

TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP HÀ NỘI

GIÁO TRÌNH NGUYÊN LÝ CẮT



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP HÀ NỘI

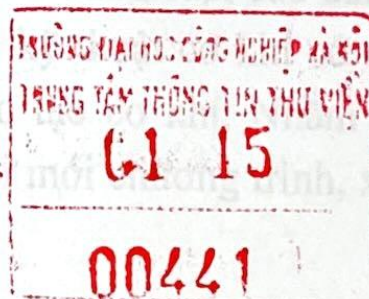
PHÙNG XUÂN SƠN (CHỦ BIÊN)

TRẦN ĐỨC QUÝ - PHẠM VĂN BÔNG

NGUYỄN DUY TRINH - NGUYỄN CHÍ TÂM

Lời nói đầu

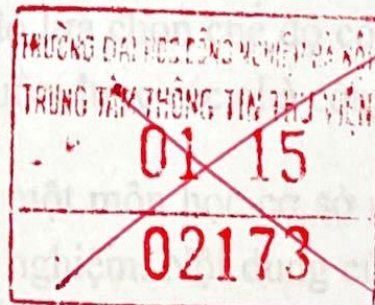
Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội với bề dày truyền thống hơn 115 năm đào tạo ra công nhân lành nghề, kỹ thuật viên trung cấp, cao đẳng kỹ thuật, cử nhân cao đẳng, đại học, thạc sỹ công nghệ, kỹ sư có trình độ chuyên môn cao cho đất nước. Trường có thế mạnh về đào tạo các ngành công nghệ cao chất lượng đào tạo nhà trường luôn quan tâm đến môi trường sống, xây dựng cơ sở vật chất, đào tạo đội ngũ giảng viên.



Gia công bằng cắt gọt là quá trình lấy đi lớp bên ngoài của vật liệu để đạt được hình dạng và kích thước mong muốn. Các phương pháp gia công bằng cắt gọt có thể chia thành hai loại: gia công cắt gọt kim loại và gia công cắt gọt phi kim loại.

NGUYÊN LÝ CẮT

Việc nâng cao năng suất, chất lượng và hạ giá thành sản phẩm cơ khí phụ thuộc vào nhiều yếu tố: dụng cụ cắt, chế độ cắt và tuổi nguội, mòn và tuổi bền dụng cụ cắt, các hiện tượng cơ - lý - hóa xảy ra trong quá trình cắt như: rung động, lực cắt, nhiệt cắt... trong đó chế độ cắt là yếu tố quan trọng nhất. Việc lựa chọn chế độ cắt hợp lý cho các điều kiện gia công cụ thể là một nhiệm vụ quan trọng.



Môn học Nguyên lý cắt là một môn học cơ bản và quan trọng trong ngành Cơ khí với các nội dung về lý thuyết, bài tập và thí nghiệm. Môn học này giúp sinh viên nắm vững các kiến thức về dụng cụ cắt, cấu tạo và thông số hình học các loại dụng cụ cắt, các hiện tượng cơ - lý - hóa xảy ra trong quá trình cắt, các phương pháp gia công cắt gọt kim loại, quá trình cắt gọt kim loại, các phương pháp gia công cắt gọt phi kim loại, tính toán và lựa chọn chế độ cắt hợp lý với điều kiện gia công cụ thể; Đặc điểm, công dụng của dụng cụ cắt, chế độ cắt trên máy CNC; Thực chất, đặc điểm và công dụng các phương pháp gia công mới.

Giáo trình Nguyên lý cắt được biên soạn nhằm giúp sinh viên ngành Công nghệ kỹ thuật cơ khí cơ được các kiến thức về: dụng cụ cắt, các hiện tượng cơ - lý - hóa xảy ra trong quá trình cắt, các phương pháp gia công cắt gọt, đo một số thông số vật lý quá trình cắt, các phương pháp gia công tiên tiến... Tài liệu cũng được



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

Lời nói đầu

Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội với bề dày truyền thống hơn 115 năm đào tạo ra công nhân lành nghề, kỹ thuật viên trung cấp, cao đẳng kỹ thuật, cử nhân cao đẳng, đại học, thạc sỹ công nghệ kỹ thuật cơ khí có chất lượng cao cho đất nước. Trường có thế mạnh về đào tạo cơ khí. Nhằm nâng cao chất lượng đào tạo nhà trường luôn quan tâm đổi mới chương trình, xây dựng cơ sở vật chất, đào tạo đội ngũ giảng viên.

Gia công bằng cắt gọt là quá trình lấy đi lớp kim loại dư ở dạng phoi để đạt được hình dạng, kích thước theo yêu cầu của các chi tiết máy. Các phương pháp gia công cắt gọt thông dụng có thể kể đến như: tiện, phay, khoan, mài...

Việc nâng cao năng suất, chất lượng và hạ giá thành sản phẩm cơ khí phụ thuộc vào nhiều yếu tố: dụng cụ cắt, chế độ cắt và tưới nguội, mòn và tuổi bền dụng cụ cắt, các hiện tượng cơ - lý - hoá xảy ra trong quá trình cắt như: rung động, lực cắt, nhiệt cắt... trong đó lựa chọn chế độ công nghệ cắt gọt hợp lý cho các điều kiện gia công cụ thể luôn được các nhà công nghệ quan tâm nhất.

Môn học *Nguyên lý cắt* là một môn học cơ sở ngành Cơ khí với các nội dung về lý thuyết, bài tập và thí nghiệm. Nội dung của môn học gồm: Vật liệu dụng cụ cắt; Cấu tạo và thông số hình học các loại dụng cụ cắt, mài sắc dụng cụ cắt; Quá trình cắt gọt kim loại; Các phương pháp gia công cắt gọt điển hình; Tính toán và lựa chọn chế độ cắt hợp lý với điều kiện gia công cụ thể; Đặc điểm, công dụng của dụng cụ cắt, chế độ cắt trên máy CNC; Thực chất, đặc điểm và công dụng các phương pháp gia công mới.

Giáo trình *Nguyên lý cắt* được biên soạn nhằm giúp sinh viên ngành Công nghệ kỹ thuật cơ khí có được các kiến thức về: dụng cụ cắt, các hiện tượng cơ - lý - hóa xảy ra trong quá trình cắt, chế độ gia công cắt gọt, đo một số thông số vật lý quá trình cắt, các phương pháp gia công tiên tiến... Tài liệu cũng được

dùng cho hệ cao đẳng, trung học và đội ngũ kỹ thuật viên ngành Cơ khí tham khảo sử dụng trong quá trình học tập và làm việc.

Tuy các tác giả đã có nhiều cố gắng khi biên soạn, song giáo trình chắc chắn không tránh khỏi những thiếu sót. Rất mong nhận được sự góp ý của bạn đọc để giáo trình được hoàn thiện hơn trong lần tái bản tới.

Mọi ý kiến đóng góp xin gửi về địa chỉ: Nhóm tác giả - Khoa Cơ khí - Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội.

Tác giả

MỤC LỤC

Lời nói đầu	3
Danh mục từ viết tắt	12
CHƯƠNG 1. VẬT LIỆU DỤNG CỤ CẮT	
1.1. Các yêu cầu cơ bản của vật liệu dụng cụ cắt	13
1.1.1. Độ cứng	13
1.1.2. Độ bền cơ học	13
1.1.3. Độ bền nóng	14
1.1.4. Tính chịu mài mòn	14
1.1.5. Tính công nghệ và tính kinh tế	15
1.2. Các loại vật liệu dụng cụ cắt	15
1.2.1. Thép cacbon dụng cụ	16
1.2.2. Thép hợp kim dụng cụ	17
1.2.3. Thép gió	18
1.2.4. Hợp kim cứng	20
1.2.5. Vật liệu sứ	26
1.2.6. Vật liệu tổng hợp siêu cứng	29
1.2.7. Các phương pháp nâng cao khả năng cắt của vật liệu dụng cụ cắt	30
1.2.8. Mảnh hợp kim quay và ứng dụng	34
1.2.9. Tốc độ cắt cho phép đối với các loại vật liệu cắt khác nhau	38
CHƯƠNG 2. CẤU TẠO VÀ THÔNG SỐ HÌNH HỌC CỦA DỤNG CỤ CẮT	
2.1. Các chuyển động cắt và yếu tố cắt khi tiện	39
2.1.1. Công dụng và đặc điểm quá trình tiện	39
2.1.2. Các chuyển động khi tiện	40
2.1.3. Yếu tố cắt khi tiện	41
2.2. Thành phần kết cấu dụng cụ cắt	43
2.2.1. Cấu tạo dụng cụ cắt	45
2.2.2. Phân làm việc	
2.3. Các mặt phẳng tọa độ	49
2.3.1. Các Vector tốc độ cắt	49
2.3.2. Các mặt phẳng tọa độ	49

2.4. Thông số hình học dao tiện đơn trong trạng thái tĩnh	52
2.4.1. Thông số hình học trong mặt phẳng đáy (Q)	52
2.4.2. Thông số hình học trong tiết diện chính (N-N)	53
2.4.3. Thông số hình học trong mặt phẳng cắt (P)	55
2.4.4. Thông số hình học trong các tiết diện khác	56
2.5. Thông số hình học dao tiện trong trạng thái cắt gọt	57
2.5.1. Ảnh hưởng của lượng chạy dao ngang (S_n)	58
2.5.2. Ảnh hưởng của lượng chạy dao dọc (S_d)	60
2.5.3. Sự thay đổi góc độ dao do gá đặt	61
CHƯƠNG 3. QUÁ TRÌNH CẮT GỌT KIM LOẠI	
3.1. Biến dạng dẻo khi cắt kim loại và mức độ biến dạng	65
3.2. Cơ chế tạo phoi và hệ số co rút phoi	67
3.2.1. Cơ chế của quá trình tạo phoi	67
3.2.2. Hệ số co rút K	69
3.2.3. Phương pháp đo hệ số K	71
3.3. Mức độ biến dạng	71
3.4. Các dạng phoi	74
3.4.1. Phoi phân tổ	74
3.4.2. Phoi xếp	75
3.4.3. Phoi dây	76
3.4.4. Phoi vụn	76
3.5. Hiện tượng lẹo dao	76
3.5.1. Hiện tượng BUE	77
3.5.2. Các loại lẹo dao	77
3.5.3. Nguyên nhân và điều kiện hình thành BUE	78
3.5.4. Ảnh hưởng của BUE	80
3.5.5. Ảnh hưởng của chế độ cắt và hình học dao đến chiều cao BUE	81
3.6. Nhiệt cắt	82
3.6.1. Nguồn nhiệt và sự phân bố nhiệt	82
3.6.2. Nhiệt cắt	84
3.6.3. Các nhân tố ảnh hưởng đến nhiệt cắt	86
3.6.4. Xác định nhiệt cắt	88
3.7. Chất lượng chi tiết gia công cơ	89
3.7.1. Độ chính xác gia công	90
3.7.2. Tính chất hình học của bề mặt gia công	94

3.7.3. Sự biến cứng bề mặt	105
3.7.4. Ứng suất dư	107
3.8. Rung động trong quá trình cắt	109
3.9. Dung dịch trơn nguội	121
3.9.1. Tác dụng của dung dịch trơn trong quá trình cắt	121
3.9.2. Yêu cầu cơ bản của dung dịch trơn	122
3.9.3. Một số dung dịch trơn thông dụng	122
CHƯƠNG 4. LỰC CẮT	
4.1. Hệ thống lực tác dụng lên dụng cụ cắt	129
4.2. Lực cắt khi tiện	132
4.2.1. Lực tiếp tuyến P_z	133
4.2.2. Thành phần lực chiều trục P_x	134
4.2.3. Lực hướng kính P_y	134
4.2.4. Công suất cắt khi tiện	135
4.2.5. Các nhân tố ảnh hưởng đến lực cắt	136
CHƯƠNG 5. MÀI MÒN VÀ TUỔI BỀN DỤNG CỤ CẮT	
5.1. Mài mòn của dụng cụ cắt	145
5.1.1. Hiện tượng	145
5.1.2. Cơ chế mòn	146
5.1.3. Quy luật mài mòn	147
5.1.4. Tiêu chuẩn đánh giá mài mòn	148
5.1.5. Đặc trưng mòn của dụng cụ	152
5.2. Tuổi bền của dụng cụ cắt	154
5.2.1. Ảnh hưởng của tốc độ cắt V đến T	154
5.2.2. Ảnh hưởng của t và S đến tuổi bền T	156
5.2.3. Tuổi bền tối ưu của dao trên máy một dao và nhiều dao	159
CHƯƠNG 6. TỐC ĐỘ CẮT VÀ CHỌN CHẾ ĐỘ CẮT	
6.1. Tốc độ cắt	163
6.1.1. Khái niệm	163
6.1.2. Quan hệ các đại lượng thành phần	163
6.1.3. Ảnh hưởng của các nhân tố đến chọn chế độ cắt	164
6.1.4. Công thức xác định vận tốc cắt	166
6.2. Chọn chế độ cắt	171
6.2.1. Chế độ cắt và quan điểm chọn chế độ cắt	171
6.2.2. Trình tự chọn chế độ cắt	173

6.3. Tiện cứng	176
6.4. Gia công cao tốc (HSM - High Speed Machining)	180
6.5. Tối ưu hóa chế độ cắt	185
6.5.1. Chỉ tiêu tối ưu và hàm mục tiêu	189
6.5.2. Phương pháp giải bài toán tối ưu	198

CHƯƠNG 7. BÀO VÀ XỌC

7.1. Đặc điểm và phạm vi ứng dụng của bào và xọc	203
7.2. Cấu tạo dao bào và dao xọc	204
7.2.1. Thân dao bào	205
7.2.2. Thông số hình học dao	205
7.3. Các thông số cắt khi bào và dao xọc	207
7.4. Lực cắt và công suất cắt khi bào và xọc	208

CHƯƠNG 8. KHOAN, KHOÉT, DOA

8.1. Khoan	210
8.1.1. Khái niệm, đặc điểm	210
8.1.2. Phân loại mũi khoan	211
8.1.3. Cấu tạo và thông số hình học mũi khoan xoắn	213
8.1.4. Các yếu tố cắt khi khoan	218
8.1.5. Lực, mômen xoắn và công suất cắt khi khoan	220
8.2. Khoét và doa	225
8.2.1. Khoét	225
8.2.2. Doa	228
8.3. Chế độ cắt khi khoan, khoét, doa	230

CHƯƠNG 9. PHAY

9.1. Khái niệm, đặc điểm	234
9.2. Phân loại và thông số hình học dao phay	236
9.2.1. Phân loại dao phay	236
9.2.2. Kết cấu và thông số hình học dao phay	236
9.3. Các yếu tố của lớp cắt khi phay	242
9.3.1. Kích thước lớp cắt khi phay	242
9.3.2. Diện tích khi phay	253
9.3.3. Số răng đồng thời cắt n	256
9.4. Lực và công suất khi phay	258
9.4.1. Khái niệm phay thuận, phay nghịch	258
9.4.2. Lực cắt khi phay	259

9.5. Chọn chế độ cắt khi phay	264
9.5.1. Chọn chế độ cắt bằng tra bảng	264
9.5.2. Tra bảng xác định chế độ cắt	266

CHƯƠNG 10. CHUỐT

10.1. Đặc điểm và kết cấu dao chuốt	270
10.2. Các phương pháp chuốt	273
10.3. Sơ đồ cắt khi chuốt	273
10.4. Các yếu tố cắt khi chuốt	275
10.4.1. Chiều dày cắt a (mm)	275
10.4.2. Chiều rộng cắt b (mm)	275
10.4.3. Diện tích cắt f (mm ²)	275
10.4.4. Lực cắt khi chuốt	275
10.4.5. Tra bảng xác định chế độ cắt	276

CHƯƠNG 11. CẮT REN

11.1. Khái niệm và ứng dụng	279
11.2. Phân loại ren	280
11.3. Kết cấu của ren	281
11.4. Các phương pháp gia công ren	283
11.4.1. Phương pháp gia công có phoi	283
11.4.2. Phương pháp gia công không phoi	290
11.5. Tiện ren	291
11.5.1. Dao tiện ren	291
11.5.2. Các sơ đồ cắt khi tiện ren	293
11.5.3. Chế độ cắt khi tiện ren	294
11.6. Cắt ren bằng tarô và bàn ren	295
11.6.1. Kết cấu và thông số hình học tarô	295
11.6.2. Các sơ đồ cắt ren bằng tarô	296
11.6.3. Mômen xoắn khi cắt ren bằng tarô	297

CHƯƠNG 12. CẮT RĂNG

12.1. Phân loại bánh răng	300
12.2. Các phương pháp gia công bánh răng	300
12.2.1. Phương pháp chép hình	300
12.2.2. Cắt răng theo phương pháp bao hình	302
12.3. Cắt răng bằng dụng cụ định hình	303
12.3.1. Bộ dao phay đĩa môđun	303

12.3.2. Kết cấu dao phay đĩa môđun.....	305
12.3.3. Thông số hình học dao phay đĩa môđun.....	305
12.3.4. Chế độ cắt khi gia công bánh răng bằng dao phay đĩa môđun.....	306
12.4. Cắt răng bằng phương pháp bao hình.....	308
12.4.1. Xọc răng.....	308
12.4.2. Lăn răng.....	310
12.5. Các phương pháp khác.....	314

CHƯƠNG 13. MÀI

13.1. Mài và các đặc điểm cơ bản.....	316
13.2. Đá mài và các thông số của đá mài.....	320
13.2.1. Cấu trúc chung của đá mài.....	320
13.2.2 Ký hiệu của đá mài.....	325
13.2.3. Vật liệu hạt mài.....	327
13.2.4. Chất kết dính.....	329
13.2.5 Hình dáng và kích thước đá mài.....	329
13.3. Các phương pháp mài.....	330
13.3.1. Mài tròn ngoài.....	332
13.3.2. Mài tròn trong.....	333
13.3.3. Mài phẳng.....	334
13.3.4. Mài dây.....	335
13.3.5. Mài vô tâm.....	335
13.3.6. Mài dụng cụ cắt.....	336
13.4. Phoi mài.....	337
13.5. Động lực học quá trình mài.....	338
13.6. Năng lượng tạo phoi.....	338
13.7. Lực và công suất cắt khi mài.....	340
13.8. Mài mòn và tuổi bền đá mài.....	343
13.9. Chọn đá mài.....	347
13.10. Lựa chọn chế độ cắt khi mài.....	348

CHƯƠNG 14. DỤNG CỤ CẮT TRÊN MÁY CÔNG CỤ CNC

14.1. Yêu cầu cơ bản của dụng cụ cắt trên máy CNC.....	350
14.2. Dụng cụ cắt trên máy CNC.....	351
14.2.1. Các hệ thống dụng cụ.....	353
14.2.2. Lựa chọn dụng cụ cắt.....	356
14.2.3. Lắp đặt trước dụng cụ (định vị sơ bộ).....	357

14.2.4. Bản danh mục dụng cụ trong kho	359
14.2.5. Quản lý dụng cụ CNC	360
14.2.6. Những yêu cầu chung	361
14.2.7. Chế độ cắt và các lệnh CNC	361
CHƯƠNG 15. CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG TIỀN TIẾN	
15.1 Gia công bằng tia hạt mài (Abrasive Jet Machining - AJM)	368
15.1.1. Nguyên lý	368
15.1.2. Cơ chế của quá trình	368
15.1.3. Các thông số cơ bản	368
15.2. Gia công bằng siêu âm (Ultrasonic Machining - USM)	369
15.2.1. Giới thiệu	369
15.2.2. Nguyên lý của phương pháp	369
15.2.3. Cơ chế của quá trình USM	370
15.2.4. Thiết bị trong USM	371
15.3. Gia công bằng tia lửa điện (Electric Discharge Machining - EDM)	374
15.3.1. Giới thiệu	374
15.3.2. Cơ chế áp dụng của EDM	376
15.3.3. Mạch điện trong EDM và hoạt động của nó	377
15.3.4. Năng suất, độ nhẵn bề mặt và độ chính xác gia công	378
15.3.5. Ảnh hưởng của EDM đến bề mặt chi tiết	380
15.4. Gia công bằng chùm tia điện tử (Electron Bean Machining - EBM)	381
15.4.1. Giới thiệu	381
15.4.2. Cơ chế của EBM	382
15.5. Gia công điện hóa (Electrochemical Machining - ECM)	384
15.5.1. Cơ chế điện hóa của ECM	386
15.5.2. Dụng cụ (catot) và chất điện giải	388
15.5.3. Công nghệ gia công điện hóa	389