

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN
TRƯỜNG CAO ĐẲNG CƠ GIỚI



GIÁO TRÌNH
MÔ ĐUN: NGUYÊN LÝ CẮT
NGHỀ: CẮT GỌT KIM LOẠI
TRÌNH ĐỘ: CAO ĐẲNG LIÊN THÔNG

*Ban hành kèm theo Quyết định số: / QĐ-CĐCG ngày ... tháng.... năm.....
của Trường cao đẳng Cơ giới*

Quảng Ngãi, năm 2022

(Lưu hành nội bộ)

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

LỜI GIỚI THIỆU

Môn học Nguyên lý cắt là môn học cơ sở trong ngành cơ khí có rất nhiều thông tin về lý thuyết nhưng có tính ứng dụng thực tiễn rất cao, thông qua đó các em có thể hiểu rõ ràng nhất về các lý thuyết cắt gọt, biết cách chọn chế độ cắt gọt tối ưu... và có thể làm tài liệu tham khảo đối với mọi bạn đọc quan tâm

Hiện nay, có khá nhiều giáo trình, tài liệu tham khảo, sách hướng dẫn về nguyên lý cắt đã được biên soạn và biên dịch của nhiều tác giả, của các chuyên gia đầu ngành về nguyên lý cắt. Tuy nhiên nhằm đáp ứng nhu cầu sử dụng trong quá trình đào tạo của nhà trường phải bám sát chương trình khung vì vậy giáo trình Nguyên lý cắt được biên soạn bởi sự tham gia của các giảng viên của trường Cao đẳng Cơ giới dựa trên cơ sở chương trình khung đào tạo đã được ban hành, trường Cao đẳng Cơ giới với các giáo viên có nhiều kinh nghiệm cùng nhau tham khảo các nguồn tài liệu khác nhau để thực hiện biên soạn giáo trình Nguyên lý cắt phục vụ cho công tác giảng dạy.

Giáo trình này được thiết kế theo môn học thuộc hệ thống môn học MH09 của chương trình đào tạo nghề Cắt gọt kim loại ở cấp trình độ cao đẳng liên thông và được dùng làm giáo trình cho học viên trong các khóa đào tạo, sau khi học tập xong mô đun này, học viên có đủ kiến thức để học tập tiếp các môn học, mô đun khác của nghề.

Quảng Ngãi, ngày tháng năm 2022

Tham gia biên soạn

1. Trương Thị Ngọc Thư Chủ biên
2.
3.

MỤC LỤC

TT	NỘI DUNG	TRANG
1.	Lời giới thiệu	3
2.	Mục lục	4
3.	Chương 1: Vật liệu làm dao	13
4.	1. Vật liệu làm thân dao	14
5.	2. Vật liệu làm phần cắt	14
6.	Chương 2: Khái niệm về tiện và dao tiện	22
7.	1. Khái niệm.	23
8.	2. Hình dáng và kết cấu dao tiện.	25
9.	3. Sự thay đổi góc dao khi làm việc.	26
10.	4. Các loại dao tiện.	29
11.	Chương 3: Quá trình cắt kim loại	32
12.	1. Sự hình thành phoi và các loại phoi.	33
13.	2. Biến dạng kim loại trong quá trình cắt.	34
14.	3. Các biểu hiện của biến dạng.	34
15.	4. Các hiện tượng xảy ra trong quá trình cắt.	34
16.	5. Sự tưới nguội.	37
17.	Chương 4: Lực cắt khi tiện	39
18.	1. Phân tích và tổng hợp lực.	40
19.	2. Tác dụng của lực lên dao, máy, vật.	41
20.	3. Các nhân tố ảnh hưởng đến lực.	41
21.	4. Công thức tính lực và thực hành tính lực	41
22.	Chương 5: Nhiệt cắt và sự mòn dao	44
23.	1. Nhiệt cắt	44
24.	2. Sự mài mòn	45
25.	Chương 6: Chọn chế độ cắt khi tiện	49
26.	1. Trình tự chọn chế độ cắt.	50
27.	2. Tính chế độ cắt.	50
28.	3. Chọn chế độ cắt bằng bảng số.	52

29.	Chương 7: Bào và xọc	54
30.	1. Công dụng và đặc điểm.	55
31.	2. Cấu tạo dao bào và dao xọc.	55
32.	3. Yếu tố cắt khi bào và xọc.	56
33.	4. Lựa chọn chế độ cắt.	56
34.	Chương 8: Khoan, khoét , doa	61
35.	1. Công dụng và đặc điểm.	61
36.	2. Khoan	61
37.	3. Khoét	66
38.	4. Doa	70
39.	Chương 9: Phay	75
40.	1. Các loại dao phay và công dụng.	76
41.	2. Cấu tạo dao phay mặt trụ và dao phay mặt đầu.	77
42.	3. Yếu tố cắt khi phay.	78
43.	4. Lực cắt khi phay.	79
44.	5. Đường lối chọn chế độ cắt khi phay bằng bảng số.	79
45.	6. Ví dụ về chọn chế độ cắt	80
46.	Chương 10: Chuốt	82
47.	1. Khái niệm	83
48.	2. Cấu tạo của dao chuốt	84
49.	3. Yếu tố cắt khi chuốt	84
50.	4. Chọn chế độ cắt khi chuốt	85
51.	Chương 11: Cắt bánh răng	88
52.	1. Các phương pháp cắt răng.	89
53.	2. Cấu tạo dao phay lăn răng và xọc răng.	90
54.	3. Các yếu tố cắt khi lăn và xọc răng.	91
55.	4. Lựa chọn chế độ cắt khi phay lăn răng và xọc răng.	92
56.	Chương 12: Cắt ren	94
57.	1. Các phương pháp gia công ren.	94
58.	2. Tiện ren.	95
59.	3. Tarô và bàn ren.	95

60.	Chương 13: Mài	101
61.	1. Đặc điểm phương thức và các phương pháp mài.	102
62.	2. Các loại đá mài và ứng dụng.	102
63.	3. Cấu tạo đá mài và ứng dụng.	103
64.	4. Yếu tố cắt.	107
65.	5. Chọn chế độ cắt.	108
66.	Tài liệu tham khảo	110

TaiLieu.vn

GIÁO TRÌNH MÔ ĐUN

Tên mô đun: NGUYÊN LÝ CẮT

Mã mô đun: MH09

Vị trí, tính chất môn học:

- Vị trí:

+ Môn học Nguyên Lý-Chi Tiết Máy được bố trí sau khi sinh viên đã học xong tất cả các môn học, mô-đun: vẽ kỹ thuật, vật liệu cơ khí, cơ lý thuyết, sức bền vật liệu, Autocad, dung sai-đo lường kỹ thuật.

+ Môn học bắt buộc trước khi sinh viên học các môn học chuyên môn.

- Tính chất:

+ Là môn học kỹ thuật cơ sở bắt buộc, vừa mang tính chất lý thuyết và thực nghiệm.

+ Là môn học giúp cho sinh viên có khả năng tính toán, thiết kế, kiểm nghiệm các chi tiết máy hoặc bộ phận máy thông dụng đơn giản.

Mục tiêu môn học:

- Nêu lên được tính chất, công dụng một số cơ cấu và bộ truyền cơ bản trong các bộ phận máy thường gặp.

- Phân biệt được cấu tạo, phạm vi sử dụng, ưu khuyết điểm của các chi tiết máy thông dụng để lựa chọn và sử dụng hợp lý.

- Phân tích động học các cơ cấu và bộ truyền cơ khí thông dụng.

- Xác định được các yếu tố gây ra các dạng hỏng để ra phương pháp tính toán, thiết kế hoặc thay thế, có biện pháp xử lý khi lựa chọn kết cấu, vật liệu để tăng độ bền cho các chi tiết máy.

- Vận dụng những kiến thức của môn học tính toán, thiết kế, kiểm nghiệm các chi tiết máy hoặc bộ phận máy thông dụng đơn giản.

- Có ý thức trách nhiệm, chủ động học tập.

1. Chương trình khung nghề Cắt gọt kim loại

Mã MH/MĐ	Tên mô đun, môn học	Số tín chỉ	Thời gian đào tạo (giờ)				
			Tổng số	Trong đó			Kiểm tra
				Lý thuyết	Thực hành/thực tập/thí nghiệm/bài tập		
I	Các môn học chung		6	180	63	107	10
MH 01	Giáo dục quốc phòng		1	45	26	16	3
MH 02	Giáo dục thể chất		1	15	9	5	1

MH 03	Pháp luật	1	30	1	27	2
MH 04	Chính trị	1	30	15	14	1
MH 05	Tin học	1	30	0	19	1
MH 06	Ngoại ngữ 2	1	30	12	16	2
II	Các môn học, mô đun đào tạo chuyên môn	32	720	350	339	31
MH 07	Nguyên lý – Chi tiết máy	4	60	50	7	3
MH 08	Tổ chức và quản lý sản xuất	2	30	19	9	2
MH 09	Nguyên lý cắt	2	45	34	8	3
MĐ 10	Máy cắt và máy điều khiển theo chương trình số	3	60	50	5	5
MĐ 11	Đồ gá	2	45	39	4	2
MĐ 12	Công nghệ chế tạo máy – TK QTCN	3	75	64	7	4
MĐ 13	Doa lỗ trên máy doa vạn năng	2	45	5	38	2
MĐ 14	Tiện chi tiết có gá lắp phức tạp	2	60	8	50	2
MĐ 15	Lập chương trình gia công sử dụng chu trình tự động, bù dao tự động trên máy phay CNC	2	60	18	39	3
MĐ 16	Ngoại ngữ chuyên ngành	4	60	45	10	5
MĐ 17	Thực tập sản xuất	6	180	18	162	
	Tổng cộng	38	900	413	436	41

2. Chương trình chi tiết môn học

Số TT	Tên chương, mục	Thời gian			
		Tổng số	Lý thuyết	Bài tập	Kiểm tra*
I	Vật liệu làm dao	2	2	0	0
	1. Vật liệu làm thân dao	0.5	0	0	0
	2. Vật liệu làm phần cắt	1.5	0	0	0
II	Khái niệm về tiện và dao tiện	4	4	0	0
	1. Khái niệm.	1	1	0	0
	2. Hình dáng và kết cấu dao tiện.	1.5	1.5	0	0
	3. Sự thay đổi góc dao khi làm việc.	0.5	0.5	0	0
	4. Các loại dao tiện.	1	1	0	0
III	Quá trình cắt kim loại	5	5	0	0
	1. Sự hình thành phoi và các loại phoi.	1	1	0	0
		1	1	0	0
	Thời gian: 1 giờ	1	1	0	0
	2. Biến dạng kim loại trong quá trình cắt.	1	1	0	0

IV	3. Các biểu hiện của biến dạng.	1	1	0	0
	4. Các hiện tượng xảy ra trong quá trình cắt.	4	3	1	0
	5. Sự tưới nguôi.	0.5	0.5	0	0
	Lực cắt khi tiện	1	1	0	0
V	1. Phân tích và tổng hợp lực.	1	1	0	0
		1.5	0.5	1	0
	<i>Thời gian: 0.5 giờ</i>	3	2	1	0
	2. Tác dụng của lực lên dao, máy, vật.	1	1	0	0
VI		2	1	1	0
	<i>Thời gian: 1 giờ</i>	4	2	1	1
	3. Các nhân tố ảnh hưởng đến lực.	1	1	0	0
		2	1	0	1
VII	<i>Thời gian: 1 giờ</i>	1	1	0	0
	4. Công thức tính lực và thực hành tính lực.	4	3	1	0
	Nhiệt cắt và sự mòn dao	0.5	0.5	0	0
	1. Nhiệt cắt	1	1	0	0
VIII	2. Sự mài mòn	1	1	0	0
	Chọn chế độ cắt khi tiện	1.5	0.5	1	0
	1. Trình tự chọn chế độ cắt.	4	2	1	1
		0.5	0.5	0	0
IX	<i>Thời gian: 1 giờ</i>	2.5	0.5	1	1
	2. Tính chế độ cắt.	0.5	0.5	0	0
		0.5	0.5	0	0
	<i>Thời gian: 2 giờ</i>	4	3	1	0
X	3. Chọn chế độ cắt bằng bảng số.	0.5	0.5	0	0
	Bào và xọc	1	1	0	0
	1. Công dụng và đặc điểm.	0.5	0.5	0	0
		0.5	0.5	0	0
XI	<i>Thời gian: 1 giờ</i>	0.5	0.5	0	0
	2. Cấu tạo dao bào và dao xọc.	1	0	1	0
		2	2	0	0
	<i>Thời gian: 1 giờ</i>	0.5	0.5	0	0
XII	3. Yêu tố cắt khi bào và xọc.	0.5	0.5	0	0
		0.5	0.5	0	0
	<i>Thời gian: 1 giờ</i>	0.5	0.5	0	0
	4. Lựa chọn chế độ cắt.	3	2	1	0
XIII	Khoan, khoét, doa	0.5	0.5	0	0
	1. Công dụng và đặc điểm.	1	1	0	0
	2. Khoan	0.5	0.5	0	0

	3. Khoét	1	0	1	0
	4. Doa	3	2	0	1
	Phay	0.5	0.5	0	0
	1. Các loại dao phay và công dụng.	1.5	0.5	0	1
XII	2. Cấu tạo dao phay mặt trụ và dao phay mặt đầu.	0.5	0.5	0	0
		3	2	1	0
	3. Yếu tố cắt khi phay.	0.5	0.5	0	0
	4. Lực cắt khi phay.	0.5	0	0	0
XIII	5. Đường lối chọn chế độ cắt khi phay bằng bảng số.	0.5	0.5	0	0
		0.5	0.5	0	0
	6. Ví dụ về chọn chế độ cắt	1	0	1	0
	Chuốt				
	1. Khái niệm				
	2. Cấu tạo của dao chuốt				
	3. Yếu tố cắt khi chuốt				
	4. Chọn chế độ cắt khi chuốt				
	Cắt bánh răng				
	1. Các phương pháp cắt răng.				
	2. Cấu tạo dao phay lăn răng và xọc răng.				
	3. Các yếu tố cắt khi lăn và xọc răng.				
	4. Lựa chọn chế độ cắt khi phay lăn răng và xọc răng.				
	Cắt ren				
	1. Các phương pháp gia công ren.				
	2. Tiện ren.				
	3. Tarô và bàn ren.				
	Mài				
	1. Đặc điểm phương thức và các phương pháp mài.				
	2. Các loại đá mài và ứng dụng.				
	3. Cấu tạo đá mài và ứng dụng.				
	4. Yếu tố cắt.				
	<i>Thời gian: 0.5 giờ</i>				
	5. Chọn chế độ cắt.				
	Cộng	45	34	8	3

3. Điều kiện thực hiện môn học:

3.1. Phòng học Lý thuyết/Thực hành: Đáp ứng phòng học chuẩn

3.2. Trang thiết bị dạy học: Projector, máy vi tính, bảng, phấn, tranh vẽ....

3.3. Học liệu, dụng cụ, mô hình, phương tiện: Giáo trình, mô hình thực hành

3.4. Các điều kiện khác: Người học tìm hiểu thực tế về các hiện tượng vật lý xảy ra trong quá trình cắt gọt kim loại

4. Nội dung và phương pháp đánh giá:

4.1. Nội dung:

- Kiến thức: Đánh giá tất cả nội dung đã nêu trong mục tiêu kiến thức
- Năng lực tự chủ và trách nhiệm: Trong quá trình học tập, người học cần:
 - + Nghiên cứu bài trước khi đến lớp.
 - + Chuẩn bị đầy đủ tài liệu học tập.
 - + Tham gia đầy đủ thời lượng môn học.
 - + Nghiêm túc trong quá trình học tập.

4.2. Phương pháp:

Người học được đánh giá tích lũy môn học như sau:

4.2.1. Cách đánh giá

- Áp dụng quy chế đào tạo Cao đẳng hệ chính quy ban hành kèm theo Thông tư số 09/2017/TT-BLĐT BXH, ngày 13/3/2017 của Bộ trưởng Bộ Lao động – Thương binh và Xã hội.

- Hướng dẫn thực hiện quy chế đào tạo áp dụng tại Trường Cao đẳng Cơ giới như sau:

Điểm đánh giá	Trọng số
+ Điểm kiểm tra thường xuyên (Hệ số 1)	40%
+ Điểm kiểm tra định kỳ (Hệ số 2)	
+ Điểm thi kết thúc môn học	60%

4.2.2. Phương pháp đánh giá

Phương pháp đánh giá	Phương pháp tổ chức	Hình thức kiểm tra	Chuẩn đầu ra đánh giá	Số cột	Thời điểm kiểm tra
Thường xuyên	Viết/ Thuyết trình	Tự luận/ Trắc nghiệm/ Báo cáo	A1, C1, C2	1	Sau 3 giờ.
Định kỳ	Viết	Tự luận/	A2, B1, C1, C2	3	Sau 8 giờ

		Trắc nghiệm/ thực hành			
Kết thúc môn học	Vấn đáp và thực hành	Vấn đáp và thực hành trên mô hình	A1, A2, A3, B1, B2, C1, C2,	1	Sau 45 giờ

4.2.3. Cách tính điểm

- Điểm đánh giá thành phần và điểm thi kết thúc môn học được chấm theo thang điểm 10 (từ 0 đến 10), làm tròn đến một chữ số thập phân.

- Điểm môn học là tổng điểm của tất cả điểm đánh giá thành phần của môn học nhân với trọng số tương ứng. Điểm môn học theo thang điểm 10 làm tròn đến một chữ số thập phân, sau đó được quy đổi sang điểm chữ và điểm số theo quy định của Bộ Lao động Thương binh và Xã hội về đào tạo theo tín chỉ.

5. Hướng dẫn thực hiện môn học

5.1. Phạm vi, đối tượng áp dụng: Đối tượng Cao đẳng Cắt gọt kim loại

5.2. Phương pháp giảng dạy, học tập môn học

5.2.1. Đối với người dạy

* **Lý thuyết:** Áp dụng phương pháp dạy học tích cực bao gồm: Trình chiếu, thuyết trình ngắn, nêu vấn đề, hướng dẫn đọc tài liệu, bài tập cụ thể, câu hỏi thảo luận nhóm....

* **Thảo luận:** Phân chia nhóm nhỏ thảo luận theo nội dung đề ra.

* **Hướng dẫn tự học theo nhóm:** Nhóm trưởng phân công các thành viên trong nhóm tìm hiểu, nghiên cứu theo yêu cầu nội dung trong bài học, cả nhóm thảo luận, trình bày nội dung, ghi chép và viết báo cáo nhóm.

5.2.2. Đối với người học: Người học phải thực hiện các nhiệm vụ như sau:

- Nghiên cứu kỹ bài học tại nhà trước khi đến lớp. Các tài liệu tham khảo sẽ được cung cấp nguồn trước khi người học vào học môn học này (trang web, thư viện, tài liệu...)

- Tham dự tối thiểu 70% các giờ giảng. Nếu người học vắng >30% số giờ phải học lại môn học mới được tham dự kì thi lần sau.

- Tự học và thảo luận nhóm: Là một phương pháp học tập kết hợp giữa làm việc theo nhóm và làm việc cá nhân. Một nhóm gồm 2-3 người học sẽ được cung cấp chủ đề thảo luận trước khi học lý thuyết, thực hành. Mỗi người học sẽ chịu trách nhiệm về 1 hoặc một số nội dung trong chủ đề mà nhóm đã phân công để phát triển và hoàn thiện tốt nhất toàn bộ chủ đề thảo luận của nhóm.

- Tham dự đủ các bài kiểm tra thường xuyên, định kỳ.
- Tham dự thi kết thúc môn học.
- Chủ động tổ chức thực hiện giờ tự học.

6. Tài liệu tham khảo:

- [1] PGS.TS Trần Văn Dịch. *Sổ tay gia công cơ*. NXB Khoa Học và Kỹ Thuật. 2002.
- [2] Nguyễn Ngọc Đào, Hồ Viết Bình, Trần Thế San. *Chế độ cắt gia công cơ khí*. NXB Đà Nẵng. 2001.
- [3] Phạm Đình Tân. *Giáo trình Nguyên lý cắt và dụng cụ cắt*. NXB Hà Nội. 2005

CHƯƠNG 1: VẬT LIỆU LÀM DAO

Giới thiệu:

Bài học này giúp cho người học biết được các loại vật liệu làm dao cắt (phần cán và phần lưỡi). Thông qua bài học, người học biết được các tính năng của từng loại vật liệu làm dao và chọn được vật liệu làm dao hợp lý

Mục tiêu:

- Trình bày được tính năng, công dụng của các loại vật liệu làm dao.
- Chọn được vật liệu làm dao phù hợp điều kiện gia công (phần thân dao và lưỡi cắt).
- Rèn luyện tính kỷ luật, kiên trì, cẩn thận, nghiêm túc, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập.

Phương pháp giảng dạy và học tập

- Đối với người dạy: Sử dụng phương pháp giảng dạy tích cực (diễn giảng, vấn đáp, dạy học theo vấn đề);
- Đối với người học: Chủ động đọc trước giáo trình trước buổi học

Điều kiện thực hiện bài học

- **Phòng học chuyên môn hóa/nhà xưởng:** Phòng học chuyên môn
- **Trang thiết bị máy móc:** Máy chiếu và các thiết bị dạy học khác
- **Học liệu, dụng cụ, nguyên vật liệu:** Chương trình môn học, giáo trình, tài liệu tham khảo, giáo án, phim ảnh, và các tài liệu liên quan.

- **Các điều kiện khác:** Không có

Kiểm tra và đánh giá bài học

- **Nội dung:**
 - ✓ *Kiến thức:* Kiểm tra và đánh giá tất cả nội dung đã nêu trong mục tiêu kiến thức
 - ✓ *Kỹ năng:* Đánh giá tất cả nội dung đã nêu trong mục tiêu kỹ năng.
 - ✓ *Năng lực tự chủ và trách nhiệm:* Trong quá trình học tập, người học cần:
 - + Nghiên cứu bài trước khi đến lớp
 - + Chuẩn bị đầy đủ tài liệu học tập.
 - + Tham gia đầy đủ thời lượng môn học.
 - + Nghiêm túc trong quá trình học tập.
- **Phương pháp:**
 - ✓ **Điểm kiểm tra thường xuyên:** 1 điểm kiểm tra (hình thức: hỏi miệng)
 - ✓ **Kiểm tra định kỳ lý thuyết:** không có

Nội dung chính:

1. Vật liệu làm thân dao

1.1. Yêu cầu.

Quá trình cắt gọt thân dao chịu tác dụng của các lực cơ học, sự biến dạng thân dao ảnh hưởng lớn đến góc độ đầu dao, do đó có các yêu cầu sau:

- Thân dao: Bị lực cắt gây uốn, kéo, xoắn, nén...chủ yếu là uốn, do đó thân dao phải có khả năng chống uốn.
- Khi kẹp do lực kẹp nên mặt thân dao bị biến dạng nên thân dao phải có độ cứng bề mặt cao.

1.2. Các loại vật liệu và phạm vi ứng dụng.

Khi bề mặt có yêu cầu kỹ thuật không cao, sử dụng các loại thép: CT5, CT61, C35.

Khi bề mặt có yêu cầu kỹ thuật thông thường, sử dụng các loại thép: 35Cr, 40Cr

2. Vật liệu làm phần cắt.

2.1. Yêu cầu.

a.Độ cứng:

Thường vật liệu cần gia công trong chế tạo cơ khí là thép, gang... có độ cứng cao, do đó để có thể cắt được, vật liệu làm dao phần cắt dụng cụ phải có độ cứng cao hơn (60 – 65HRC)

b.Độ bền cơ học:

Dụng cụ cắt thường phải làm việc trong điều kiện rất khắc nghiệt : tải trọng lớn không ổn định, nhiệt độ cao, ma sát lớn, rung động.... Để làm lưỡi cắt của dụng cụ sắc mẻ.

Do đó vật liệu làm phần cắt dụng cụ cần có độ bền cơ học (sức bền uốn, kéo, nén, va đập...) càng cao càng tốt.

c. Tính chịu nóng:

Ở vùng cắt, nơi tiếp xúc giữa dụng cụ và chi tiết gia công dụng cụ và chi tiết gia công, do kim loại bị biến dạng, ma sát... nên nhiệt độ rất cao ($700 - 800^{\circ}\text{C}$), có khi đạt đến hàng ngàn độ (khi mài). Ở nhiệt độ này vật liệu làm dụng cụ cắt có thể bị thay đổi cấu trúc do chuyển biến pha làm cho các tính năng cắt giảm xuống. Vì vậy vật liệu phần cắt dụng cụ cần có tính chịu nóng cao nghĩa là vẫn giữ được tính cắt ở nhiệt độ cao trong một thời gian dài.

d. Tính chịu mài mòn:

Làm việc trong điều kiện nhiệt độ cao, ma sát lớn thì sự mòn dao là điều thường xảy ra. Thông thường vật liệu càng cứng thì tính chống mài mòn càng cao. Tuy nhiên ở điều kiện nhiệt độ cao khi cắt ($700 - 800^{\circ}\text{C}$) thì hiện tượng mài mòn cơ học không còn là chủ yếu nữa, mà ở đây sự mài mòn chủ yếu do hiện tượng chảy dính (bám dính giữa vật liệu gia công và vật liệu làm dụng cụ cắt) là cơ bản. Ngoài ra do việc giảm độ cứng ở phần cắt do nhiệt độ cao khiến cho lúc này hiện tượng mòn xảy ra càng khốc liệt.

Vì vậy, vật liệu làm phần cắt dụng cụ phải có tính chịu mòn cao.

c. Tính công nghệ:

Vật liệu làm dụng cụ cắt phải dễ chế tạo: dễ rèn, cán, dễ tạo hình bằng cắt gọt, có tính thấm tôi cao, dễ nhiệt luyện...

Ngoài các yêu cầu chủ yếu nêu trên, vật liệu làm phần cắt dụng cụ phải có tính dẫn nhiệt tốt, độ dai chống va đập cao và giá thành rẻ.

2.2. Các loại vật liệu và phạm vi ứng dụng.

2.2.1. Thép dụng cụ.

a. Thép Cacbon dụng cụ:

Để đạt được độ cứng, tính chịu nhiệt và chịu mài mòn, lượng C trong thép Cacbon dụng cụ không thể được dưới 0,7% (thường từ 0,7- 1,3%) và lượng P, S thấp ($P < 0,035\%$, $S < 0,025\%$)

Độ cứng sau khi tôi và ram đạt $\text{HRC} = 60 - 62$.

-Sau khi ủ độ cứng đạt được khoảng $\text{HB} = 107-217$ nên dễ gia công cắt và gia công bằng áp lực.

-Độ thấm tôi nên thường tôi trong nước do đó dễ gây ra nứt vỡ nhất là những dụng cụ có kích thước lớn.

-Tính chịu nóng kém, độ cứng giảm nhanh khi nhiệt độ đạt đến $200^{\circ} - 300^{\circ}\text{C}$ ứng với tốc độ cắt 4-5 m/ph.

-Khó mài và dễ biến dạng khi nhiệt luyện do đó ít dùng để chế tạo những dụng cụ định hình, cần phải mài theo prôphin khi chế tạo.

Dưới đây là bản nêu thành phần hóa học, cơ lý tính và phạm vi ứng dụng của một số mác thép Cacbon dụng cụ thường gặp.

Giả sử ta có nhãn hiệu Y10A

-Chữ Y: kí hiệu của Cacbon.

-Chữ A: kí hiệu của chất lượng tốt (hàm lượng P, S < 0,03%)

-Số 10: giá trị trung bình của cacbon trong thép (0,95 - 1,09%)

Ngoài ra còn có các nhãn hiệu khác như Y7, Y8... Y10, Y12 nhưng chất lượng kém hơn (không có chữ A) nên hiện nay ít dùng

2.2.2. Thép hợp kim dụng cụ:

Thép hợp kim dụng cụ là loại thép có hàm lượng Cacbon cao, ngoài ra còn có thêm một số nguyên tố hợp kim với hàm lượng nhất định (0,5 - 3%)

Các nguyên tố hợp kim như: Cr, W, Co, V có tác dụng:

- Làm tăng tính thấm tôi của thép

- Tăng tính chịu nóng đến 300°C, tương ứng với tốc độ cắt cao hơn thép cacbon dụng cụ khoảng 20%.

Thành phần hoá học của một số nhãn hiệu thép hợp kim dụng cụ %

Nhóm	Nhãn hiệu	Kí hiệu Liên xô cũ	C	Mn	Si	Cr	W	V
I	Thép Cr05 85CrV	XB	12,5-1,1 0,8-0,9	0,2-0,4 0,3-0,6	<0,35 <0,35	0,04-0,06 0,45-0,7	- -	- 0,15-0,3
II	Cr 9CrSi	X 9XC	0,95-1,1 0,85-0,95	<0,4 0,3-0,6	<0,35 1,2-1,6	1,3-1,6 0,95-1,25	- -	- -
III	CrMn CrWMn	X XB	1,3-1,5 0,9-1,0	0,45-0,7 0,8-1,0	<0,35 0,15-0,35	1,3-1,6 0,9-1,2	- 1,2-1,6	- -
IV	CrW5	XB5	1,25-1,5	<0,3	<0,3	0,4-0,7	4,5-5,5	0,15-0,30

Chú thích: C – cacbon, Mn – mangan, Si – silic, Cr – crôm, W – vonram, V – vanadi.

Ký hiệu của liên xô cũ: X – Crôm, T – mangan, B – vongam

Thép hợp kim dụng cụ nhóm I thường dùng chủ yếu để chế tạo các loại dụng cụ dùng để gia công gỗ.

Thép hợp kim dụng cụ nhóm II do có lượng Crôm lớn (1 - 1,5 %) nên có tính thấm tôi và cắt gọt tốt hơn. Loại này chịu nhiệt khoảng 220 - 300°C.

Thép hợp kim dụng cụ nhóm III có độ thấm tôi cao, ít thay đổi kích thước khi nhiệt luyện, nên thường chế tạo các loại dụng cụ cắt có độ chính xác cao và hình dáng phức tạp: mũi doa, ta rô, dao chuốt và các loại dụng cụ đo...

Thép hợp kim dụng cụ nhóm IV có hàm lượng Vonfram lớn, hạt mịn nên độ cứng cao, tuy nhiên độ thấm tôi thấp dùng để chế tạo các loại dụng cụ cắt cần có lưỡi cắt sắc bén. Tuổi bền cao và dễ gia công các loại vật liệu cứng.

Nhìn chung, thép hợp kim dụng cụ chủ yếu được dùng để chế tạo các loại dụng cụ cầm tay và gia công ở tốc độ thấp.

2.2.2. Thép gió.

Thép gió có tính cắt cao hơn hẳn các loại thép nêu trên, do đó từ khi thép gió ra đời, nó đã tạo ra một cuộc cách mạng về cắt gọt và năng suất gia công, làm xuất hiện một thế hệ các máy bán tự động và tự động tốc độ cao.

Nền cơ bản của thép gió vẫn là thép cacbon, nhưng có hàm lượng Cacbon cao hơn, đặc biệt hàm lượng các nguyên tố hợp kim Crôm, Vonfram, Côban, Vana di tăng lên đáng kể nhất là vonfram.

Những nguyên tố hợp kim này hợp với Cacbon tạo thành các cacbít kim loại có độ cứng cao, chịu mòn tốt, trong đó cacbít vonfram (WC) đóng vai trò nòng cốt. Các cacbít này ở nhiệt độ nhỏ hơn 600°C sẽ không thoát ra khỏi mạng máctensit nên vật liệu vẫn giữ được tính cắt tốt.

Tác dụng chủ yếu của Crôm là tăng độ thấm tôi, Vanadi tạo thành cacbít Vanadi có độ cứng cao, chịu mòn tốt, Côban không tạo thành cacbít mà hoà tan vào sắt, khi lượng Cacbon lớn hơn 5% thì tính chịu nhiệt của thép gió nâng cao.

Ngoài ra còn có các loại thép gió có năng suất cao

Ngoài ra, chất lượng thép gió phụ thuộc rất nhiều vào nhiệt luyện. Vì vậy khi nhiệt luyện thép gió cần chú ý một số điểm chủ yếu sau:

Không nung nóng thép gió đột ngột đến nhiệt độ cao, (nhiệt độ tôi khoảng 1300°C) mà phải tăng nhiệt độ dần dần từ 650°C, vì thép gió có độ dẫn nhiệt kém. Thông thường thép gió được nung nóng qua ba lò với nhiệt độ lần lượt 650 °C, 850 °C, và 1300°C

Phải ram sau khi tôi nhiều lần (3 lần) mỗi lần trong 1 giờ (nhiệt độ ram 560°C). Sau mỗi lần ram phải để nguội đến nhiệt độ thường.

Những tính năng cơ bản của thép gió là:

-Độ thấm tôi lớn, sau khi tôi đạt độ cứng HRC = 63 – 66.

-Độ chịu nhiệt khoảng 600°C tương ứng với tốc độ cắt $V = 25 - 35\text{m/ph}$.

So sánh giữa P18 và P9:

-Năng suất gia công khác nhau không đáng kể.

-P9 rẻ hơn P18 (vì hàm lượng W chỉ bằng một nửa)

-P18 chịu mòn tốt hơn, dễ mài sắc, mài bóng hơn và có tính bền cao hơn P9.

2.2.3. Hợp kim cứng.

Từ năm 1915-1925 ở Mỹ và Đức đã tiến hành thử nghiệm chế tạo hợp kim cứng. Ở Liên Xô cũ, hợp kim cứng ra đời vào những năm 1930-1935.

Hợp kim cứng là loại vật liệu làm phần cắt dụng cụ được chế tạo theo phương pháp luyện kim bột.

Thành phần chủ yếu của HKC là Cácbit của một số kim loại khó nóng chảy như Vonfram, Titan, Tantan và được liên kết bởi kim loại cơ bản

Tính cắt của HKC do các pha Cácbit kim loại quyết định. Độ bền cơ học do Coban tạo nên.

Những tính năng cơ bản của HKC so với các loại vật liệu làm dao khác như sau:

- Độ cứng cao $HRA = 80 - 90$ ($HRC > 70-71$)

- Độ chịu nhiệt cao: $800-1000^{\circ}\text{C}$, do đó tốc độ cắt cho phép của HKC có thể đạt đến $V > 100$ m/ph.

- Độ chịu mòn gấp 1,5 lần so với thép gió.

- Chịu nén tốt hơn chịu uốn (hàm lượng Coban càng lớn thì sức bền uốn càng cao).

Hợp kim cứng được chế tạo qua các giai đoạn sau:

- Tạo bột Vonfram, Titan và Tantan nguyên chất.

- Tạo ra các Cácbit tương ứng từ các bột nguyên chất W, Ti, Ta

- Trộn bột Cácbit với bột Coban theo thành phần tương ứng với các loại hợp kim cứng.

- Ép hỗn hợp dưới áp suất lớn ($100-140\text{MN/mm}^2$) nung sơ bộ đến 900°C trong khoảng 1 giờ.

- Tạo hình theo các dạng yêu cầu.

- Thêu kết lần cuối ở nhiệt độ cao $1400-1500^{\circ}\text{C}$ trong 1 đến 3 giờ tạo thành HKC

Sau khi thêu kết, HKC có độ cứng cao nên chỉ có thể gia công bằng phương pháp mài hoặc bằng các phương pháp đặc biệt (điện hoá, tia lửa điện...)

Hợp kim cứng là loại kim loại bột nên có độ xốp (khoảng 5%)

Hạt cácbit càng mịn, phân bố càng đều thì tính năng thì tính năng của hợp kim cứng càng cao, chủ yếu là độ cứng và tính chịu mài mòn. Độ cứng của hợp kim cứng phụ thuộc vào lượng Cácbit Vonfram, Cácbit Titan và Cácbit Tantan. Lượng Cácbit càng lớn thì độ cứng càng cao.

Lượng coban càng nhiều thì độ cứng càng giảm, tuy nhiên độ bền và tính dẻo càng tăng

Có ba nhóm hợp kim cứng thường gặp như sau:

a. Nhóm một Cácbit – kí hiệu K (ISO) hoặc BK (Nga) thành phần gồm: Cácbit vonfram (WC) và Coban (Co) nhóm này chủ yếu để gia công vật liệu giòn: gang, kim loại màu...

b. Nhóm hai cácbit – kí hiệu là P (ISO) hoặc TK (Nga) thành phần gồm: Cácbit Vonfram (WC), Cácbit Titan (TiC) và Coban (Co).

Nhóm hai Cacbít có tính chống dính cao hơn nên được dùng để gia công kim loại dẻo như thép,...(thường hình thành phoi dây khi cắt và có nhiệt độ cắt cao ở mặt trước).

c. Nhóm ba cacbit – kí hiệu M (ISO) hoặc TTK (Nga) thành phần gồm: Cacbít Vonfram (WC), Cacbít Titan (TiC) và Coban (Co) và Cacbít Tantan (TaC)

Loại này thường được dùng để gia công các loại vật liệu khó gia công.

Ở nước ta, cũng đã từng sản xuất thử nghiệm hợp kim cứng. Tuy nhiên do chất lượng chưa ổn định, mặt khác giá thành cao.

ISO phân hợp kim cứng theo ba nhóm chính khi tạo phoi:

- Nhóm kí hiệu P cho các vật liệu cắt ra phoi dây.
- Nhóm kí hiệu M là loại vạn năng dùng gia công các loại vật liệu cắt ra phoi dây và phoi xếp.
- Nhóm loại K dùng gia công các loại vật liệu cho phoi hạt và phoi vụn.

Đặt tính chung của hợp kim cứng khi tăng độ cứng và tính chịu mài mòn thì sẽ giảm tính dẻo. Khi tăng tính dẻo (tăng lượng Coban) sẽ làm giảm tính mài mòn và tính chịu nhiệt.

Sự phát triển của hợp kim cứng xuất phát từ các nhóm công cụ (ví dụ: loại P10, P20, P30) theo hai hướng. Một hướng là tăng thành phần Cacbít Titan (ví dụ P03) làm tăng tính chịu mòn và cắt được ở tốc độ cao. Hướng thứ hai là tạo được hợp kim cứng có độ dẻo cao dùng để cắt các loại vật liệu có độ cứng và va đập mạnh (ví dụ, bào và tiện thô) với tốc độ cắt thấp, diện tích và lực cắt lớn hơn. Các loại hợp kim cứng P40, P50 để gia công thép có thành phần Coban (Co) tương đối lớn.

Hợp kim cứng được chế tạo thành các dạng theo tiêu chuẩn (các mảnh hợp kim cứng). Các mảnh đó được hàn, kẹp lên thân dụng cụ tiêu chuẩn. Ngày nay, các mảnh hợp kim cứng được phủ lên một lớp mỏng vài micrômet bằng các loại cacbít cứng như TiC, TiC/TiN (Cacbít Titan, Nitrít Titan). Các lớp phủ làm tăng độ cứng, tính chịu mài mòn và chịu nhiệt của hợp kim cứng (độ cứng > 91 HRA, chịu được nhiệt độ khoảng 1000 độ C, ứng với tốc độ cắt $V > 300 \text{ m/ph}$).

Để sử dụng hợp lý và có hiệu quả hợp kim cứng cần chú ý các điều kiện sau:

*** Chế độ gia công:**

- Lựa chọn hợp kim cứng cho vật liệu gia công (các nhóm P,K) và theo yêu cầu gia công (gia công, thô, tinh, lần cuối).

- Xác định chế độ gia công (tốc độ cắt lượng chạy dao, chiều sâu cắt) phù hợp cặp vật liệu (chi tiết- dụng cụ cắt) và yêu cầu gia công cần chú ý đến việc lựa chọn tuổi bền kinh tế.

- Không dùng dung dịch trơn nguội (gia công khô) hoặc phải tưới mạnh và nhiều.

*** Đối với dụng cụ:**

- Xác định thông số hình học theo điều kiện gia công.

- Đảm bảo kích thước thân dụng cụ để khi gia công không có rung động.

- Mài sắc hợp lý và từ từ bằng đá mài sản Cacbít Silíc hoặc đá mài kim cương.

*** Đối với máy công cụ:**

-Máy có độ cứng vững tốt không rung động ở tốc độ cắt cao và lực cắt lớn. đảo bảo kẹp chặt tốt dụng cụ và chi tiết.

-Kiểm tra công suất cắt và công suất máy để tránh quá tải.

2.2.4. Sứ và kim cương.

Kim cương nhân tạo được tổng hợp từ than chì (Graphit) ở áp lực và nhiệt độ cao.

*Những tính năng cơ bản của kim cương:

+ Độ cứng tế vi của kim cương cao nhất trong các loại vật liệu hiện nay, cao hơn của hợp kim cứng từ 5 – 6 lần, độ cứng tế vi của hợp kim cứng khoảng $(120 - 180) 10^3 \text{Pa}$
 $1 \text{Pa} = 1 \text{Nm}^2$

+ Độ dẫn nhiệt cao gấp hai lần hợp kim cứng.

+ Độ chịu nhiệt kém 800°C .

+ Giòn, chịu tải trọng va đập kém.

+ Chịu mài mòn, tuy nhiên khi gia công thép C có hàm lượng Cacbon thấp thì lại bị mòn nhanh do hiện tượng khuếch tán.

Do hệ số dẫn nhiệt cao, nên tuy chịu nhiệt kém, kim cương vẫn có thể cắt được ở tốc độ rất cao.

*** Phạm vi sử dụng :**

+ Thường được dùng làm đá mài để mài sắc dụng cụ cắt bằng hợp kim cứng.

+ Dùng làm dao tiện để gia công gang và các kim loại màu.