gia công cơ.

Trong quá trình cắt lực cắt thường có tác động cường bền vật liệu bề mặt. Nhiệt cắt thường làm giảm độ bền lớp vật liệu bề mặt.

Trạng thái cuối cùng của lớp vật liệu bề mặt chi tiết tùy thuộc vào yếu tố nào tác động mạnh hơn khi cắt.

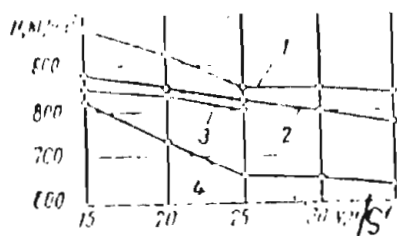
Do đó mức độ biến cứng rất khác nhau. Quá trình này phụ thuộc vào tất cả các yếu tố của quá trình cắt.

Để đánh giá sự thay đổi độ cứng lớp bề mặt dùng chỉ tiêu mức độ thay đổi độ cứng tế vi H_v ban đầu (%) và chiều sâu (mm) lớp bề mặt có sự biến đổi độ cứng tế vi.

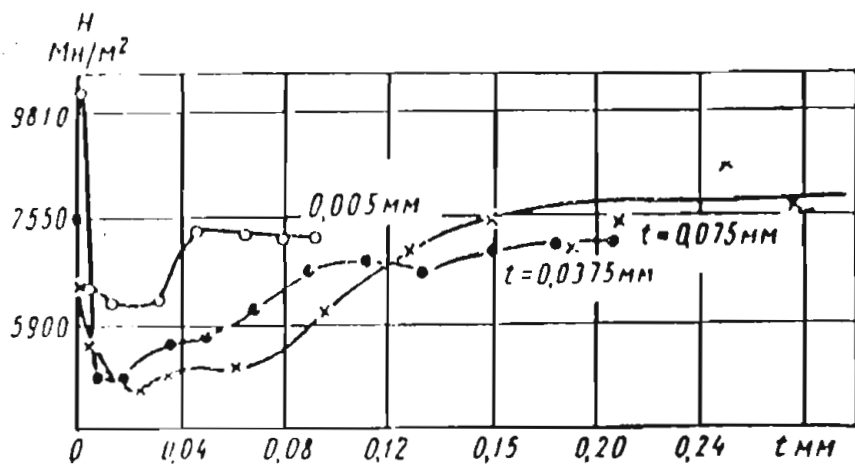
Độ cứng tế vi ảnh hưởng lớn đến quá trình ma sát, mài mòn, do đó xem xét những yếu tố ảnh hưởng đến sự thay đổi độ cứng tế vi lớp bề mặt khi mài (nguyên công cuối cùng tạo ra bề mặt ma sát) là cần thiết.

Tăng tốc độ cắt (V_c) khi mài làm giảm tải trọng tác động lên các hạt mài, song lại tăng nhiệt lượng tác động. Do đó độ cứng tế vi lớp bề mặt giảm (hình IV-17).

Tăng chiều sâu mài trên hành trình đơn hoặc kép của chuyển động dọc là tăng áp lực lên hạt mài, tăng F_t làm cho độ cứng lớp bề mặt tăng. (hình IV-18).



Hình IV-17 Ảnh hưởng của tốc độ cắt đến độ cứng lớp bề mặt



Hình IV-18 : Ảnh hưởng của chiều sâu mài đến H_v

Tăng kích thước hạt mài tức là tăng β và ρ của hạt làm lực mài tăng, tăng độ nén của hạt mài lên vật liệu gia công. Do vậy độ cứng tế vi lớp bề mặt tăng.

Ở tất cả các dạng mài siêu tinh tốc độ cắt nhỏ, nhiệt nhỏ. Tác động của áp lực (t để thực hiện quá trình cắt bằng cào xước, ép các nhấp nhô trên bề mặt nâng cao độ bóng) chiếm ưu thế.

Do vậy ở những nguyên công này độ cứng tế vi lớp bề mặt tăng.

Thí dụ : Khi mài khô độ cứng tế vi lớp bề mặt tăng 15-20% Trong 1 số trường hợp khi đánh bóng độ cứng tế vi tăng 30-40% trên chiều sâu 15-20 μ km.

Các loại hạt mài khác nhau có bán kính cung cong ở đỉnh khác nhau khi tham gia mài dưới dạng hạt mài tự do cho độ cứng tế vi lớp bề mặt khác nhau (bảng III-13).

Bảng IV-13 : Độ cứng tế vi lớp bề mặt thép 45 khi mài bằng các loại hạt mài khác nhau.

Vật liệu hạt mài	Bán kính cung lượn đỉnh hạt ρ (μ km)	Độ cứng tế vi H_v ($K\Gamma/mm^2$)	Mức độ biến cứng $\frac{H_v}{H_{bd}}$ %
Kim cương	0,90	420	105
Các bit silic xanh	0,86	450	112
Co run (có Cr)	0,89	500	125
Él - Bor	1,02	540	135
Co run (có Ti)	1,14	580	145

Trong tất cả các nguyên công mài đặc biệt khi mài thô trên lớp bề mặt chi tiết thường có lớp mỏng ($5 \pm 10 \mu$ km) bị biến cứng. Ở lớp này độ cứng tế vi cao hơn 1,5 đến 1,7 lần độ cứng ban đầu. Lớp bị tôi lần thứ 2 tiếp theo đó có lớp

(10-15) μm có độ cứng thấp hơn độ cứng ban đầu (lớp bị ram) . Sau đó mới là vật liệu nền ban đầu .

Điều này có liên quan tới nhiệt độ mài và tốc độ làm lạnh phù hợp với tôi và ram xảy ra khi mài thô.

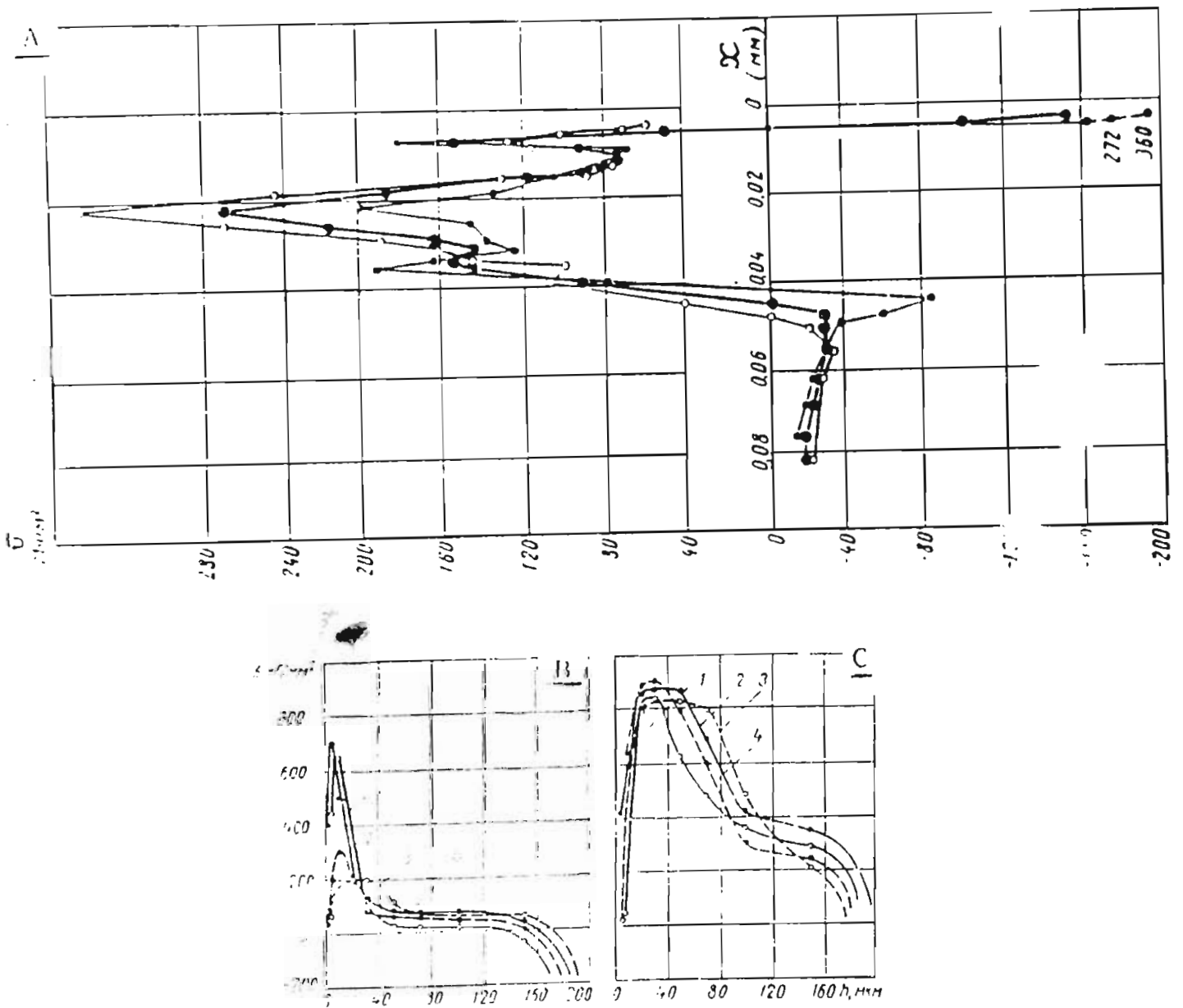
Những lớp này thường được mài tinh và mài siêu tinh cất đi.

Do đó đại đa số lớp bề mặt có độ cứng tế vi do các nguyên công mài tinh và mài siêu tinh tạo ra .

Ngày nay vật liệu hạt mài có chất lượng cao cho phép mài tinh và siêu tinh có nhiệt độ nhỏ. Tác động xấu của nhiệt giảm khả năng đạt được lớp bề mặt ma sát có lớp mỏng được cường bền (H_v tăng hợp lý) và sau đó là lớp nền có độ cứng tế vi như nhiệt luyện tối ưu tạo ra.

2. Ứng suất dư trong lớp vật liệu bề mặt khi gia công cơ .

a. Ứng suất dư trong lớp bề mặt sau gia công bằng dụng cụ cắt có lưỡi.



Hình 10a,b,c : Biểu đồ phân bố ứng suất dư khi tiện thép 45 và mài phẳng
a- Tiện ; b, c - Mài phẳng.

Lớp vật liệu bề mặt chi tiết khi cắt chịu biến dạng phức tạp dưới sự tác động của lực và nhiệt cắt .

Trạng thái ứng suất trong lớp bề mặt sau gia công bằng các dụng cụ cắt có lưỡi (dao tiện, phay, bào, khoan, doa v.v... không phải là dụng cụ cắt chế tạo từ hạt mài các loại) có quy luật điển hình như biểu thị ở đồ thị hình III-19.

Lớp bề mặt có chiều dày $2\div 3\mu\text{m}$ có ứng suất dư nén có độ lớn $272\div 360 \text{ MH/m}^2$.

Sau đó ở lớp tiếp theo có ứng suất dư kéo $340 \frac{\text{M}_H}{\text{M}^2}$, lớp có chiều sâu $0,005\div 0,05\text{mm}$.

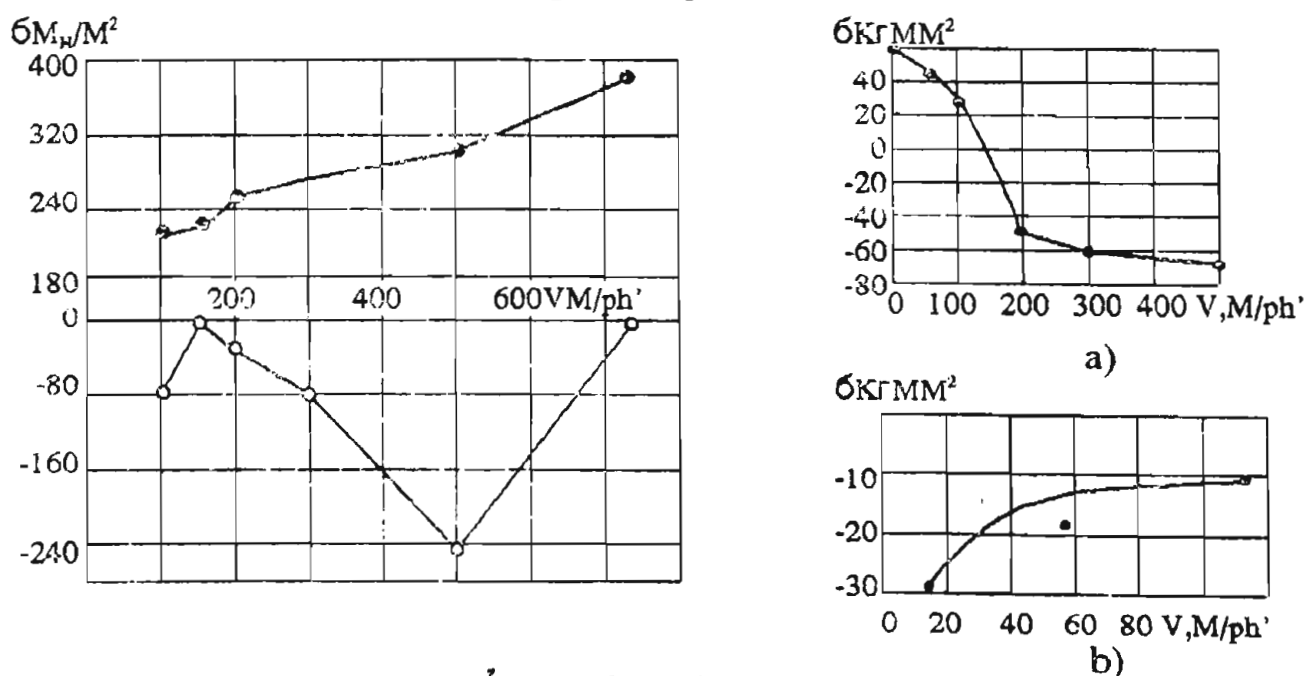
Tiếp theo ứng suất dư lại đổi dấu, ở chiều sâu, $0,05\div 0,08 \text{ mm}$ có ứng suất dư nén. Song ở đây giá trị tuyệt đối nhỏ $80 \frac{\text{M}_H}{\text{M}^2}$. Ở mài phẳng thép Y8 có giá trị lớn $+900 \text{ K} \frac{\text{g}}{\text{mm}^2}$. (khi $t = 0,02\text{mm}$, chiều sâu $30\div 40\mu\text{m}$).

Những yếu tố ảnh hưởng đến ứng suất dư .

★ Tốc độ cắt là yếu tố có ảnh hưởng lớn (hình III-20).

Ở tốc độ cắt nhỏ trong lớp cách bề mặt ($0,001\div 0,003$)mm có ứng suất dư nén, độ lớn khác nhau. Ở tốc độ cắt cao thì trong lớp bề mặt ở chiều sâu khác nhau, ứng suất dư có dấu và giá trị khác nhau, có sự chuyển dịch lớp có ứng suất dư lớn nhất vào sâu hơn.

Ở tốc độ cắt lớn hơn 150m/ph hình III-21a không có lẹo dao. Quá trình cắt xảy ra ổn định. R_a ổn định chiều sâu lớp vật liệu bề mặt có các biến dạng kéo hoặc nén ổn định (nằm trong khoảng $0,02\div 0,04\text{mm}$)

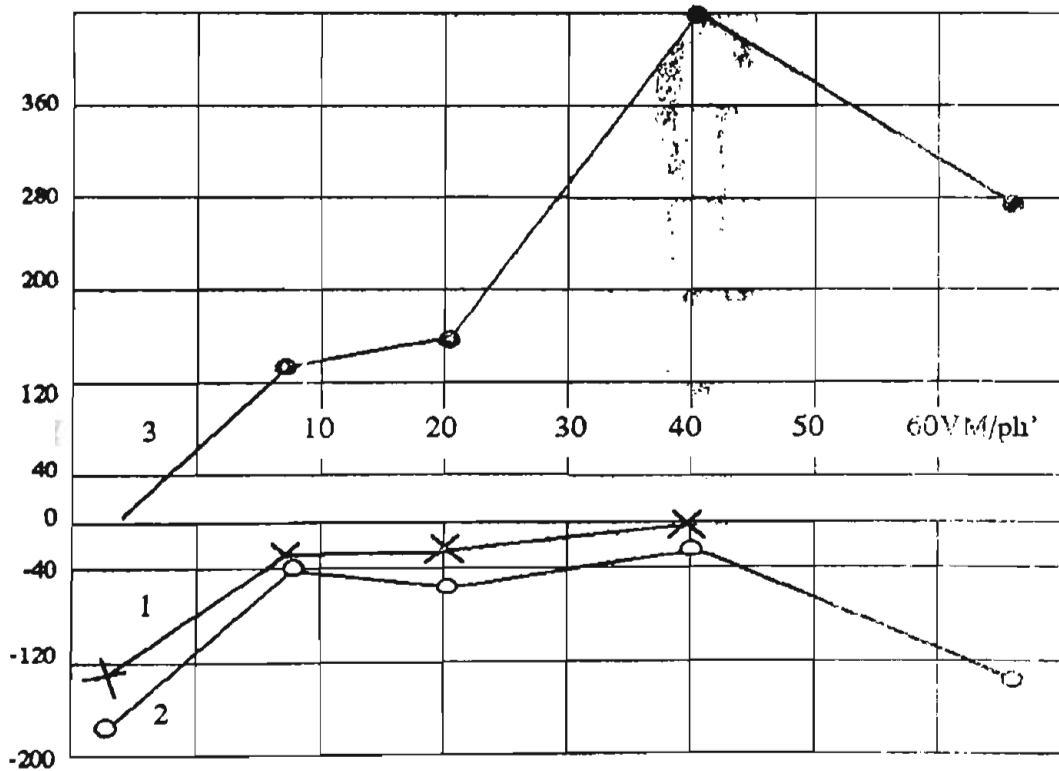
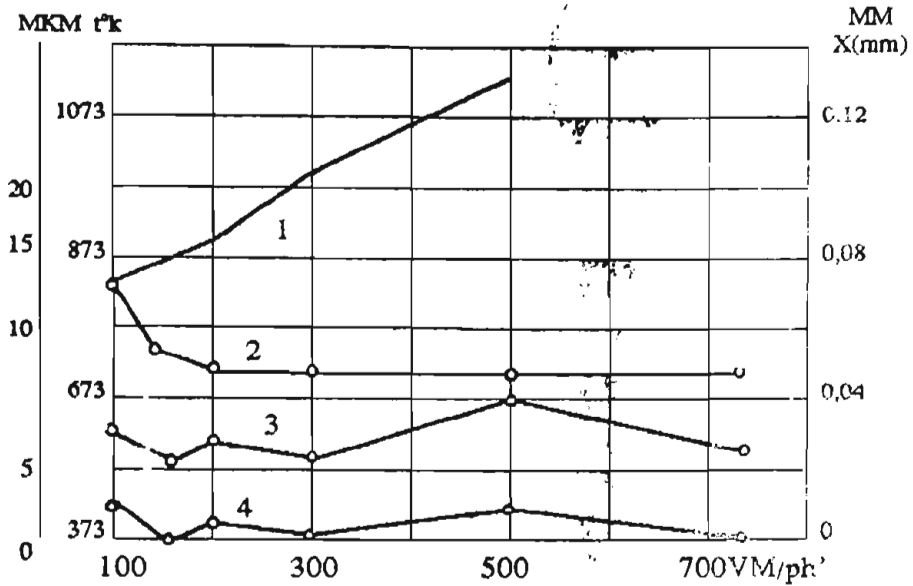


Hình IV-20 : Ảnh hưởng của V đến ứng suất dư

1- Cách bề mặt $0,001\text{mm}$; 2- Cách bề mặt $0,003 \text{ mm}$; 3- Giá trị lớn nhất.

Ở hình IV-21b - V đá mài tăng ứng suất dư chuyển từ nén sang kéo.

Ứng suất trong lớp bề mặt đá gia công được hình thành dưới tác động của lực ma sát giữa mặt sau của dao cụ với bề mặt đá gia công thường là ứng suất dư nén.



Hình IV-21a,b :

a- Ảnh hưởng của V đến :

- | | |
|--------------|-----------------------------|
| 1- Nhiệt cắt | 3- Chiều sâu lớp bị kéo dãn |
| 2- R_a | 4- Chiều sâu lớp bị nén |

Dưới sự tác động của nhiệt cắt gây ứng suất dư kéo . Hai loại ứng suất dư này bù trừ nhau.

Các kết quả nghiên cứu về ứng suất dư trong lớp bề mặt dẫn tới kết quả sau ;

①. Ứng suất dư nén trên lớp mỏng bề mặt được hình thành là kết quả tác động tương hỗ giữa vật liệu và mặt sau của dụng cụ cắt .

Lớp thứ 2 có ứng suất dư kéo.

Lớp thứ 3 có ứng suất dư nén.

②. Tốc độ cắt lớn làm giảm chiều sâu của lớp có ứng suất dư nén trong lớp 1 và ứng suất dư kéo ở lớp 2.

Ở tốc độ cắt từ 150-170m/ph điều kiện phát sinh ứng suất dư ổn định ở tốc độ cắt cao hơn nữa ứng suất dư không thay đổi.

③. Tính chất phân bố và độ lớn của ứng suất dư phụ thuộc vào các điều kiện cắt và lẹo dao.

④. Vật liệu dụng cụ cắt ảnh hưởng đến ứng suất dư thông qua khả năng dính và ma sát của nó với vật liệu gia công .

Tăng tỉ lệ các bit vôi fơ ram trong hợp kim cứng kích thích quá trình dính kết với phe-rit, làm tăng chiều sâu lớp ứng suất dư kéo ở lớp thứ 2.

⑤. Độ mòn của dụng cụ cắt tăng làm tăng chiều sâu lớp có ứng suất dư kéo (ở lớp thứ 2).

b- Ảnh hưởng của V_d khi mài hợp kim Titan.

⑥. Chất làm lạnh bôi trơn ảnh hưởng đến giá trị và chiều sâu có ứng suất dư.

Dùng Suyl-pho-phờ-rê-zol làm giảm lực ma sát ứng suất dư nén chỉ có ở một lớp rất mỏng trên bề mặt . (đôi khi không đo được).

Dùng ê-mul-xia có lớp ứng suất dư nén trên lớp mỏng bề mặt .

Chiều sâu và độ lớn của ứng suất dư kéo ở lớp thứ 2 khi dùng chất làm lạnh bôi trơn là suy-l - pho - phờ - rê - zol và ê-myl-xia nhỏ hơn khi dùng nước.

⑦. Sự tồn tại ứng suất dư trong lớp bề mặt là lâu bền. Sau 220 ngày chúng không biến đổi.

⑧. Tăng hàm lượng các bon trong thép và giảm phe-rit thì chiều sâu lớp bề mặt có ứng suất dư giảm.

⑨. Tăng lượng chạy dao, chiều sâu lớp có ứng suất dư ở lớp 1 và lớp 2 đều tăng. Vì chiều sâu lớp vật liệu bị biến dạng tăng.

c. Ứng suất dư trong lớp bề mặt sau gia công bằng mài :

Sau khi mài trong lớp bề mặt có ứng suất dư lớn. Nguyên nhân là khi mài nhiệt mài lớn, lực F_y lớn, vật liệu chịu biến dạng dẻo không đồng đều , có biến đổi cấu trúc vật liệu .

Ứng suất dư sau mài có thể có giá trị lớn 600 800 M_H/M^2 (60÷80KΓ/ mm^2) Hình IV-22a,b,c.

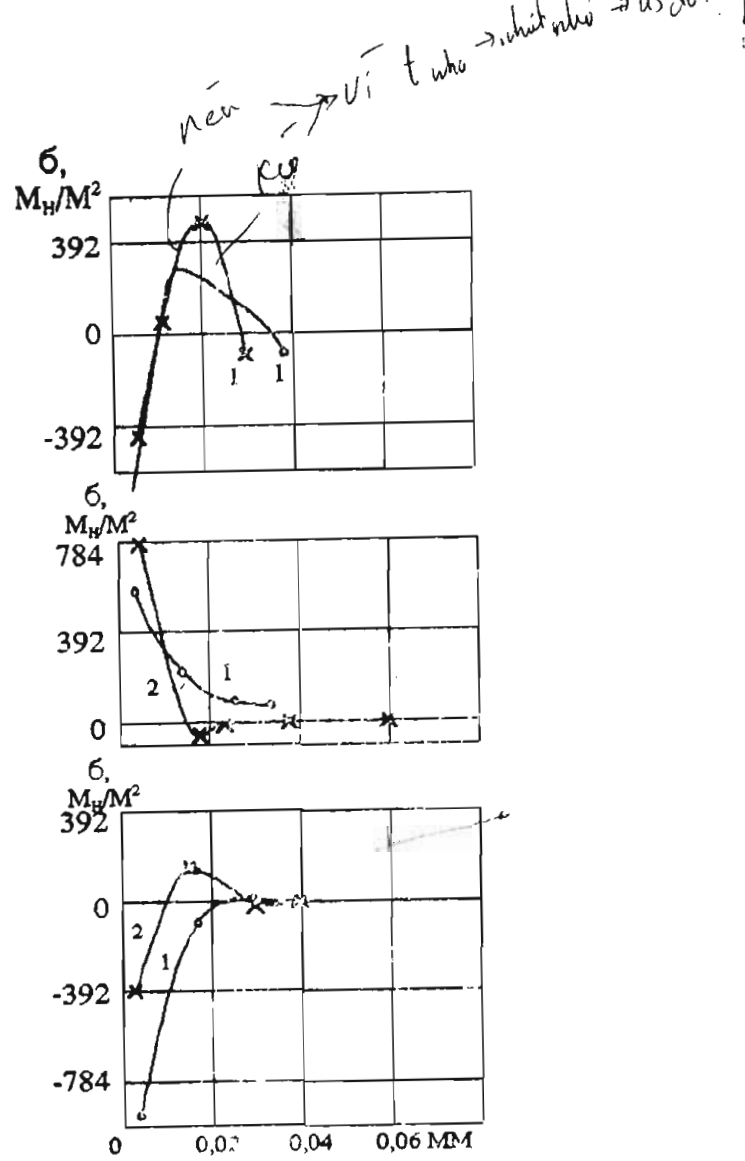
Khi thay đổi chiều sâu mài, tốc độ mài ứng suất dư thay đổi cả về độ lớn tuyệt đối, dấu và chiều sâu lớp có ứng suất dư.

Khi thay đổi chế độ mài tác động của lực, nhiệt khi mài thay đổi.

Khi chiều sâu mài $t = 0,005\text{mm}$ (hình III-22a) trên lớp mỏng bề mặt có ứng suất dư nén. Khi tăng $t = 0,025\text{mm}$ trên lớp mỏng bề mặt ($0,02\text{mm}$) có ứng suất dư kéo (hình IV-22b) Tiếp tục tăng $t = 0,05\text{mm}$ cũng trong lớp mỏng bề mặt đó lại có ứng suất dư nén (hình III -22c)

Quá trình hình thành ứng suất dư khi mài rất phức tạp.

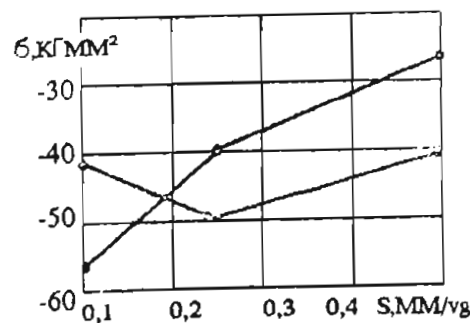
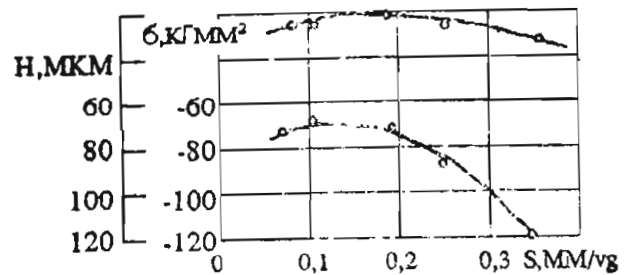
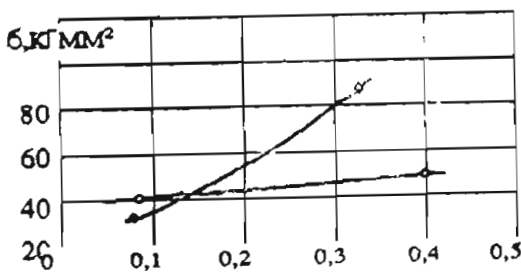
Khi tăng tốc độ của chi tiết (hình IV-23a,b,c) và chuyển động dọc trục thời gian tác động của nhiệt mài đến chi tiết giảm Tỷ lệ ảnh hưởng giữa lực và nhiệt biến dạng dẻo trong lớp bề mặt thay đổi.



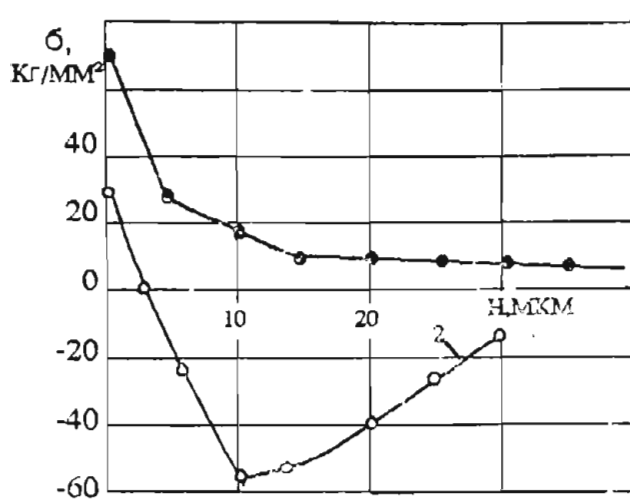
Hình IV-22a,b,c : Phân bố ứng suất dư trong lớp bề mặt khi mài

$a-t = 0,005\text{mm}$; $b-t = 0,025\text{mm}$; $c-t = 0,05\text{mm}$

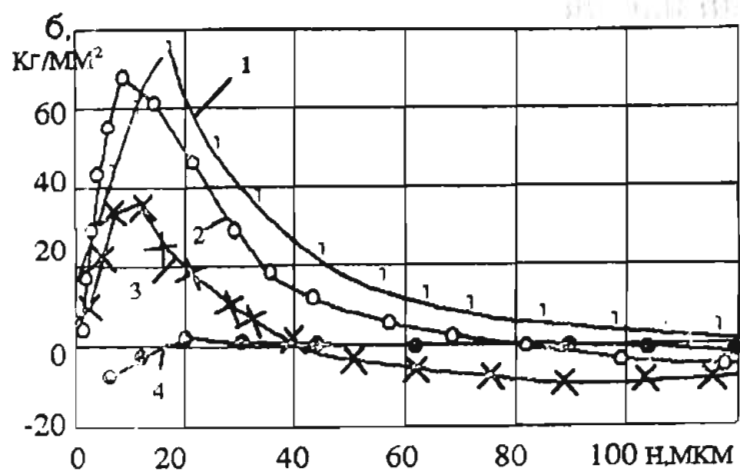
1- Mài bằng thường ; 2- Mài cao tốc



Hình IV-23 a,b,c : Quan hệ ứng suất dư và V chi tiết khi mài



a)



b)

Hình IV-24a,b: Ảnh hưởng của láng bóng (a)
và của thời gian mài đến ứng suất dư (b)

Ở hình 24a : 1- Không láng bóng

2- Có láng bóng

Ở hình 24b : 1- 60 phút

3- 10 phút

2- 40 phút

4- 2 phút

Kết quả cuối cùng là giảm ứng suất kéo và tăng ứng suất dư nén.

Tăng độ cát của đá làm tăng tác động của nhiệt cát giảm ứng suất dư nén, tăng ứng suất dư kéo .

Sau mài có láng bóng ứng suất dư giảm (hình III-24a) đá mới làm việc 2 phút có ứng suất dư nhỏ (hình III-24b) .

Khi mài thép các bon đã tới sự hình thành ứng suất dư trong lớp bề mặt chủ yếu là do có sự biến đổi pha trong cấu trúc vật liệu. Sự biến đổi pha dẫn tới sự thay đổi thể tích giữa các pha không đồng đều gây ứng suất dư.

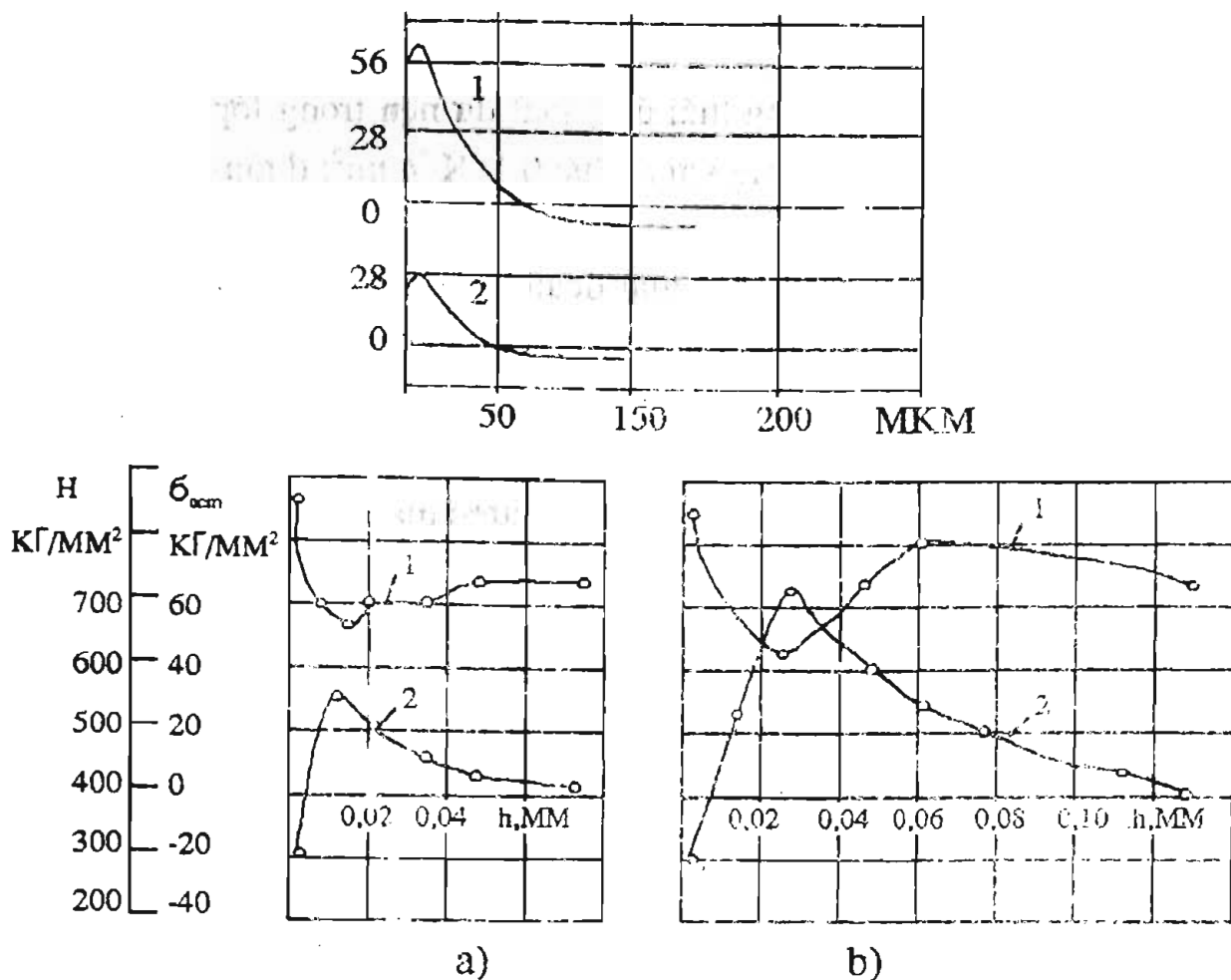
Trong lớp bề mặt tùy nhiệt độ mài, tùy tác động của quá trình làm lạnh mà xuất hiện cấu trúc khác nhau. (Auxtenhit , Mactenxit, Torôstit) . Chúng có thể tích đơn vị khác nhau.

Do đó trong lớp bề mặt xuất hiện ứng suất dư có dấu khác nhau.

So sánh sự phân bố của độ cứng tế vi và ứng suất dư trong lớp vật liệu bề mặt hình III-24a,b cho thấy :

Sự suy giảm độ cứng tế vi liên quan đến quá trình như vật liệu bị ram, thể tích giảm (so với cấu trúc mác ten xít ban đầu) và có ứng suất dư kéo.

Còn ở lớp mỏng bề mặt có độ cứng tế vi cao (bị tôi lần 2) có cấu trúc mác ten xít , (có thể tích đơn vị lớn hơn) sẽ có ứng suất dư nén .



Hình III-24a,b : Ứng suất dư và độ cứng tế vi lớp bề mặt sau mài

★ Ứng suất dư trong lớp bề mặt sau mài siêu tinh :

Các nguyên công mài siêu tinh có tốc độ cắt nhỏ, áp lực nhỏ, nhiệt nhỏ. Do vậy mà ứng suất dư do nhiệt tác động tạo ra nhỏ.

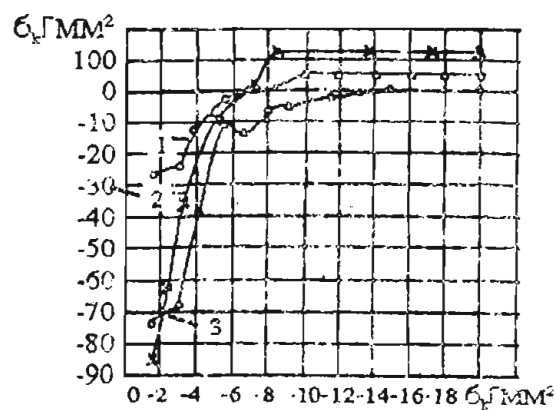
Khi mài siêu tinh tạo ra ứng suất dư nén ở lớp bề mặt. Hình III-25 biểu thị giá trị và sự phân bố ứng suất dư nén trong lớp bề mặt có chiều sâu $6\div 7 \mu\text{km}$.

Ứng suất đủ nén có giá trị lớn nhất nằm trong khoảng $74\div 86\text{K}\varnothing/\text{mm}^2$

Sau lớp có ứng suất dư nén là lớp có ứng suất dư kéo ổn định.

Khi chuyển từ chế độ cắt sang chế độ đánh bóng (từ đường cong 1 chuyển sang đường cong số 3) ứng suất dư nén có giá trị tăng từ 24 đến $86\text{K}\varnothing/\text{mm}^2$ (hơn 3 lần).

Khi mài khôn trong lớp bề mặt cũng có ứng suất dư nén. Song lưu tâm là áp lực khi mài khôn có ý nghĩa lớn trong việc hình thành ứng suất dư.



Hình III-25 : ứng suất dư khi mài siêu tinh thép 45
1- ở chế độ cắt ;
2-3- ở chế độ đánh bóng

Ở hình IV-26 chỉ ra trạng thái ứng suất dư nén trong lớp bề mặt khi mài khôn. (đường cong 1 và 2 ứng với áp lực $0,16\text{K}\Gamma/\text{mm}^2$; đường cong 3 ứng với áp lực $0,04\text{K}\Gamma/\text{mm}^2$).

Giảm áp lực khi mài khôn ở giai đoạn cuối của chu trình mài khôn làm tăng ứng suất dư nén đến $90\text{K}\Gamma/\text{mm}^2$ và chiều sâu có ứng suất dư nén tăng đến $20\div 25\mu\text{m}$.

Các bề mặt của các đôi ma sát thường được mài thô, mài tinh rồi mài siêu tinh.

Trạng thái ứng suất của quá trình trước ảnh hưởng đến quá trình sau.

Do đó muốn có trạng thái ứng suất dư là nén, có độ lớn, có chiều sâu tối ưu không chỉ chú ý đến nguyên công mài siêu tinh cuối cùng.

Mài siêu tinh - nguyên công gia công cơ cuối cùng có ý nghĩa lớn để tạo ra độ nhám, độ cứng tế vi, tối ưu và trạng thái ứng suất nén phù hợp trong lớp vật liệu bề mặt chi tiết.

Ngày nay chất lượng lớp bề mặt các chi tiết máy đạt được sau gia công bằng cát gọt có ý nghĩa to lớn quyết định khả năng chịu lực, chịu ma sát, mài mòn của các máy móc.

Nghiên cứu ảnh hưởng của chất lượng lớp bề mặt (trong chiều dày $10\text{-}20\mu\text{m}$) đạt được sau cát gọt tới khả năng làm việc của chúng là rất có ý nghĩa.

V. ẢNH HƯỞNG CỦA CHẤT LƯỢNG LỚP BỀ MẶT ĐẾN KHẢ NĂNG LÀM VIỆC CỦA CHI TIẾT MÁY.

1. Ảnh hưởng đến mối ghép:

Độ bền của các mối ghép chặt phụ thuộc rất nhiều vào độ nhám các bề mặt tiếp xúc.

Tăng độ nhám của các bề mặt tiếp xúc (R_a tăng) làm độ bền của mối ghép chặt giảm.

Thí dụ: độ bền mối ghép chặt giữa bánh xe hoả và trục khi $R_a = 36,5\mu\text{m}$ có độ bền mối ghép 40% nhỏ hơn khi $R_a = 18\mu\text{m}$ (mặc dù độ căng của mối ghép thứ hai này nhỏ hơn 15%)

Mỗi một chế độ lắp ghép có khe hở tối ưu. Trong quá trình làm việc bề mặt có độ nhám lớn, các nhấp nhô bị san phẳng nhanh. Khe hở lớn lên làm thay đổi chế độ làm việc của mối lắp ghép tối ưu ban đầu.

Do vậy độ nhám bề mặt ảnh hưởng trực tiếp đến độ bền và khả năng làm việc của các chi tiết máy khi lắp ghép với nhau.

2. Ảnh hưởng đến độ chịu mỏi :

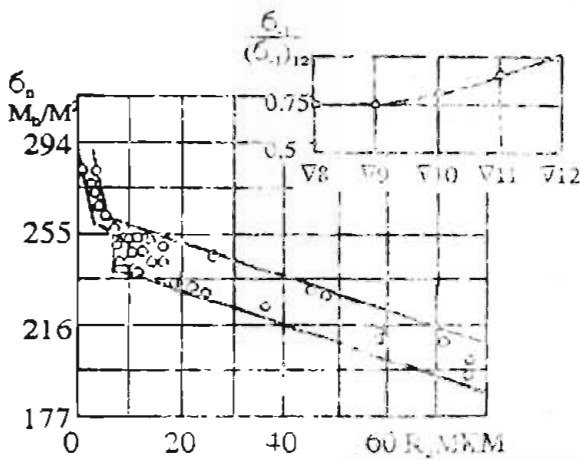
Độ bền mỏi của những chi tiết máy làm việc với tải trọng thay đổi theo chu kỳ trong thời gian dài chịu ảnh hưởng của độ nhám bề mặt .

Những khuyết tật cục bộ, độ lớn của độ nhám, đáy của các nhấp nhô trên bề mặt chi tiết là những trung tâm tập trung ứng suất . (đôi khi lớn hơn cả giới hạn bền của vật liệu)

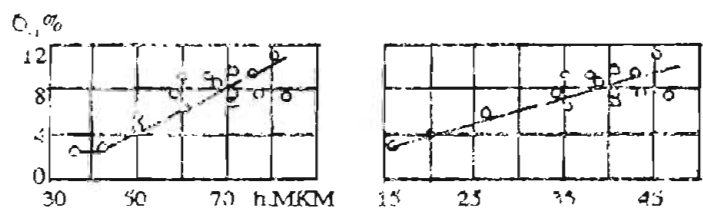
Trong những điều kiện làm việc như vậy , sau một số chu kỳ tác động của tải trọng xuất hiện các vết nứt tế vi. Chúng phát triển nhanh và phá huỷ chi tiết.

Thí dụ : Gia công chi tiết thép $\sigma_{\text{ch}} \approx 69$ đạt độ nhám tương đương độ nhẵn cấp 8.

Khi làm việc nó có độ bền mỏi chỉ bằng 75% độ bền mỏi của chi tiết này khi gia công bề mặt đạt độ nhám tương đương độ nhẵn cấp 12.



Hình IV-26 : Quan hệ giữa R_z và độ bền mỏi



a)

b)

Hình IV-27ab : Ảnh hưởng của chiều sâu (a) và mức độ (b) biến cứng đến độ bền

Hình IV-26 chỉ ra quan hệ giữa R_z và độ bền mỏi. Độ nhám bề mặt càng lớn thì độ bền mỏi càng thấp.

Hình IV-27 a,b chỉ ra ảnh hưởng của hiện tượng biến cứng lớp bề mặt đến khả năng chịu mỏi của chi tiết.

Hình IV-27a chỉ ra chiều sâu lớp biến cứng , mức độ biến cứng (hình IV-27b) tăng thì khả năng chịu mỏi của chi tiết tăng.

Do đó khi chế tạo các chi tiết làm việc trong điều kiện chịu tải trọng thay đổi đều theo chu kỳ trong thời gian dài cần giảm độ nhám bề mặt . Nâng cao độ bền mỏi của chi tiết máy.

3. Ảnh hưởng đến khả năng chống ăn mòn hóa học :

Mức độ biến dạng dẻo, độ biến cứng, trạng thái ứng suất trong lớp bề mặt chi tiết ảnh hưởng nhiều đến khả năng chống ăn mòn hóa học

Một trong những dạng cơ bản của ăn mòn hoá học là gì. (Oxit hoá kim loại)

Để nghiên cứu ăn mòn hoá học thường sử dụng phương pháp đo lượng khí Hydro (H_2) thoát ra hoặc trọng lượng vật liệu bị Oxit phá huỷ trong môi trường có ăn mòn hoá học.

Bảng IV. 14 :Trọng lượng vật liệu bị tổn thất trong quá trình gi (ngâm trong nước 30 ngày) khi gia công bằng các phương pháp khác nhau

Dạng gia công	Lượng vật liệu tổn thất khi gi (g/cm^2) x 10^{-5}	
	Thép 20X	Y8A đã tôi
Mài	390	605
Tiện thường	465	645
Tiện thô	510	650
Lăn ép	524	715

Từ bảng IV.14 thấy rằng : sau mài bề mặt chi tiết ít bị gi hơn các phương pháp gia công khác (Tiện thô, lăn ép). Vì mài cho R_z nhỏ và ứng suất lớp bề mặt là nén, trong chiều sâu nhỏ.

4. Ảnh hưởng của độ cứng tế vi lớp bề mặt đến khả năng làm việc ở nhiệt độ cao. (lớn hơn $700^{\circ}C$).

Độ biến cứng lớp bề mặt sau gia công có trong nhiều trường hợp làm giảm khả năng làm việc khi chi tiết chịu nhiệt độ cao.

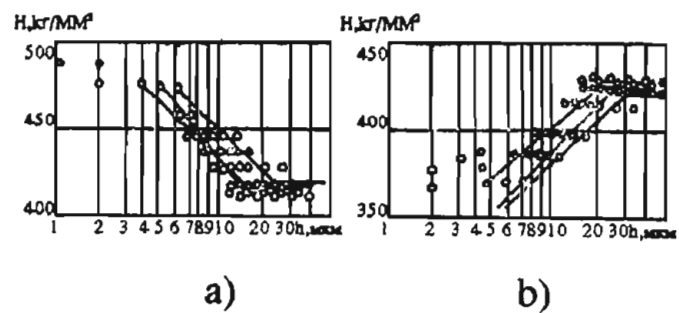
Dưới sự tác động của nhiệt độ cao, trong thời gian dài, lớp kim loại có biến cứng bị giảm đột biến. Nguyên nhân là do các thành phần chứa nguyên tố hợp kim ở nhiệt độ cao bị phân huỷ, các mạng tinh thể có biến đổi về thông số.

Ở hình IV-28ab biểu thị sự thay đổi độ cứng tế vi sau 23 giờ làm việc ở nhiệt độ cao.

Nếu ở vùng cách bề mặt 3 - 4 mm sau 23 giờ làm việc ở nhiệt độ cao có $H_v=470 \div 490 Kgf/mm^2$ (H IV 28a) thì sau 120 giờ làm việc độ cứng tế vi chỉ còn $360 \div 380 Kg/mm^2$.

Nếu tăng mức độ và chiều sâu lớp biến cứng ở các hợp kim chịu nhiệt thì độ bền mỏi ở nhiệt độ cao sẽ giảm đáng kể (hình IV-29)

Số chu kỳ làm việc tới phá huỷ giảm nhiều khi chiều sâu có biến cứng tăng. (Chi tiết làm việc ở nhiệt độ $>700^{\circ}C$)



Hình IV. 28ab

Sự biến đổi độ cứng tế vi lớp bề mặt dưới sự tác động của nhiệt độ cao.

a - Sau 23 giờ

b - Sau 120 giờ

5. Ảnh hưởng đến độ bền mòn.

a. Ảnh hưởng của độ nhám đến độ bền mòn.

Mã sát mài mòn liên quan mật thiết với chiều cao, hình dạng, và hướng của các nhấp nhô trên bề mặt sau gia công bằng cắt gọt.

Ở giai đoạn đầu hai bề mặt tiếp xúc trên đỉnh của nhấp nhô bề mặt.

Diện tích tiếp xúc thực rất nhỏ so với diện tích tiếp xúc lý thuyết.

Lúc này áp lực đơn vị rất lớn, thường vượt quá giới hạn bền của các nhấp nhô.

Các nhấp nhô bị nén đàn hồi, bị biến dạng dẻo và bị cắt, và cuối cùng là bị bào mòn.

Quá trình mòn ban đầu này lớn, xảy ra nhanh.

Tùy theo tốc độ dịch chuyển giữa hai bề mặt tiếp xúc mà nhiệt độ phát sinh lớn hay nhỏ.

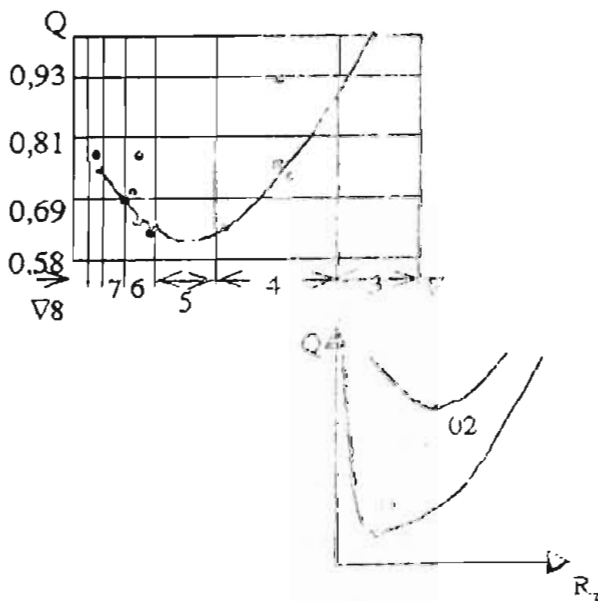
Nhiệt độ tại các điểm (hay vùng) tiếp xúc lớn kích thích hoạt tính của các phân tử tạo ra các điểm dính giữa hai vật liệu ma sát . Quá trình phá huỷ các điểm dính này gây mòn các bề mặt tiếp xúc.

Trong điều kiện tải trọng trung bình và nhỏ, chiều cao nhấp nhô giảm 65-70% trong giai đoạn mòn ban đầu.

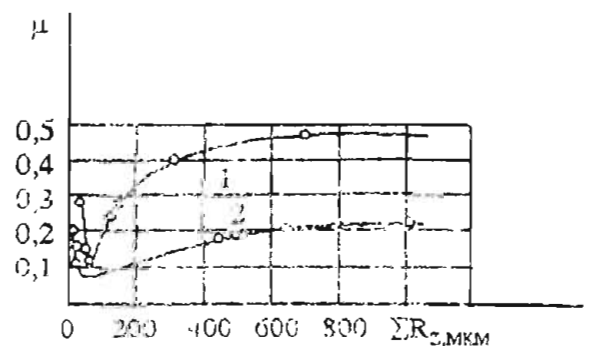
Diện tích tiếp xúc thực tăng, áp lực đơn vị giảm. Quá trình ma sát, mài mòn xảy ra bình thường. Chiều cao các nhấp nhô giảm dần, tiến dần đến giá trị tối ưu.

Ở hình IV-30 chỉ rõ độ mòn nhỏ nhất ứng với giá trị R_z nhất định.

Ở những điều kiện làm việc nặng nề điểm O trên đường cong dịch về phía bên phải theo hướng tăng R_z .



Hình IV-30 · Quan hệ giữa mòn và R_z



Hình IV-31: ảnh hưởng của ΣR_z tới hệ số ma sát

1- Gang với đồng thau

2- Gang thau với thép

Hệ số ma sát cũng phụ thuộc vào tổng ΣR_z của hai bề mặt .

Hệ số ma sát μ nhỏ nhất khi ΣR_z có giá trị tối ưu.

Nhiệm vụ của người thiết kế là chọn vật liệu đôi ma sát và ΣR_z phù hợp để có hệ số ma sát nhỏ và độ mòn nhỏ.

Ở những bề mặt có cùng giá trị R_z song có thể có hình dáng của nhấp nhô khác nhau sẽ có diện tích mặt đỡ khác nhau.

Sự biến thiên của áp lực đơn vị trong giai đoạn mòn ban đầu khác nhau.

Do đó không chỉ giá trị tuyệt đối của R_z (R_a) mà cả hình dạng hình học của các nhấp nhô cũng ảnh hưởng đến quá trình ma sát và mài mòn.

Hướng và bước của các nhấp nhô trên bề mặt cũng ảnh hưởng đến hệ số ma sát và mài mòn.

Như vậy cấu trúc hình học bề vi bề mặt sau gia công bằng cắt gọt như R_z , dạng hình học , bước, hướng của các nhấp nhô, diện tích mặt đỡ là những thông số quyết định đến khả năng làm việc của các chi tiết máy

Khi gia công cắt gọt, thoả mãn các yêu cầu tối ưu về các thông số trên góp phần giảm ma sát , giảm mài mòn.

Hiệu quả của quá trình cắt được nâng cao.

b. Ảnh hưởng của độ cứng bề vi lớp bề mặt đến độ bền mòn.

Lớp bề mặt được cường bền trong đại đa số các trường hợp làm tăng độ bền mòn (mòn giảm)

Hình IV-32 : biểu thị quan hệ giữa độ cứng bề vi lớp bề mặt và độ mòn q giữa trục thép Y8 và gang có bôi trơn (sau mài)

Hình IV-33a,b chỉ ra tính sai lệch của các bề mặt có cường bền. Chúng cho độ mòn thấp cả khi có bôi trơn và không bôi trơn.

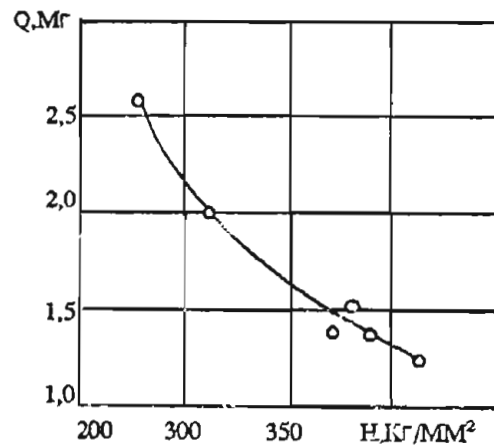
Song không phải là cứ tăng độ cứng bề vi lớp bề mặt là độ mòn giảm (độ chịu mòn tăng)

Hình IV-34 biểu thị quan hệ giữa H_v và độ mòn Q .

Thí dụ ở đường cong số 3, 4 đối với thép Y10 được thường hoá (3) và Y10 được tôi (4) tăng H_v làm độ mòn ban đầu độ mòn giảm song sau đó có xu thế tăng. Điều này có liên quan đến quá trình tôi lần thứ 2 lớp bề mặt .

Ở lớp này độ cứng cao song quá giòn. Dưới nó lại là lớp bị "Ram" có độ cứng thấp.

Do vậy mà độ mòn tăng.



Hình III-32: Quan hệ giữa độ cứng bề vi và độ mòn

Quan hệ giữa mòn, độ cứng tế vi lớp bề mặt và thời gian làm việc là rất phức tạp.

Ở hình IV-34a,b trục tung biểu thị độ mòn (μkm); trục hoành biểu thị thời gian thí nghiệm. Số trong vòng tròn biểu thị độ cứng tế vi bề mặt ứng với thời gian làm việc trên trục hoành.

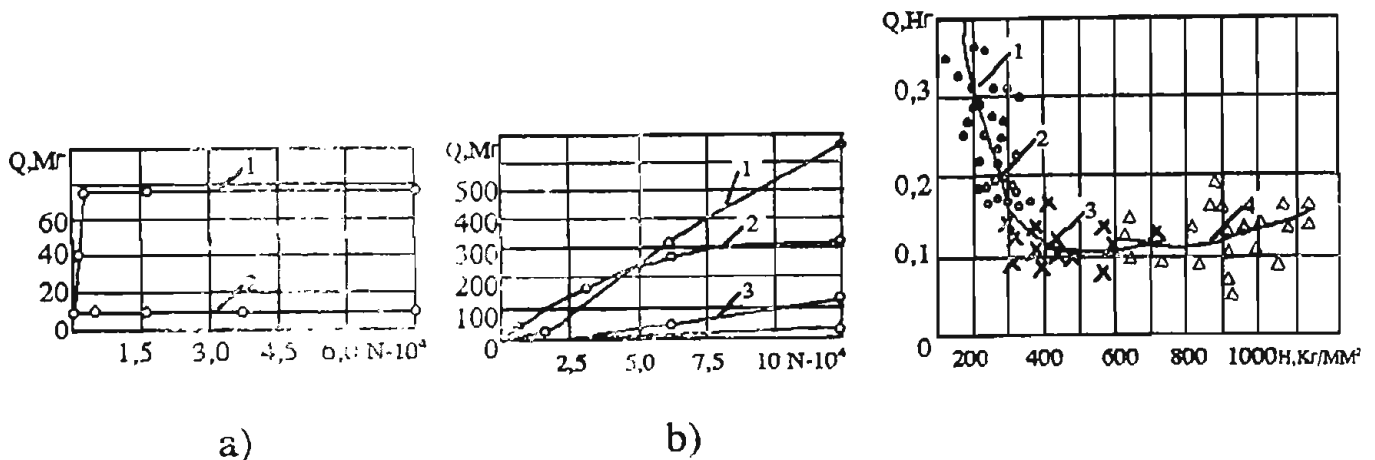
Hình IV-34a - mẫu thí nghiệm là thép Y10 đã tôi. Mặt mẫu ban đầu có $R_z = 14\mu\text{km}$; $H_v = 1155\text{Kgf/mm}^2$.

Sau 3 phút đầu mòn $5\mu\text{km}$ và độ cứng tế vi giảm đến $H_v = 850\text{Kgf/mm}^2$. Sau 10 phút thì quá trình mòn ổn định. Độ cứng tế vi lớp bề mặt không những không tăng mà giảm xuống 690Kgf/mm^2 sau 60 phút làm việc.

Ở hình IV-34b có kết quả khi thí nghiệm với vật liệu dẻo hơn và độ cứng lớp bề mặt thấp hơn (thép 15). Có độ cứng tế vi ban đầu 285Kgf/mm^2 và $R_z = 4\mu\text{km}$.

Thời kỳ mòn ban đầu lớn trong 4 phút mòn $100\mu\text{km}$. Bề mặt có độ cứng tế vi tăng dần theo thời gian làm việc. 490Kgf/mm^2 sau 4 phút; 510Kgf/mm^2 sau 30 phút và 595Kgf/mm^2 sau 45 phút.

Do đó mà khi nghiên cứu ảnh hưởng của R_z , H_v đến mòn theo thời gian cần xem xét mối quan hệ tương hỗ giữa R_z và H_v đối với từng trường hợp cụ thể.



Hình IV-33 a, b ảnh hưởng của cường bền bề mặt đến mòn T40X

a- Có bôi trơn

b- Không bôi trơn

1- Không cường bền

1,2- Không cường bền

2- Có cường bền

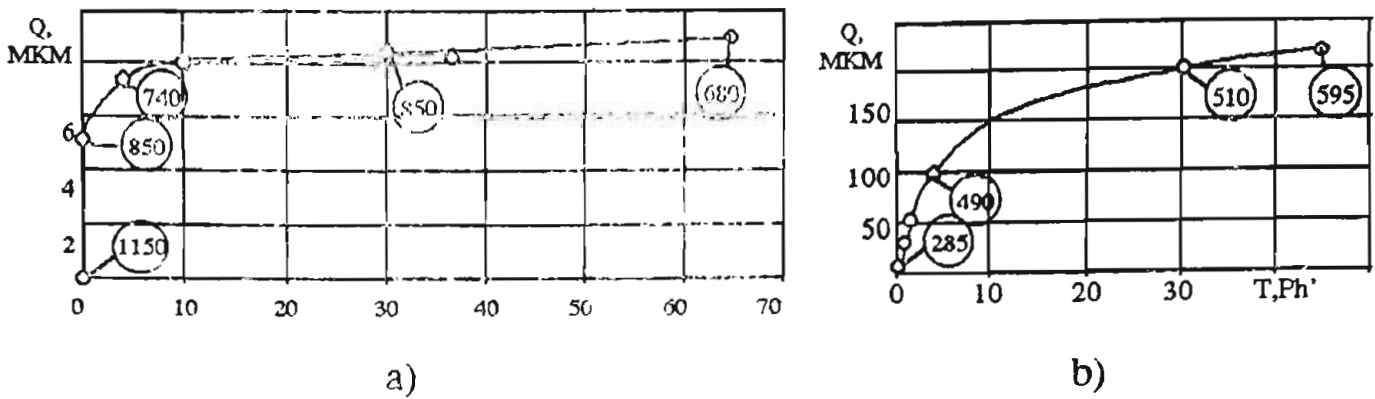
3,4 - Có cường bền

Ban đầu diện tích mặt đỡ thực tế S_ϕ rất nhỏ. Vật liệu có giới hạn chảy σ_T nhỏ.

Biểu thức: $P = \sigma_T \cdot S_\phi$

Không thoả mãn, thì độ mòn sẽ lớn.

Trong quá trình mòn S_{ϕ} tăng dần. Song nếu σ_T nhỏ biểu thức trên vẫn có thể không thoả mãn.



Hình IV-34a,b : Quan hệ giữa mòn độ cứng tế vi và thời gian

Vì σ_T liên quan mật thiết với độ cứng tế vi.

Do đó độ mòn phụ thuộc vào, độ cứng tế vi bề mặt, R_z và hình dạng của nó (ảnh hưởng đến S_{ϕ}) và cuối cùng là lực tác động.

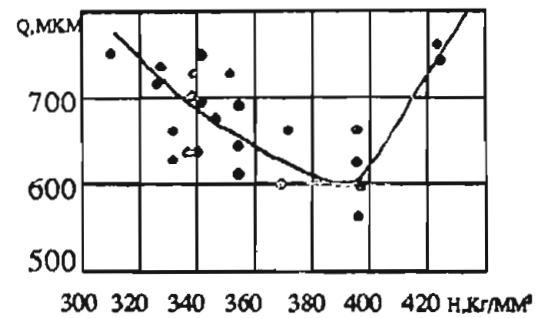
Song không phải độ mòn giảm khi H_v tăng. H_v có giá trị tối ưu (cho độ mòn nhỏ nhất).

Hình IV.35 cho thấy thép Y7 độ cứng tế vi tối ưu nằm trong khoảng $300 \div 400 \text{ Kg/cm}^2$

Độ mòn của các đôi ma sát ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng làm việc của mọi máy móc thiết bị. Gia công cát gọt, nhất là những nguyên công cuối cùng như mài thô, mài tinh, mài siêu tinh, đánh bóng tạo ra các bề mặt ma sát của các chi tiết máy.

Những kiến thức về cát gọt là rất cần thiết để gia công chế tạo ra những đôi ma sát có chất lượng cao.

Điều này góp phần nâng cao chất lượng toàn diện của mọi thiết bị, máy móc.



Hình IV-35: Quan hệ giữa độ cứng tế vi và độ mòn thép Y7

c. Ảnh hưởng của ứng suất dư trong lớp bề mặt đến độ bền mòn

Trong lớp bề mặt sau gia công có độ cứng tế vi, có ứng suất dư có độ lớn, dấu và phân bố khác nhau.

Ảnh hưởng của chúng đến khả năng làm việc của chi tiết máy cụ thể là độ bền mòn phức tạp.

Cho đến ngày nay còn nhiều vấn đề cần phải làm sáng tỏ.

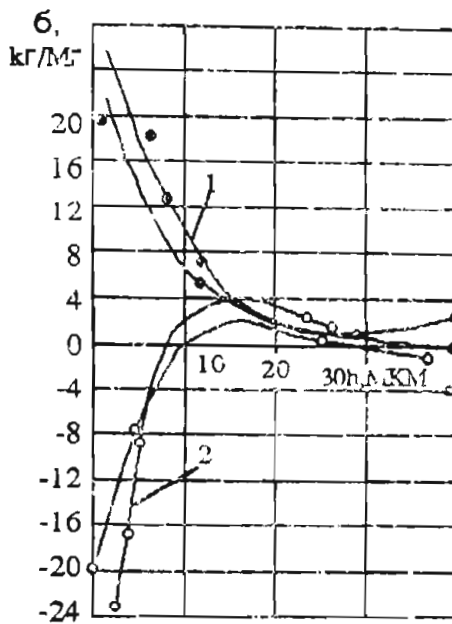
Mặc dù thế song cần cứ vào những kết quả nghiên cứu có thể xem xét những vấn đề chủ yếu sau.

Ngay trong khi ma sát lớp bề mặt cũng bị biến cứng và phát sinh. ứng suất dư. Độ cứng tế vi và ứng suất dư được hình thành sau gia công cắt gọt bị biến đổi.

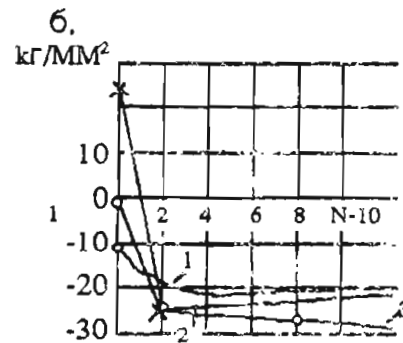
Ứng suất dư của bản thân quá trình ma sát thường là nén.

Độ lớn và chiều sâu của nó phụ thuộc vào điều kiện ma sát và cơ lí tính (tính dẻo là chủ yếu) của vật liệu.

Trong quá trình ma sát, ứng suất dư kéo (đường cong 1) trong lớp bề mặt sau mài (H.IV.36) qua 2000 chu vi ma sát ứng với 10 phút mài mòn chuyển thành ứng suất dư nén (đường cong 2)



Hình IV-36: Sự biến đổi ứng suất dư kéo khi mài (đường cong 1) sang nén (đường cong 2) trong quá trình ma sát (Có bôi trơn, áp lực 10kg/mm^2)



Hình IV-37: Sự thay đổi về giá trị và dấu của ứng suất dư trong ma sát và mài mòn của các chi tiết được gia công bằng các phương pháp khác nhau.

- 1 - Mài cao tốc
- 2 - Mài bình thường
- 3 - Mài sau đó ram thử ứng suất dư trong chân không

Hình III.37 chỉ ra kết quả nghiên cứu là trong quá trình ma sát, trong lớp bề mặt ứng suất dư kéo ban đầu chuyển dần thành ứng suất dư nén.

Độ lớn ứng suất dư nén này hầu như không phụ thuộc vào độ lớn và dấu ở trạng thái ban đầu sau gia công cắt gọt.

Như vậy có thể cho rằng ứng suất dư trong lớp bề mặt sau gia công cơ không ảnh hưởng đến độ bền mòn.

Song ứng suất dư trong lớp bề mặt ảnh hưởng rất lớn đến độ bền mỏi của chi tiết.

Trong lớp bề mặt có ứng suất dư là nén thì khả năng chịu mỏi cao hơn. Nếu ứng suất dư là kéo khả năng chịu mỏi kém đi.

Đối với các loại thép có độ cứng cao độ chịu mỏi có thể tăng 50% khi trong lớp bề mặt có ứng suất dư nén. Giảm độ chịu mỏi 30% khi có ứng suất dư kéo.

Đối với các vật liệu là thép cứng, độ bền mỏi phụ thuộc nhiều vào ứng suất dư lớp bề mặt. Đối với các loại thép mềm, độ bền mỏi ít phụ thuộc hơn vào trạng thái ứng suất dư trong lớp bề mặt.

Biểu đồ hình III-38 chỉ ra sự suy giảm khả năng chịu mỏi của hợp kim titan BT3-1 theo độ gia tăng của ứng suất dư trong lớp bề mặt.

$$\sigma_{-1} = A - B\sigma_{du}$$

σ_{-1} - giới hạn bền mỏi của BT3-1 sau khi mài

σ_{du} - ứng suất dư lớp bề mặt sau mài

$A = 34,5 \text{ Kg/mm}^2$ (hệ số)

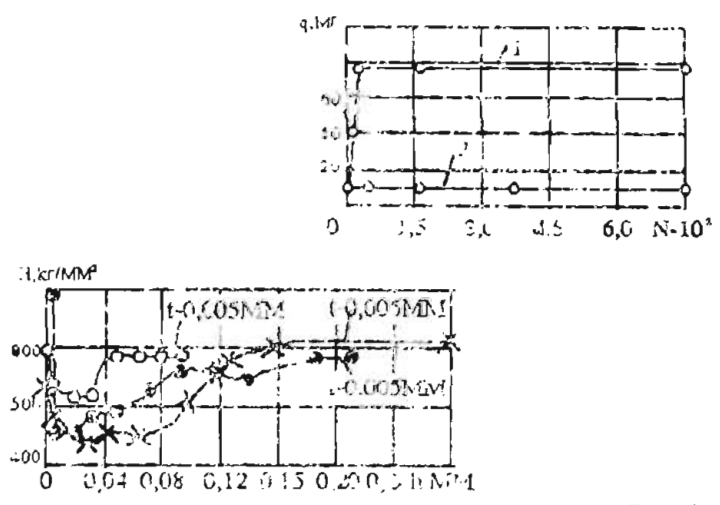
$B = 0,1$ (hệ số)

Như vậy ứng suất dư sau gia công cắt gọt ảnh hưởng đến độ bền mỏi.

d. Ảnh hưởng của sự thay đổi cấu trúc vật liệu lớp bề mặt đến khả năng làm việc

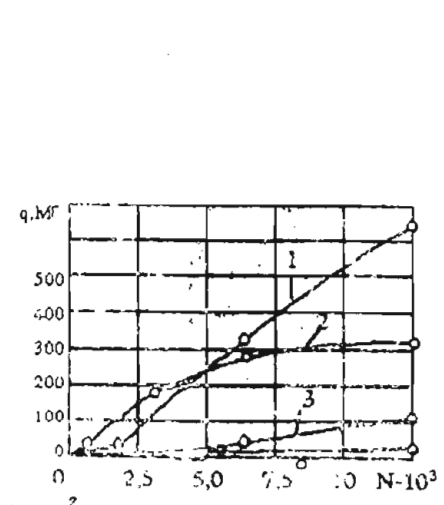
Nhiệt sinh ra trong quá trình cắt (nhất là khi mài) làm thay đổi cấu trúc kim loại lớp bề mặt.

Lớp bề mặt có thể bị tôi lại lần thứ 2 hoặc bị ram lại khi gia công có nhiệt độ lớn và tốc độ làm lạnh phù hợp.



Hình IV-39 : Ảnh hưởng của chiều sâu mài t đến phân bố độ cứng tế vi (khi mài Y8)

Thí dụ : mài tròn ngoài thép các bon dụng cụ Y8 sau tôi với chiều sâu cắt lớn và tốc độ chi tiết nhỏ ($V_d = 7,5 \text{ m/ph}$).



Hình IV-40 : Ảnh hưởng của lớp bị ram đến độ mòn.
1- Có lớp ram (độ cứng tế vi thấp)
2- Không có lớp ram.
3- Có lớp ram (độ cứng tế vi cao)

Trong lớp bề mặt có độ cứng tế vi như ở hình IV-39.

Ở lớp mỏng 5-8 μm có độ cứng cao. Sau đó là lớp có độ cứng thấp hơn, độ cứng vật liệu nền.

Lớp có độ cứng thấp là lớp kim loại bị ram, nó bị mòn nhanh trong quá trình ma sát, ảnh hưởng xấu đến tuổi bền của chi tiết máy. (hình IV-40)

Tổng chiều dày lớp vật liệu bị tôi lần hai và bị ram có thể lên tới 150÷170 μm tùy chế độ mài.

Khi sử dụng các nguyên công mài siêu tinh vừa có thể đạt R_a (R_z) nhỏ tương đương cấp độ nhẵn 13,14, vừa có thể tạo ra ứng suất dư nên có chiều sâu 15÷25 μm , có độ cứng tế vi cao.

Những bề mặt này thường có độ bền mòn, độ bền mỏi cao.

Những tính năng làm việc quan trọng của chi tiết máy như tuổi thọ, sự ổn định của các chuyển động, khả năng chịu mòn dưới áp lực lớn, nhiệt độ cao, khả năng chịu mỏi v.v. không những chỉ phụ thuộc vào hình dạng kết cấu, độ chính xác, thành phần, cấu trúc vật liệu, cơ lý tính v.v... mà còn phụ thuộc nhiều vào trạng thái lớp bề mặt sau gia công cắt gọt.

Những kiến thức cơ bản đã trình bày ở trên là rất cần thiết. Chúng là cơ sở để tạo ra những chi tiết máy chất lượng cao.

VI. NHỮNG PHƯƠNG PHÁP ĐẠT CHẤT LƯỢNG LỚP BỀ MẶT TỐI GIU KHI CẮT GỌT

1. Khái niệm cơ bản :

Chất lượng cao của chi tiết sau gia công cắt gọt là :

- Độ chính xác về kích thước, hình dáng.
- Độ nhẵn bề mặt
- Độ cứng tế vi lớp bề mặt.
- Ứng suất dư lớp bề mặt

Để đạt chất lượng cao thường sử dụng các phương pháp gia công như

- Mài thô - mài tinh - mài siêu tinh.
- Đánh bóng.

Xem xét một số đặc trưng cơ bản trong quá trình cắt gọt tạo ra những chi tiết có chất lượng cao.

2. Những ảnh hưởng của quá trình mài :

a. Ảnh hưởng của độ chính xác máy mài

Máy mài được thiết kế, chế tạo với các độ chính xác khác nhau.

Cấp H - cấp bình thường, П - cấp chính xác năng cao. B - cấp cao, A - cấp đặc biệt cao và C - Rất cao.

Ở bảng IV-15 chỉ ra khả năng mài đạt độ chính xác trên chi tiết của các loại máy mài có độ chính xác khác nhau.

Bảng IV-15 : Khả năng đạt độ chính xác của các loại máy mài (tính bằng μkm)

Dạng sai lệch	Cấp chính xác của máy mài			
	Π	B	A	C
Máy mài tròn ngoài				
Độ không tròn	1,6	1	0,6	0,4
Độ không trụ	6	4	2,5	1,6
Độ phẳng mặt đầu	5	3	2	1,2
Độ nhấp nhô bề mặt (tương đương cấp độ nhấn)				
Trên mặt trụ	$\nabla 8$	$\nabla 9$	$\nabla 10$	$\nabla 11$
Trên mặt phẳng (mặt đầu)	$\nabla 7$	$\nabla 8$	$\nabla 9$	$\nabla 10$
Máy mài tròn trong				
Độ không tròn	2,5	1,6	1	
Độ không trụ	5,0	3	2	
Độ phẳng mặt đầu	5,0	3	2	

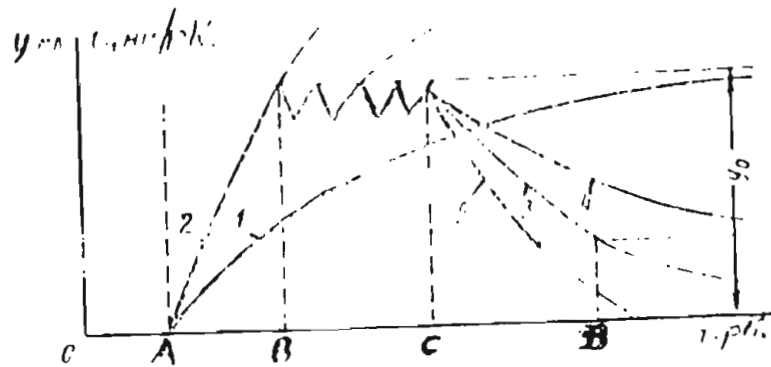
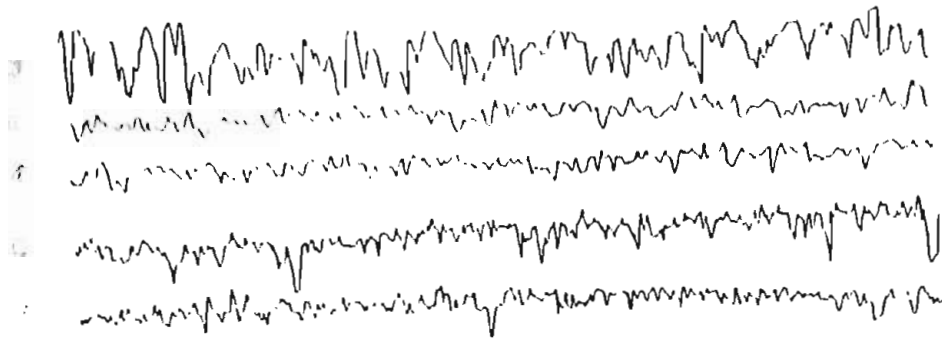
b. Ảnh hưởng của cấu trúc chu trình mài.

Cấu trúc một chu trình mài được biểu thị trên : H IV-41 .

Y- là độ dẫn ra của khoảng cách tâm đá và tâm chi tiết (do tác động của lực mài vào hệ thống công nghệ).

- ★ OA - thời gian cần thiết để đá tiến nhanh vào tiếp xúc với bề mặt gia công .
- ★ AB - đá cắt vào chi tiết (có da chạy hướng kính), thường là đá không chạy hết chiều sâu lý thuyết , lực P_y tăng dần . Ở cuối đoạn AB đá cắt với chiều sâu lớn vì áp lực P_y lên chi tiết tăng.
- ★ BC - quá trình mài ổn định .
- ★ CD - quá trình mài thực hiện khi đã ngắt chuyển động đá hướng kính (đường cong 3) quá trình cắt xảy ra với áp lực giảm dần .Chiều sâu mài có được nhờ quá trình đàn hồi ngược trở lại của đá và chi tiết .

Song cũng có thể mài với lượng chạy đá hướng kính nhỏ hơn ban đầu (đường cong số 4) và mài với lượng chạy dao ngược trở lại (đường cong số 5)



Hình IV-41 · Cấu trúc chu trình mài

Phân tích cấu trúc của một chu trình mài như trên để thấy rằng: một chu trình mài hợp lý cho năng suất cao và chất lượng bề mặt cao phải kết hợp tối ưu thời gian cắt và thời gian cắt ổn định và thời gian lắng bóng CD.

Tiền cơ sở thiết kế cấu trúc chu trình mài để tự động hoá, tối ưu hoá chuyển động chạy đá hướng kính.

Thường dùng chu trình có cấu trúc như sau:

- Chuyển dòng nhanh của đá vào tiếp xúc với bề mặt gia công.

Chạy đá hướng kính thô cắt cơ bản lượng dư

Chạy đá hướng kính tinh thực hiện mài tinh. Nâng cao chính xác và độ nhẵn.

Chạy đá hướng kính bằng 0 thực hiện quá trình mài lắng bóng và đạt kích thước

Đo lường tích cực thực hiện ở giai đoạn mài lắng bóng.

- Theo kết quả đo lường tích cực, khi đạt kích thước yêu cầu tín hiệu đưa tới bộ phận lùi nhanh đá ra khỏi chi tiết.

Chu trình mài kết thúc. Nghiên cứu xác định một cấu trúc chu trình mài thô mài tinh hợp lý vừa đảm bảo năng suất và chất lượng bề mặt tạo điều kiện ban đầu phù hợp cho những nguyên công mài siêu tinh sau này.

Mài cao tốc

Đa số các đá mài trên nền kết dính gồm làm việc với tốc độ 35m/s.

Ngày nay xu thế mài cao tốc (50-75m/s) mang lại hiệu quả lớn.

Mài ở tốc độ cao chỉ cho phép khí máy mài, độ bền cơ học của da, chất làm lạnh bôi trơn phù hợp.

Quá trình mài cao tốc cho phép giảm thời gian cơ bản, nâng cao tuổi bền da, độ nhám bề mặt gia công giảm, độ chính xác tăng.

Nâng cao tốc độ cắt khi mài có thể tăng lượng chạy đá hướng kính mà vẫn giữ nguyên chiều dày cắt a_z của từng hạt mài.

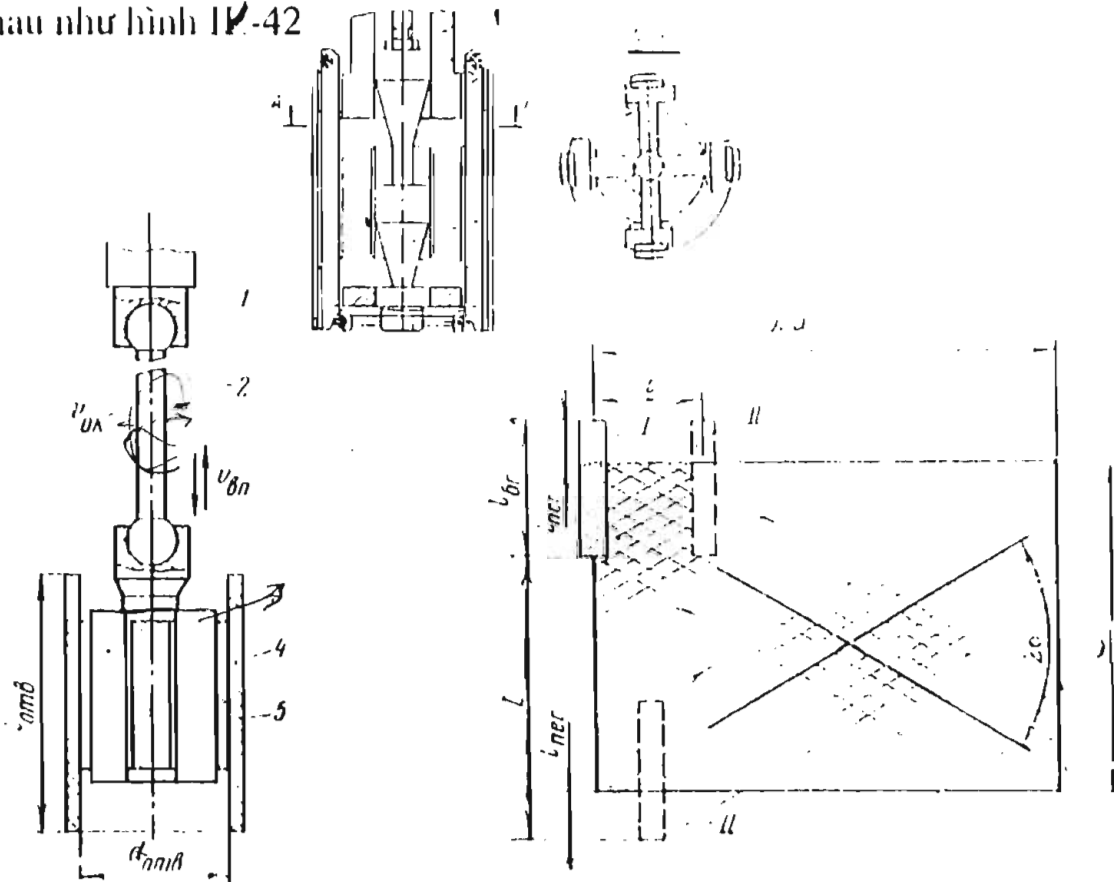
Điều này là cơ sở của việc nâng cao năng suất mà vẫn đảm bảo được độ chính xác và độ nhám bề mặt gia công.

3. Những phương pháp mài siêu tinh đạt chất lượng cao.

a. *Mài khôn* : Sơ đồ mài khôn biểu thị ở hình IV-41. Đầu mài khôn số 3. Trên đó có các thanh mài số 5. Áp lực của thanh mài lên bề mặt gia công được điều chỉnh nhờ cơ cấu cơ khí hoặc thủy lực. Đầu mài khôn quay với V_{mk} và tự lựa trong lỗ qua khớp cầu.

Đầu mài khôn vừa quay vừa tịnh tiến với tốc độ nhất định.

Sự phối hợp giữa tốc độ quay và chuyển động tịnh tiến tạo ra các vết cắt đan chéo nhau như hình IV-42.



Hình IV-41: Sơ đồ mài khôn

Hình IV-42: Sơ đồ vết cắt đan chéo nhau khi mài khôn

Đây là ưu việt của mài khôn. Nó tạo ra trên bề mặt các nhấp nhô đan chéo nhau. Bề mặt này cho phép có bề mặt đỡ lớn khi chịu ma sát.

Mài khôn thực hiện với tốc độ cắt nhỏ. Nhiệt sinh ra nhỏ. Khi mài khôn bằng hạt mài kim cương nhiệt độ mài $30\div 50^{\circ}\text{C}$ khi hạt mài là côrun hay cacbít xilíc nhiệt mài chỉ là $60^{\circ}\div 80^{\circ}\text{C}$.

Tác động nhiệt đến chất lượng bề mặt nhỏ. Có điều kiện đạt chất lượng bề mặt cao.

Để tăng năng suất khi mài khôn không tuân theo hướng tăng tốc độ cắt mà tăng diện tích tiếp xúc của các thanh mài, tăng số lượng hạt cùng tham gia cắt. Tăng áp lực khi mài khôn cũng là giải pháp thường dùng để nâng cao năng suất.

Khả năng dùng mài khôn có thể đạt được như sau:

Bảng IV-16 chỉ ra khả năng mài khôn và độ nhám bề mặt đạt được.

Vật liệu và R_z ban đầu (μkm)	Thời gian mài khôn (s)	R_z (μkm)	Cấp độ nhẵn	Vật liệu và R_z ban đầu (μkm)	Thời gian mài khôn (s)	R_z (μkm)	Cấp độ nhẵn
Thép 30 XCA	30	0,16	12	Thép XBT	30	0,19	12
$\nabla 10$ (0,50)	60	0,13	12	$\nabla 10$ 0,60	60	0,14	12
Thép 45	30	0,43	10	Gang C418.36	30	0,44	10
$\nabla 9$ (1,44)	60	0,39	11	$\nabla 9$ (1,32)	60	0,40	11
Thép 38x	30	0,12	12	Đuya-ra	30	0,65	10
$\nabla 10$ (0,45)	60	0,11	12	$\Delta 1 \nabla 8$ (1,52)	60	0,35	11
Thép 12x2H4A	30	0,09	13	Đồng LC 5-5-5	30	0,86	9
$\nabla 11$ (0,27)	60	0,08	13	$\nabla 7$ (3,46)	60	0,62	10
Thép 38XI	30	0,14	12				
MãNGIÒA	60	0,14	12				
$\nabla 11$ (0,37)							

Kết quả nghiên cứu ở bảng IV.16 cho thấy :

- Mài khôn có thể đạt $\nabla 12$; $\nabla 13$.

-Giá trị R_z đạt được khi không phụ thuộc vào giá trị R_z ban đầu.

Nếu ban đầu bề mặt có $\nabla 11$ sau mài khôn có $\nabla 13$.

Thường dùng mài khôn nâng cao 2 cấp độ nhẵn.

-Tăng thời gian mài khôn từ 30 giây đến 60 giây ít ảnh hưởng đến giá trị R_z .

Khả năng sửa sai số hình học của lỗ sau mài khôn được biểu thị ở bảng IV-17

Gia công lỗ nhỏ, sâu đạt độ chính xác cao rất khó khăn. Ở đây mài khôn có nhiều ưu việt hơn mài tròn trong.

Độ chính xác của lỗ (sai số hình dạng lỗ) đạt được từ 3-5 μkm là rất chính xác. Muốn đạt được độ chính xác này, ngoài các yếu tố tối ưu về chế độ cắt, về

đặc tính kỹ thuật thành mài, còn phải lưu tâm đến lượng dư và sai số ban đầu trước khi mài khôn sơ bộ và mài khôn lần cuối (như ở bảng IV-17)

Bảng IV-17

Mài khôn	Sai số hình dạng lỗ (mm)		Lượng dư mài khôn trên đường kính lỗ (mm)
	Trước khi mài khôn	Sau khi mài khôn	
Mài khôn sơ bộ	0,1÷0,15	0,015-0,02	0,15-0,2
Mài khôn tinh		0,006-0,01	0,015-0,02
Mài khôn sơ bộ	0,05-0,1	0,01-0,018	0,08-0,13
Mài khôn tinh		0,005-0,008	0,012-0,015
Mài khôn sơ bộ	0,03-0,05	0,008-0,012	0,05-0,07
Mài khôn tinh		0,004-0,006	0,01-0,012
Mài khôn sơ bộ	0,01-0,013	0,007-0,01	0,025-0,04
Mài khôn tinh		0,004-0,005	0,008-0,012
Mài khôn tinh lần cuối	0,005-0,01	0,003-0,005	0,008-0,012

- Chế độ cắt khi mài khôn :

+ Lượng dư khi mài khôn :

Mài khôn chia ra : mài khôn thô , bán tinh , tinh và siêu tinh .

Ở mài khôn siêu tinh thì mức độ chính xác về kích thước và hình dáng hầu như không thay đổi. Mục đích chủ yếu giảm R_z , nâng cao độ nhẵn bề mặt.

Bảng IV-18 : Lượng dư khi mài khôn (mm)

Quá trình mài khôn	Cấp chính xác cần đạt	Cấp độ nhẵn cần đạt	Lượng dư tổng (mm)	% của lượng dư tổng
Mài khôn hai lần	1-2	8÷10	0,05÷0,08	70÷80
				20÷30
Mài khôn 3 lần	1-2	8÷10	0,15÷0,20	50÷70
				25÷35
				5÷15

Lượng dư ở mài khôn siêu tinh nằm trong khoảng 0,005÷0,01mm.

Lượng dư tổng cộng cho mài khôn thô, bán tinh và tinh có ở bảng IV - 18.

Lượng dư lớn nhất để mài khôn (thô, bán tinh, tinh) thường là 0,2mm.

Mài khôn tinh chỉ chiếm 5÷15% tổng lượng dư.

Có như vậy mới có thể đạt cấp chính xác 1 và độ nhẵn tương đương cấp 10.

+ Tốc độ quay và tịnh tiến của đầu mài khôn.

Chọn tốc độ quay và tịnh tiến của đầu mài khôn phải xuất phát từ : chất lượng, năng suất và kinh tế.

Khi mài khôn thô tăng cao tốc độ. Thường các máy mài khôn làm việc với $V_{trung} = 15÷20m/ph$.

Tốc độ chuyển động lên xuống khứ hồi này được chọn xuất phát từ điều kiện " êm " khi đảo chiều chuyển động. (V biến thiên từ 0→max →0)

Bảng IV- 19 : Chuyển động thẳng khứ hồi của đầu mài khôn

Chiều dài hành trình chuyển động thẳng khứ hồi (mm)	10÷15	50÷150	>150
Tốc độ chuyển động (m/ph)	5÷10	12÷16	18÷20

Tốc độ vòng của đầu mài thường có quan hệ với hệ số λ .

$$\lambda = \frac{V_{vòng}}{V_{thẳng}}$$

Hệ số λ quyết định vết đan chéo của các chấp nhô trên bề mặt chi tiết, ảnh hưởng đến diện tích mài đỡ khi làm việc

Thường lấy $\lambda > 1$ để đảm bảo điều kiện thoát phoi, tăng năng suất.

Ở bảng III-20 có chỉ dẫn để chọn $V_{vòng}$ và $V_{thẳng}$ khi mài khôn các loại vật liệu.

+ Áp lực khi mài khôn :

Tăng áp lực làm tăng năng suất và giảm độ nhẵn, tăng độ mòn thanh mài khôn.

Mài khôn thô dùng áp lực lớn hơn mài khôn tinh.

Khi dùng thanh mài có chất dính kết là ceramic (gốm) áp lực thường là $8kg/cm^2$. Khi chất kết dính là bakelit áp lực là 12-15 (kg/cm^2)

Bảng IV - 20

Vật liệu gia công	V _{vòng} (m/ph)	Mài khôn thô		Mài khôn tinh	
		V _{thăng} (m/ph)	λ	V _{thăng} (m/ph)	λ
Gang	60÷75	15-20	3÷5	9÷12	5-8
Thép chưa tôi	45-60	15-20	1,5-2,5	9-12	2,5-4
Thép đã tôi	20-35	5-10	2-4	5-10	2-4
Hợp kim nhôm, đồng	65-80	15-20	3-5	9-12	5-8
Hợp kim nhôm dúc	10-40	4-20	1-2	4-12	1-2

Bảng IV-21 : Chỉ ra áp lực khi mài khôn các vật liệu khác nhau bằng hạt mài thường

Vật liệu gia công	Áp lực mài khôn (kg/cm ²)		
	Mài khôn 1 lần	Mài khôn 2 lần	
		Thô	Tinh
Gang	5-8	8-12	3-5
Thép chưa tôi	2-5	5-8	2-5
Thép đã tôi	5-8	8-12	3-5
Hợp kim màu	0,5-1,5	2-3	0,5-1,5
Hợp kim nhôm dúc	1,8-2,4		

Bảng IV - 22 : áp lực khi mài khôn bằng thanh mài kim cương

Vật liệu gia công	Áp lực mài khôn (kg/cm ²)	
	Thô	Tinh
Gang	8-12	3-6
Thép chưa tôi	4-8	2-5
Thép đã tôi	12-15	2-5
Hợp kim nhôm dúc	6-9	3-3,5

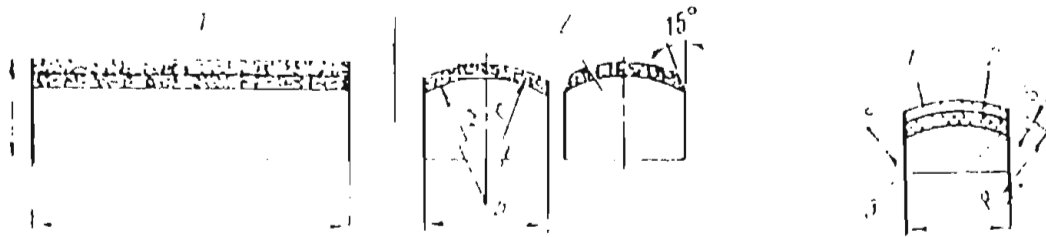
Đối với các máy mài khôn có cơ cấu điều chỉnh kích thước theo hướng kính, thì lượng điều chỉnh này được chọn theo bảng IV-23.

- Thông số kỹ thuật của thanh mài khôn :

Hình IV-43 biểu thị hình dáng thanh mài khôn . Nó có chiều dài L, chiều rộng B và chiều cao H.

Bảng IV-23

Vật liệu gia công	Dịch chuyển hướng kính sau 1 vòng quay ($\mu\text{m}/\text{vòng}$)	
	Thô	Tinh
Gang C415-32	1,4-2,7	0,5-1
Thép 45, 20XГCA	0,35-1,25	0,1-0,3
Hợp kim nhôm đúc	1,4-2,5	1-1,2
Đồng thau	0,9-1,6	0,4-0,8



Hình IV-43 Hình dáng thanh mài khôn

Tùy theo bề mặt lỗ gia công có R của bề mặt làm việc khác nhau. Lớp 1 là lớp có hạt mài (hạt corun, các bit si líc hay kim cương) và chất kết dính. Lớp 2 là lớp đệm và lớp 3 là thân bằng kim loại .

Những thanh mài khôn này được lắp trên rãnh của đầu mài khôn. Nó có chuyển động hướng kính để gây áp lực lên bề mặt gia công nhờ cơ cấu thủy lực hoặc cơ khí.

Kích thước , hình dạng của thanh mài đa dạng. Chúng có trong các số tay tra cứu .

Xem xét đặc tính kỹ thuật của thanh mài khôn.

Thanh mài khôn là một dạng đá mài. Chúng có các đặc tính kỹ thuật như :

- Vật liệu hạt mài.
- Vật liệu chất kết dính.
- Độ hạt
- Độ cứng của thanh mài khôn.
- Cấu trúc.

Mật độ hạt trong thanh mài (chỉ có khi dùng hạt kim cương hay các vật liệu hạt mài siêu cứng tổng hợp).

Ảnh hưởng của những đặc tính kỹ thuật trên đến quá trình cắt, đến năng suất và chất lượng của quá trình mài khôn tuân thủ theo những quy luật đã trình bày khi mài.

Để lựa chọn tối ưu thanh mài khi khôn có chỉ dẫn ở các sổ tay tra cứu về mài khôn.

Thí dụ : Mài lỗ thép đã tôi đạt $\nabla 7$; độ chính xác hình dạng đạt 0,01-0,02mm. Nay muốn dùng mài khôn để đạt $\nabla 9$ thì phải có :

- Lượng dư cho mài khôn (0,01-0,03)mm .
- Dùng thanh mài hạt kim cương có độ hạt như sau :

Để đạt $\nabla 10$ dùng ACO 125/100.B3.100%

$\nabla 11$ dùng ACO 40/28 .B3.100%

$\nabla 13$ dùng ACM 10/7 .B3.100%

- Chế độ cắt khi mài khôn :

$V_{\text{trng}} = 30-40 \text{ m/ph}$. $V_{\text{uáng}} = 3-5 \text{ m/ph}$

áp lực : 6-8 kg/cm² . Thời gian mài khôn từ 0,5-1 phút . Đạt độ chính xác hình dáng 4-8 μm .

- Các dạng mài khôn đặc biệt khác.

★ Mài khôn với chuyển động rung cưỡng bức :

Khác với mài khôn bình thường ở chỗ ngoài các chuyển động quay và tịnh tiến lên xuống của đầu khôn thì đầu khôn hoặc chi tiết còn có chuyển động rung song song với chuyển động tịnh tiến sẵn có .

Chuyển động rung này có tần số $f = 500-800$ lần/phút . Có biên độ $A = 1-12 \text{ mm}$.

Phương pháp này làm tăng sự cao xước của hạt mài, cải thiện điều kiện thoát phoi, tăng hiệu quả của chất làm lạnh bôi trơn trong vùng tiếp xúc.

Kết quả là tăng năng suất và tăng chất lượng quá trình mài khôn.

Song phương pháp này đòi hỏi thiết bị tạo rung động phức tạp.

★ Mài khôn điện hoá học :

Hình III-44 biểu thị sơ đồ mài khôn điện hoá học.

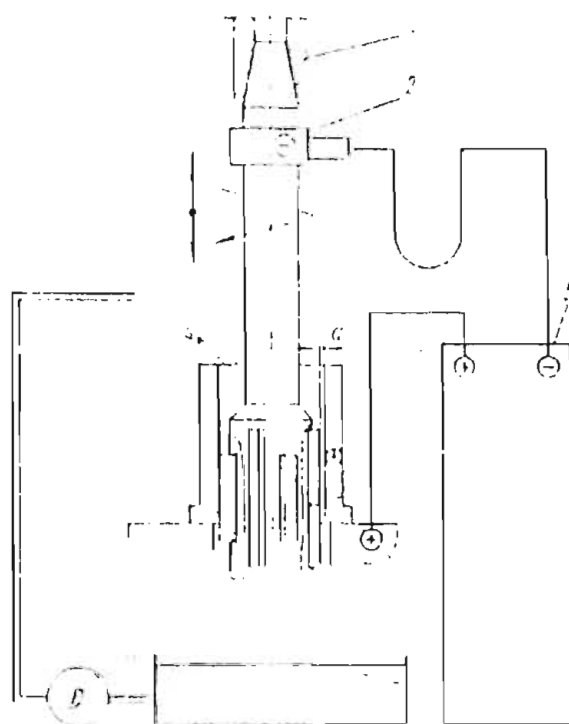
Thanh mài 8 chất kết dính kim loại được nối với cực âm của nguồn điện một chiều. Chi tiết số 6 được nối với cực dương. Bơm 9 bơm dung dịch điện phân vào vùng cắt.

Theo định luật Faraday lớp màng bề mặt chi tiết bị điện phân phá huỷ. Quá trình khôn cắt đi lớp vật liệu có cơ lý tính giảm nhiều . Lực, nhiệt khi khôn nhỏ .

Quá trình bám dính phoi trên bề mặt cắt của thanh mài khôn không có.

Thanh mài không làm việc với tình cắt cao và có độ bền mòn lớn.

Nếu đổi cực (tức là mài khôn nối với cực dương ; chi tiết nối với cực âm) thì quá trình điện phân xảy ra ở chất kết dính kim loại của thanh mài hạt mài nhờ cao khối cơ lý kết dính kim loại . Ma sát giữa chất kết dính và bề mặt gia công giảm.



Hình IV-44 · Mài khôn điện hoá

Hiệu quả quá trình cắt tăng.

Thường dùng trong mài khôn điện hoá :

$$U = (3 \div 30) \text{v}$$

$$I = (0,1 \div 10) \text{ a/cm}^2$$

Chất điện phân : 200gr/lít NaNO_3 , 30gr/lít axit ôlêíc, còn lại là nước.

Mài khôn điện hoá có hiệu quả lớn khi gia công vật liệu có cơ lý cao.

b. Mài khôn mật trụ ngoài :

Những quy luật đã trình bày ở trên khi mài khôn lỗ cũng áp dụng tương tự cho mài khôn mật trụ ngoài.

Đặc điểm quan trọng là khi mài khôn ngoài cần chú ý đến việc tạo ra áp lực đều trên mặt trụ. Lực mài khôn không được làm uốn chi tiết.

Mài khôn mật trụ ngoài có thể sửa được sai số ở tiết diện ngang như độ méo và ở tiết diện dọc như độ côn và độ sóng.

Mài khôn mật trụ ngoài cũng đạt được chất lượng bề mặt như mài khôn lỗ.

c. Mài nghiền :

Để gia công những bề mặt có độ chính xác cao cấp 1, độ nhám bề mặt tương đương cấp 13,14 có thể sử dụng mài nghiền.

Dùng bột mài hạt mịn (thường dùng là hạt các bít si líc , các bít bor và hạt kim cương nhân tạo) trộn với dầu nhớt, mỡ bò, para phin và 1 vài axit hữu cơ.

Hỗn hợp nhào này được bôi lên mặt tiếp xúc của dụng cụ và bề mặt gia công.

Trong chuyển động tương đối giữa dụng cụ và chi tiết các hạt mài cào xước bề mặt gia công. Các vết cào xước nhỏ, mỏng rất ít trùng lặp nhau. Bề mặt được tạo ra có độ chính xác cao và R_a nhỏ ($R_a = 0,2-0,01 \mu\text{m}$)

Phôi trước khi mài nghiền phải có độ chính xác cao và giá trị R_a nhỏ nào đó để sau mài nghiền nâng độ chính xác lên cấp 1 và độ nhẵn lên 2 cấp.

Lượng dư dùng cho mài nghiền không quá 0,03mm cho mài nghiền thô 0,005-0,03 mm cho mài nghiền tinh và 0,005-0,001 cho mài nghiền siêu tinh.

Tốc độ mài nghiền không cao từ 15-40m/ph. Mài nghiền thô có tốc độ lớn hơn mài nghiền tinh.

Áp lực mài nghiền không quá 0,2-0,4MH/m² (2-4kg/cm²)

Độ hạt của hạt mài thường dùng là :

M10 đến M1 (hạt có kích thước trung bình từ 10 đến 1 μm)

Trong chương V đã trình bày những vấn đề cơ bản về chất lượng gia công cơ và khả năng làm việc của chi tiết máy.

Đã xem xét những chỉ tiêu đánh giá về chất lượng như : cấu trúc hình học tế vi (R_a , R_z), độ biến cứng, ứng suất dư, sự biến đổi cấu trúc kim loại lớp bề mặt.

Những yếu tố ảnh hưởng đến chỉ tiêu đánh giá chất lượng được phân tích khá đầy đủ.

Ảnh hưởng của chất lượng gia công bằng cát gọt đến khả năng làm việc của chi tiết máy như :

Độ chịu mỏi, khả năng chống ăn mòn hoá học, độ bền mòn khi ma sát v.v... đã được đề cập.

Những kiến thức trong phần này tạo ra cơ sở để cắt kim loại tạo ra chi tiết có khả năng làm việc tốt.

Cung cấp những tư liệu này, tác giả mong muốn những vấn đề về chất lượng gia công cơ ngày càng được lưu tâm và có vị trí xứng đáng trong lĩnh vực cơ khí của nước nhà.

CẮT VẬT LIỆU PHI KIM

I. MỞ ĐẦU:

Ngoài cắt kim loại và hợp kim, hiện nay trong thực tế còn gặp nhiều dạng gia công bằng cắt các vật liệu phi kim. Có thể giới thiệu ở đây một số nhóm vật liệu phi kim điển hình.

1. Nhóm 1 : Nhóm thực vật : Gỗ, tre, nứa, song, mây .v.v....

2. Nhóm 2: Nhóm khoáng vật : Các loại đá và đá quý.

3. Nhóm 3: Nhóm vật liệu nhân tạo: Thủy tinh, gốm, sứ, chất dẻo và vật liệu Composit.

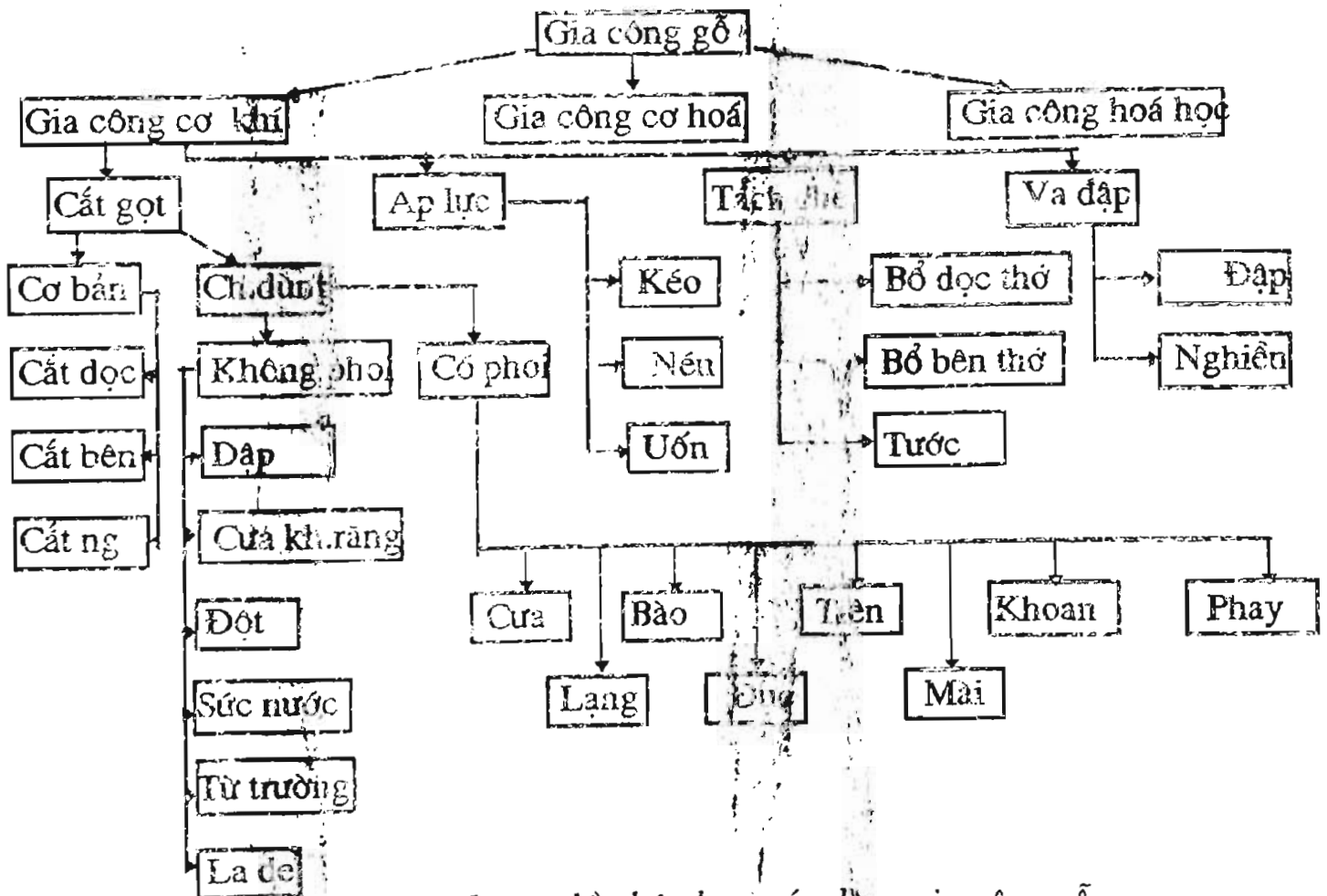
Trong đó: Nhóm 2 chủ yếu gia công bằng dụng cụ mài; Nhóm 3 chủ yếu gia công bằng biến dạng dẻo có tác động của nhiệt độ hoặc cắt bằng mài.

Vì vậy, trong chương này chủ yếu giới thiệu quá trình cắt bằng dụng cụ có lưỡi cho nhóm 1 - nhóm thực vật.

Thành phần chính của nhóm 1 là Xenulô ($C_6H_{10}O_5$)_n. Đặc điểm nổi bật là tính dị hướng rất rõ rệt.

Từ thời xa xưa, con người đã biết sản xuất và sử dụng gỗ, tre, nứa ... phục vụ các mục đích khác nhau. Ngày nay, cùng với sự tiến bộ của xã hội loài người với sự xuất hiện của cuộc Cách mạng Khoa học và Công nghệ, gỗ, tre, nứa... ngày càng cần được sử dụng hiệu quả và hợp lý hơn. Muốn vậy các phải nắm vững các kiến thức về quá trình gia công chúng. Trước hết chúng ta sẽ nghiên cứu quá trình gia công gỗ.

Hiện nay gia công gỗ có thể phân theo sơ đồ như hình 5.1



Hình 5.1: Sơ đồ phân loại các dạng gia công gỗ

* Gia công hoá học là quá trình tạo từ gỗ ra các sản phẩm mà bản chất của gỗ bị thay đổi như sản xuất tủy, đường, giấy.v.v....

* Gia công cơ hoá là dạng gia công kết hợp giữa hoá học và cơ học như gia công áp lực có ngâm tẩm.

Trong phạm vi của chương này chúng ta không xét hai dạng gia công này.

* Gia công cơ khí là quá trình gia công tạo từ gỗ ra sản phẩm bằng cách thay đổi hình dạng, kích thước, còn bản chất của gỗ thì cơ bản không thay đổi. Dạng này có thể phân thành bốn phương pháp chủ yếu: Gia công cắt gọt, gia công áp lực, gia công va đập và gia công tách chẻ.

a) *Gia công áp lực*: không làm phá huỷ mối liên hệ giữa các phân tử của gỗ được gia công mà chủ yếu dùng áp lực để thay đổi hình dạng, kích thước của vật gia công, như uốn, kéo, nén.v.v....

b) *Gia công va đập*: Làm phá huỷ mối liên hệ giữa các phân tử gỗ thành các phần nhỏ hơn, không theo một dạng kích thước hình học quy định trước, như gia công bột gỗ làm giấy, thuốc súng, nghiền sợi.

c) *Gia công tách chẻ*: Làm phá huỷ mối liên hệ giữa các phân tử gỗ theo các lớp mà không theo một hướng nhất định cho trước, như chẻ củi, tước gỗ v.v....

d) *Gia công cắt gọt*: làm phá huỷ mối liên hệ giữa các phân tử gỗ theo một hướng nhất định nhờ dụng cụ cắt. Trong đó chia ra: cắt gọt cơ bản và cắt gọt chuyên dùng. Trong cắt gọt chuyên dùng lại chia ra: có phoi và không phoi.

Cắt gọt cơ bản dùng để nghiên cứu các vấn đề cơ bản khi cắt gỗ và trong phạm vi của chương này chỉ trình bày một số vấn đề liên quan đến cắt có phoi.

II. PHÂN LOẠI QUÁ TRÌNH CẮT GỖ VÀ DỤNG CỤ CẮT GỖ:

So với các quá trình cắt một số nguyên vật liệu khác, quá trình cắt gỗ phức tạp hơn. Vì ở gỗ có cấu trúc không đồng nhất, dị hướng và dị tính; hơn thế nữa trong nhiều dạng gia công gỗ, phoi lại là thành phẩm, để đảm bảo cho phoi trong trường hợp này có chất lượng thì việc nghiên cứu các quá trình cắt chúng thường chia làm hai giai đoạn:

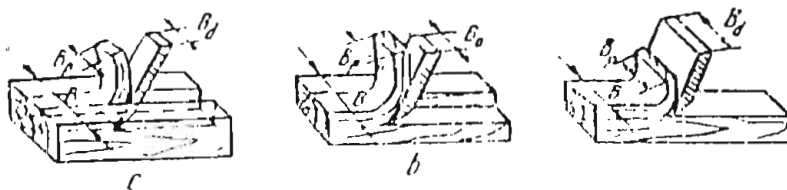
- Giai đoạn 1: Nghiên cứu cắt gọt cơ bản.
- Giai đoạn 2: Nghiên cứu cắt gọt chuyên dùng.

2.1. Cắt gọt cơ bản:

Đặc điểm của dạng cắt gọt này là có hạn chế một số điều kiện của các yếu tố tham gia vào quá trình cắt, nhằm đưa đến dạng gia công bằng cắt đơn giản nhất, để dễ nghiên cứu chúng. Nó có bốn đặc điểm sau đây:

1. Các mặt trước và mặt sau của dao là mặt phẳng; góc cắt và góc sau không đổi trong quá trình cắt.

Nếu quá trình cắt được thực hiện bởi 1 lưỡi cắt chính, có chiều dài lớn hơn chiều rộng phoi, thì được gọi là cắt hỡ (hình 5.2,a).



Hình 5.2: Sơ đồ cắt gỗ a) Cắt hỡ ; b) Cắt nửa kín ; c) Cắt kín.

Nếu quá trình cắt được thực hiện bởi 2 lưỡi cắt, chiều rộng phoi nhỏ hơn chiều rộng phôi, thì được gọi là cắt nửa kín (hình 5.2,b).

- Nếu quá trình cắt được thực hiện bởi 3 lưỡi cắt và chiều rộng phoi bằng chiều rộng dao, thì được gọi là cắt kín(hình 5.2,c).

2. Quỹ đạo chuyển động cắt tương đối là đường thẳng, vận tốc cắt chính và vận tốc chạy dao không đổi, phương của vận tốc cắt vuông góc với lưỡi cắt.

3. Phoi có chiều dày không đổi trong quá trình cắt.

4. Dao chuyển động theo phương vuông góc hoặc song song với chiều của thớ gỗ.

2.2. Cắt gọt chuyên dùng:

Tức là các dạng cắt gọt đã được ứng dụng vào những trường hợp cụ thể, nhằm các mục đích công nghệ nhất định, như cưa, bào, lạng, phay, khoan, băm mảnh v.v.... ở các dạng này, quá trình cắt xảy ra phức tạp hơn, vì số lượng yếu tố tác động vào quá trình cắt nhiều hơn.

2.3. Phân loại dụng cụ cắt gỗ:

Ngày nay có rất nhiều dụng cụ cắt gỗ khác nhau. Có thể phân loại các dụng cụ cắt gỗ thành từng nhóm tương đối gần nhau về tính chất này hay tính chất khác.

Người ta thường phân loại theo các căn cứ sau đây:

1. Theo hình dáng lưỡi cắt, có thể là đường thẳng, đường gấp khúc, đường cong.

2. Theo phương pháp mài sắc, có thể chia ra dụng cụ chuyên mài theo mặt sau, chuyên mài theo mặt trước và mài cả hai mặt trước sau.

3. Theo số lượng lưỡi cắt: dụng cụ 1 lưỡi cắt và dụng cụ nhiều lưỡi cắt.

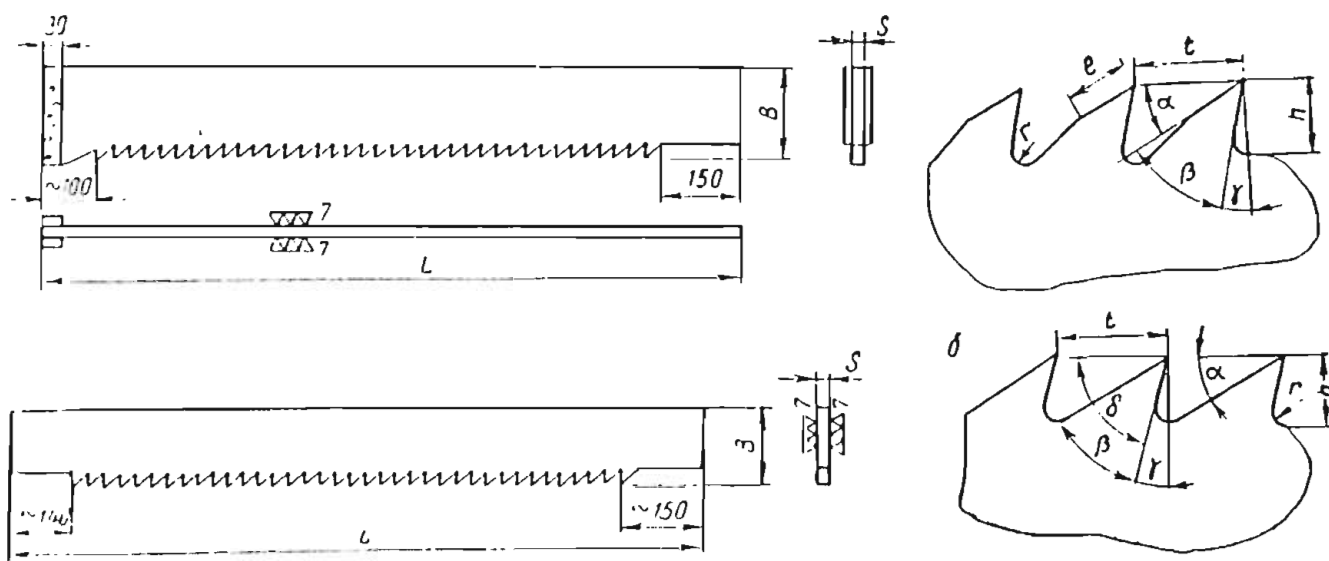
4. Theo dạng cắt gọt, có thể chia thành các loại dụng cụ sau:

* Lưỡi cưa: là loại dụng cụ có nhiều lưỡi cắt, thường có dạng dải mỏng : cưa sọc, cưa vòng v.v...(hình 5.3), dạng đĩa mỏng : cưa đĩa(hình 5.4).

* Dao tiện gỗ, mũi khoan(hình 5.5), dao phay(hình 5.6): về cơ bản có kết cấu giống dụng cụ cắt kim loại cùng tên, nhưng nó có đặc điểm khác biệt rõ nét:

- Giá trị của góc trước và góc sau lớn hơn.

- Giá trị của góc sắc nhỏ hơn.



Hình 5.3: Lưỡi cưa sọc

* Lưỡi xích : thường có nhiều dạng, nó được dùng ở hai khâu cửa ngang và đục lỗ, nó là loại dụng cụ có nhiều lưỡi, thân dụng cụ là những mắt xích, lưỡi dao được gá vào các mắt xích.

* Dao phẳng: là dụng cụ có hình dáng tạo bởi các mặt phẳng, lưỡi cắt thẳng, được sử dụng trên các máy băm nguyên liệu, máy bóc gỗ.v....

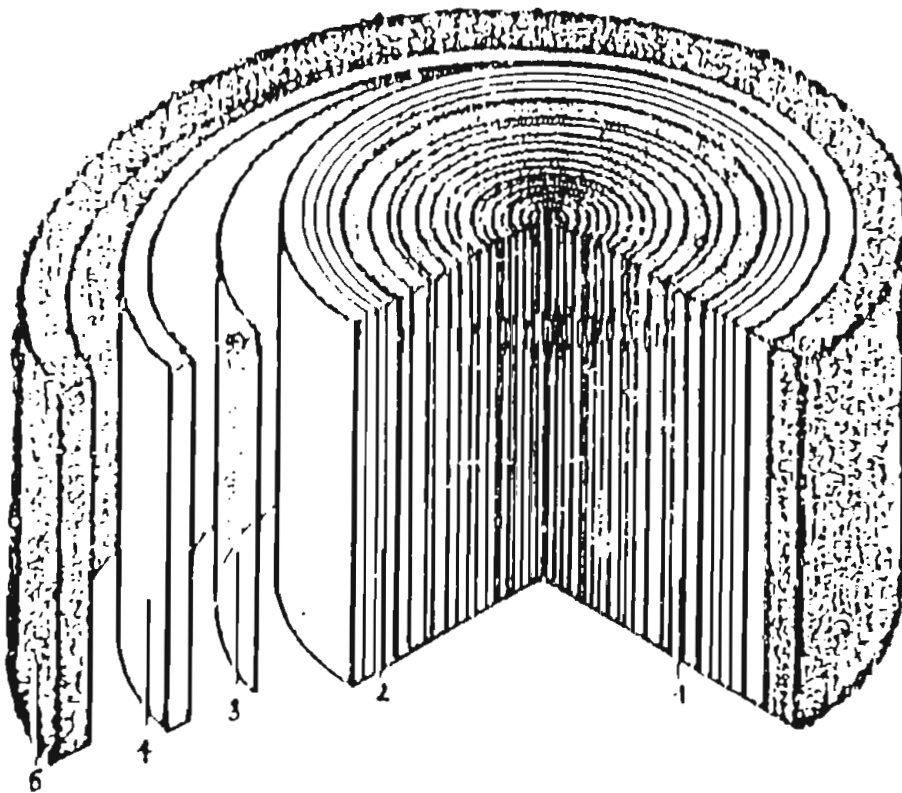
Ngoài ra, còn rất nhiều kiểu loại dụng cụ gia công gỗ bằng cắt khác, chúng được giới thiệu tỷ mỉ hơn ở các tài liệu chuyên khảo về cắt gỗ.

III. NHỮNG TÍNH CHẤT CHÍNH CỦA GỖ ẢNH HƯỞNG ĐẾN QUÁ TRÌNH CẮT:

Gỗ có những tính chất đặc thù của nó. Vì vậy khi gia công gỗ bằng cắt, điều trước tiên cần phải quan tâm là những tính chất chính của gỗ sẽ có ảnh hưởng đến quá trình cắt. Từ đó sẽ giúp chúng ta nghiên cứu các hiện tượng xảy ra khi cắt gỗ, cung cấp các hiểu biết cho việc điều khiển tối ưu quá trình cắt gỗ.

3.1. Cấu tạo thô của gỗ :

1. *Vòng năm và chiều thớ gỗ* : Nếu nhìn vào mặt cắt ngang thân cây (hình 5.7) , thấy gỗ có các lớp đậm , nhạt có chu kỳ tạo thành các vòng khép kín xung quang lõi gỗ . Mỗi chu kỳ tương ứng với thời gian phát triển một năm của cây , gọi là vòng năm hay còn gọi là vòng tăng trưởng hàng năm. Trong một vòng năm , gỗ được phân ra hai phần rõ rệt .



Hình 5.7 Mặt cắt ngang thân cây

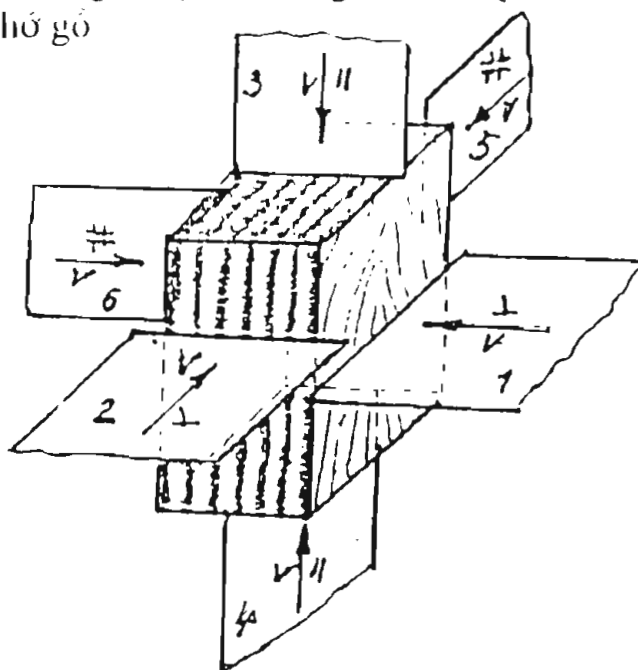
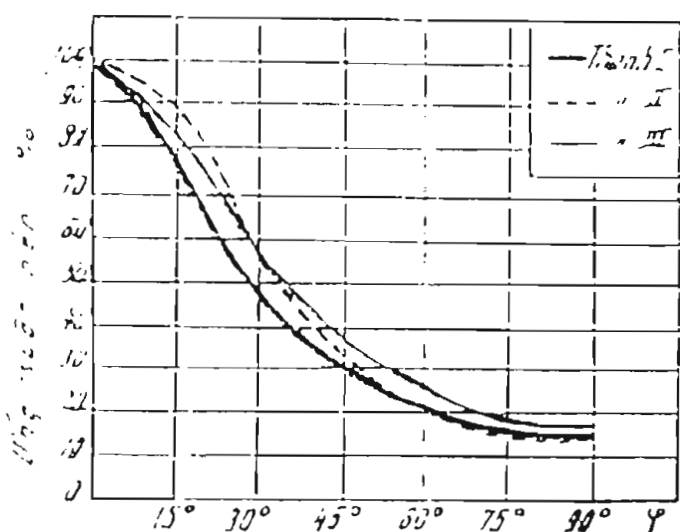
1- Giỏ lõi , 2- Gỗ giác ; 3- Tầng phát sinh ; 4- Lõi ; 5- Vỏ

- * Lớp đầu là lớp gỗ sớm, cơ cấu tạo xốp hơn, mảnh sáng hơn. Nó được sinh ra vào thời kỳ đầu mùa sinh trưởng nên gọi là gỗ sớm.
- * Lớp hai là lớp gỗ muộn, sinh ra vào cuối mùa sinh trưởng có màu thẫm hơn, mật độ tế bào tương đối dày hơn, vào khoảng 0,8 : 25mm.

Ở Việt nam khí hậu bốn mùa không khác nhau nhiều làm cây sinh trưởng quanh năm gỗ sớm, gỗ muộn ít phân biệt nên vòng nam nói chung không được rõ.

Các lớp gỗ này trong cây tạo thành thớ gỗ, để xét ảnh hưởng của chiều thớ gỗ người ta xét quan hệ giữa chiều thớ gỗ với hướng của véc tơ vận tốc cắt v và lưỡi cắt của dao lúc cắt gỗ, được đặc trưng bằng góc gập thớ. Ký hiệu là Φ (xem hình 5.8).

Góc gập thớ (gọi tắt là góc gập) Φ là góc tạo thành giữa hướng của véc tơ vận tốc cắt (hay véc tơ lực cắt) với chiều thớ gỗ



Hình 5.8: ảnh hưởng của góc Φ đến ứng suất nén Hình 5.9: Các trường hợp cắt gỗ cơ bản

Kết quả thí nghiệm của Viện nghiên cứu XAGI cho thấy, nếu thay đổi Φ từ 0° - tức là trường hợp nén dọc thớ - đến $\Phi=90^\circ$, tức là trường hợp nén ngang thớ, ứng suất nén giảm xuống còn khoảng 14% so với khi $\Phi = 0^\circ$. Sự thay đổi này biểu thị gián tiếp ảnh hưởng của thớ gỗ đến quá trình cắt. Xuất phát từ điều này người ta phân ra ba trường hợp cắt gọt gỗ cơ bản:

- * Cắt ngang, có thể là: cắt ngang theo hướng tiếp tuyến I và cắt ngang theo hướng xuyên tâm 2 (hình 5.9) Trong trường hợp cắt ngang, hướng của véc tơ vận tốc cắt và lưỡi cắt đều vuông góc với thớ gỗ.

Cắt ngang ký hiệu (\perp)

- * Cắt dọc - là trường hợp hướng của vận tốc cắt và mặt cắt đều song song với thớ gỗ, còn lưỡi cắt vuông góc với thớ gỗ.

Cắt dọc ký hiệu ($//$)

- * Cắt bên là trường hợp véc tơ vận tốc cắt vuông góc với chiều thớ gỗ, còn lưỡi cắt thì song song với chiều thớ gỗ cắt bên ký hiệu ($\#$)

Ngoài ra , còn có các dạng cắt trung gian là hợp của hai hay cả ba dạng kể trên . Nhưng các nghiên cứu về cắt gỗ chỉ tập trung vào nghiên cứu ba dạng cơ bản đã nêu vì giữa chúng có sự khác biệt lớn về cơ lý tính và do đó đến tính gia công bằng cắt gỗ .

2. Lõi và dác :

Nhìn vào hình 5.7 , thấy có các phần vỏ , giác , lõi , tuỷ , kể từ ngoài vào trong tâm , ở nhiều loại cây , tuỷ tâm không rõ rệt nên chỉ có ba phần chủ yếu : vỏ , dác , lõi .

Sự phân chia lõi , dác phụ thuộc vào kết quả sinh trưởng của cây. Gỗ lõi là do gỗ dác hình thành nên : đây là một quá trình biến đổi sinh , hoá , lý học rất phức tạp ; thường thì phần lõi có màu thẫm hơn ở phần dác . Tính chất cơ học cũng cao hơn, cắt gọt khó hơn . Lực cắt - theo kết quả của các công trình nghiên cứu - cho thấy, tăng từ dác vào lõi từ 8÷10% , có loại cây lực cắt tăng đến 20-25% .

Cũng cần nói rằng , trong nhiều trường hợp , nhất là cây lá rộng ở vùng nhiệt đới , phần lõi và dác không phân biệt rõ ràng .

3. Mất gỗ :

Thông thường có màu thẫm hơn phần gỗ của cây , nó xuất hiện tất nhiên trong quá trình cây sinh trưởng do nhiều nguyên nhân khác nhau. Tính chất cơ lý của mất gỗ khác hẳn với phần thân . Lực cắt tại mất gỗ tăng lên 4÷5 lần so với khi cắt thân cây . Như vậy mất gỗ là một trở ngại khi cắt gỗ .

* Có quan điểm chia gỗ thành hai loại chính :

- ①. Gỗ mềm , hay là các giống tuỷ , gỗ lá kim . Thuộc nhóm này có : thông , tùng , trắc bá diệp , tuyết tùng v.v... chúng thường có lá xanh quanh năm , lá có dạng nhỏ , dài .
- ②. Gỗ cứng (các giống phủ) . Trong nhóm này có : bạch dương , dẻ gai, phong , tần bì v.v... Hầu hết đều có lá to và rộng , thường bị rụng vào các thời điểm khác nhau trong năm.

3.2. Thành phần hoá học của gỗ.

Các chất cấu tạo nên gỗ là các chất hữu cơ (99÷99,7%), cho nên thành phần hoá học của gỗ gồm 4 nguyên tố chính là : Các bon (C) , hi đrô (H), ô xy (O) và ni tơ (N) . Hàm lượng bình quân của các bon là 50% , hiđrô là 6,4% , ô xy là 42,6% và ni tơ là 1% (bảng 5-1).

Bảng 5-1: Thành phần nguyên tố hoá học của gỗ theo V.M.Nhi Kitin

Loại cây	Hàm lượng (%)			
	C	H	O	N
Thông	49,5	6,5	43,2	0,8
Vân sam	51,0	6,2	41,9	0,9
Giẻ	50,4	6,1	42,4	1,1
Liễu	51,6	6,3	41,2	0,9
Bạch dương	50,4	6,4	42,2	1,0

Chúng tạo ra các chất trong gỗ gồm 2 loại :

- ★ Loại thứ nhất gồm xenlulô , linhin , ghemixenlulô là những chất tạo ra vách tế bào.
- ★ Loại thứ hai là những chất dầu nhựa , chất màu, tanin (chất chát) , chất béo, tinh dầu v.v... tồn tại trong ruột tế bào.

Trong đó xenlulô và linhin là hai thành phần cơ bản nhất cấu trúc nên vách tế bào , hàm lượng của nó có sự biến động tùy theo loại cây (xem bảng 5-2).

Bảng 5-2. Hàm lượng xenlulô và linhin trong gỗ ở Việt nam

Loại gỗ	Xenlulô (%)	Linhin (%)
Ngát	53,85	32,25
Trám	50,70	24,24
Ràng ràng	45,49	33,41
Re	44,51	34,54

- ★ Xenlulô nguyên chất có màu trắng , không mùi , không vị , cấu tạo dạng sợi khối lượng riêng là 1,55g/cm³ . Nhiệt độ nóng chảy - 0,327Kcal/kg . Không tan trong nước , axêton, ête và các dung môi thông thường.

Công thức hoá học của nó là $(C_6H_{10}O_5)_n$; n > 200.000 . Vì có nhiều xenlulô cho nên gỗ và tre nứa được xem là nguyên liệu chủ yếu để chế tạo xenlulô và hiện nay hầu hết các nước trên thế giới dùng gỗ và tre , nứa làm nguyên liệu trong công nghiệp giấy và nhân tạo.

- ★ Linhin : là một chất dạng bột màu nâu xám , thuộc loại cacbua vòng cao phân tử . Thành phần cấu tạo của nó rất phức tạp , hiện nay vẫn chưa xác định được công thức cấu tạo, bởi vì linhin được tách ra nghiên cứu khác với linhin ở trạng thái liên kết trong gỗ . Công thức sau đây được nhiều nhà hoá học công nhận : $C_{42}H_{32}O_5(C_6H)_5(OCH_3)_{10}$.

3.3. Cơ tính của gỗ .

3.3.1. Tính chất lý học của gỗ :

Trong quá trình cắt gọt gỗ , tính chất lý học của gỗ ảnh hưởng trực tiếp và vô cùng phức tạp , cho đến nay vấn đề này vẫn chưa được nghiên cứu đầy đủ . Dưới đây chỉ đề cập đến những tính chất lý học chủ yếu của gỗ có ảnh hưởng đến quá trình cắt .

1. Độ ẩm :

Độ ẩm trong gỗ dao động trong phạm vi từ một trạng thái khô tuyệt đối đến điểm bão hoà của nước trong các tế bào gỗ . Nó (độ ẩm) ảnh hưởng mạnh đến quá trình cắt gọt.

Thí dụ : ở độ ẩm W=5% gỗ thông có ứng suất nén 9.10^3 N/cm², khi độ ẩm W = 30% . ứng suất nén của gỗ thông chỉ còn 2.10^3 N/cm² - tức là giảm 80% . Như

vậy việc tăng hay giảm độ ẩm của gỗ dẫn đến thay đổi tính chất cơ học của gỗ và tất nhiên các hiện tượng xảy ra trong quá trình cắt gọt cũng thay đổi theo.

Theo số liệu thí nghiệm của Wilson - 1962, mối quan hệ giữa độ bền với độ ẩm của gỗ có thể biểu diễn theo công thức sau:

$$A_w = 10^{a-bW} \quad (5-1)$$

Trong (5.1) .

A_w - độ bền khi độ ẩm là W .

a, b - các hệ số không đổi đối với mỗi loại gỗ và $b \approx \frac{\log \frac{A_{12}}{A}}{W_{max} - W_{12}}$

W - độ ẩm của gỗ ở thời điểm thí nghiệm.

W_{max} - độ ẩm lớn nhất của gỗ, có giá trị khác nhau tùy thuộc vào loại gỗ. (bảng 5-3).

Bảng 5-3 : Độ ẩm W_{max} của một số loại gỗ.

Tên loại gỗ	$W_{max}^{(*)}$	Tên loại gỗ	W_{max}
Cây tân bì trắng	24	Cây lá to phía tây	28
Bạch dương vàng	27	Thông đỏ	24
Dẻ Mỹ	24	Thông vùng đất cũ	21
Thông Oregon	24	Thông bạc	27

A_{12} - độ bền ở độ ẩm 12%.

W_{max} độ ẩm lớn nhất (theo bảng 5-3) . Nếu không có trong bảng lấy 25%.

W_{12} - độ ẩm của gỗ là 12%.

A - độ bền của gỗ vừa chặt

A_{12}/A tỉ số lấy từ (bảng 5-4) , theo số liệu thực nghiệm của tài liệu Forest Products Laboratory .1955 . Wood Handbook Agriculture Handbook No 72 .

Mặt khác :

- Khi độ ẩm là W_2 , độ bền của gỗ là A_2 (giả sử đã có) . Cần tìm độ bền của gỗ ở độ ẩm W_3 là A_3 . Để thấy :

Từ công thức (5-1) : $\log A_2 = a - b.W_2$

và $\log A_3 = a - b.W_3$

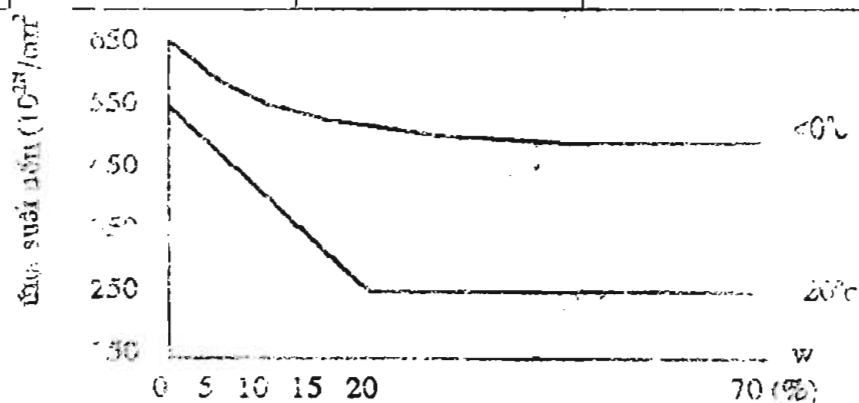
hay $\log A_3 - \log A_2 = -b (W_3 - W_2)$

Suy ra : $\log A_3 = \log A_2 + (W_2 - W_3)b$ (5-2)

Từ (5-2) , thay b , sẽ xác định độ bền A_3 ở độ ẩm W_3 cần tìm .

Bảng 5-4: Trị số A_{12}/A và sự thay đổi độ bền khi thay đổi độ ẩm của gỗ

Độ bền	Cây lá rộng A_{12}/A	Cây lá kim A_{12}/A	Phần trăm trung bình của sự thay đổi độ bền khi thay đổi độ ẩm 1%
A. Uốn tĩnh			
- Giới hạn độ bền	1,59	1,61	4
- Mô đun đàn hồi	1,31	1,28	4
B. Sự nén dọc thớ			
- Ứng suất của các thớ trong miền đàn hồi .	1,74	1,86	5
- Giới hạn độ bền .	1,95	1,97	6
C. Sự nén ngang thớ			
Ứng suất trong giới hạn đàn hồi .	1,84	1,96	5,5
D. Sự kéo ngang thớ			
- Giới hạn độ bền .	1,20	1,23	1,5
E. Sự trượt dọc thớ			
- Giới hạn của độ bền	1,43	1,37	3
F. Độ cứng			
- Mặt đầu	1,55	1,67	4



Hình 5.10: Quan hệ giữa độ bền uốn và độ ẩm của gỗ

Theo Xap-kốp , khi độ ẩm tăng từ 5% đến gần 30% , ứng suất uốn tĩnh giảm nhanh, nhưng sau đó có thể xem không đổi (xem hình 5.10).

Theo Pe-xốp : Nếu lấy ứng suất phá huỷ gỗ khô là 100% thì gỗ ướt chỉ còn 57%.

2. Khối lượng riêng của gỗ:

Khối lượng riêng tuyệt đối của bất cứ loại gỗ nào cũng gần bằng nhau là: $1,54\text{g/cm}^3$ Song do ảnh hưởng của nhiều yếu tố: Độ ẩm, nhiệt độ, v...mà khối lượng riêng của gỗ có thay đổi. Theo Lê-ôn chép thì khi khối lượng riêng tăng

lên, độ bền của gỗ cũng tăng theo (xem hình 5.11). Tuy vậy, có một số loại gỗ có khối lượng riêng không lớn, nhưng do cấu tạo của gỗ, lại rất khó gia công như: Ngát, ràng ràng, bạch đàn dỏv.v....

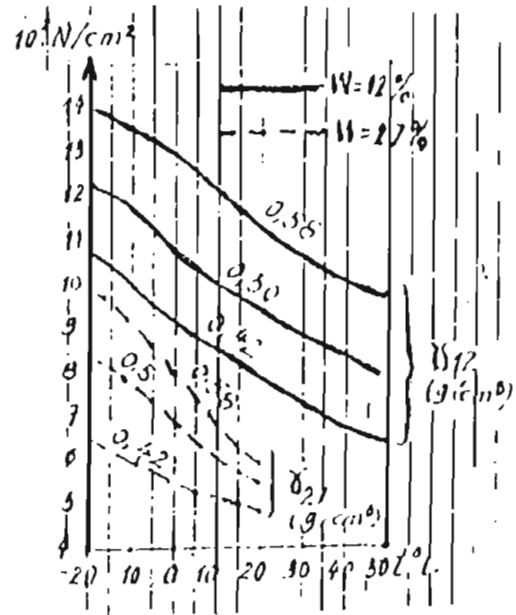
3.3.2. Tính chất cơ học của gỗ:

Cắt gỗ thực chất là một quá trình gây biến dạng đến phá huỷ một bộ phận của gỗ hoặc toàn bộ. Vì vậy, cần phải nghiên cứu một số tính chất cơ của gỗ.

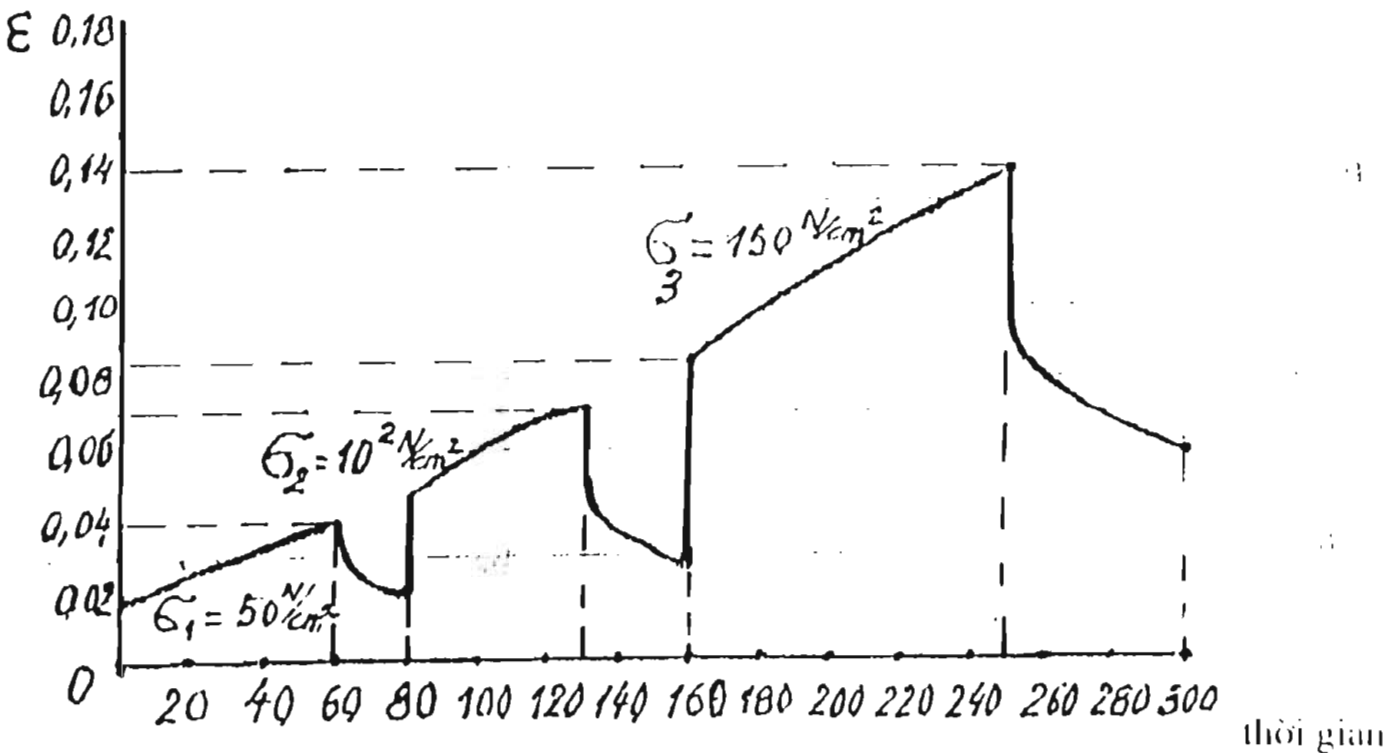
1. Biến dạng của gỗ:

Gỗ là hợp chất hữu cơ tự nhiên mang ba tính chất : đàn hồi , dẻo , dai và do cấu tạo không đồng nhất , nên hiện tượng biến dạng của gỗ không giống nhau theo các chiều của thớ gỗ .

Nhiều nhà nghiên cứu cho rằng : gỗ là loại vật liệu đàn - dẻo , cho nên sự phụ thuộc giữa ứng suất và biến dạng đàn hồi tương đối không hoàn toàn tuân theo định luật Húc (xem hình 5.12).



Hình 5.11: Sự phụ thuộc giữa ứng suất phá huỷ vào khối lượng riêng của gỗ.



Hình 5.12: Quan hệ giữa thời gian tác dụng lực và ứng suất trong miền đàn hồi

Theo Uglep B.H , biến dạng tương đối của gỗ được xác định theo công thức :

$$\epsilon = \frac{\sigma}{E} + \sigma \left(\frac{1}{H} - \frac{1}{E} \right) \cdot e^{-\frac{E \cdot T}{H \cdot n}} \quad (5-3)$$

Trong đó :

ϵ - biến dạng tương đối .

σ - ứng suất [N/cm^2]

E- mô đun đàn hồi của gỗ [N/cm^2] trong thời gian dài .

H - mô đun đàn hồi tức thời [N/cm^2]

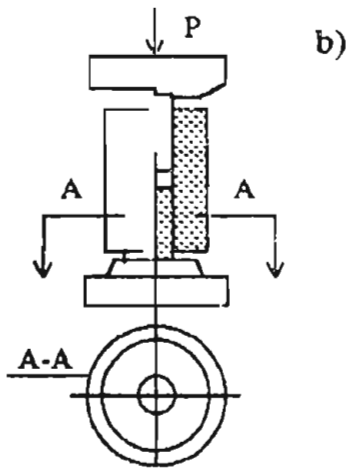
T- thời gian tác dụng của ngoại lực .

n - thời gian đàn hồi .

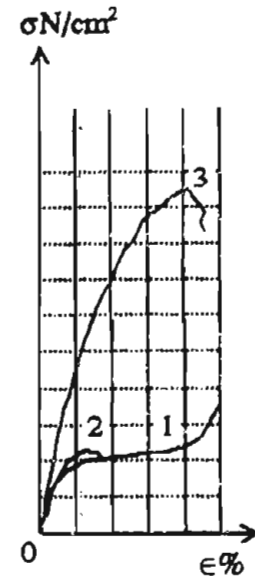
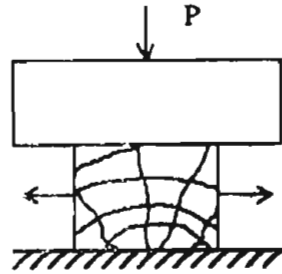
e- cơ số lôgarit tự nhiên .

2. Ứng suất nén:

Gỗ có cấu tạo xốp , khi nén , nó có hiện tượng co lại theo chiều tác dụng của lực nén , mặt khác theo chiều vuông góc với chiều của lực nén , gỗ lại có xu hướng nở ra. Vì thế , người ta chia quá trình nén gỗ thành hai trường hợp (xem hình 5-13).



b)



Hình 5.13: Quá trình nén hơi(a)
và nén kín gỗ(b).

Hình 5.14: Đồ thị ứng suất

1- Nén ngang thớ

2- Nén tiếp tuyến

3- Nén dọc thớ

3. Độ cứng của gỗ :

Độ cứng dùng để biểu thị khả năng chống lại tác dụng của ngoại lực khi ép một vật thể cứng (thép đã tôi) vào gỗ làm cho nó bị biến dạng dẻo.

Độ cứng của gỗ là sự thể hiện " độ chặt " (mật độ) của gỗ .

Cấu tạo của gỗ càng chặt chẽ thì độ cứng của gỗ càng cao. Độ cứng của gỗ chia làm hai loại :

- Độ cứng tĩnh - xác định gần giống như độ cứng Brinen .

- Độ cứng sung kích - giống như độ cứng So trong kim loại .

Độ cứng của gỗ có sự liên hệ rất mật thiết đến sức bền nén của gỗ và do đó sẽ ảnh hưởng đến lực cắt gỗ .

Bảng 5-5: Độ cứng tĩnh của một số loại gỗ của Việt nam

Loại gỗ	Tên khoa học	Nơi sinh trưởng	Độ cứng tĩnh (10^5N/m^2)		
			Mặt cắt ngang	Mặt cắt tiếp tuyến	Mặt cắt dọc
Giẻ cau	Quercus platycally Hickel	Tung nguyên	771	709	679
Giẻ cướng	Quercus chrysoealy	Yên bái	875	815	643
Kháo vàng	Machilus boni Hlec	Y. bái - Lang sơn	484	360	355
Lát hoa	Chukrasia tabularis A. Jus	Lang sơn	574	454	473
Lim xanh	Erythrophloeum fordii oliver	Hà Tĩnh	1080	925	913

Căn cứ vào độ cứng tĩnh trên mặt cắt ngang của gỗ, người ta phân gỗ thành 6 hạng.

Bảng 5-6: Độ cứng của gỗ theo mặt cắt ngang.

Hạng	Tên gọi	Tiêu chuẩn (10^5N/m^2)
I	Rất cứng	>1000
II	Cứng vừa	651 - 1000
III	Trung bình	501 - 650
IV	Mềm vừa	351 - 500
V	Mềm	201 - 350
VI	Rất mềm	< 200

IV. THÔNG SỐ HÌNH HỌC VÀ VẬT LIỆU CHẾ TẠO DỤNG CỤ GIA CÔNG GỖ:

4.1. Thông số hình học:

Như đã trình bày ở phần II, về kết cấu, dụng cụ cắt gỗ cũng có các bộ phận tương tự như các dụng cụ cắt kim loại.

- Hình dạng mặt trước có thể là mặt phẳng, mặt cong.

- Hình dạng mặt sau có thể là mặt phẳng, mặt cong có hơi lụng và không lụng.

- Đặc biệt, do cơ - lý - hoá tính của gỗ khác hẳn với kim loại (như đã trình bày ở phần III) nên thông số hình học của dụng cụ cắt gỗ có những đặc điểm khác với thông số hình học của dụng cụ cắt kim loại, cụ thể:

* Góc trước và góc sau có giá trị lớn; góc sắc có trị số nhỏ. Giá trị trong phạm vi:

$$\gamma = 20^\circ - 45^\circ; \alpha = 10^\circ - 35^\circ; \beta = 25^\circ - 45^\circ$$

Các giá trị cụ thể của góc trước, góc sau và góc sắc tùy theo từng loại dụng cụ cắt gỗ sẽ có trị số xác định.

4.2. Vật liệu chế tạo dụng cụ gia công gỗ:

Hiện nay, có rất nhiều loại vật liệu được dùng để chế tạo dụng cụ cắt gỗ. Trên bảng 5-7 giới thiệu một số loại vật liệu thông dụng nhất.

Bảng 5-7: Những vật liệu thường dùng cho các loại dụng cụ trong gia công gỗ bằng cắt

Tên dụng cụ	Mác vật liệu	Mác VL thay thế	Độ cứng (HRC)
Cưa sọc	9XΦ, 85XΦ, 65XΦ		
Cưa đĩa	9XΦ, 85XΦ, 65XΦ	X15	40-45
Lưỡi bào	85XΦ, 9XBΦ	Φ15	39-44
Dao phay	X6BΦ, 9XBΦ, P9, P18	X12Φ, XBΓ, Y8A, Y10A	38-48
Cưa vòng	85XΦ	Y10A	48-52
Dao phẳng	9XC	Y8A	56-60
Dao chuốt vỏ	9XC	Y9A	56-60
Lưỡi cạo	85XΦ	Y9A	56-60
Mũi khoan	X6BΦ, 9XBΦ, P9, P4	85XΦ, 9XC, BΓ, Y10A	52-58
Lưỡi đột	X6BΦ, 9XB4, P9, P18	85XΦ, 9XC, Y9A	52-58
Cưa xích	85XΦ		47-52
Dao tiện	P9, P18, 9XB5Φ	12XΦ, 9XC, Y9A	62-64

Ngoài các loại vật liệu đã được giới thiệu ở trên, hiện nay còn sử dụng các loại mảnh HKC như: BK6M, BK6, BK8, BK10, BK15, BK20 và một số loại thép dụng cụ đặc chủng, như: Stenit 2, Stenit 3, Xoromaitơ. Nhóm thép đặc chủng có đặc điểm Hàm lượng Cr chiếm từ 2% - 32%, Ni chiếm từ 2 - 4%.

Mặt khác, cũng như vật liệu dụng cụ cắt kim loại, trên các nước tiên tiến, người ta đang tìm cách phun phủ lên bề mặt dụng cụ gia công gỗ một lớp mỏng vật liệu tổng hợp siêu cứng để vừa đáp ứng được quá trình cắt gỗ và đập mạnh khi gia công gỗ và nâng cao tuổi bền của dụng cụ.

V. XÁC ĐỊNH LỰC CẮT GỖ:

Cũng như khi cắt kim loại, lực cắt phát sinh do sự cản trở của gỗ khi bị biến dạng nén nó bởi dụng cụ cắt. Lực cắt rất khác nhau khi dạng gia công khác nhau. Thông thường người ta nhận thấy rằng: Lực cắt trong quá trình cắt ngang là lớn hơn cả. Tất nhiên nó còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nữa. Dưới đây ta xét trường hợp lực cắt cho quá trình cắt ngang.

5.1. Các dạng tạo phoi khi cắt ngang thô:

Theo W.M. McKenzie, sự phá huỷ khi cắt ngang thẳng ở mặt đầu được phân làm hai dạng chính:

- Dạng I (xem hình 5.15): với dạng này phoi gỗ được hình thành do ứng suất cắt đủ lớn, ở phía dưới bề mặt gia công có vết nứt, nằm song song với các thớ gỗ

Bên dưới mặt gia công , sự phân chia chủ yếu do ứng suất uốn , những bề mặt bị phá huỷ so với nguyên dạng .

Dạng II (xem hình 5.16) : phoi gỗ được hình thành tương tự dạng I , song phía dưới mặt gia công gỗ bị bể gãy do uốn , sự phá hoại bề mặt rất nghiêm trọng .

Sự hình thành và phân chia phoi trong quá trình cắt ngang thớ dựa trên các cơ sở sau : các sợi Celluloze được phân chia (cắt) do bị uốn , nên vượt quá giới hạn độ bền cho phép .

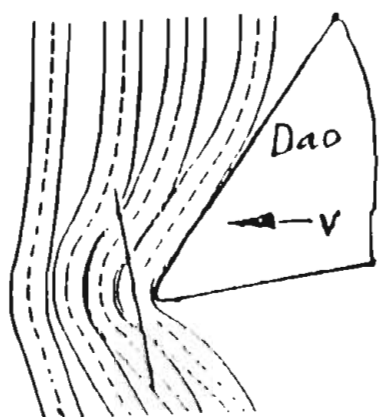


Hình 5.15: Tạo phoi dạng I

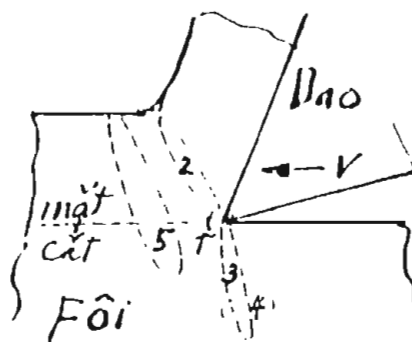


Hình 5.16 . Tạo phoi dạng II

Sự uốn nên càng rõ rệt khi lưỡi dao càng cùn ; khi mới cắt $\rho = 5 - 10 \mu\text{m}$, trong khi đó , độ dày của vách tế bào gỗ từ $2-20\mu\text{m}$. Nếu bán kính cong ρ của dao nhỏ hơn chiều dày của vách tế bào thì dễ dàng sinh ra áp suất đủ lớn để tạo thành phoi . Nếu ρ lớn hơn nữa thì trước khi đạt được áp lực đủ lớn đã gây uốn cong các vách tế bào (xem hình 5.17) . Quá trình này được biểu diễn theo hình 5.18.



Hình 5.17: Dao cắt nên cong sợi Celluloze dẫn đến phá huỷ



Hình 5.18 : Các vùng có thể bị phá huỷ

Đặc tính phá huỷ ở vùng 1 đã được giới thiệu ở trên và trên hình 5.17 đã mô tả kỹ

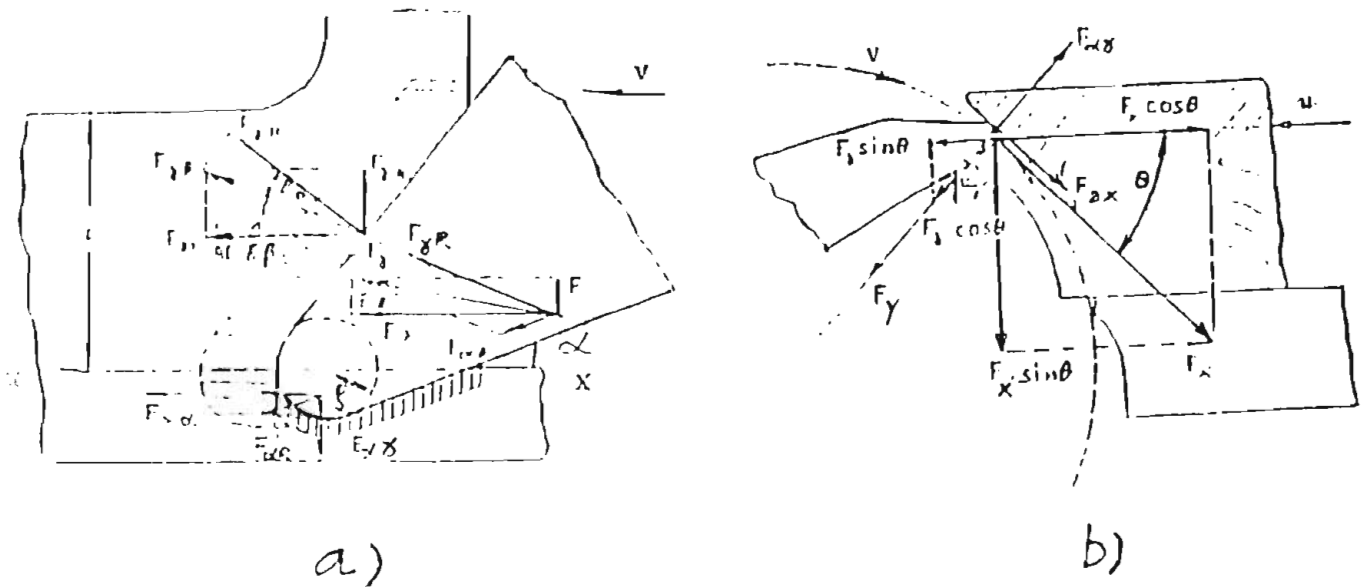
Sự phá huỷ ở vùng 2 hình như có phụ thuộc vào các lực dịch chuyển dọc thớ từ lưỡi cắt đến bề mặt của dao.

Sự phá huỷ ở vùng 3 xảy ra đồng thời với các phá huỷ ở trong vùng 2 , được gây nên bởi các ứng suất cắt . Sự phá huỷ ở vùng 5 xảy ra ở phía trước của dao là do sự lan truyền các biến dạng từ các vùng 1,2,3.

Cũng tương tự như vậy, các phá huỷ ở vùng 4 là do sự lan truyền biến dạng từ vùng 1 và 3 và nó phụ thuộc rất nhiều vào khả năng chịu uốn của gỗ được cắt.

5.2. Mô hình xác định lực cắt :

Việc phân tích và tính toán lực cắt rất phức tạp, vì vậy việc mô hình hóa và đơn giản hoá là rất cần thiết. Một trong những mô hình đáng được lưu ý là của A.L. Be sat - ski. Ông cho rằng lưỡi cắt không phải là đường thẳng mà là mặt cong có bán kính ρ nên sự phân chia ranh giới giữa phôi và phoi tại chỗ xa nhất của bán kính cong ρ theo hướng của vận tốc cắt v . Quỹ đạo của đường này là mặt phân cách X-X, phía trên chỗ tiếp giáp với mặt trước của dao gọi là khu vực I, phía dưới nằm thuộc vào phôi gọi là khu vực II (xem hình 5.19).



Hình 5.19 : Mô hình hoá lực cắt khi cắt thẳng (a) và khi cắt quay (b)

Trên khu vực I, lực tác dụng được xem là đồng nhất và tập trung theo một phương nhất định. Lực tác dụng lên mặt trước của dao gồm hai thành phần chính : Lực pháp tuyến F_{yN} và lực ma sát F_{yT} . Lực tác dụng lên mặt trước được phân tích thành hai thành phần theo phương x-x và y-y như sau:

$$\vec{F}_{yR} = \vec{F}_{yN} + \vec{F}_{yT}$$

và

$$\vec{F}_{yR_x} = \vec{F}_{yN_x} + \vec{F}_{yT_x}$$

$$\text{dễ thấy : } F_y = F_{yN} \cdot \text{tg}(90^\circ - \delta - \psi) \quad (5-4)$$

Trong (5-4): δ - góc cắt [độ]

ψ - góc ma sát [độ]

Tương tự như trên, tại khu vực II, ta có :

$$\vec{F}_{oR} = \vec{F}_{oN} + \vec{F}_{oT} \quad (5-5)$$

$$\vec{F}_{oR_x} = \vec{F}_{oN_x} + \vec{F}_{oT_x} \quad (5-6)$$

$$\text{Suy ra: } F_{\alpha X} = F_{\alpha Y} \cdot \mu_\alpha \quad (5-7)$$

Trong (5-7): μ_α - hệ số kể đến ảnh hưởng của lực ma sát và sự biến dạng đàn hồi

Khi đó lực tác động lên chêm cắt :

$$\vec{F}_R = \vec{F}_{\gamma R} + \vec{F}_{\alpha R} \quad (5-8)$$

Nếu lưỡi cắt của dao nằm nghiêng 1 góc ω so với trục của lò gá dao thì nó còn chịu thêm thành phần lực chiều trục \vec{F}_0 . Như vậy ta có :

$$\vec{F}_R = \vec{F}_{\gamma R} + \vec{F}_{\alpha R} + \vec{F}_0 \quad (5-9)$$

Để tiện nghiên cứu, ta phân tích \vec{F}_R theo 3 phương trong hệ tọa độ để các 3 chiều oxyz :

$$\vec{F}_R = \vec{F}_d + \vec{F}_n + \vec{F}_0 \quad (5-10)$$

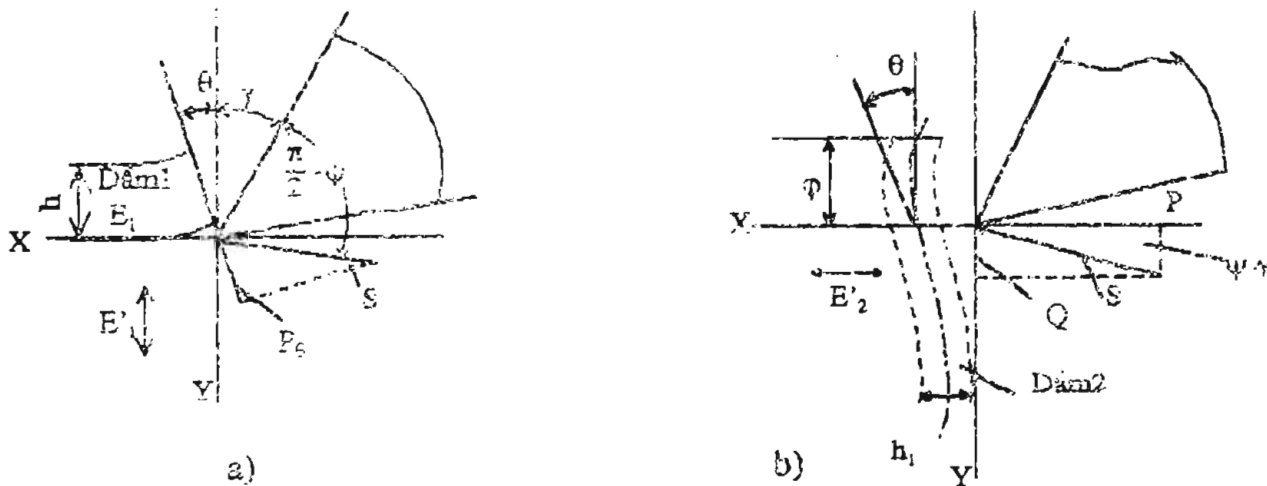
Trong (5-10) :

\vec{F}_d - được đo theo phương oy - phương thẳng đứng.

\vec{F}_n - được đo theo phương ox - phương nằm ngang với bàn máy, hay song song với phương của chuyển động chạy dao.

\vec{F}_0 - đo theo phương vuông góc với \vec{F}_d & \vec{F}_n .

Một mô hình khác khi tính toán lực cắt gỗ đáng quan tâm là mô hình do W.M.Mc kenzie đề xuất. Ông làm một mẫu trên cơ sở một dầm kép (hình 5.20).



Hình 5.20 - Mô hình xác định lực cắt bằng hai dầm dãn hơi
a - Dầm 1 ; b - Dầm 2

Góc ma sát ψ là góc giữa đường thẳng vuông góc với mặt trước của dao và lực cắt tập trung. Do dầm 1 của mẫu này chịu ứng suất dọc thớ không cách xa lưỡi cắt và các thớ bị xô lệch, nên các ứng suất nằm dưới 1 góc θ so với trục y. Dầm 1 thiết lập mối quan hệ giữa lực cắt và các ứng suất kéo trong các thớ kề cận với lưỡi cắt. Dầm 2 nêu mối quan hệ giữa lực cắt và sự xô lệch góc θ của các thớ này. Sau khi sử dụng hai dầm này và xác định bằng thực nghiệm, W.M.Mc kenzie đã đưa ra công thức :

$$P = \frac{b + \sqrt{b^2 + 4a^* \cdot c}}{2a^*} \quad (5-11)$$

Trong (5-11):

$$b = \sin(\psi - \gamma)$$

γ - góc trước [độ]

ψ - góc ma sát, nhận được từ quan hệ:

$$\frac{Q}{P} = \operatorname{tg}(\psi - \gamma) \quad (5-12)$$

Trong đó: Q - lực pháp tuyến.
 P - lực tiếp tuyến.

Bảng thực nghiệm, xác định được $\psi = 24,6^\circ \div 37,9^\circ$ (xem bảng 5-8)

$$a^* = \frac{1440}{B \cdot E'_2} \left(\frac{E_2}{E_2} \right)^{1/3} \cdot D_{\lambda h}^2$$

$$\lambda = 10 \left(\frac{E_2}{E_2} \right)^{1/3}$$

$$D_{\lambda h} = e^{-\lambda h} \cdot \cos \lambda \cdot h$$

E'_2 - mô đun đàn hồi của đế khi nén ngang thớ gỗ, bằng $4,1E_T$ (trị số E_T tra bảng 5-8).

E_2 - mô đun đàn hồi khi uốn, bằng E_L (trị số E_L tra bảng 5-8).

B - chiều rộng của dầm.

h - chiều dày của dầm bằng chiều dày phôi.

$$C = \frac{0,424 \cdot B \cdot h \cdot \sigma_{Bp} \cos(\psi - \gamma)}{\left(\frac{E_1}{E_1} \right)^{1/3}} \quad (5-13)$$

Trong đó: σ_{Bp} - giới hạn bền kéo dọc thớ (xem bảng 5-8)

E'_1 - mô đun đàn hồi của đế (phôi) khi kéo dọc thớ bằng $0,32E_L$ (xem bảng 5-8).

E_1 - mô đun đàn hồi khi uốn; bằng E_T .

Sau khi thay các giá trị vào (5-11) sẽ tính được lực tiếp tuyến P , thông qua công thức (5-12) sẽ tính được Q - lực pháp tuyến với phương chuyển động của dao.

Thực nghiệm đã xác nhận tính chính xác của các công thức nêu trên, nhưng chúng có các nhược điểm:

- Các hệ số phải xác định bằng thực nghiệm và vì vậy mới chỉ xác định cho một số loại gỗ.
- Các công thức quá phức tạp.

5.3. Ảnh hưởng của một số yếu tố đến lực cắt:

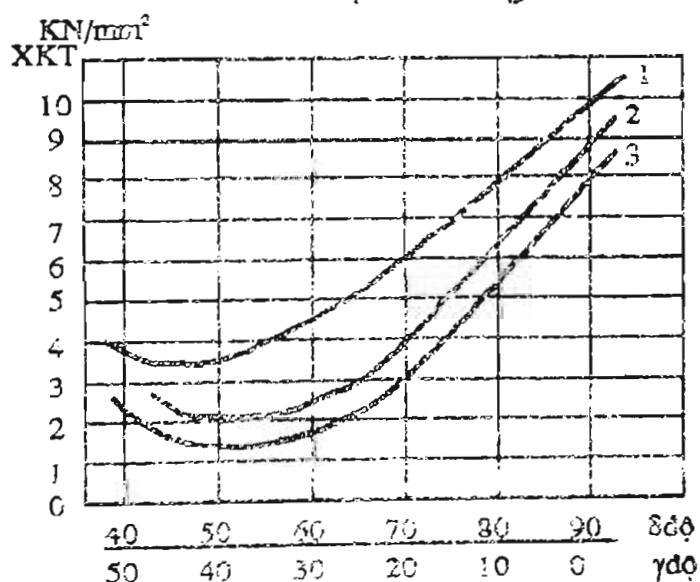
1) Thông số hình học của dụng cụ cắt:

* Góc trước: Nếu chọn góc sau cố định, khi thay đổi góc trước chính là thay đổi góc sắc và góc cắt. Khi tăng góc trước $\gamma < 30^\circ$, lực cắt sẽ giảm. Nhưng nếu tiếp

Bảng 5-8 : Các giá trị thực nghiệm dùng để tính lực cắt gỗ

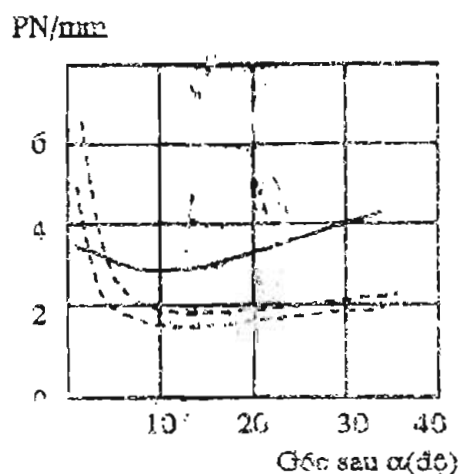
Loại gỗ	Độ ẩm %	Modun đàn hồi dọc thớ E_L KG/cm ²	Modun đàn hồi ngang thớ E_T KG/cm ²	Giới hạn bền kéo dọc các thớ gỗ KG/cm ²	Góc ma sát khi cắt độ
Thông ngọt	4	108.000	4370	967	31,6
	Bão hoà	93.200	1890	714	28,4
Bạch dương vàng	4	143.500	8050	1950	27,4
	Bão hoà	99.400	2240	1200	23,2
Tân bì trắng	4	101.000	9180	1475	37,5
	Bão hoà	87.500	4820	833	24,6
Thông trắng ph. Đông	5	86.900	5210	911	33,9
	Bão hoà	70.000	1610	550	31,3
Gỗ tuy lỳ	5	110.500	6920	1035	24,6
	Bão hoà	85.500	1970	700	35,9
Cây Phong cứng	5	128.000	7700	1700	37,9
	Bão hoà	108.500	2490	1183	29,6

tục tăng góc trước, làm góc sắc giảm đi, độ cứng vững của dao giảm xuống, dễ gây mẻ lưỡi cắt, làm lực cắt tăng. Tốt nhất nên chọn $\gamma = 17^\circ - 35^\circ$ (hình 5.21).



Hình 5.21: Ảnh hưởng của γ đến lực cắt

1 - Gỗ mềm 2 - Gỗ cứng 3 - Gỗ thông



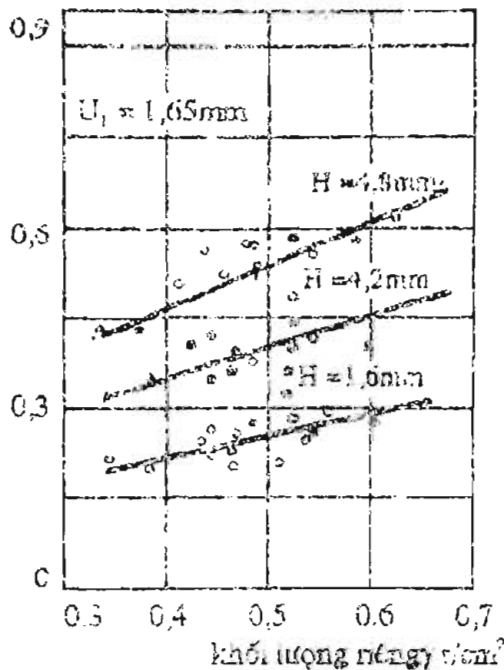
Hình 5.22: Ảnh hưởng của α đến lực cắt

* Góc sau: quá bé sẽ làm tăng lực ma sát giữa dao và gỗ khi cắt. Nếu góc sau quá lớn (trong khi góc trước không đổi) sẽ làm giảm độ cứng vững của dao. Thực nghiệm cho thấy: khi $\alpha = 10^\circ - 15^\circ$ thì lực cắt có giá trị nhỏ nhất (Xem hình 5.22).

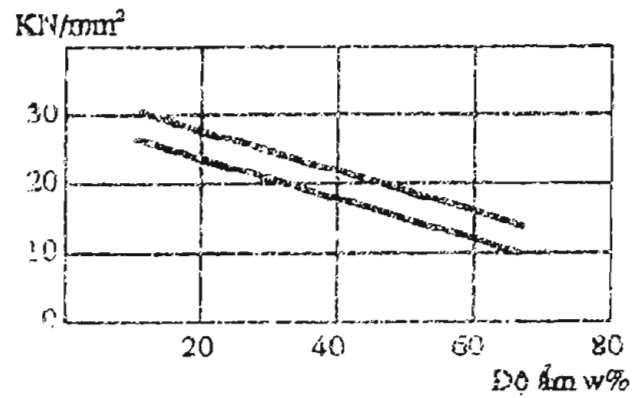
* Góc gập φ : Như đã trình bày ở phần trên, góc gập thớ có ảnh hưởng rất lớn đến lực cắt. Khi $\varphi = 90^\circ$, lực cắt sẽ có giá trị lớn nhất.

2) Vật liệu gia công:

* Khối lượng riêng của gỗ càng cao thì lực cắt có giá trị càng lớn (hình 5.23).



Hình 5.23: Quan hệ giữa khối lượng riêng của gỗ và lực cắt



Hình 5.24. Quan hệ giữa độ ẩm của gỗ và độ ẩm khi cắt gỗ

* Độ ẩm của gỗ khi thay đổi sẽ làm thay đổi trị số của các loại ứng suất và tất nhiên làm thay đổi lực cắt. Mặt khác, khi độ ẩm thay đổi sẽ làm thay đổi hệ số ma sát giữa gỗ và dao. Khi cắt gỗ, quan hệ giữa độ ẩm và lực cắt thể hiện trên hình 5.24.

Khi cắt kính gỗ, do ảnh hưởng của sự biến dạng đàn hồi, làm tăng ma sát trên các mặt bên, do đó sẽ làm tăng lực cắt.

* Nếu trong gỗ có một số nguyên tố hoá học (chẳng hạn: Silic) sẽ gây mòn dao rất nhanh, vì vậy sẽ làm tăng lực cắt. Như khi cắt gỗ ngát hay gỗ sến.

3. Vận tốc cắt:

Vận tốc cắt ảnh hưởng đến lực cắt thể hiện trên hình 5.25.

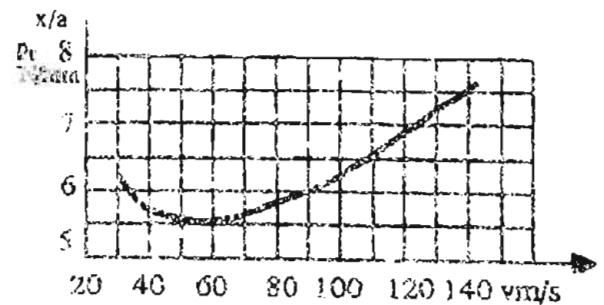
Mối quan hệ đó có thể giải thích như sau:

Khi cắt ở vận tốc cắt thấp, do gỗ là loại vật liệu có đàn tính cao nên nó có đủ thời gian đàn hồi trở lại và làm tăng ma sát giữa dao và gỗ, do đó làm tăng lực cắt.

Khi tăng vận tốc cắt sẽ có tác dụng làm giảm lực ma sát giữa gỗ và dao, do đó lực cắt giảm.

Khi tiếp tục tăng vận tốc cắt, dao sẽ kéo theo các phần tử phoi đang ở trạng thái gần như đứng yên, cũng chuyển động với vận tốc lớn. Điều này sẽ gây ra lực cản quán tính rất lớn và vì vậy sẽ làm lực cắt tăng.

Như vậy: Khoảng giá trị của vận tốc cắt ứng với lực cắt nhỏ nhất được xác định bằng thực nghiệm từ 50-70m/s.



Hình 5.25: Quan hệ giữa lực cắt với vận tốc cắt

Chương 6

TỐI ƯU HOÁ QUÁ TRÌNH CẮT

I. MỤC ĐÍCH:

Gia công bằng cắt gọt tạo ra độ chính xác và chất lượng. Nó quyết định đến giá thành chế tạo của các chi tiết máy.

Các dạng gia công khác như gia công áp lực, hàn... phát triển theo hướng làm tăng độ chính xác của phôi, làm giảm lượng dư gia công cắt gọt.

Song không vì thế mà cho rằng tới đây gia công cắt gọt giảm dần ý nghĩa. Trái lại gia công bằng cắt gọt ngày càng phát triển và càng có ý nghĩa khoa học và thực tiễn vì:

- Các chi tiết máy được chế tạo từ những vật liệu có độ bền cơ học, độ cứng, độ chịu nhiệt... ngày càng cao.

- Những yêu cầu về chất lượng (vì độ chính xác, độ nhẵn, cơ lí tính lớp bề mặt...) ngày càng khắt khe.

- Hình dáng kết cấu của các chi tiết máy ngày càng phức tạp.

Do vậy nghiên cứu để tối ưu hoá quá trình cắt là quan trọng.

Tối ưu hoá quá trình cắt còn là đòi hỏi cấp bách của những vấn đề về hiệu quả kinh tế.

Tóm lại: Tối ưu hoá qua trình cắt phải lấy chất lượng sản phẩm và hiệu quả kinh tế làm mục tiêu.

II. NHỮNG VẤN ĐỀ CẦN TỐI ƯU HOÁ KHI CẮT BẰNG DỤNG CỤ CẮT CÓ LƯỠI

1. Thông số tối ưu hoá:

a. Dạng gia công:

Hình dạng chi tiết cần gia công có trong bản vẽ chi tiết.

Thí dụ: Gia công lỗ có thể có nhiều dạng gia công đáp ứng yêu cầu như : Khoan, tiện, chấu, doa, mài lỗ, mài khôn...

Chọn phương pháp gia công nào tối ưu, phải căn cứ vào độ chính xác, độ nhẵn, cơ lí tính lớp bề mặt và số lượng chi tiết (tính loạt sản phẩm) để xác định.

Ngoài ra còn phải kể đến điều kiện về trang thiết bị có thể có.

Những kiến thức về các dạng gia công , các loại máy và dụng cụ, kiến thức về công nghệ chế tạo máy là cơ sở để lựa chọn tối ưu phương pháp gia công.

Thí dụ: Lỗ yêu cầu độ chính xác cấp 1, độ nhám tương đương cấp 10, 11 không thể dùng khoan, khoét mà phải dùng mài khôn lỗ. Gia công lỗ đạt cấp chính xác 2, độ nhám tương đương cấp 5,6 vật liệu gia công là thép chưa tôi, sản lượng lớn dùng chuốt lỗ sẽ có hiệu quả cao...

Để lựa chọn dạng gia công tối ưu phải có kiến thức về khả năng cắt, khả năng công nghệ, tình hình tế của từng phương pháp gia công.

Kinh nghiệm thực tiễn cũng giúp ích rất nhiều cho việc tối ưu hoá dạng gia công.

b. Dụng cụ cắt :

Sau khi xác định được dạng gia công, tiến hành chọn lựa dụng cụ cắt hợp lý.

Dạng gia công đã quy định loại dụng cụ cắt phù hợp.

Thí dụ: khoan lỗ dùng mũi khoan. Mũi khoan phải dùng đá mài.

Điều quan trọng là sử dụng loại vật liệu dụng cụ cắt nào là tối ưu.

Có hàng trăm loại vật liệu dụng cụ cắt :

Thí dụ : thép các bon dụng cụ, thép hợp kim dụng cụ, thép gió và hợp kim cứng các loại. Nhiều chủng loại hạt mài với các thông số kỹ thuật khác nhau.

Những hiểu biết sâu sắc về vật liệu dụng cụ cắt, những chỉ dẫn trong các sổ tay tra cứu, những tài liệu tham khảo là cơ sở để lựa chọn tối ưu vật liệu dụng cụ cắt.

Kết cấu và thông số hình học của dụng cụ cắt phải phù hợp.

Cho đến nay hầu hết các loại dụng cụ cắt được tiêu chuẩn hoá.

Những dụng cụ cắt phi tiêu chuẩn được thiết kế dựa trên cơ sở khoa học của lý thuyết tạo hình.

Các thông số hình học (về góc độ của phan cắt) được lựa chọn tối ưu theo gia công thô, tinh theo giới hạn bền σ , hoặc độ cứng HB của vật liệu gia công.

c. Tối ưu hoá chế độ cắt (V, t, S) khi gia công bằng dụng cụ cắt có lưỡi:

Chế độ cắt ảnh hưởng trực tiếp tới năng suất, chất lượng và hiệu quả kinh tế. Để xác định chế độ cắt tối ưu cần làm rõ các thông số cho trước và mục tiêu cần đạt.

★ Những thông số cho trước:

- Dạng gia công (xác định như ở trên đã trình bày)
- Vật liệu gia công (ghi trong bản vẽ)
- Bản vẽ chi tiết đúng, đủ yêu cầu kỹ thuật.
- Số lượng chi tiết cần gia công
- Những thông số về dụng cụ cắt (loại vật liệu, thông số hình học)
- Thông số kỹ thuật của máy sẽ sử dụng.

★ Những hàm mục tiêu cần đạt:

- Đảm bảo chất lượng gia công. Ngay cả với gia công thô cũng phải đạt kích thước, dung sai, độ nhám bề mặt theo yêu cầu.

Nếu là gia công tinh thì những yêu cầu về chất lượng sẽ là chỉ tiêu đầu tiên phải quan tâm.

- Gia công với chi phí nhỏ nhất. (Với điều kiện đảm bảo yêu cầu về chất lượng).

Trong nhiều tài liệu hàm mục tiêu không phân biệt giữa gia công thô và tinh. Ở gia công thô yêu cầu chất lượng không cao, yêu cầu gia công năng suất cao là chủ yếu, ở gia công tinh thì ngược lại.

Do vậy hàm mục tiêu cần sắp xếp theo thứ tự ưu tiên hợp lý cho từng trường hợp.

★ Tối ưu hoá chiều sâu cắt t khi tiện:

Lấy gia công tiện làm điển hình để nghiên cứu. Những dạng gia công khác bằng dụng cụ có lưỡi cũng có quy luật tương tự.

Chiều sâu cắt t nên chọn tối đa có thể, để tăng năng suất.

Khi gia công đòi hỏi độ chính xác và độ nhẵn cao cần có bước gia công tinh.

Độ chính xác và độ nhẵn có mối quan hệ chặt chẽ.

Nếu độ nhẵn cấp 6,7 thì độ chính xác có thể đạt tương ứng cấp 3.

$$\text{Khi tiện: } t = \frac{D_{\text{phôi}} - D_{\text{ct}}}{2} \text{ (mm)}$$

$$t = t_{\text{thô}} + t_{\text{tinh}}$$

t_{tinh} cần có giá trị đủ lớn để lấy đi lớp vật liệu có khuyết tật do gia công thô để lại, hình thành bề mặt gia công mới, có độ chính xác và độ nhẵn theo yêu cầu.

$$t_{\text{tinh}} = \frac{\sigma}{2} + T_a + H_{\text{max}}$$

σ - trường dung sai do gia công thô tạo ra .

T_a - chiều dày lớp vật liệu có khuyết tật do gia công thô để lại.

H_{max} - chiều cao lớn nhất của nhấp nhô có trên bề mặt khi gia công thô.

Ở độ chính xác 5 thì $\sigma = 0,13\sqrt{D_{\text{ct}}}$

Khi $H_{\text{max}} = 100\mu\text{km}$ (độ nhám tương đương cấp 3)

$$T_a = 0,1\sqrt[5]{t} \text{ (mm)}$$

Cuối cùng lượng dư tổng khi gia công tinh là :

$$t_{\text{tinh}} = \frac{0,13\sqrt{D_{\text{ct}}}}{2} + 0,1\sqrt[1,5]{t} + 0,10$$

Như vậy chiều sâu cắt t phụ thuộc vào sai số của của nguyên công trước, lớp vật liệu có khuyết tật và độ nhám bề mặt.

Trong thực tế có thể có:

Chiều sâu cắt thô $t_{\text{thô}}$, cắt bán tinh $t_{\text{bán tinh}}$ và cắt tinh t_{tinh} .

Ngày nay công nghệ tạo phôi chính xác cho lượng dư gia công nhỏ. Chiều sâu cắt t giảm nhiều. Cắt thô giảm dần tỉ lệ so với cắt tinh.

★ Tối ưu hoá khi xác định lượng chạy dao S (mm/vòng)

Nên chọn S cho gia công thô và gia công tinh riêng biệt.

Khi gia công thô nên chọn S lớn.

Tối ưu hoá S theo mô men trục chính cho phép của máy.

Mỗi máy có mô men cho phép ở trục chính. Mô men cần cho quá trình cắt phải nhỏ hơn mô men cho phép.

$$[M_{Pz}] > M_{\text{cát}}$$

$$M_{\text{cát}} = P_z \frac{D_{\text{phôi}}}{2}$$

$$P_z = \frac{C_{Pz} \cdot K_{Pz} \cdot t^{X_{Pz}} \cdot S^{Y_{Pz}}}{V^{n_z}}$$

$$V = \frac{\pi D n}{1000} \text{ (mm/ph)}$$

$$\text{Do vậy: } M_{\text{cát}} = \frac{C_{Pz} \cdot K_{Pz} \cdot t^{X_{Pz}} \cdot S^{Y_{Pz}} \cdot D_{\text{phôi}}}{2 \frac{\pi D_{\text{phôi}} \cdot n}{1000}^{n_z}}$$

Từ đây rút ra:

$$S_1 \leq \sqrt[n_z]{\frac{[M_{Pz}] 2 \left(\frac{\pi D n}{1000}\right)^{n_z}}{C_{Pz} \cdot K_{Pz} \cdot t^{X_{Pz}} \cdot D_{\text{phôi}}}}$$

Như vậy lượng chạy dao S_{MPz} tính theo mô men ở trục chính cho phép là lượng chạy dao được tối ưu theo quan điểm sử dụng tối đa công suất của máy.

Lượng chạy dao này sử dụng khi gia công thô.

- Xác định lượng chạy dao S theo độ bền thân dao.

P_z tác động vào dao gây uốn dao.

Mô men uốn $M_u = P_z \cdot l$

l - khoảng cách từ mũi dao đến điểm tì của dao vào đài gá dao.

Thân dao có tiết diện BxH

$$M_u < [M_u]$$

M_u - mô men uốn do lực cắt P_z tạo ra tại tiết diện cách mũi dao khoảng l.

$[M_u]$ - mô men uốn cho phép của tiết diện thân dao tại tiết diện cách mũi dao khoảng l.

$$M_u = P_z \cdot l \leq [\sigma_u] \cdot W$$

$[\sigma_u]$ - giới hạn bền uốn cho phép của vật liệu thân dao.

Thân dao thường được chế tạo từ thép các bon nên $[\sigma_u] = 200\text{N/mm}^2$.

W- mô đuyên chống uốn $W = \frac{BH^2}{6}$ hoặc $W = \frac{\pi d^3}{32}$ (khi tiết diện thân dao tròn)

Thay các thông số xác định lực cắt P_z và W ta có :

$$C_{Pz} \cdot t^{X_{Pz}} \cdot S^{Y_{Pz}} \cdot K_{Pz} \cdot l \leq [\sigma_u] \cdot W$$

Từ đây rút ra :

$$S_2 \leq \sqrt{\frac{[\sigma_u] \cdot W}{C_{Pz} \cdot t^{X_{Pz}} \cdot K_{Pz} \cdot l}} \quad (\text{mm/vòng})$$

Ở đây phải lưu ý rằng :

Lực P_y và P_x cũng tác động với P_z gây uốn . Song nếu tính cả tác động của P_y và P_x bài toán uốn phức tạp. Giá trị của P_y và P_x lại nhỏ. Do đó bỏ qua tác động của P_y và P_x (chấp nhận sai số).

Trong thực tiễn tiết diện thân dao BxH được tiêu chuẩn hoá theo kích thước máy , theo công suất máy.

Rất ít khi xảy ra trường hợp sử dụng S có trên máy mà dao bị gãy do mô men chịu uốn của thân dao không đảm bảo.

S tính ở đây chỉ mang tính kiểm nghiệm và chỉ rõ cần gá dao có l nhỏ. Mô men gây uốn nhỏ tăng độ chịu uốn của dao cụ khi gia công .

- Xác định S theo khả năng cho phép của cơ cấu chạy dao.

Cơ cấu chạy dao chỉ chịu được một lực nhất định.

Trên máy tiện có lực $[P_x]$ - lực kéo cho phép của cơ cấu chạy dao.

$$[P_x] > P_{xcát}$$

Song không chỉ P_x khi cắt tác động mà cả P_z và P_y cản trở chạy dao theo phương X .

P_z và P_y tạo ra lực ma sát giữa bàn xe dao và băng máy chống lại sự dịch chuyển của bàn xe dao.

Do vậy mà cơ cấu chạy dao phải có lực kéo lớn hơn :

$$P_x + \mu(P_z + P_y) < [P_x]$$

μ - hệ số ma sát của bàn xe dao với băng máy ($\mu=0,1$)

Thường : $P_x = \frac{1}{3}P_z$; $P_y = \frac{1}{2}P_z$

Do đó ta có :

$$P_x + 0,1 \left(\frac{3}{2}P_x + 3P_x \right) < [P_{x\text{máy}}]$$

Hay $1,45P_x \leq [P_{x\text{máy}}]$

$$1,45C_{Pz} \cdot t^{X_{Pz}} \cdot K_{Px} \cdot Y_{Px} \leq [P_{x\text{máy}}]$$

Do đó rút ra :

$$S_3 \leq Y_{Px} \sqrt{\frac{[P_{x\text{máy}}]}{1,45 \cdot C_{Pz} \cdot t^{X_{Pz}} \cdot K_{Px}}} \quad (\text{mm/vòng})$$

Dùng lượng chạy dao này tận dụng tối đa khả năng kéo bàn xe dao của máy tiện khi tiện thô (cân nắn, suất cao)

- Xác định lượng chạy dao để đảm bảo độ bền mảnh hợp kim cứng.

Độ bền của mảnh hợp kim cứng được đặc trưng bởi $[P_z]_{\text{mảnh}}$

$$S_4 = Y_{Pz} \sqrt{\frac{[P_z]_{\text{mảnh}}}{C_{pz} \cdot t^{X_{Pz}} \cdot K_{pz}}} \quad (\text{mm/vòng})$$

$[P_z]_{\text{mảnh}}$ - phụ thuộc vào kích thước chiều dày của mảnh hợp kim cứng. Giá trị của $[P_z]_{\text{mảnh}}$ có trong các sổ tay tra cứu về mảnh hợp kim cứng các loại. Tính S theo chỉ tiêu này là tận dụng tối đa độ bền của mảnh hợp kim cứng để đạt năng suất tối đa.

Bốn trường hợp chọn S vừa trình bày ở trên là những yếu tố đảm bảo hàm mục tiêu :

- Năng suất cao nhất .

Song bất kỳ một lần gia công cắt gọt nào thô, bán tinh, tinh cũng cần phải có những yêu cầu về chất lượng gia công nhất định.

- Xác định lượng chạy dao đảm bảo độ chính xác gia công .

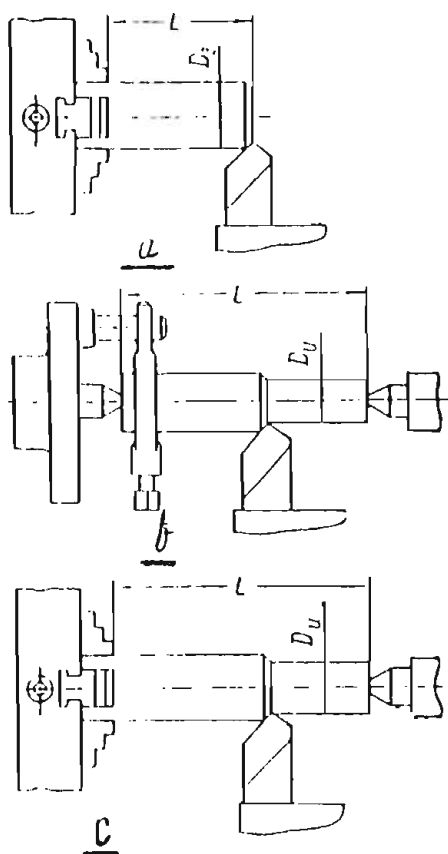
Độ chính xác phụ thuộc nhiều vào lực P_y .

Lực P_y gây uốn võng chi tiết . Độ võng chi tiết được tính :

$$f_{1\text{max}} = \frac{P_y \cdot l^3}{3EJ}$$

Khi chi tiết định vị và kẹp chặt theo hình VI-1a chi tiết cặp Công xôn trong mâm cặp .

$$f_{2\max} = \frac{P_y \cdot l^3}{70EJ}$$



Hình VI-1 : Sơ đồ định vị kẹp chặt chi tiết khi tiện

Khi chi tiết được chống tâm 2 đầu (hình VI-1b)

$$f_{3\max} = \frac{P_y \cdot l^3}{140EJ}$$

Khi chi tiết được cặp ngắn 1 đầu , còn đầu kia chống tâm (hình VI-1c)

E - mô duyn đàn hồi vật liệu gia công (kg/mm²)

J - mô men quán tính tương đương của tiết diện chi tiết.

$$J_x = \frac{\pi D^4}{64} \approx 0,05D^4$$

L - khoảng cách giữa các gối hoặc chiều dài Công xôn của chi tiết.

f_{\max} - độ võng lớn nhất (mm)

Mối quan hệ giữa độ võng và trường dụng sai :

$$f_{\max} = \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{6} \right) \delta$$

δ - trường dung sai kích thước cần đạt - nó phụ thuộc vào độ chính xác, tính chất mối ghép và kích thước danh nghĩa.

$$\delta = C_T \sqrt[3]{D} \text{ (mm)}$$

C_T - là hệ số phụ thuộc vào độ chính xác và tính chất mối ghép.

Bảng VI - 1

Độ chính xác và mối ghép	Hệ số C_T
3	
(Trừ X_3 và \mathbb{H}_3)	0,015
X_3	0,020
\mathbb{H}_3	0,025
3a	0,032
4	0,05
5	0,10

Ở đây giới hạn độ chính xác cấp 3 vì tiện khó đạt cấp chính xác cao hơn.

Độ võng của chi tiết :

$$f_{\max} = \frac{P_y \cdot l^3}{KEJ} \leq [f]$$

$$C_{Py} \cdot l^{X_{Py}} \cdot S^{Y_{Py}} \cdot K_{Py} \cdot l \leq [f] \cdot KEJ$$

K - hệ số phụ thuộc vào phương pháp định vị chi tiết trên máy

$[f]$ - độ võng cho phép phụ thuộc vào trường dung sai.

Từ trên rút ra :

$$S_5 = Y_{Py} \sqrt{\frac{KEJ[f]}{C_{Py} \cdot l^{X_{Py}} \cdot K_{Py} \cdot l^3}} \text{ (mm/vòng)}$$

Đây là công thức thiết lập quan hệ giữa S và độ chính xác gia công thông qua giá trị của trường dung sai khi tiện.

Ở các phương pháp gia công khác bằng dao cụ có lưỡi như phay, bào v.v... mối quan hệ giữa lượng chạy dao và độ chính xác gia công cũng phải được xác định thông qua biến dạng của chi tiết dưới sự tác động của lực cắt.

Muốn xác định được S lại phải thiết lập quan hệ giữa biến dạng của phôi và trường dung sai cần có.

- Xác định lượng chạy dao đảm bảo độ nhám bề mặt .

Như ở trên đã khảo sát, giữa độ nhám bề mặt gia công và độ chính xác , độ biến cứng, ứng suất dư lớp bề mặt có quan hệ phức tạp.

Ngày nay độ nhám bề mặt gia công có thể chủ động điều khiển đạt được . Độ biến cứng, ứng suất dư trong lớp bề mặt là những vấn đề lớn được nhiều nhà nghiên cứu quan tâm giải quyết.

$$\text{Khi tiện có quan hệ } H = \frac{S^2}{8r} \text{ (mm)}$$

Quan hệ này chỉ mang ý nghĩa định tính , không định lượng được.

$$H = \frac{S}{\cot g\varphi + \cot g\varphi_1}$$

Song nó cũng chỉ ra ảnh hưởng lớn của S , φ , φ_1 tới độ nhám bề mặt gia công .

Kết quả nhiều nghiên cứu cho phép thiết lập các ảnh hưởng đến độ nhám bề mặt gia công . (chưa kể đến ảnh hưởng của tốc độ cắt).

$$S'_6 = K_{ST} \cdot K_{SM} \cdot K_{S\varphi_1} \cdot r^\alpha$$

K_{ST} - hệ số phụ thuộc vào độ nhẵn bề mặt .

K_{SM} - hệ số phụ thuộc vào vật liệu gia công .

$K_{S\varphi_1}$ - hệ số phụ thuộc vào góc φ_1

r - bán kính mũi dao.

α - số mũ biểu thị ảnh hưởng của r (thường $\alpha = 0,33$)

Hệ số K_{ST} được xác định theo cấp độ nhẵn .

Bảng VI-2

Cấp độ nhẵn	K_{ST}
3	1,05
4	0,62
5	0,30
6	0,18
7	0,11

Hệ số K_{SM} và giới hạn bền của vật liệu gia công có ở bảng VI-3.

Bảng VI-3 : Quan hệ giữa K_{SM} và σ_b

Giới hạn bền σ_b (kg/mm ²)	K_{SM}
Đến 50	0,7
50 - 70	0,75

70 - 90	1,0
90 - 100	1,25

Giá trị của $K_{S\varphi_1}$ có ở bảng VI-3

Bảng VI-4

Cấp độ nhẵn	3			4		5		6-7
Góc φ_1°	5	10	15	5	10-15	5	10-15	5
Hệ số $K_{S\varphi_1}$	1	0,8	0,7	1	0,84	1	0,82	1

Nếu kể đến ảnh hưởng của tốc độ cắt đến độ nhám bề mặt gia công thì việc chọn S phải được tính đến K_{sv} .

$$S_G = S'_{\text{tính}} \cdot K_{sv}$$

Mối quan hệ giữa tốc độ cắt V và độ nhám R_z phức tạp.

$$S = K \cdot V^v$$

Giá trị của K và v ở vùng tốc độ cắt có lạo dao khác với ở vùng tốc độ cắt cao không có lạo dao.

Khi tốc độ cắt đến 50m/ph, số mũ $v = 0,6$ Ở tốc độ cắt cao, giá trị của $K_{sv} = 1,5-1,7$.

Khi gia công gang, thép đạt độ nhẵn cấp 4, $K_{sv} = 1$.

Khi gia công thép để đạt độ nhẵn cấp 5,6, $K_{sv} = 1,6$

Sau khi đã xác định được S_1, S_2, \dots, S_6 như đã trình bày, chọn S_{\min} nhỏ nhất trong 6 giá trị ở trên.

Trên máy có các giá trị S được thiết kế phù hợp cho từng máy.

Giá trị S_{\min} vừa tính có thể không trùng với S có trên máy. Xảy ra các trường hợp sau :

★ S_{\min} vừa tính lớn hơn S_{\max} có trên máy. Lúc này phải gia công với S_{\max} có trên máy hoặc đổi máy phù hợp.

★ S_{\min} vừa tính nhỏ hơn giá trị S_{\min} có trên máy. Phải chấp nhận gia công với S_{\min} của máy (nó lớn hơn giá trị S_{\min} tính toán).

Lúc này phải giảm chiều sâu cắt t.

★ Nếu S_{\min} tính toán nằm giữa hai giá trị có trên máy thì chọn giá trị gần nhất nhỏ hơn.

Lúc này các yêu cầu về chất lượng gia công được đảm bảo, song năng suất giảm tối đa 15%.

Nếu S_{\min} tính toán nằm gần sát với giá trị có trên máy theo hướng lớn hơn thì chọn S có trên máy lớn hơn S_{\min} tính toán.

Điều này ảnh hưởng không nhiều đến chất lượng gia công .

★ Xác định tốc độ cắt :

Sau khi tính được t và S , tính V

$$V = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot X_v \cdot S^{Y_v}} \quad (\text{m/ph})$$

Sau khi có V tính số vòng quay.

$$n_{\pi T} = \frac{1000V}{\pi D} \quad (\text{vòng/phút})$$

Song số vòng quay theo tính toán $n_{\pi T}$ không trùng với số vòng quay trực chính của hộp tốc độ. Như vậy chọn số vòng quay nhỏ hơn gần nhất hay lớn nhất gần nhất ?

Nếu chọn số vòng quay có trên máy lớn hơn gần nhất thì phải tính lại S để đảm bảo tuổi bền T của dao không đổi.

$$\text{Có : } S_{\text{m}}^{Y_v} = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^{X_v} \cdot V} = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^{X_v}} \cdot \frac{1000}{\pi D n}$$

So sánh hai giá trị của S ta có :

$$\frac{S^{Y_v}}{S_{\text{cũ}}^{Y_v}} = \frac{n_{\text{Tính toán}}}{n_{\text{lớn hơn gần nhất}}}$$

$$S = S_{\text{cũ}} \cdot Y_v \sqrt{\frac{n_{\text{(tính toán)}}}{n_{\text{(lớn hơn gần nhất)}}}}$$

Từ giá trị S này chọn S^m có trên máy.

Vì ở cả hai trường hợp giá trị chiều sâu cắt t không đổi. Để cho năng suất cao cần chọn nào có tích số lớn hơn.

Ở trên đã trình bày cơ sở để tối ưu hoá các thông số của quá trình cắt bằng dụng cụ cắt có lưỡi.

Những vấn đề về tối ưu hoá khi gia công bằng mài chưa được trình bày một cách tổng quát.

Ngày nay quá trình mài ngày càng được chú ý.

Dưới đây trình bày một số vấn đề cần lưu tâm để tối ưu hoá khi mài.

III. NHỮNG VẤN ĐỀ CẦN TỐI ƯU HOÁ KHI MÀI .

I. Lựa chọn dạng mài hợp lý.

Các dạng mài thường gặp là : mài tròn ngoài, mài lỗ, mài vô tâm, mài mặt phẳng, mài biên dạng phức tạp (mài định hình, mài bao hình, mài ren, mài biên dạng răng của bánh răng v.v...)

Việc chọn phương pháp mài nào phù hợp phải xuất phát từ : biên dạng chi tiết, chất lượng yêu cầu, tính loạt của sản phẩm .

Thí dụ : mài vô tâm cho năng suất cao khi loạt sản phẩm lớn. Mài biên dạng răng khi độ chính xác yêu cầu cao. Mài khôn khi lỗ sâu có yêu cầu chất lượng bề mặt cao.

Nghiên cứu sâu đặc điểm các quá trình mài, khả năng công nghệ của phương pháp mài và yêu cầu về độ chính xác, về độ nhám, về cơ lý tính lớp bề mặt sau mài để xác định dạng mài đúng.

Trong các tài liệu về ma có các chỉ dẫn giúp lựa chọn dạng mài phù hợp.

2. Lựa chọn máy mài :

Máy mài có độ chính xác khác nhau : máy mài độ chính xác bình thường, độ chính xác được nâng cao, độ chính xác cao và rất cao.

Tùy thuộc vào độ chính xác cần đạt mà chọn máy mài có độ chính xác phù hợp

Máy mài có kích thước khác nhau. Phải căn cứ vào kích thước của chi tiết mà chọn máy tối ưu.

Thí dụ : máy mài tròn ngoài 3130 có thể mài chi tiết dài 750 mm, có đường kính với mài tối đa 300mm.

Máy mài phẳng 3710 có bàn từ phẳng rộng 200mm, dài 600mm. Máy này chỉ mài chi tiết có chiều dài và chiều rộng bằng kích thước bàn từ.

3. Chọn đá mài phù hợp :

- Chọn hình dạng hình học và kích thước đá mài theo máy.

Mỗi máy thiết kế với một loại đá mài phù hợp.

Thí dụ : máy mài tròn ngoài thường lắp đá có đường kính từ 50÷400mm

Máy mài phẳng bằng mặt đầu của đá thường dùng đá hình chấu đường kính từ 200 đến 1000 mm.

- Chọn vật liệu hạt mài :

Cho đến nay tương sử dụng vật liệu hạt mài là : côrun điện , các bít si líc , kim cương nhân tạo, nitơ rit Bor nhân tạo.

Nếu không có yêu cầu đặc biệt thì dùng hạt mài cô run điện và các bít si líc

Nếu có yêu cầu cao về chất lượng và khi gia công các vật liệu có cơ lý tính cao thì sử dụng các hạt mài siêu cứng tổng hợp (kim cương , ni tơ rit bor lập phương).

Ngày nay kim cương nhân tạo và ni tơ rít bor lập phương được sử dụng rộng rãi để mài dung cụ cắt và các vật liệu khó gia công như sứ, gốm kim loại, đá hoa cương (đá gờ ra nít) v.v...

Trong các chỉ dẫn về mài có hướng dẫn để chọn vật liệu hạt mài phù hợp.

4. Chọn các thông số khác của đá mài :

a. *Chọn chất dính kết* : đến nay thường dùng các loại chất dính kết sau :

Gốm, oalelit, vulkanhit và chất kết dính kim loại . Trong từng loại có nhiều dạng khác nhau .

Việc sử dụng chất kết dính phù hợp phải xuất phát từ : khả năng giữ hạt, độ bền cơ học, độ bền nhiệt, khả năng chịu tác động của chất làm lạnh bôi trơn, hệ số ma sát với vật liệu gia công v.v...

Có chỉ dẫn về sử dụng chất kết dính tối ưu.

b. *Chọn độ hạt* : gia công thô dùng độ hạt lớn, gia công tinh dùng độ hạt nhỏ. Hạt mài mịn có kích thước trung bình 1µm và nhỏ hơn thường dùng để đánh bóng.

Độ hạt là một trong các yếu tố ảnh hưởng nhiều đến chất lượng bề mặt và năng suất của quá trình mài.

Trong các tài liệu về mài có chỉ dẫn để sử dụng độ hạt tối ưu.

Chọn độ cứng của đá mài.

Độ cứng quyết định khả năng tự mài sắc của đá mài.

Chọn độ cứng không phù hợp làm đá mất tính cắt nhanh hoặc tiêu hao đá lớn. Chọn độ cứng phù hợp cho năng suất cao và chất lượng gia công cao, tiêu hao đá nhỏ. Gia công vật liệu cứng hơn chọn đá mềm hơn

d. *Chọn cấu trúc đá mài* .

Cấu trúc đá mài quy định độ xốp của đá. Nó ảnh hưởng đến không gian chứa phoi, ảnh hưởng đến hiệu quả của làm lạnh bôi trơn.

Và như vậy sẽ ảnh hưởng đến các thông số đầu ra (năng suất , chất lượng, độ mòn của đá mài) .

Khi mài thô, phoi nhiều , nhiệt cắt lớn, dùng đá mài có độ xốp lớn (số của cấu trúc đá tăng)

5. Chọn chế độ cắt khi mài :

a. *Chọn lượng dư khi mài* :

Lượng dư khi mài thường nhỏ. Mài được sử dụng nhiều khi chi tiết đã qua nhiệt luyện.

Lượng dư khi mài phải đủ lớn để :

- Khắc phục sai số do nhiệt luyện gây ra
- Khắc phục lớp có khuyết tật do nguyên công gia công cơ trước nó và do nhiệt luyện để lại.

- Mài đi các nhấp nhô do nguyên công trước để lại, để đạt được độ nhẵn và độ chính xác theo yêu cầu

Trong từng dạng mài cụ thể có các chỉ dẫn để tính và chọn lượng dư cho các công việc về mài phù hợp.

Thí dụ : ở bảng VI-4 chỉ ra lượng dư cần có khi mài khôn lỗ.

Bảng VI-4 : Lượng dư khi mài khôn lỗ

Đường kính lỗ cần mài khôn (mm)	Lượng dư mài khôn (mm)						Trường dung sai (+) ứng với độ chính xác A ₂ (mm)
	Sau tiện lỗ		Sau doa lỗ		Sau mài lỗ		
	Vật liệu gia công						
	Gang	Thép	Gang	Thép	Gang	Thép	
Đến 50	0,09	0,06	0,09	0,07	0,08	0,05	-
50-80	0,10	0,07	0,10	0,08	0,09	0,05	0,03
80-120	0,11	0,08	0,11	0,09	0,10	0,06	0,035
120-180	0,12	0,09	0,12		0,11	0,07	0,040
180-260	0,12	0,09			0,12	0,08	0,045

Để đạt được độ chính xác A₂ lượng dư của mài khôn phụ thuộc vào đường kính lỗ và phương pháp gia công trước đó.

Khi lỗ đã được mài, lượng dư để cho mài khôn đạt lỗ A₂ chỉ có lượng dư từ 0,05-0,08 mm cho các lỗ có đường kính khác nhau.

Ở những nguyên công mài khác, lượng dư cũng được xác định theo các thông số : kích thước bề mặt gia công , độ chính xác và độ nhẵn yêu cầu .

Tùy theo yêu cầu mà lượng dư khi mài biến thiên trong khoảng từ 1mm đến 0,02mm.

b Chọn tốc độ đá mài V_d (m/s)

Tốc độ đá mài V_d tăng (khi các yếu tố khác giữ nguyên) làm tăng độ nhẵn, giảm lực , giảm mòn, độ chính xác tăng.

Cần chú ý là V_d tăng nhiệt mài tăng tốc độ V_d thường bị hạn chế bởi độ bền cơ học của đá mài, (chịu lực li tâm lớn khi tốc độ quay lớn) và độ chính xác của máy

Trước đây quá trình mài thường thực hiện với tốc độ V_d = 35m/s với đá có chất dính kết là gốm và V_d = 60-70m/s với đá có kết dính là vulkanhit và bakelit

Ngày nay cùng với sự hoàn thiện của đá mài và máy mài , tốc độ cắt khi mài tăng lên khoảng 40-50%. ($V_d = 50\text{m/s}-100\text{m/s}$)

Trong các chỉ dẫn về mài có các bảng để tra cứu tốc độ V_d cho từng trường hợp cụ thể .

c. Chọn tốc độ của chi tiết V_{ct} (m/ph)

Tăng V_{ct} làm giảm thời gian tác động của nhiệt mài, tạo cơ sở nâng cao chất lượng Song V_{ct} tăng làm tăng lực li tâm, rung động tăng lại làm giảm chất lượng.

Do đó phải chọn V_{ct} hợp lý. Ở bảng VI-5 có số liệu của V_{ct} khi mài thô và mài tinh.

Bảng VI-5 : Tốc độ của chi tiết khi mài thô và tinh

Thông số	Đường kính vật mài (mm)						
	16-25	40	63	100	160	250	320
	<u>Mài thô</u>						
Tốc độ chi tiết khi mài thô V_{ct} (m/ph)	10-24	10-26	11-28	12-28	13-30	15-32	16-24
	<u>Mài tinh</u>						
Tốc độ chi tiết khi mài tinh V_{ct} (mm/ph)	14-32	15-39	16-46	17-53	18-65	21-75	22-85

Bảng VI-5 chưa chỉ ra ảnh hưởng của vật liệu chi tiết đến V_{ct} .

Bảng VI-6 đưa ra ảnh hưởng này.

Bảng VI-6 : Hệ số ảnh hưởng của vật liệu gia công đến V_{ct}

Vật liệu gia công	Gia công mài thô
Thép chịu nhiệt	0,85
Thép đã tôi	0,95
Thép chưa tôi	1
Gang	1,05

Qua bảng VI-5 thấy rằng V_{ct} biến thiên trong khoảng rộng ở cả mài thô và mài tinh.

Khi mài tinh V_{ct} lớn hơn khi mài thô vì mài tinh thực hiện sau mài thô độ cân bằng của chi tiết tốt hơn, lực li tâm do mất cân bằng nhỏ. Khi mài tinh tăng V_{ct} để đạt được chất lượng cao hơn.

d. Chọn lượng chạy dao ngang.

Lượng chạy dao ngang rất quan trọng. Ở các máy mài tròn ngoài, máy mài phẳng lượng chạy dao ngang quyết định đến chiều dày lớp cắt a_z . Nó quyết định đến năng suất và chất lượng quá trình mài.

Lượng chạy dao ngang được tính bằng mm/ph hoặc mm/ hành trình bàn máy đơn hoặc kép.

Khi mài thô (không phụ thuộc vào độ chính xác độ nhẵn)

$$S_{ngang} = 0,72 \div 3 \text{ mm/ph}$$

Ở đây S_{ngang} biến thiên trong khoảng rộng để chọn phù hợp với đường kính phôi và số vòng quay của nó.

Cũng phải tính đến ảnh hưởng của vật liệu gia công đến S_{ngang} .

Hệ số ảnh hưởng của vật liệu đến S_{ngang} nằm trong mức độ sau :

Thép chịu nhiệt $K_{vl} = 0,85$

Thép đã tôi $K_{vl} = 0,95$

Thép chưa tôi $K_{vl} = 1$

Gang $K_{vl} = 1,05$

Tuổi bền của đá mài cũng là yếu tố ảnh hưởng đến việc chọn S_{ngang} . Có hệ số điều chỉnh sau (bảng VI-7)

Bảng VI-7

Tuổi bền đá (ph)	6	9	15	24
Hệ số K_T	1,54	1,3	1	0,8

Khi gia công mài S_{ngang} còn phụ thuộc vào lượng dư và cấp chính xác.

Bảng VI-8 : Hệ số ảnh hưởng của cấp chính xác đến giá trị S_{ngang}

Cấp chính xác khi mài	Lượng dư mài (mm)					
	0,15	0,2	0,3	0,5	0,7	1
1	0,4	0,5	0,63	0,80	1	1,25
2	0,5	0,63	0,80	1,00	1,25	1,60
3a	0,63	0,80	1	1,25	1,60	2,0
3	0,80	1,0	1,25	1,60	2,0	2,5

Mài tròn trong khác mài tròn ngoài là diện tích tiếp xúc giữa đá và chi tiết lớn hơn, điều kiện thoát phoi khó khăn hơn. Tác động của chất làm lạnh bởi trong hạn chế.

Ở mài tròn trong đá lấp công xôn có độ uốn lớn. Kém cứng vững.

Khi mài lỗ nhỏ, dài năng suất rất thấp và chất lượng không cao.

Vì vậy mà ở mài tròn trong cần tìm giải pháp nâng cao V_d và giảm nhỏ S_{ngang} để giảm lực gây uốn đầu mang đá. V_d cao, S_{ngang} nhỏ khi mài tròn lỗ là điều kiện để đảm bảo năng suất và chất lượng lỗ sau mài.

S_{ngang} khi mài lỗ nằm trong khoảng từ $1\mu\text{m}$ đến $50\mu\text{m}$ trên một hành trình kép.

Chọn giá trị nào của S_{ngang} trong khoảng trên là tùy thuộc vào đường kính lỗ và V_{ct} và S_{doc} .

S_{ngang} cũng phụ thuộc vào vật liệu gia công, phụ thuộc vào tỉ số đường kính đá và đường kính chi tiết và tuổi bền của đá mài.

Tuổi bền của đá khi mài tròn trong thấp. (từ 30 giây đến 10 phút).

e. Chọn lượng chạy dao dọc S_d (mm/ph)

Ở mài tròn ngoài, tròn trong S_{doc} được tính theo công thức :

$$S_{doc} = K \cdot B_{đá} \text{ (mm/1 vòng quay chi tiết). } B_{đá} \text{ - chiều rộng của đá (mm)}$$

K hệ số xác định lượng dịch chuyển dọc trục sau 1 vòng quay của chi tiết.

$K < 1$ để mài được hết các điểm trên mặt trụ chi tiết.

Thường S_d được tính bằng m/ph

$$S_{doc} = \frac{K \cdot B \cdot n_{ct}}{1000} \text{ (m/ph)}$$

Hệ số K ảnh hưởng đến độ nhám bề mặt gia công (muốn đạt $\nabla 7$ K = 0,5÷0,75 để đạt $\nabla 8$ K = 0,25-0,5)

Bảng VI.9 : S_{doc} khi mài tròn ngoài (mài tinh)

Độ chính xác sau mài	S_{doc} (mm/ph) khi đường kính phôi có độ lớn (mm)							
	5-10	10-15	15-20	20-30	30-40	40-60	60-80	80-90
1	2	2	1,7	1,5	1,3	1,3	1,1	1,
2a	2	2	2	1,4	1,2	1,2	1,15	1,1
3	2	2	1,7	1,5	1,5	1,3	1,2	1,2

Qua số liệu bảng VI-9 thấy rằng S_d ít ảnh hưởng đến độ chính xác khi mài

Tóm lại : có thể kết luận như sau :

- ★ Tốc độ mài V_d chọn tối đa có thể Do đó ở các máy mài động cơ quay đá thường truyền chuyển động đến đá mài bằng bộ truyền đai có 2 cấp. Nếu dùng động cơ có hai tốc độ nữa thì đá mài chỉ có 4 cấp tốc độ.

4 cấp tốc độ này sẽ phù hợp với 4 loại đường kính đá mài có thể lắp trên máy để đạt V_{max} . ($V_{max} = 35 \text{ m/s}$ hoặc 50 m/s)

★ Tốc độ của chi tiết thường được điều chỉnh vô cấp. Vì V_{ct} ảnh hưởng nhiều đến năng suất chất lượng. V_{ct} có thể chọn thông qua n_{ct} vô cấp để có V_{ct} phù hợp với nhiều chi tiết có đường kính khác nhau vì :

$$V_{ct} = \frac{\pi D_{ct} \cdot n_{ct}}{1000} \text{ (m/ph)}$$

★ Lượng chạy đá ngang S_{ngang} quyết định đến năng suất, chất lượng khi mài.

Vì vậy ở các máy mài có cơ cấu để mài với S_{ngang} rất nhỏ.

Dịch chuyển S_{ngang} phải chính xác, để đạt được dung sai kích thước nhỏ.

Các máy mài thường có khả năng cho phép $S_{ngang} = 0,001 \text{ mm/}$ hành trình đơn.

Đối với các máy có độ chính xác đặc biệt cho phép thực hiện $S_{ngang} = 0,0005 \text{ mm/htk}$

Với giá trị S_{ngang} nhỏ bằng $1 \mu\text{m}$ hay $0,5 \mu\text{m}$, mỗi hạt mài cát phoi có a_z rất nhỏ. Đây là cơ sở để đạt chính xác và độ nhẵn cao.

6. Sửa đá mài :

Khi lắp đá mới vào máy phải cân bằng đá mài. (có cân bằng tĩnh và cân bằng động) . Song cân bằng chưa tạo ra được vị trí đúng của đá so với đường tâm quay của nó.

Phải tiến hành sửa đá rồi mới đưa vào mài.

Đá làm việc bị mòn, và mất độ chính xác phoi chèn vào lỗ xóp trên mặt đá. Đá mất dần khả năng cắt. Lực nhiệt lớn. Quá trình mài không đáp ứng độ chính xác và độ nhẵn.

Phải sửa đá để đạt độ chính xác hình học, để đẩy những hạt mài đã mòn và phoi dính ra khỏi trên bề mặt đá. Sửa đá khôi phục chất lượng đá mài.

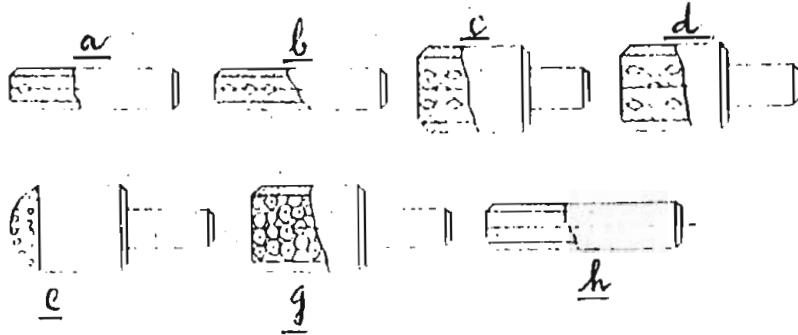
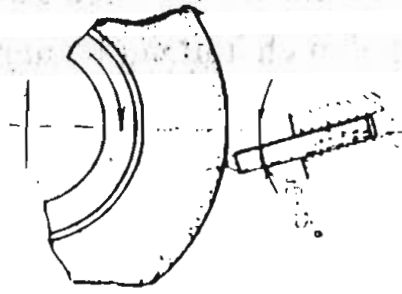
Khi tiến hành sửa đá cần tuân thủ theo các nội dung sau :

- Các loại bút chì kim cương dùng để sửa đá mài có các dạng như ở hình VI-2.

Hình a - có một hạt kim cương

Hình b - có một số hạt nằm nối tiếp

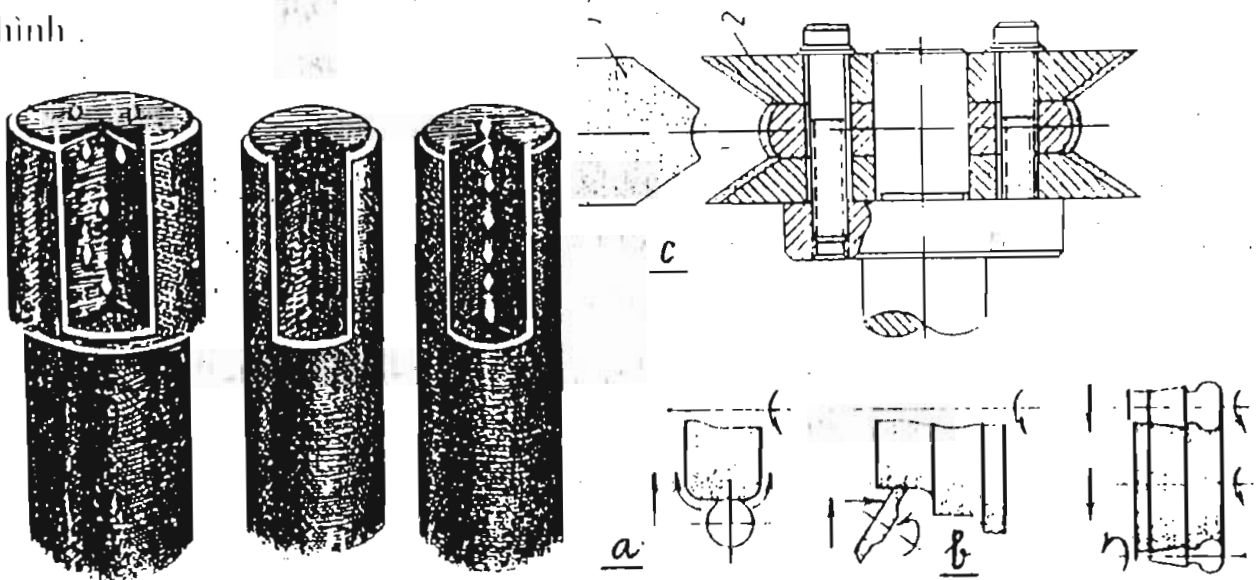
Hình c,d - hạt xếp xếp theo lớp.
 Hình e - hạt xếp xếp trên mặt cầu
 Hình g - hạt xếp xếp có định hướng
 Hình h - hạt xếp xếp bất kỳ



Hình VI-2 : Các dạng bút chì kim cương để sửa đá mài

Độ hạt trong bút chì kim cương thường dùng là 63/50 và 400/315.

Ngoài bút chì kim cương còn dùng các loại đĩa kim cương để sửa đá định hình.



Hình VI-3 a,b,c : Sửa đá bằng đĩa kim cương

Ở hình VI-3a,b,c biểu thị các dạng sửa đá bằng đĩa kim cương.

Hình a - sửa biên dạng tròn.

Hình b - sửa biên dạng định hình

Hình c - sửa biên dạng định hình bằng đĩa sửa đá kim cương định hình.

Sửa đá theo sơ đồ hình c tiết kiệm được thời gian sửa đá. Áp dụng có hiệu quả cao khi sản xuất loạt lớn.

- Chế độ cắt khi sửa đá.

Khi sửa đá, đá quay với tốc độ khi mài ($V_d = 35 - 50 \text{ m/s}$). Khi đá mòn, độ chính xác hình học giảm, khả năng cắt kém dần. Tiến hành sửa đá.

Do vậy V_d khi sửa bằng V_d khi mài là thuận lợi và hợp lý

Trong quá trình sửa đá chiều sâu cắt t và chuyển động dọc của dụng cụ sửa đá ảnh hưởng đến chất lượng bề mặt đá mài và năng suất chất lượng của quá trình mài sau này

Bảng VI- 10: Chỉ ra chế độ sửa đá để đạt được giá trị R_a trên chi tiết

Dạng mài	R _a (μKm) Khi mài thép đã tôi	Lượng chạy dụng cụ sửa đá	
		S _{đoc} M/ph	t (mm / htk)
Mài tròn ngoài	0,8	0,2-0,3	0,02-0,03
	0,4	0,1-0,15	0,02-0,03
	0,2	0,05-0,08	0,01-0,02
Mài vô tâm	0,4	0,01-0,15	0,02-0,03
	0,2	0,08-0,10	0,02-0,03
	0,1	0,03-0,05	0,01-0,02
Mài mặt phẳng	0,4	1-2	0,02-0,03
	0,2	0,05-1	0,01-0,02

Ngày nay sử dụng đá mài kim cương và ni tơ rít **ho lập phương**

Sửa những loại đá này cần tìm mọi biện pháp để giảm chiều sâu sửa đá t vì các loại đá này có giá thành cao .

Đối với những đá mài kim cương hoặc ni tơ rít **ho lập phương** có chất kết dính là kim loại thì không dùng bút chì kim cương và đĩa kim cương để sửa .

Ở đây dùng thanh mài có hạt các bít silíc (K3) để sửa đá .

Ngày nay có nhiều công trình dùng phương pháp điện hoá học để sửa đá mài có chất kết dính là kim loại .

Bản chất của phương pháp là cho ăn mòn hoá học chất kết dính kim loại để hạt mài siêu cứng nhô lên khỏi mặt chất kết dính . **Xoá bỏ** ma sát của chất kết dính với vật liệu gia công.

Trong tất cả các phương pháp sửa đá đều phải dùng chất làm lạnh bôi trơn phù hợp để nâng cao chất lượng bề mặt đá được sửa và giảm mòn dụng cụ sửa đá .

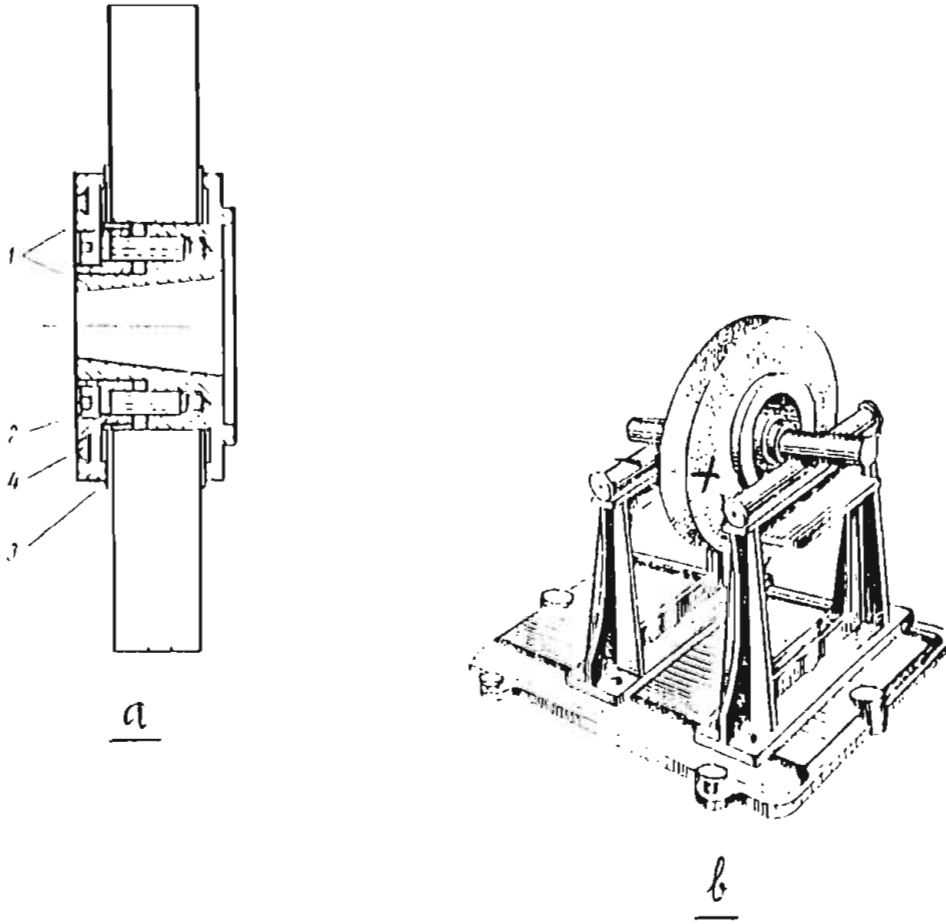
7. Cân bằng đá mài :

Các loại đá mài khi sản xuất , khi định vị và kẹp chặt trên máy có trọng tâm không nằm trên đường tâm quay quanh trục chính của máy

Khi đá quay có lực ly tâm lớn làm rung động tăng do vậy đá mài phải được cân bằng .

Cân bằng đá mài được thực hiện bằng hai cách : cân bằng tĩnh và cân bằng động

Hình VI .4a,b biểu thị phương pháp cân bằng tĩnh .



Hình VI-4a,b : Cân bằng tĩnh đá mài.

Xê dịch đối trọng trong rãnh 4 (hình a) để vạch đánh dấu ở mặt đầu đá mài (hình b) nằm ở vị trí bất kỳ sau mỗi lần quay đá trên giá cân bằng.

Cân bằng động đá mài có thể thực hiện ngay trên máy mài (ở những máy có cân bằng động) hoặc có thể cân bằng động đá rồi lắp trên máy.

Sau một thời gian dài làm việc, đá mài cần được cân bằng lại vì đá có thể mất cân bằng trở lại.

Trên đây đã trình bày những cơ sở quan trọng để tiến hành tối ưu hoá quá trình cắt

Từ trước đến nay sử dụng những kết quả nghiên cứu, vận dụng những kinh nghiệm của thực tiễn (có trong các sổ tay tra cứu và tài liệu hướng dẫn) quá trình tối ưu hoá khi cắt được hoàn thiện từng bước.

Những thành tựu về tối ưu hoá quá trình cắt góp phần to lớn vào sự phát triển khoa học cắt kim loại

Ngày nay nhờ kỹ thuật tính toán phát triển , Với sự trợ giúp của máy tính quá trình tính toán để tối ưu hoá quá trình cát được hoàn thiện hơn

IV TỐI ƯU HOÁ KHI CÁT VỚI SỰ TRỢ GIÚP CỦA MÁY TÍNH

1. Đặt vấn đề :

a . Để xác định được các thông số tối ưu của quá trình cát phải sử dụng nhiều số liệu cho trước , nhiều công thức biểu thị các quan hệ phức tạp giữa các đại lượng tính toán. Sau đó so sánh các kết quả để kết luận phương án tối ưu .

Công việc trên đòi hỏi nhiều thời gian và sức lực .

b. Ngày nay với sự trợ giúp của máy tính việc thực hiện tối ưu hoá khi cát có những thuận lợi như :

Tất cả các số liệu cho trước để tính toán được đưa vào bộ nhớ của máy vi tính .

Dùng ngân hàng dữ liệu trong máy cho phép gọi ra các thông số cần thiết nhanh chóng (không cần tra cứu trong nhiều các sổ tay như trước đây).

- Các công thức tính toán được máy xử lý rất nhanh và có độ chính xác cao.

Theo chương trình đã lập, máy vi tính có thể tính nhiều phương án rồi so sánh để chọn phương án tối ưu theo hàm mục tiêu đã định.

Như vậy máy tính trợ giúp đắc lực cho quá trình tối ưu hoá khi cát.

Nội dung tối ưu hoá do con người hiểu biết về quá trình cát quyết định .

Những kiến thức sâu về máy tính, về lập trình cùng với những hiểu biết về bản chất quá trình cát là cơ sở của tối ưu hoá khi cát trong hiện tại và tương lai.

2. Những nội dung cơ bản :

a. Thiết lập ngân hàng dữ liệu .

Đưa tất cả các số liệu cần thiết cho quá trình tối ưu hoá khi cát vào bộ nhớ của máy tính sau khi đã mã hoá.

Những số liệu đó là :

- Vật liệu gia công (thành phần hoá học, giới hạn bền, độ cứng v.v...)

Vật liệu dụng cụ cát (thép các bon dụng cụ , thép hợp kim dụng cụ . thép gió , hợp kim cứng, hợp niken, đá mài ..)

- Thông số hình học dụng cụ cát các loại ..

- Máy các loại (thông số kỹ thuật ..)

- Đặc trưng của chất lượng bề mặt cần đạt (giá trị R_a, R_z v.v...)

b. Các hệ số, số mũ biểu thị mối quan hệ ah của các đại lượng khác nhau đến quá trình cắt.

Thí dụ : hệ số, số mũ khi tính lực cắt, nhiệt cắt, công suất v.v...

Những số liệu này trước có trong các bảng tra cứu, nay đưa vào bộ nhớ của máy tính. Khi tính toán truy nạp nhanh và chính xác.

c. Viết và lập trình tính các đại lượng cần xác định để so sánh lựa chọn phương án tối ưu.

Thí dụ : Tính chọn t tối ưu.

Tính $S_1, S_2 \dots$ khi tiện để chọn S.

Tính V và n. S) sánh các phương án.

Tính thời gian cơ bản T_0 .

Khi lập trình quan tâm đến các đại lượng mà khi thay đổi chúng làm biến đổi năng suất và chất lượng của quá trình cắt.

Thí dụ : Lượng chạy dao ảnh hưởng quyết định đến độ nhám bề mặt. Tốc độ cắt ảnh hưởng trực tiếp đến tuổi bền dụng cụ cắt.

Độ hạt và chiều sâu cắt ảnh hưởng trực tiếp đến độ nhẵn và độ chính xác bề mặt chi tiết khi mài.

Trong quá trình lập trình để tối ưu hoá quá trình cắt cho một dạng gia công nào đó, phải xuất phát từ yêu cầu cụ thể của chi tiết để xác định hàm ràng buộc và hàm mục tiêu rõ ràng.

Có như vậy mới lựa chọn được các thông số cần tối ưu hoá.

Thí dụ : khi gia công thô năng suất cao sẽ là hàm mục tiêu số một. Khi gia công có độ chính xác cấp 1, độ nhẵn tương đương cấp $\nabla 12-\nabla 14$ thì hàm mục tiêu hàng đầu là chất lượng.

Đáp ứng yêu cầu chất lượng gia công với chi phí nhỏ nhất là nội dung cơ bản của tối ưu hoá.

Hiện nay tất cả những mô hình tối ưu hoá gia công bằng cắt gọt đều lấy chi phí nhỏ nhất là mục tiêu cuối cùng.

Để có chi phí cắt gọt nhỏ nhất phải lấy thời gian cơ bản T_0 nhỏ nhất làm gốc tính toán các chi phí.

$$T_0 = \frac{L}{S \cdot n} \cdot i \text{ (phút)}$$

L - chiều dài chi tiết cần gia công (mm)

S - lượng chạy dao (mm/vòng)

i - số lần cắt để cắt hết lượng dư.

n - số vòng quay của chi tiết (vòng/ph)

Song để giảm T_0 phải giảm L ở tử số. Muốn giảm L phải dùng dụng cụ cắt có tổng chiều dài tham gia cắt lớn (dùng dao tiện định hình, dao chuốt, dao phay hoặc đá mài định hình).

Nhưng dao định hình thường không cho độ chính xác cao.

Để giảm T_0 phải tăng S và n . Lượng chạy dao S lại bị khống chế bởi nhiều yếu tố. Khi gia công thô S bị công suất của máy, độ bền cơ học của dao v.v... khống chế . Khi gia công tinh S bị giá trị của $R_a(R_z)$ và độ chính xác, cơ lí tính lớp bề mặt khống chế.

n biểu thị tốc độ cắt .

Tốc độ cắt lớn sẽ cho T_0 nhỏ. Song nó lại phụ thuộc vào tuổi bền của dụng cụ cắt S và t .

Chọn n trong mối tương quan trên sao cho T_0 nhỏ mà vẫn đảm bảo được chất lượng gia công là bài toán cân tối ưu.

i - số lần cắt để cắt hết lượng dư ảnh hưởng đến chiều dày lớp cắt a.

Khi mài a_z có ý nghĩa đặc biệt. a_z càng nhỏ (khi mài có thể $a_z < 1\mu\text{m}$) càng có độ chính xác cao và độ nhẵn bề mặt tốt.

Lượng dư gia công nhỏ để $i = 1$ sẽ có thời gian T_0 nhỏ. Hiệu quả kinh tế của quá trình cắt sẽ lớn.

Trước đây tối ưu hoá quá trình cắt gọt chỉ có ý nghĩa trong sản xuất loạt lớn hoặc hàng khối.

Với sự trợ giúp của máy tính việc tính toán để tối ưu quá trình cắt rất nhanh và chính xác. Do đó ưu hoá quá trình cắt có thể áp dụng cho cả sản xuất loạt nhỏ và đơn chiếc .

Các máy công cụ được điều khiển bằng chương trình số nhờ trợ giúp của máy tính (máy CNC) ngày càng nhiều. Việc tối ưu hoá quá trình cắt càng có ý nghĩa .

Trên đây trình bày những nền lớn khi tối ưu quá trình cắt . Tìm hiểu sâu thêm ở các tài liệu chuyên khảo.

V. Những thông số của quá trình cắt được sử dụng làm tín hiệu tự động hoá.

Quá trình tự động hoá các máy công cụ được thiết kế dựa trên các tín hiệu đầu vào của quá trình cắt .

Những tín hiệu đó là :

- Kích thước hình thành khi cắt .
- Lực phát sinh trong quá trình cắt .
- Thời gian cắt .

Kích thước hình thành khi cắt quyết định đến độ chính xác gia công và gián tiếp ảnh hưởng tới các thông số khác của chất lượng gia công (thí dụ như độ nhám , độ biến cứng, ứng suất dư . .)

Lực phát sinh trong quá trình cắt ảnh hưởng đến độ chính xác của chi tiết và biến dạng của hệ thống công nghệ , công suất của máy.

Hiện nay chưa có thể sử dụng các thông số như độ nhám $R_a(R_z)$ hoặc độ cứng tế vi, ứng suất dư làm chỉ tiêu để tự động hoá quá trình cắt .

Vì quá trình đo lường những đại lượng kể trên trực tiếp trên máy lúc đang gia công không thể thực hiện được (nên không thiết lập được tín hiệu ngược để tự động hoá) .

Ngày nay tự động hoá máy công cụ phải xuất phát từ đo lường tích cực có phản hồi ngược để điều chỉnh quá trình cắt .

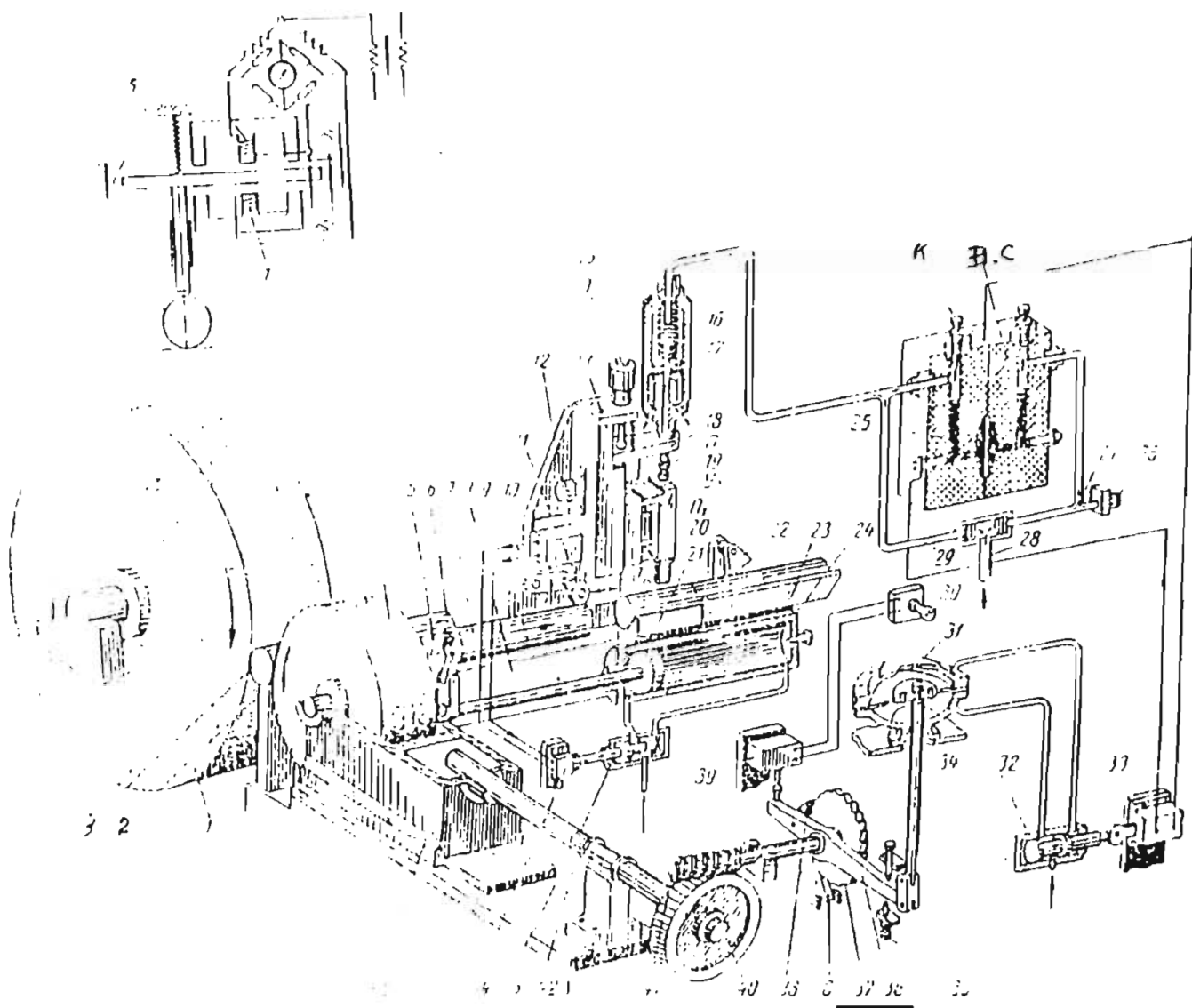
Qua tín hiệu phản hồi ngược, khi chi tiết đạt các yêu cầu định trước, quá trình cắt tự động dừng lại

1. Kích thước hình thành khi cắt là tín hiệu để tự động hoá.

Hình VI-11 biểu thị sơ đồ tự động hoá khi mài véc-tam.

Chi tiết số 3 sau khi mài được đẩy ra và định vị trên khối V số 21. Đầu đo (bằng khí nén) số 30 đo kích thước đường kính của chi tiết.

Nếu đường kính vượt quá dung sai cho phép sẽ phát tín hiệu làm cho cơ cấu các 36, 37 hoạt động.



Hình VI-11: Sơ đồ tự động hoá máy mài vô tâm

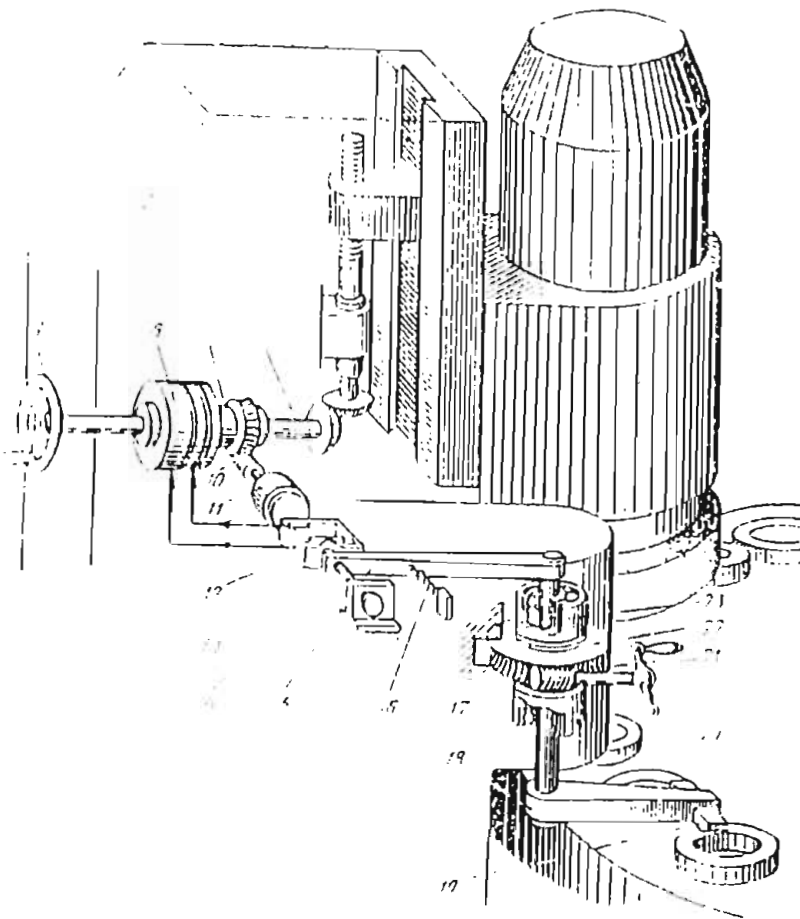
Bộ truyền bánh vít trục vít số 40,41 đẩy đá cắt vào để bù lượng mòn cần thiết. Chi tiết có kích thước nằm trong trường dung sai yêu cầu.

Hình VI-12 biểu thị sơ đồ tự động hoá khi mài phẳng.

Đầu do số 19 tác động đóng ngắt công tắc điện số 12.(thông qua các thanh truyền trung gian 15,17,18)

Khớp nối điện từ số 8 hoạt động làm trục 7 quay (nhờ động cơ 11, trục vít bánh vít số 10) chuyển động được truyền đến bộ bánh răng côn trên trục 6 Trục vít số 3 quay đưa ụ mang đá hình chấu tịnh tiến xuống bù lượng mòn cần thiết.

Ở hai sơ đồ trên kích thước hình thành khi cắt là tín hiệu đầu vào không thể thiếu để thực hiện quá trình tự động hoá các máy công cụ.



Hình VI-12: Sơ đồ tự động hoá khí mài phẳng

2. Thời gian cắt là tín hiệu để tự động hoá.

Ở trên đã đề cập đến chu trình của quá trình mài tròn ngoài và mài lỗ

Chu trình bao gồm các giai đoạn theo thứ tự :

- Đá mài chuyển động nhanh vào vùng mài.
- Mài thô trong thời gian quy định.

Mài tinh sau mài thô.

- Mài láng bóng đạt kích thước chính xác và độ nhẵn yêu cầu .

Lưu nhanh đá mài về vị trí ban đầu, khi độ lượng tích cực phát tín hiệu.

Chu trình trên được tự động hoá theo thời gian đã nghiên cứu quy định từ trước.

3. Chất lượng gia công đạt được :

Chất lượng quá trình cắt được xác định nhờ dụng cụ đo.

Palme các loại có độ chính xác nằm trong khoảng 0,01-0,001 mm cho một vạch chia.

Các dụng cụ đo có chuyển đổi nhờ cảm biến điện trở, điện dung, điện cảm, áp điện cho phép đo các đại lượng với độ chính xác 0,0002mm.

Những máy đo độ nhám có thể khuếch đại 200.000 lần biên dạng và ghi lại .

Trong các máy công cụ có độ chính xác và được tự động hoá cao, việc đạt độ chính xác về kích thước được nghiên cứu sâu và sử dụng có hiệu quả.

Những nghiên cứu để lấy độ nhám, độ biến cứng, ứng suất dư lớp bề mặt làm tín hiệu để tự động hoá còn ít được nghiên cứu , chưa có áp dụng trong thực tiễn.

Ngày nay vấn đề chất lượng phải được quan tâm hàng đầu.

Nghiên cứu để chủ động đạt chất lượng trong gia công bằng cắt gọt là rất có ý nghĩa .

Chương 7:

ĐẶC ĐIỂM CỦA QUI TRÌNH CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO DỤNG CỤ CẮT

I- ĐẶC ĐIỂM QUI TRÌNH CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO DỤNG CỤ CẮT.

Qui trình công nghệ chế tạo dụng cụ cắt cũng tuân theo những nguyên tắc của qui trình công nghệ chế tạo chi tiết máy. Do dụng cụ có thể được coi là một chi tiết máy đặc biệt, có yêu cầu về độ chính xác gia công cũng như chất lượng bề mặt (độ nhẵn, tính chất cơ lý lớp bề mặt) cao. Do vậy quy trình công nghệ chế tạo nó có những đặc điểm riêng như sau :

1. Vật liệu dụng cụ cắt thường đắt và hiếm, do đó phải tính toán kết cấu hợp lý để tiết kiệm vật liệu. Có thể dùng các phương pháp như: tính lượng dư phù hợp, lắp ghép giữa phần cắt chế tạo bằng vật liệu dụng cụ, và phần thân chế tạo từ thép kết cấu bằng hàn nối hoặc kết cấu cơ khí giữa hai phần với nhau. Tùy theo kiểu, loại dụng cụ và loại hình sản xuất mà lựa chọn cho phù hợp.

2. Dụng cụ cắt phải có độ bền và độ cứng phân cắt cao, do đó đối với những vật liệu phân cắt là các loại thép (thép các bon dụng cụ; thép hợp kim dụng cụ; thép gió) trong qui trình công nghệ nhất thiết phải có nguyên công nhiệt luyện. Đối với từng loại vật liệu và tùy theo hình dáng của dụng cụ phải lựa chọn chế độ nhiệt luyện phù hợp để vừa đảm bảo độ cứng, độ bền, vừa không bị khuyết tật khi nhiệt luyện (vỡ, nứt, cháy, thoát các bon bề mặt v.v...).

3. Dụng cụ cắt đòi hỏi độ nhẵn bề mặt, cũng như độ chính xác kích thước cao và lại có độ cứng độ bền cao. Do đó nhất thiết phải có các nguyên công mài, các nguyên công gia công tinh và gia công lần cuối như mài tinh, mài bóng, mài nghiền, mài siêu tinh xác v.v...

4. Nhiều dụng cụ có hình dáng hình học phức tạp, độ chính xác cao. Do đó, khi chế tạo chúng cần phải sử dụng các thiết bị chuyên dùng có độ chính xác cao, cũng như đòi hỏi tay nghề công nhân cao.

5. Dụng cụ là sản phẩm có giá thành cao, do vậy lượng phế phẩm khi chế tạo trong quy trình phải thấp. Để nâng cao hiệu quả kinh tế của quá trình chế tạo.

II- MỘT SỐ NGUYÊN CÔNG ĐẶC BIỆT TRONG QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO DỤNG CỤ CẮT

1. Chọn phôi:

Vật liệu chế tạo dụng cụ cắt thường gồm hai phần: Phần cắt là các loại vật liệu có tính năng cắt cao (độ cứng, độ bền nhiệt, độ bền cơ học, độ dẫn nhiệt, độ chịu mòn), ngoài ra nó cần có tính công nghệ và tính kinh tế. Phần thân thường là các loại thép kết cấu, nó cũng đòi hỏi có độ bền và tính công nghệ tốt.

Do vậy việc lựa chọn phôi cho quá trình chế tạo dụng cụ cũng rất quan trọng nó quyết định đến chất lượng cũng như đến giá thành của dụng cụ. Nên vật liệu chế tạo phần cắt cũng như phần thân dụng cụ cần được lựa chọn hợp lý dựa trên những cơ sở sẽ trình bày sau.

a) Những yêu cầu công nghệ đối với vật liệu dụng cụ:

Trong công nghiệp chế tạo dụng cụ cắt người ta sử dụng các loại phôi cán, rèn, dập và đúc. Tùy theo kết cấu và chất lượng dụng cụ cắt, đặc điểm của quá trình sản xuất, tính kinh tế của các loại thép và giá thành dụng cụ mà lựa chọn phôi.

Phôi phải có dạng và kích thước gần với dạng và kích thước của dụng cụ được chế tạo. Mức độ 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.

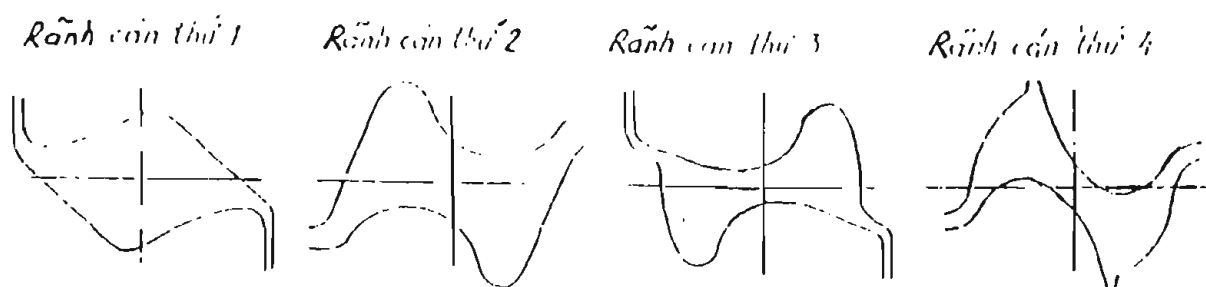
Trước khi đưa vào sản xuất, vật liệu dùng để chế tạo dụng cụ cần phải được kiểm tra thành phần hoá học, cấu trúc tế vi, mật độ hạt ở trạng thái trước và sau nhiệt luyện để đáp ứng tốt yêu cầu của vật liệu chế tạo dụng cụ.

Để nâng cao hiệu quả 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 (rèn khuôn, dập khuôn) hoặc đúc chính xác. Việc này cho phép nâng cao hệ số sử dụng vật liệu, giảm lượng hao phí vật liệu và giảm giá thành sản phẩm.

b) Các dạng phôi :

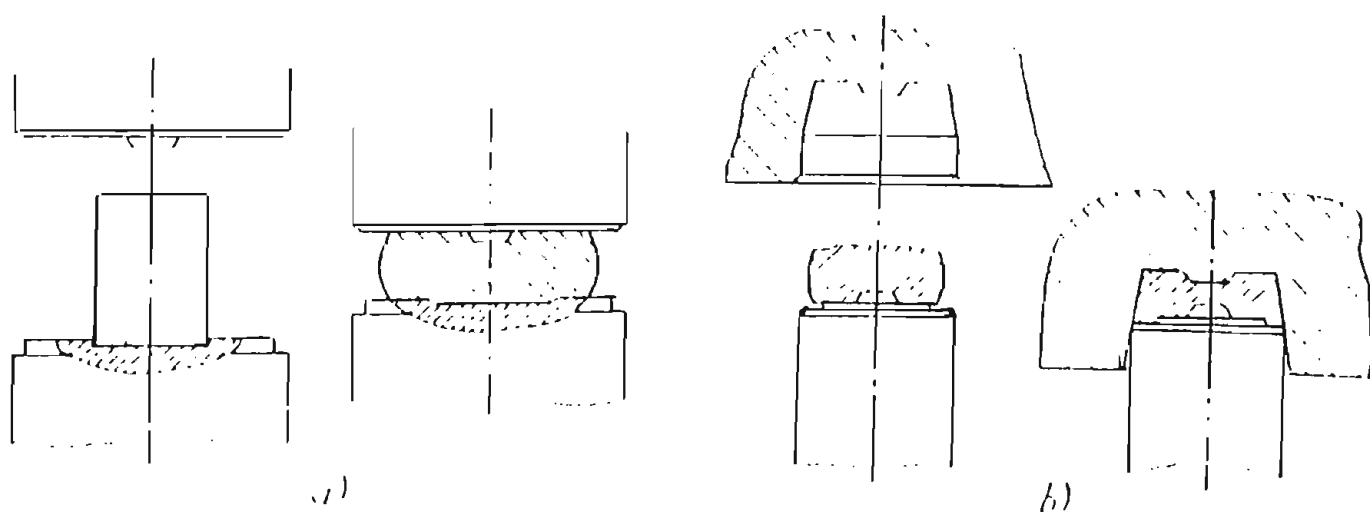
Trong các phương pháp tạo phôi bằng biến dạng dẻo phương pháp cán phôi (cán rèn, cán ngang, cán xoắn) với trạng thái nguội hoặc nóng của phôi cũng là một dạng tạo phôi cho hệ số sử dụng vật liệu tốt. Thép cán nguội được dùng trong các trường hợp khi kích thước của phôi gần giống kích thước dụng cụ, nó được sử dụng gia công trên các máy tự động. Thép cán nóng được dùng trong các trường hợp khi tiết diện

phôi so với dụng cụ có lượng dư không lớn (Ví dụ hình 7 - 1 sơ đồ cán rãnh xoắn mũi khoan). Việc sử dụng các loại thép cán có hình dạng chuyên dùng để sản xuất dụng cụ, nó sẽ cho hiệu quả kinh tế cao.



Hình 7 - 1. Sơ đồ cán rãnh mũi khoan

Trong điều kiện sản xuất hàng loạt , hàng khối, để có thể có dạng phôi và dụng cụ gần giống nhau, người ta dùng các phương pháp gia công biến dạng dẻo để chế tạo phôi. Trong đó dập nóng là phương pháp tạo phôi được sử dụng phổ biến để gia công các loại phôi như: dao tiện, dao xọc răng, dao phay răng chấp, các loại dụng cụ răng chấp. (Ví dụ hình 7 - 2 cho ta sơ đồ dập tạo phôi dao xọc răng). Phương pháp dập có thể nâng cao hệ số sử dụng kim loại lên 25÷50% và giảm độ không đồng đều cacbit 2÷3 lần, cơ tính dụng cụ tốt hơn và giảm lượng dư gia công.



Hình 7- 2. Sơ đồ dập tạo phôi dao xọc răng, a- bước sơ bộ; b- bước kết thúc

Các loại thép gió có đường kính lớn hơn 50mm được rèn khi có yêu cầu cao về độ không đồng đều của cacbit. Vì độ không đồng đều các bít sẽ giảm khi mức độ biến dạng tăng lên. Đặc biệt đối với dụng cụ cắt ren và cắt răng, để cải thiện cấu trúc và sự đồng đều về cacbit, nên tiến hành rèn thép gió nhiều lần. Để đạt được tính kinh tế cao, dụng cụ được chế tạo bằng cách ghép phần cắt làm bằng thép gió và phần thân làm bằng thép kết cấu, thép hợp kim có hàm lượng cacbon thấp để sau nhiệt luyện có độ cứng HRC 28-32.

Để nhận được phôi có hình dạng và kích thước gần nhất với hình dạng và kích thước dụng cụ, người ta sử dụng phương pháp đúc chính xác sẽ giảm được lượng hao phí kim loại đến 50% trên một đơn vị dụng cụ chế tạo và giảm giá thành phôi đến 50 + 70% so với phương pháp rèn. Đối với thép gió khó đảm bảo cấu trúc có chất lượng tốt và tuổi bền ổn định của dụng cụ cắt, nhưng có thể nhận được chất lượng phôi đúc thép gió tốt hơn bằng phương pháp đúc ly tâm (với phôi những dụng cụ có hình dạng tròn xoay), hoặc đúc khuôn vỏ mỏng (với phôi những dụng cụ dạng tấm, dụng cụ đặc biệt...) Trong một số trường hợp để cải thiện cấu trúc của dụng cụ đúc người ta dùng phương pháp gia công nhiệt luyện đặc biệt là tôi hai lần, lần thứ nhất trước gia công cơ sau đó ủ đồng nhiệt và lần thứ hai sau gia công cơ. Gia công nhiệt luyện hai lần tạo ra khả năng phá vỡ mạng lưới gai và sâu của cacbit, do đó chúng phân bố đều hơn.

2. Phay rãnh chứa phoi:

Như ta đã biết, răng dao được hình thành bằng cách tạo rãnh chứa phoi (xoắn hoặc thẳng) và một sau. Có thể dùng các phương pháp sau để tạo rãnh chứa phoi :

- Tiên - thường dùng cho các dụng cụ có răng dao bố trí thẳng góc với trục.

- Khoan - dùng cho bàn ren lớn.

- Mài - tạo rãnh chứa phoi cho các dụng cụ nhỏ.

- Phay - dùng cho đa số các dụng cụ cắt vì nó có thể gia công được rãnh thẳng, rãnh xoắn trên mặt trụ, mặt côn hoặc mặt đầu một cách dễ dàng.

Tùy theo profile của rãnh phoi có thể dùng dao phay định hình (răng nhọn hoặc hơi lụng), dao phay góc răng nhọn (một góc hoặc hai góc). Dao phay hai góc thường được sử dụng để phay rãnh phoi vì góc độ ở hai lưỡi cắt bên hợp lý, do đó, đạt được điều kiện cắt tốt, cho độ nhẵn bề mặt gia công cao.

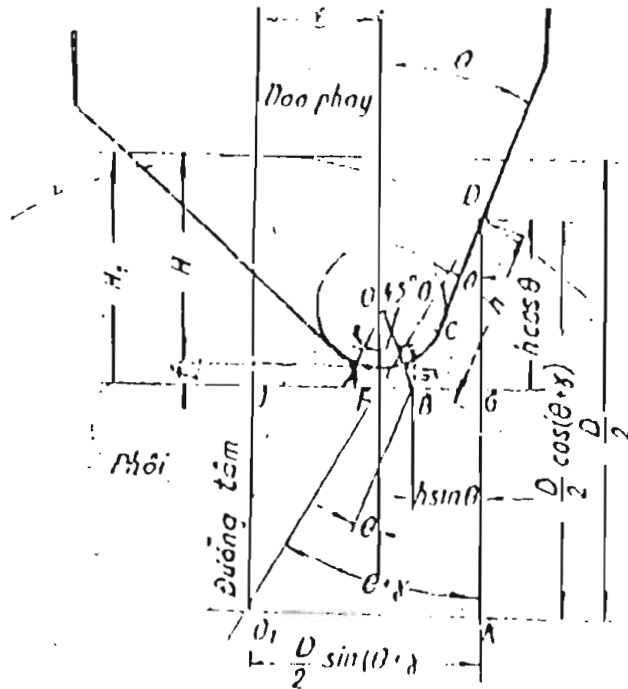
a) Phay rãnh phoi trên mặt trụ:

* Rãnh phoi thẳng:

Được tiến hành trên máy phay ngang, có cấu trúc chia độ đơn giản hay phức tạp. Để xác định vị trí của dao, cần đảm bảo yêu cầu :

- Tạo đúng h và γ (Khi biết góc trước , chiều cao răng đo trên mặt trước h).
- Góc dạng răng θ (tạo mặt trước), do prôfin của dao dũa nhận.

Tiền hành cho đỉnh răng dao trùng với đỉnh phôi rồi dịch chuyển bàn máy theo theo hai phương ngang và dùng theo các lượng N và H , được tính như sau :



Hình 7-3 Sơ đồ phay rãnh phôi trên mặt trụ

+ Trường hợp $\gamma > 0$:

Tính toán lượng dịch chuyển ngang N ta có:

Trong hình 7 - 3 từ tâm O hạ đường thẳng góc đến điểm C , vẽ OA song song với DC xác định theo hình vẽ ta có:

$$N = O_1K - BG - FB \tag{7-1}$$

Trong đó:

Hình vuông $OABC$ có đường chéo $OB = r\sqrt{2}$

Tam giác FOB có cạnh: $FB = r\sqrt{2} \cdot \sin(45^\circ - \theta)$. (7-2)

Tam giác BDC có cạnh: $BC = h \cdot \sin\theta$ (7-3)

Trong tam giác DO_1K cạnh: $O_1K = \frac{D}{2} \cdot \sin(\theta + \gamma)$ (7-4)

Thay (7-2); (7-3); (7-4) vào (7-1) Ta có lượng dịch chuyển ngang:

$$N = \frac{D}{2} \cdot \sin(\theta + \gamma) - h \cdot \sin\theta - r\sqrt{2} \cdot \sin(45^\circ - \theta) \tag{7-5}$$

* Tính lượng dịch chuyển đứng H:

Từ hình vẽ ta có:

$$H = H_1 - f \quad (7-6)$$

Trong đó : $f = OF - r \quad (7-7)$

$$OF = r \cdot \sqrt{2} \cdot \cos(45^\circ - \theta) \quad (7-8)$$

Vậy $f = OF - r = r \cdot \sqrt{2} \cdot \cos(45^\circ - \theta) - r = r \cdot [\sqrt{2} \cdot \cos(45^\circ - \theta) - 1] \quad (7-9)$

Mặt khác : $H_1 = \frac{D}{2} - OI \quad (7-10)$

Và $O_1I = KG = DK \cdot DG = \frac{D}{2} \cdot \cos(\theta + \gamma) - h \cdot \cos\theta \quad (7-11)$

$$H_1 = \frac{D}{2} - \left[\frac{D}{2} \cdot \cos(\theta + \gamma) - h \cdot \cos\theta \right] \quad (7-12)$$

Thay (7-9); (7-12) vào (7-6) ta có :

$$H = \frac{D}{2} - \left[\frac{D}{2} \cdot \cos(\theta + \gamma) - h \cdot \cos\theta \right] - r \cdot [\sqrt{2} \cos(45^\circ - \theta) - 1] \quad (7-13)$$

+ Khi $\gamma = 0$:

$$N = \frac{D}{2} \cdot \sin\theta - h \cdot \sin\theta - r \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(45^\circ - \theta) \quad (7-14)$$

$$H = \frac{D}{2} - \left[\frac{D}{2} \cdot \cos\theta - h \cdot \cos\theta \right] - r \cdot [\sqrt{2} \cos(45^\circ - \theta) - 1] \quad (7-15)$$

Sau khi phay xong một rãnh răng, người ta tiến hành **phân độ** phôi đi một góc bằng góc giữa hai răng của phôi cần phay răng và phay hết **chiều dài rãnh**, các rãnh tiếp theo tiến hành các thao tác như rãnh ban đầu.

* Rãnh phôi xoắn:

Để tạo rãnh **phôi xoắn**, phải xoay bàn máy phay nghiêng một góc bằng góc nghiêng của rãnh xoắn ω . Để tránh cắt lẹm răng dao, đồng thời tăng độ nhẵn bề mặt của nó, bàn máy phay thường được xoay theo góc ω_1 , theo công thức:

$$\operatorname{tg}\omega_1 = \operatorname{tg}\omega \cdot \cos(\theta + \gamma) \quad (7-16)$$

Trong đó:

- γ - góc trước của răng dao trong tiết diện pháp tuyến.
- θ - góc trước của lưỡi cắt dao phay để tạo mặt trước.

Khi đó, lượng dịch chuyển ngang N^* và lượng dịch chuyển đứng H^* , được tính theo công thức :

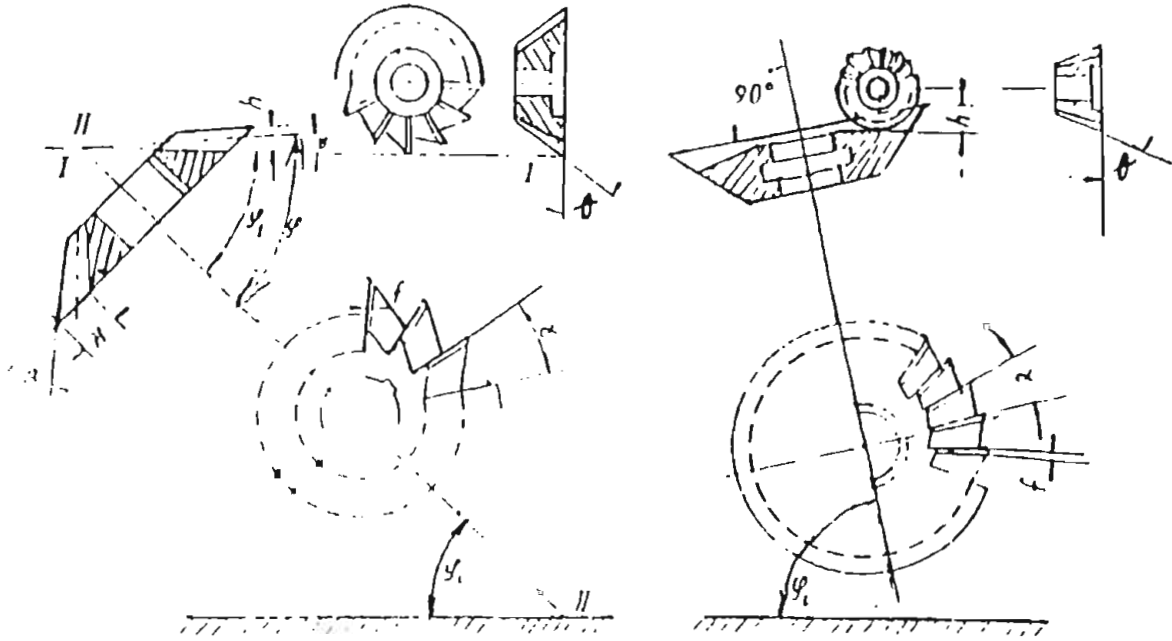
$$N^* = N \cdot \cos\omega_1$$

Trong đó, N - được tính theo công thức (7-5) và ω_1 được tính theo (7-16)

$H^* = H$ - được tính theo công thức (7 - 13)

Để có thể phay tạo ra được rãnh xoắn, người ta phải tiến hành tính toán xác định quan hệ động học giữa chuyển động quay của phôi và chuyển động tịnh tiến của dao là: Phôi quay một vòng - Dao tiến một bước $S_d = \pi.D.ctg\varpi_1$. Sau đó thực hiện xoay bàn máy đi một góc ϖ_1 và điều chỉnh dao theo các kích thước N^* và H^* . Các bước còn lại cũng tiến hành gia công tương tự như với phay rãnh thẳng.

b) Phay rãnh phôi trên mặt côn:



Hình 7-4. a- Phay rãnh chứa phôi trên mặt côn; b- Phay rãnh chứa phôi trên mặt đầu.

Để nhận được lưỡi cắt chính thẳng và góc trước như nhau tại mọi điểm trên lưỡi cắt phải sử dụng dao phay một góc. Khi gia công rãnh phôi, cần quay phôi dao phay đi một góc φ_i , để đáy rãnh nằm theo phương ngang (song song với bàn máy phay). Sau đó, cho dao phay rãnh vào cắt, còn phôi được bàn máy cấp cho chuyển động tịnh tiến để cắt hết chiều dài côn. Sơ đồ gia công như hình 7- 4a

Các thông số đã biết:

- R- bán kính ứng với mặt mũi lớn.
- β - góc prôfin của dao phay cần gia công.
- θ - góc prôfin của dao phay góc.
- α - góc ở tâm giữa hai răng.
- φ - nửa góc đỉnh của côn chia.

Cần tìm φ_i ; h - chiều sâu phay lớn nhất; H - chiều cao răng trên mặt đầu lớn.

Ta có: $\varphi_1 = \varphi - \gamma$; trong đó: $\operatorname{tg}\varphi = \cos\alpha \cdot \operatorname{ctg}\beta$ và góc phụ γ được tính theo công thức sau: $\sin\gamma = \sin\varphi \operatorname{tg}\alpha \operatorname{ctg}\beta$.

Bằng các phép toán ta xác định được:

+ Chiều sâu phay lớn nhất theo công thức sau:

$$h_1 = \frac{R \cdot \cos(\beta + \varphi_1)}{\cos\beta} \quad (7-17)$$

Trong đó R - Là bán kính mặt mũi lớn của dao phay được gia công.

+ Chiều cao răng nên mặt đầu lớn được xác định bằng công thức:

$$H = \frac{R \cdot \cos(\beta + \varphi_1)}{\cos\beta \cos\varphi_1} \quad (7-18)$$

Cũng như phay rãnh trên mặt trụ sau khi phay xong một rãnh, phải tiến hành thực hiện phân độ một góc α để gia công các rãnh tiếp theo.

c) Phay rãnh chứa phối trên mặt đầu:

Dùng để tạo rãnh phối và răng dao cho dao phay góc, dao phay mặt đầu, dao phay ba mặt cắt v.v.....

Khi phay, xoay phối đi một góc sao cho đáy rãnh nằm theo phương ngang (hình 7-4b) Cần phải xác định góc nghiêng φ_1 của trục đầu phân độ và nó được xác định như sau:

$$\cos\varphi_1 = \operatorname{tg}\alpha \operatorname{ctg}\theta \quad (7-19)$$

Trong đó: α - là góc giữa hai răng cắt trong mặt đầu.

θ - là góc profile răng dao phay rãnh.

Chiều sâu phay h lớn nhất được xác định tương tự như trường hợp phay rãnh trên mặt côn. Khi phay các rãnh cũng thực hiện tương tự phay rãnh trên mặt côn.

3. Hót lưng răng dao:

Đối với dụng cụ định hình, cũng như bao hình cần đảm bảo profile răng dao chính xác sau khi mài sắc lại, mặt sau thường được ưu tiên hót lưng theo một đường cong, để đảm bảo các yêu cầu sau:

- Hình dáng và góc sau răng dao không thay đổi sau những lần mài lại, để đảm bảo sự đồng nhất hình dáng chỉ tiêu gia công và để điều kiện cắt không thay đổi.

- Việc mài lại thuận lợi vì khi đó chỉ cần tiến hành mài theo mặt trước - thường là mặt phẳng.

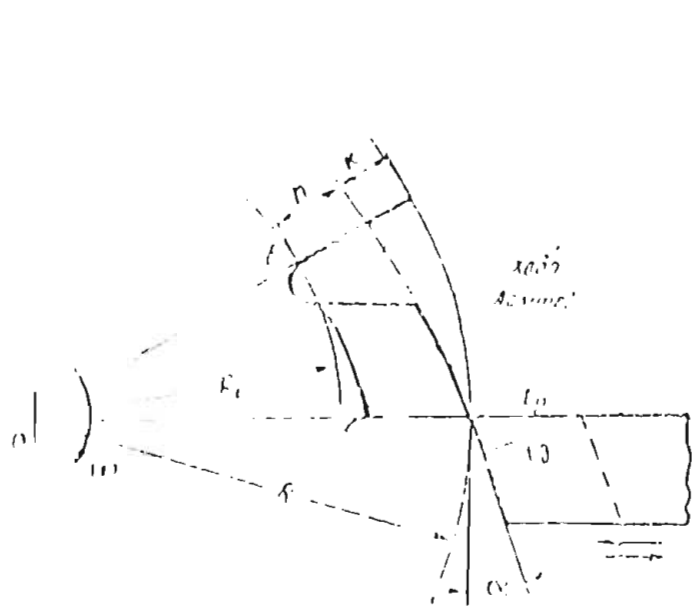
Như đã biết, đường cong thoả mãn hai điều kiện trên là đường xoắn Lơ-ga-rít nhưng thực tế không sử dụng mà chỉ hót lưng răng dao theo đường xoắn Ac-si-mét (đã đề cập đến ở chương 2 mục 1.11). Tuy nó có làm góc sau thay đổi chút ít.

Khi hót lưng răng dao phải quan tâm đến các vấn đề sau:

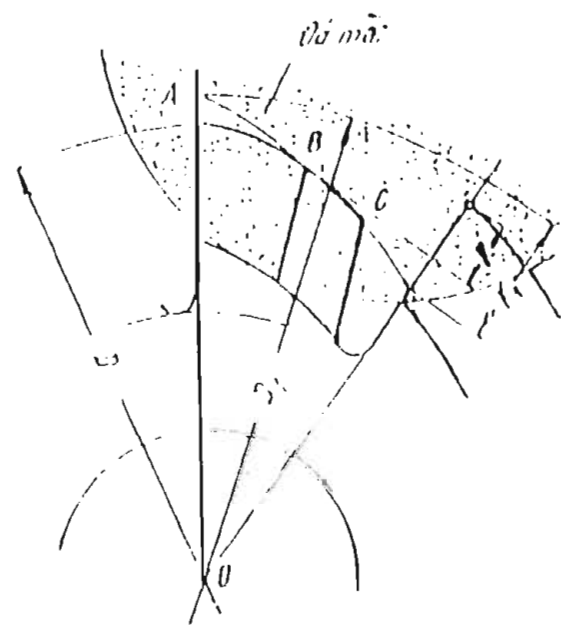
1. Đảm bảo được độ chính xác của hình dáng răng dao, nhằm đáp ứng được yêu cầu của chi tiết gia công. Khi gia công chi tiết có độ chính xác thấp, dùng loại dao có mặt sau không mài, thường chọn $\gamma = 0^\circ$. Khi đó, hình dáng răng dao trên mặt trước trùng với hình dáng chi tiết. Trong những trường hợp cần cải thiện điều kiện cắt, có thể chọn $\gamma > 0$, khi đó phải tính toán hiệu chỉnh lại hình dáng răng dao. Khi độ chính xác chi tiết yêu cầu cao, ngoài việc lựa chọn góc trước $\gamma = 0$, phải mài lại mặt sau của răng dao.

2. Đảm bảo được độ nhẵn của mặt sau răng dao để thuận lợi cho quá trình cắt gọt. Vì khi tiến hót lưng, tốc độ cắt thường phải chọn nhỏ, do đó độ nhẵn bề mặt thấp, ảnh hưởng xấu đến điều kiện cắt, đến chất lượng chi tiết gia công.

3. Đảm bảo trị số góc sau đủ lớn trên từng điểm của lưỡi cắt để đảm bảo quá trình cắt thực hiện được.



Hình 7-5 Sơ đồ tiến hót lưng



Hình 7-6 Sơ đồ mài hót lưng

Để đảm bảo độ chính xác và độ nhẵn bề của dụng cụ hót lưng, trong công nghệ chế tạo dụng cụ cắt ta cần có những biện pháp công nghệ sau:

Voi dao có hình dáng không mài, chủ yếu được chế tạo từ thép P18, nhiệt luyện sơ bộ trước khi hót lưng, để đạt độ cứng HRC 28- 30. Khi tiến hót lưng sẽ tăng được độ nhẵn.

Mài lại hình dáng răng dao sau nhiệt luyện. Điều này sẽ tạo ra nhiều ưu điểm như: Khi đó được loại thoát các bon do nhiệt luyện gây ra, tăng độ nhẵn và độ chính xác

của hình dạng răng dao. Nhưng khi mài hết lưng có thể xảy ra các hiện tượng cắt lẹm răng sau hoặc yên ngựa lưng răng. Để tránh những hiện tượng này người ta cần phải tiến hành hết lưng theo hai trị số hết lưng K và K_1 , lượng nâng của cam tiến hết lưng $K_1 = (1,5 \sim 1,75) K$ của cam mài hết lưng. Lượng hết lưng K_1 ứng với đường kính

$D_1 = D + 2a$; Trong đó $a = \frac{K_1 - K}{2}$. Hết lưng kép với hai lượng hết lưng K và K_1 được tiến hành bằng các phương pháp sau:

– Tiến hết lưng theo K , và K_1 và mài hết lưng theo K . Phương pháp này đạt độ chính xác cao, nhưng phải dùng hai cam hết lưng khác nhau.

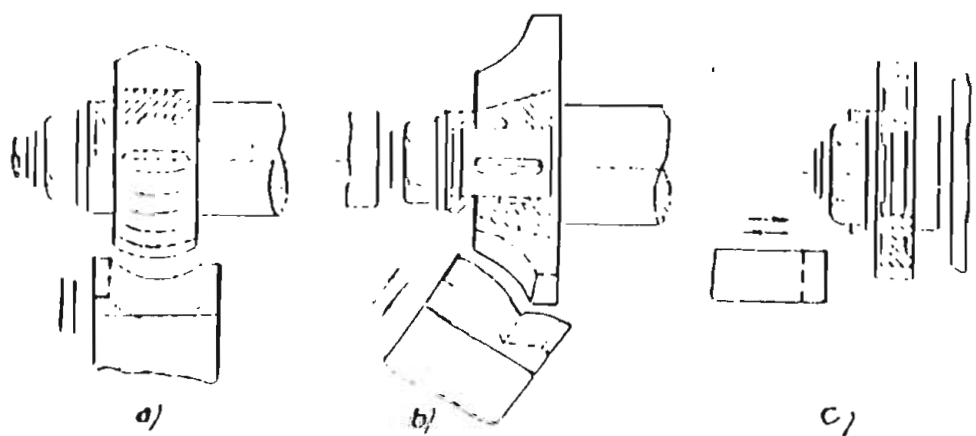
– Tiến hết lưng theo K_1 , rồi mài hết lưng theo K . Ưu điểm, chỉ tiến hết lưng một lần, nhưng lượng dư mài lớn, độ chính xác thấp.

– Tiến hết lưng theo K và K_1 bằng cam tổ hợp rồi mài hết lưng theo K . Đảm bảo được năng suất, độ chính xác, nhưng chế tạo cam phức tạp.

Để góc sau của trên từng điểm của lưỡi cắt có trị số đảm bảo cho quá trình cắt có thể thực hiện tốt khi cắt gọt. Tùy theo hình dáng chi tiết gia công, có thể sử dụng một trong ba cách hết lưng sau đây:

a) Hết lưng hướng kính:

Hết lưng hướng kính là phương pháp trong đó phương chạy dao vuông góc với đường tâm phôi, nó là phương pháp hết lưng được sử dụng phổ biến. Thường dùng khi hết lưng dao phay đĩa mô đun, dao phay lăn răng, dao phay ren... Trị số hết lưng K thường lấy theo các cam, thực tế thông thường sử dụng các cam có $K = 0,5 \sim 12\text{mm}$ đối với dao nhỏ lấy K cách nhau $0,25\text{mm}$, dao phay trung bình lấy cách $0,5$ và dao phay lớn lấy cách nhau $1 \sim 2\text{mm}$.



Hình 7.5 Các phương pháp hết lưng răng dao: a- hết lưng hướng kính, b- hết lưng nghiêng, c- hết lưng dọc trục.

Trị số góc sau được xác định theo lượng hút lưng K trong các tiết diện xét như sau:

+ Góc sau ở đỉnh răng:

$$\operatorname{tg} \alpha_d = \frac{KZ}{\pi D_e} \quad (7 - 20)$$

+ Góc sau ở mặt bên xét trong tiết diện pháp tuyến với lưỡi cắt:

$$\operatorname{tg} \alpha_{nx} = \frac{D_e}{D_x} \operatorname{tg} \alpha_d \sin \varphi \quad (7 - 21)$$

Trong đó: D_e - Đường kính ứng với điểm đỉnh dao.

D_x - Đường kính ứng với điểm x trên lưỡi cắt.

Z - Số răng dụng cụ được hút lưng.

α_d - Góc sau ứng với điểm đỉnh dao.

α_{nx} - Góc sau mặt bên xét trong tiết diện pháp ứng với điểm x.

φ - Là góc giữa tiếp tuyến của lưỡi cắt tại điểm xét và phương chạy dao hướng kính.

Trị số góc sau α_{nx} càng giảm với những đoạn lưỡi cắt có góc φ giảm. Khi tính toán thường cho góc sau cho phép nhỏ nhất của lưỡi cắt bên khoảng $2 - 3^\circ$ và chỉ trong trường hợp hãn hữu mới giảm xuống đến $1 - 1,5^\circ$

b) Hót lưng nghiêng:

Trong thực tế với các dụng cụ có những đoạn Prôfin có độ nghiêng so với trục (lớn hơn 10°), khi đó dụng cụ nên được hút lưng theo phương pháp hút lưng nghiêng. Đó là phương pháp hút lưng có phương chạy dao nghiêng một góc Ψ so với đường thẳng vuông góc với đường tâm dao, khi đó dao phải xoay đi một góc Ψ để thực hiện quá trình hút lưng nghiêng.

- Khi hút lưng nghiêng mặt đầu vuông góc với trục dao (trục máy):

$$\operatorname{tg} \alpha_b = \frac{KZ \cdot \sin \psi}{\pi D_x} \quad (7 - 22)$$

Trong đó : K - lượng hút lưng nghiêng.

ψ - góc phương hút lưng nghiêng (Góc quay bàn dao).

α_b - góc sau mặt bên khi hút lưng nghiêng.

- Khi hót lưng nghiêng với đoạn lưỡi cắt có tiếp tuyến làm một góc bất kỳ φ với phương hướng kính khi đó:

$$\operatorname{tg}\alpha_b = \operatorname{tg}\alpha_d \sin\varphi \frac{D_e}{D_x} + \frac{KZ \sin\psi}{\pi D_x} \quad (7 - 23)$$

Góc quay bàn dục ψ phụ thuộc vào góc sau của dao, được tính như sau:

- Khi hót lưng nghiêng mặt đầu:

$$\sin\psi = \frac{\pi D_x}{KZ} \operatorname{tg}\alpha_b \quad (7 - 24)$$

- Khi đồng thời hót lưng theo chu vi và theo mặt đầu:

$$\operatorname{tg}\psi = \frac{\operatorname{tg}\alpha_b}{\operatorname{tg}\alpha_d} \quad (7 - 25)$$

Lượng hót lưng nghiêng trong các trường hợp đã cho được xác định như sau:

$$Z = \frac{\pi D}{Z} \sqrt{\operatorname{tg}^2\alpha_d + \operatorname{tg}^2\alpha_b} \quad (7 - 26)$$

c) Hót lưng hướng trục:

Để đảm bảo góc sau cho các lưỡi cắt bố trí trên mặt đầu người ta sử dụng phương pháp hót lưng hướng trục, có phương chạy dao song song với đường tâm phôi. Nó được sử dụng khi hót lưng hình dáng răng dao ở mặt đầu của dụng cụ chiều trục như: bàn ren, mũi khoét định hình v.v.... Hiện nay, việc áp dụng phương pháp này còn đang gặp khó khăn vì đòi hỏi các máy chuyên dùng ít có trong sản xuất, đồng thời, nó vẫn không đảm bảo được hình dáng răng dao không đổi sau những lần mài lại.

4. Hàn mảnh dao vào thân dao:

Hàn phân cắt vào phần thân dục hoặc hàn mảnh dao vào thân dao đối với dụng cụ với mục đích tiết kiệm vật liệu phân cắt, giảm giá thành dụng cụ, nhưng để đảm bảo chất lượng của dụng cụ cắt sau khi hàn thì nguyên công này cần đáp ứng các yêu cầu sau:

- Mối hàn phải đảm bảo đủ độ bền cơ học và giữ nguyên mảnh dao trong quá trình chế tạo cũng như trong khi sử dụng.
- Quá trình hàn không gây nứt vỡ mảnh dao hoặc làm mất độ cứng của nó.
- Góc đặt mảnh dao phải được chọn hợp lý để các mảnh dao có góc nghiêng cần thiết cho việc sử dụng hợp lý mảnh dao.

Thí dụ: - với dao thép gió $\eta = \gamma + (3^\circ - 5^\circ)$

- với dao gắn mảnh HKC $\eta = 12^\circ - 18^\circ$.

Thân dao và mảnh dao có đặc tính khác nhau (nhất là mảnh HKC), cho nên góc độ của mảnh và của thân phải được chế tạo khác nhau để giảm chi phí khi mài sắc dao.

- Đảm bảo độ chính xác về kích thước của mối hàn, vị trí tương quan giữa mảnh và thân dao.

a) Thuốc hàn:

* Thuốc hàn cho mảnh dao thép gió: Gồm các loại hợp kim đồng: đồng thanh, đồng đỏ v.v... cùng một số chất trợ dung khác như măng gan, nhôm, ni ken, hàn the.

Loại thuốc hàn phổ biến có thành phần như sau:

Cu 73%-74% ; Ni - 4%-5% ; FeMn - 5,5% - 6%

Fe 5% - 7% ; FeSi - 3% - 4% ; Zn - 6% - 8%.

Thường sử dụng thuốc hàn có thành phần chủ yếu là đồng, còn lại là:

Ni - 7-8% ; Fe - 7-8% ; Mn - 4-6% ; Si - 3-5% ; Zn - 3-5%.

* Thuốc hàn mảnh dao HKC. gồm đồng và những hợp kim của đồng, có thành phần như bảng 7-1 sau:

Bảng 7-1.

Thuốc hàn	Nhiệt độ °C	Đồng %	Kẽm %
Đồng	1083	99,9	còn lại
Đồng thau (A62)	898- 905	60,3- 63,5	còn lại
Đồng thau (A68)	909- 938	66- 70	còn lại

Ngoài ra khi hàn còn cần phải dùng một số chất trợ dung để làm sạch ô xít, vết bẩn trên mối hàn, tăng tính chảy loãng và bảo vệ mối hàn không bị ô xy hoá, phổ biến là hàn the, Mn, KF, CaF₂v.v...

Tại dụ:

- Khi hàn thép gió dùng Hàn the (Bo rắc)

- Khi hàn mảnh HKC nhóm một cacbit (WC) dùng hàn the

- Khi hàn mảnh HKC nhóm hai cacbit (WC + TiC) dùng hàn the (70-80%) và KF.

b) Thiết bị hàn

Để thực hiện nguyên công hàn mảnh dao vào thân dao người ta phải sử dụng các loại thiết bị để tạo nhiệt gây nóng chảy thuốc hàn và gắn kết mảnh dao, phân cắt với thân dao. có rất nhiều loại thiết bị như :

- Máy hàn điện tiếp xúc, mà bản chất của quá trình hàn là nung bề mặt đầu tiếp xúc của hai phân bảng dòng điện, đến lúc chảy là ép lại và ngắt dòng điện. Phương pháp này thường dùng để hàn thép gió có đường kính > 6mm với phần cán là thép các bon.

- Máy hàn ma sát, mối hàn ma sát được tạo thành khi quay phối với tốc độ cao ma sát tiếp xúc với áp lực cao gây nóng chảy vật liệu vùng hàn. Phương pháp này có ưu điểm tốn ít năng lượng, cho độ chính xác cao, thường áp dụng với loại phối thanh tròn.

- Máy hàn hồ quang, nguyên lý của nó là dùng nhiệt của hồ quang làm nóng chảy vật liệu hàn, một điện cực là vật liệu phân cắt còn cực còn lại là thân dao. Phương pháp này dùng để hàn đắp chế tạo các dụng cụ đơn giản như dao tiện, răng dao được tạo bằng hàn đắp sau đó tôi đẳng nhiệt và mài.

Để hàn mảnh dao vào thân dao người ta còn sử dụng các loại lò như: lò muối, lò điện trở ... để tạo nhiệt cho quá trình hàn. Ngoài ra thiết bị hàn dùng năng lượng cảm ứng của dòng cao tần để hàn mảnh vào thân được sử dụng rất phổ biến do các ưu điểm như: năng suất cao, chất lượng mối hàn tốt, khả năng ứng dụng rộng.

Ngoài các thiết bị tạo nhiệt khu hàn trên để phục vụ cho quá trình hàn người ta còn phải sử dụng một số loại thiết bị khác như: máy ép, máy làm sạch và đánh bóng... v.v. Tùy thuộc trường hợp cụ thể mà người ta lựa chọn thiết bị hàn cho hợp lý.

c) Công nghệ hàn:

Công nghệ hàn mảnh dao vào thân dao tùy thuộc vào vật liệu phân cắt (thép gió, hợp kim cứng, sứ...) được tiến hành theo nhiều công đoạn khác nhau. Sau đây ta nghiên cứu hai công nghệ điển hình của quá trình hàn mảnh vào thân.

* Hàn mảnh dao thép gió:

Sau khi làm sạch bề mặt của hốc đặt mảnh dao, cho một lớp thuốc hàn lên trên bề mặt của hốc, đặt mảnh dao vào đó sao cho các mặt của mảnh và rãnh cách nhau một khoảng gần 1 mm, rồi chèn đều thuốc hàn vào khe hở đó. Tiến hành nung sơ bộ đến 750-800°C, sau đó tiếp tục nâng nhiệt độ đến nhiệt độ nóng chảy của thuốc hàn và ép chặt mảnh dao vào thân. Tiếp tục cho thêm hàn thiếc và thuốc hàn lên trên dụng cụ, sau đó nung đến nhiệt độ tối của thép gió, lấy ra làm nguội đến nhiệt độ 1050 - 1100°C trong không khí, sau đó tôi trong dầu và ram ba lần theo chế độ nhiệt luyện thép gió.

* Hàn mảnh dao hợp kim cứng:

Sau khi làm sạch hốc đặt mảnh, cho vào đó một ít chất trợ dung, đặt thuốc hàn lên và đặt mảnh HKC lên trên. Lại cho thêm thuốc hàn và phủ chất trợ dung lên trên mảnh dao, rồi tiến hành nung sơ bộ để tránh nứt và ô xy hoá mảnh dao. Khi thuốc hàn nóng chảy, nó sẽ chảy vào khe hở giữa mảnh HKC và thân. Khi này phải tiến hành sửa lại vị

trí của mảnh. Để tránh nứt mảnh dao sau khi hàn, dụng cụ được đặt trong lò ở nhiệt độ 200- 250⁰C và giữ nhiệt độ trong khoảng từ 6- 8 giờ, sau đó , làm nguội chậm cùng với lò đến nhiệt độ 50 - 100⁰C, thì bỏ ra ngoài không khí.

5. Nhiệt luyện dụng cụ cắt:

Nhiệt luyện dụng cụ là một nguyên công quan trọng trong quy trình công nghệ chế tạo dụng cụ cắt, nó tạo ra tính năng cắt cho dụng cụ như: độ cứng, độ bền nhiệt, độ chịu mòn... . Khi chế tạo dụng cụ người ta áp dụng các quá trình nhiệt luyện như sau: ủ, tôi và ram. Sau đây ta sẽ nghiên cứu từng quá trình cụ thể.

a) ủ :

Sau khi hàn phối, gia công phối bằng áp lực (rèn, đập ...) hay đúc, người ta tiến hành ủ phối để khử ứng suất trong và giảm độ cứng, tạo điều kiện cho các nguyên công gia công cơ sau.

Có nhiều phương pháp ủ, nhưng phương pháp ủ đẳng nhiệt là phương pháp sử dụng phổ biến và cho kết quả tốt. Ủ đẳng nhiệt được tiến hành bằng nung đến nhiệt độ 850 ÷ 870⁰ C giữ trong 3-4 giờ, làm nguội đến 720 ÷ 730⁰ C với tốc độ 40 ÷ 50⁰ C/ giờ, giữ đẳng nhiệt trong 3 ÷ 4 giờ làm nguội cùng lò đến 500 ÷ 400⁰ C và sau đó làm nguội trong không khí. Bảng 7-2 cho chế độ ủ của một số loại thép (mác thép Nga).

Bảng 7-2

Ký hiệu thép	Nhiệt độ nung	Làm nguội đẳng nhiệt	Thời gian giữ nhiệt (giờ)	Điều kiện làm nguội
Y10A Y12A 9XC	750 ÷ 770 ⁰ C 780 ÷ 810 ⁰ C	640 ÷ 680 ⁰ C 680 ÷ 720 ⁰ C	2 ÷ 3 2 ÷ 3	Làm nguội đến 500 ÷ 400 ⁰ C sau đó làm nguội trong không khí
9XBI P9, P18	770 ÷ 790 ⁰ C 850 ÷ 870 ⁰ C	700 ÷ 730 ⁰ C 720 ÷ 740 ⁰ C	2 ÷ 3 3 ÷ 4	Làm nguội 600 ÷ 400 ⁰ C cùng với lò, sau đó làm nguội trong không khí

Khi ủ cần phải chú ý một số vấn đề nếu nung ở nhiệt độ quá cao với thời gian dài dễ bị ô-xy hoá và thoát các bon. Đối với thép gió kéo dài thời gian ở nhiệt độ ủ sẽ làm giảm độ bền nhiệt của thép sau khi tôi và ram. Tốt nhất nên ủ trong môi trường khí trung tính hoặc khí bảo vệ

b) TÔI

Tôi là qua trình nhiệt luyện nhằm nâng cao độ cứng của dụng cụ cắt, nó gồm hai giai đoạn : nung và làm nguội.

Nung: Nhiệt độ tôi cần phải đảm bảo độ cứng , độ bền nhiệt, độ bền cơ học của dụng cụ. Đối với thép gió có độ cứng (HRC 65) chỉ có được khi nhiệt độ tôi $1150 \div 1175^{\circ}\text{C}$.

Đối với những dụng cụ có tiết diện lớn làm việc trong điều kiện chịu tải trọng và áp lực bề nên tôi ở nhiệt độ cao để đảm bảo sức bền nhiệt tốt hơn.

Đối với những dụng cụ hình dạng đơn giản, làm việc trong điều kiện lưỡi cắt chịu tải trọng nhiệt lớn nên chọn nhiệt độ tôi cho dụng cụ có sức bền nhiệt lớn nhất.

Độ bền nhiệt đạt được tốt nhất với thép gió (P9) khi nung để tôi ở nhiệt độ 1250°C và thép gió (P18) đến 1300°C . Bảng 7 - 3 cho nhiệt độ nung để tôi của một số loại dụng cụ thép gió.

Bảng 7 - 3

Loại dụng cụ	Nhiệt độ nung khi tôi	
	P18	P9
Dao tiện, mũi khoan đường kính $> 15 \div 20\text{mm}$	$1280 \div 1300^{\circ}\text{C}$	$1240 \div 1250^{\circ}\text{C}$
Dụng cụ định hình (dao phay, dao chấu...), đường kính $10 \div 70\text{mm}$. Mũi khoan đường kính từ $5 \div 15\text{mm}$.	$1270 \div 1290^{\circ}\text{C}$	$1120 \div 1240^{\circ}\text{C}$
Dụng cụ định hình có đường kính từ $5 \div 10\text{mm}$ và lớn hơn 70mm	$1280 \div 1300^{\circ}\text{C}$	$1210 \div 1230^{\circ}\text{C}$
Dụng cụ định hình có đường kính $< 5\text{mm}$	$1250 \div 1270^{\circ}\text{C}$	$1200 \div 1220^{\circ}\text{C}$

Dụng cụ thép gió định hình có kích thước lớn được nung trước hai lần $400 \div 500^{\circ}\text{C}$ và $780 \div 840^{\circ}\text{C}$, một lần nung đối với các dụng cụ còn lại $780 \div 840^{\circ}\text{C}$. Nung khi tôi không cần thiết phải rất nhanh, để dụng cụ được nung đồng đều. Nung nhanh thường gây ra vết nứt, nhưng nếu nung chậm qua troang môi trường ô xy hoá sẽ gây mất các bon lớp bề mặt.

Thời gian nung lần cuối phụ thuộc vào nhiều nhân tố khác nhau như: thành phần hoá học của thép, nhiệt dung và hệ số dẫn nhiệt, thời gian chuyển pha và quá trình hoá

tan cacbit vào austenit, nhiệt độ vật lý của môi trường nung, hình dạng và kích thước bên ngoài của dụng cụ.

Nhiệt độ nung và thời gian giữ nhiệt cần được kiểm tra thận trọng sai lệch nhiệt độ cho phép với chu kỳ là $\pm 10^{\circ}\text{C}$.

Làm nguội: Làm nguội thép khi tới đến nhiệt độ chuyển biến mactenxit phải nhanh sao cho austenit không kịp chuyển vào bên trong vào cấu trúc. Mỗi một mác thép có tốc độ làm nguội tương ứng; với tốc độ đó austenit sẽ được ngăn ngừa không kịp chuyển vào mactenxit.

Khi chuyển austenit thành mactenxit kéo theo sự thay đổi về thể tích nếu tốc độ làm nguội quá nhanh, chuyển biến đó cũng quá nhanh và thể tích thay đổi đáng kể có thể gây ra vết nứt hoặc cong vênh ở dụng cụ.

Những dụng cụ có hình dáng phức tạp được làm nguội trong hai môi trường. Lúc đầu làm nguội trong nước đến nhiệt độ khoảng $250 \div 300^{\circ}\text{C}$, sau đó trong dầu. Để giảm độ biến dạng cong vênh khi nhiệt luyện các dụng cụ có hình dáng phức tạp, người ta dùng phương pháp tôi đẳng nhiệt.

Việc làm nguội khi tôi cần được lựa chọn phụ thuộc vào dạng chi tiết và tiết diện của dụng cụ. Dụng cụ đơn giản tốt nhất làm nguội trong dầu. Dụng cụ có tiết diện không lớn từ $3 \div 5\text{mm}$ tốt nhất làm nguội trong không khí hoặc trong không khí nén.

c) Ram:

Dụng cụ thép các bon hoặc thép hợp kim được ram trong lò dầu, lò muối hay lò điện. Thép gió cũng được ram trong các lò đó, thời gian giữ nhiệt độ ram phụ thuộc vào kích thước dụng cụ. Nhiệt độ ram thép các bon và thép hợp kim (mác Nga) được chỉ dẫn trong bảng 7-4.

Bảng 7-4

Nhãn hiệu thép	Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)	Môi trường
Y10, Y12	150 ÷ 160	Không khí tĩnh
9XC	150 ÷ 200	
XBF	140 ÷ 160	Dầu, kiềm
XB5	120 ÷ 150	
X68Φ	150 ÷ 170	
X12Φ	150 ÷ 170	Nito -rất
X12M	190 ÷ 210	

Cấu trúc thép gió sau khi tôi gồm mactenxit và austenit dư và cacbit. Ram thép gió cần thiết để chuyển austenit dư và cũng để ram mactenxit lần một và lần hai làm giảm

ứng suất bên trong. Chuyển austenit dư bằng cách ram lâu ở nhiệt độ $560\text{--}570^{\circ}\text{C}$ trong khoảng 3 - 4 giờ hoặc ram nhiều lần với thời gian giữ nhiệt rất ngắn. Độ cứng cao nhận được khi ram được giữ khi nung tiếp tục đến nhiệt độ 600°C , điều đó đảm bảo độ bền nhiệt của thép gió. Ram nhiều lần không thay đổi độ bền nhiệt, nâng cao sức bền cơ học của dụng cụ vì giảm ứng suất sinh ra khi chuyển biến austenit dư.

Ram dụng cụ thép gió trong lò muối nitrat nung đều và nhanh hơn trong không khí 2 - 3 lần, nhưng phải rửa sạch dụng cụ bằng hoá chất. Ram trong không khí bề mặt dụng cụ có nhiều vảy sắt ta phải dùng đánh bóng thuỷ lực hoặc an môn để tách vảy sắt ra khỏi dụng cụ. Ram trong môi trường hơi là tốt hơn cả bởi vì màng oxyt tạo thành khi ram giữ cho bề mặt không bị vảy sắt, do đó không cần làm sạch thêm và gia công chống gỉ nên rút ngắn được chu kỳ làm việc.

Chất lượng ram của thép gió được kiểm tra theo độ cứng, cấu trúc tế vi trên các thiết bị chuyên dùng.

d) Sửa dụng:

Dụng cụ bị cong vênh sau khi nhiệt luyện vượt quá giới hạn cho phép được sửa bằng một trong các phương pháp sau đây:

- 1) Sửa dụng cụ lúc còn nóng trong quá trình làm nguội khu tôi.
- 2) Sửa dụng cụ ở khuôn và ở đồ gá kẹp chặt trong quá trình tôi và ram.
- 3) Sửa dụng cụ bằng cách nung đặc biệt trong phạm vi nhiệt độ ram của thép.

Nhiệt độ nung không lớn không lớn hơn nhiệt độ ram. Tải trọng tĩnh hoặc động khi sửa được đặt ở chỗ biến dạng nhiều nhất và ngược chiều với chiều biến dạng. Tải trọng trong tĩnh là giá trị trung bình trong khoảng thời gian tác dụng. Tác dụng của tải trọng động là những va đập trực tiếp ở chỗ biến dạng nhiều nhất.

e) Làm sạch và chống gỉ:

Mục đích làm sạch là tẩy rửa các vết bẩn trên các bề mặt dụng cụ, tránh cho bề mặt dụng cụ khỏi bị hỏng do gỉ. Sau khi nhiệt luyện dụng cụ được tẩy sạch vảy sắt, muối tôi và tiến hành chống gỉ. Có 3 phương pháp làm sạch dụng cụ đó là: làm sạch hoá học, đánh bóng thuỷ lực hoặc điện.

Các phương pháp chống gỉ sau nhiệt luyện như: nhuộm đen hoá học phủ một lớp mỏng oxyt để tránh gỉ, phủ trên bề mặt dụng cụ thành phẩm một lớp dầu, mỡ chống gỉ trước khi bao gói xuất xưởng.

f) Đặc điểm quá trình nhiệt luyện một số dụng cụ:

***Mũi khoan:**

Khi nung mũi khoan cần phải tránh làm cho mũi khoan biến dạng do ảnh hưởng trọng lượng. Khi nung trong lò, mũi khoan phải đặt ở vị trí thẳng đứng, cán mũi khoan hướng lên trên và đặt trong lỗ gá chuyên dùng làm bằng gạch chịu lửa. Điều đó đảm bảo cho mũi khoan được nung đều và biến dạng nhỏ nhất khi tôi. Trong các trường hợp do kích thước cần phải nung ở vị trí nằm ngang thì mũi khoan được đặt trong rãnh sâu ở tấm chịu lửa chuyên dùng. Nung mũi khoan tốt nhất ở trong lò muối và đặt thẳng đứng. Khi làm nguội cũng phải đặt mũi khoan thẳng đứng vào môi trường làm nguội.

Mũi khoan nên tôi phân cấp trong lò muối nitrat ở nhiệt độ $450 \div 500^{\circ}\text{C}$, hoặc trong lò dầu đến nhiệt độ $150 \div 200^{\circ}\text{C}$. sau đó làm nguội trong không khí. Mũi khoan $8 \div 10\text{mm}$ chuôi trụ thường làm nguội bằng cách lăn giữa hai tấm để tránh cong vênh. Mũi khoan đường kính lớn làm nguội bằng cách treo trong không khí. Chuôi mũi khoan cán côn bằng thép 45 được tôi bằng cách nung trong lò hoặc trên thiết bị cao tần đến nhiệt độ $830 \div 850^{\circ}\text{C}$ và làm nguội trong dầu. Độ cứng phần chuôi HRC $30 \div 35$.

Một số mũi khoan khác có phần cán là thép Y10 hoặc 9XC hàn vào phần làm việc thì khi nhiệt luyện cũng được tiến hành nhiệt luyện theo từng quy trình nhất định phù hợp để có độ cứng chuyển tiếp tối tại vùng hàn.

***Dụng cụ cắt ren:**

Dụng cụ cắt ren được chế tạo bằng thép gió, thép hợp kim và thép cacbon. Khi nhiệt luyện dụng cụ cắt ren cần chú ý tránh cho ren khỏi bị oxy hoá và mất cacbon. Điều đó đặc biệt đối với dụng cụ cắt ren không mài. Dụng cụ cắt ren nên nung trong lò muối khử oxy. Nếu nung trong các lò khác thì cần bảo vệ ren khỏi oxy hoá và thoát cacbon bằng cách phủ lên ren borac hoặc những lớp khử oxy khác. Nhiệt độ nung tương ứng với giới hạn dưới, còn thời gian giữ nhiệt nhỏ nhất. Các số liệu trên chọn sao cho tôi được hoàn toàn phần ren còn lõi vẫn giữ được dẻo dai, như vậy giảm được độ biến dạng của ren, tăng tuổi bền của dụng cụ khi làm việc.

Ta rô thép gió được nung lần cuối để tôi trong lò muối. Làm nguội trong lò muối nitrat đến $450 \div 500^{\circ}\text{C}$ hoặc trong dầu đến $150 \div 200^{\circ}\text{C}$, sau đó làm nguội trong không khí. Những ta rô dài được làm nguội bằng cách treo trong không khí. Ram ta rô hai lần với thời gian giữ nhiệt 1 giờ sau khi đạt nhiệt độ $540 \div 580^{\circ}\text{C}$. Ta rô thép cacbon, thép hợp kim được tôi trong lò muối hay lò tôi tần số cao để đảm bảo nung được nhanh. Ta rô thép cacbon đường kính $< 8\text{mm}$ được làm nguội trong dầu còn ta

rô đường kính lớn ở trong nước đến $150\div 200^{\circ}\text{C}$ rồi chuyển sang dầu. Ta rô thép hợp kim được làm nguội trong lò muối hoặc dầu ở nhiệt độ $150\div 200^{\circ}\text{C}$.

Bàn ren được chế tạo từ thép gió. Nung sơ bộ để tôi bàn ren trong lò muối. Nung lần cuối trong lò buồng đến nhiệt độ 800°C , khi đó bàn ren được phủ một lớp borac. Bàn ren có thể được làm nguội trong lò muối nitrat ở nhiệt độ $540\div 580^{\circ}\text{C}$, hoặc trong dầu ở nhiệt độ $150\div 200^{\circ}\text{C}$, sau đó làm nguội trong không khí. Bàn ren được ram tương tự ta rô. Độ cứng được kiểm tra bằng máy đo độ cứng còn lớp mát các bon bằng dũa tiêu chuẩn.

Bàn cán ren phẳng được chế tạo từ thép X12M, X6BΦ và X12Φ1 hoặc X15 (mác Nga). Để tránh lớp mát các bon, nung ren để tôi nên tiến hành trong lò muối khử oxy, làm nguội trong dầu nóng.

Độ cứng của bàn cán ren phải đạt được trong khoảng HRC $59\div 61$, kiểm tra độ cứng bằng máy đo độ cứng còn lớp mát các bon bằng dũa tiêu chuẩn.

* Dao trượt:

Dao trượt được chế tạo bằng thép gió và thép hợp kim XBT, X12M, XT... Để giảm biến dạng dao trượt dài được nhiệt luyện 3 lần: 1) Sau khi gia công sơ bộ; 2) Sau khi gia công cắt lạt muối; 3) Sau khi mài. Khi nung nóng và làm nguội dao trượt được đặt theo vị trí đứng.

Khi nhiệt luyện dao trượt cần chú ý những điểm sau đây:

- 1) Trong tất cả các nguyên công dao trượt phải đặt ở vị trí thẳng đứng.
- 2) Nung lần cuối dao trượt đường kính nhỏ phải tiến hành trong lò muối, còn dao trượt dài trong lò hộp khi không có điều kiện dao trượt phải được đặt trong các giá chuyên dùng và nung trong lò nằm ngang.
- 3) Làm nguội dao trượt được treo thẳng đứng và có thể dịch chuyển lên xuống được. Dao trượt phẳng có tiết diện không lớn, để giảm biến dạng nên làm nguội bằng cách bằng cách lăn hoặc ép giữa hai tấm.
- 4) Sửa đúng dao trượt sau khi tôi và ram trong tình trạng nóng.
- 5) Sửa đúng sau khi làm sạch cần tiến hành khi nung mới hàn đến nhiệt độ ram.

Trong trường hợp dao trượt có phần cán bằng thép 40X hoặc thép 50 với phần cắt, độ cứng phần cán có thể đạt sau khi tôi và thường hoa trong lò muối hoặc lò cao tần đến nhiệt độ $840\div 850^{\circ}\text{C}$, làm nguội trong dầu và ram phần cán trong muối nitrat.

Sumner
#

VI. 604.6
23510

21. 604.6
23510

tot fac

E
0