

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

VŨ MẠNH HÙNG

**NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC THÔNG SỐ CÔNG NGHỆ
ĐẾN CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT KHI GIA CÔNG HỢP KIM CỨNG BK8
BẰNG PHƯƠNG PHÁP CẮT DÂY**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Chuyên ngành: Kỹ thuật cơ khí

THÁI NGUYÊN – 2015

LỜI CẢM ƠN

Với lòng biết ơn sâu sắc, em xin trân trọng cảm ơn: Thầy giáo TS. Nguyễn Văn Hùng - Thầy hướng dẫn khoa học của em về sự định hướng đề tài, sự hướng dẫn tận tình của Thầy trong việc tiếp cận và khai thác các tài liệu cũng như những chỉ bảo trong quá trình em làm thực nghiệm và viết luận văn. Em xin bày tỏ lòng biết ơn tới: Thầy giáo ThS. Đặng Văn Thanh đã tạo điều kiện hết sức thuận lợi cho tôi được tiến hành thí nghiệm tại Trung tâm thí nghiệm của trường ĐHKT Công Nghiệp trong suốt quá trình hoàn thành luận văn này. Em cũng xin gửi lời cảm ơn cán bộ Khoa Sau đại học của trường, cán bộ phòng thí nghiệm khoa cơ khí – ĐHKTCN đã dành cho em những điều kiện thuận lợi nhất, giúp em hoàn thành nghiên cứu của mình. Cuối cùng em xin gửi lời cảm ơn tới gia đình và bạn bè, đồng nghiệp đã ủng hộ, động viên, giúp đỡ em trong suốt thời gian thực hiện luận văn này.

Thái Nguyên, Ngày 22 tháng 06 năm 2014

Học viên

Vũ Mạnh Hùng

MỤC LỤC

Trang 1.....	1
Lời cảm ơn.....	2
Mục lục.....	3
Danh mục các bảng số liệu.....	5
Danh mục các hình vẽ, đồ thị, ảnh chụp.....	6
PHẦN I: MỞ ĐẦU.....	7
1. Tính cấp thiết của đề tài.....	7
2. Mục đích, đối tượng và phương pháp nghiên cứu.....	8
2.1. Mục đích của đề tài.....	8
2.2. Đối tượng nghiên cứu.....	8
2.3. Phương pháp nghiên cứu.....	8
3. Ý nghĩa của đề tài.....	8
3.1. Ý nghĩa khoa học.....	8
3.2. Ý nghĩa thực tiễn.....	9
4. Nội dung.....	9
PHẦN II: NỘI DUNG.....	10
Chương 1 TỔNG QUAN VỀ GIA CÔNG TIA LỬA ĐIỆN.....	10
1.1. Đặc điểm của phương pháp gia công tia lửa điện.....	10
1.1.1. Các đặc điểm chính của phương pháp gia công tia lửa điện.....	10
1.1.2. Khả năng công nghệ của phương pháp gia công tia lửa điện.....	10
1.2. Các phương pháp gia công tia lửa điện.....	11
1.2.1. Phương pháp gia công xung định hình.....	11
1.2.2. Phương pháp gia công cắt dây bằng tia lửa điện.....	11
1.2.3. Các phương pháp khác:.....	11
1.3. Cơ sở của phương pháp gia công tia lửa điện.....	12
1.3.1. Bản chất vật lý.....	12
1.3.2. Cơ chế bóc tách vật liệu.....	17
1.4. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình gia công tia lửa điện.....	18
1.4.1. Các đặc tính về điện của sự phóng tia lửa điện.....	18
1.4.2. Dòng điện và bước của dòng điện.....	22
1.4.3. Ảnh hưởng của khe hở phóng điện δ	22
1.4.4. Ảnh hưởng của điện dung C.....	24
1.4.5. Ảnh hưởng của điện tích vùng gia công.....	25
1.4.6. Ảnh hưởng của sự ăn mòn điện cực.....	25
1.5. Lượng hơi vật liệu khi gia công tia lửa điện.....	26
1.6. Chất lượng bề mặt.....	27
1.6.1. Độ nhám bề mặt.....	27
1.6.2. Vết nứt tế vi và các ảnh hưởng về nhiệt.....	28
1.7. Độ chính xác tạo hình khi gia công tia lửa điện.....	29
1.8. Các hiện tượng xấu khi gia công tia lửa điện.....	30
1.8.1. Hồ quang.....	30
1.8.2. Ngắn mạch, sụt áp.....	30
1.8.3. Xung mạch hở, không có dòng điện.....	31

1.8.4. Sự quá nhiệt của chất điện môi	31
1.9. Các yếu tố không điều khiển được	32
1.9.1. Nhiễu hệ thống	32
1.9.2. Nhiễu ngẫu nhiên	32
1.10. Chất điện môi trong gia công tia lửa điện.....	32
1.10.1. Nhiệm vụ của chất điện môi	32
1.10.2. Các loại chất điện môi.....	34
1.10.3. Các tiêu chuẩn đánh giá chất điện môi	35
1.10.4. Các loại dòng chảy của chất điện môi.....	36
1.10.5. Hệ thống lọc chất điện môi	38
1.11 Hợp kim cứng và gia công hợp kim cứng	39
1.11.1 Khái niệm	39
1.11.2 Phương pháp chế tạo.	39
1.11.3 Phân loại hợp kim cứng.	40
1.11.4 Gia công hợp kim cứng.....	42
KẾT LUẬN CHƯƠNG I.....	44
Chương 2	45
MÁY CẮT DÂY VÀ CÁC THÔNG SỐ ĐIỀU CHỈNH.....	45
TRONG QUÁ TRÌNH GIA CÔNG.....	45
2.1. Sơ bộ về máy cắt dây tia lửa điện	45
2.1.1. Công dụng của máy cắt dây	45
2.1.2. Đặc điểm của phương pháp gia công cắt dây tia lửa điện	46
2.2. Độ chính xác khi gia công cắt dây tia lửa điện.....	47
2.3. Điện cực và vật liệu điện cực.....	50
2.3.1. Yêu cầu của vật liệu điện cực	50
2.3.2. Các loại dây điện cực	51
2.4. Sự thoát phoi trong cắt dây tia lửa điện	51
2.5. Nhám bề mặt khi cắt dây	52
2.6. Các thông số về điện trong điều khiển máy cắt dây tia lửa điện	53
2.6.1. Dòng phóng tia lửa điện I_e và bước của dòng điện	53
2.6.2. Độ kéo dài xung t_i :	53
2.6.3. Khoảng cách xung t_0	53
2.6.4. Điện áp đánh lửa U_i	53
2.6.5. Khe hở phóng điện	54
2.7. Lập trình gia công trên máy cắt dây	54
2.7.1. Các trục điều khiển và hệ tọa độ	55
2.7.2. Các chức năng “G”.....	55
KẾT LUẬN CHƯƠNG II	65
Chương 3	66
THỰC NGHIỆM NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC THÔNG SỐ CÔNG	
NGHỆ ĐẾN NĂNG SUẤT VÀ CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT KHI GIA CÔNG	
HỢP KIM CỨNG TRÊN MÁY CẮT DÂY EDM	66
3.1. Thiết kế thí nghiệm	66
3.1.1. Các giả thiết của thí nghiệm.....	66
3.1.2. Lý thuyết thí nghiệm	66
3.1.3. Điều kiện thực hiện thí nghiệm.....	67

3.1.4. Thiết bị thí nghiệm	67
3.1.5. Vật liệu gia công	69
3.1.6. Thiết bị đo	69
3.2. Triển khai thí nghiệm.....	71
3.2.1. Mô hình định tính quá trình cắt dây tia lửa điện.....	71
3.2.2 Các thông số đầu vào của thí nghiệm	72
3.3 Ảnh hưởng của các thông số gia công đến nhám bề mặt.	74
3.4 Ảnh hưởng của các thông số gia công đến năng suất gia công.	79
3.5. Ảnh hưởng của các thông số gia công đến sai số biên dạng.....	83
3.6. Tối ưu hoá đa mục tiêu	89
KẾT LUẬN CHƯƠNG III	91
PHẦN III: KẾT LUẬN CHUNG VÀ HƯỚNG NGHIÊN CỨU TIẾP THEO.....	92
TÀI LIỆU THAM KHẢO	94

DANH MỤC CÁC BẢNG SỐ LIỆU

Bảng 2.1. Danh mục các mã G.....	56
Bảng 2.2. Danh mục các mã M	58
Bảng 3.1. Các thông số kỹ thuật của máy cắt dây CW322S.....	67
Bảng 3.2. Thành phần hoá học các nguyên tố	69
Bảng 3.3. Tính năng kỹ thuật của máy đo CMM C544	70
Bảng 3.4 phạm vi khảo sát các biến thực nghiệm:	73
Bảng 3.5. Kế hoạch thí nghiệm tối ưu hóa nhám bề mặt theo T_{on} , T_{off} , U	76
Bảng 3.6. Kết quả thí nghiệm tối ưu hóa nhám bề mặt theo T_{on} , T_{off} , U	76
Bảng 3.7. Ma trận thí nghiệm và kết quả thí nghiệm ảnh hưởng T_{on} , T_{off} , U đến năng suất cắt V	80
Bảng 3.8. Kết quả thí nghiệm tối ưu hóa sai số gia công theo T_{on} , T_{off} , U ..	83

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ, ĐỒ THỊ, ẢNH CHỤP

Hình 1.1- Sơ đồ nguyên lý gia công tia lửa điện	13
Hình 1.2- Pha đánh lửa	14
Hình 1.3- Sự hình thành kênh phóng điện	14
Hình 1.4- Sự hình thành và bốc hơi vật liệu	15
Hình 1.5- Đồ thị điện áp và dòng điện trong một xung phóng điện	16
Hình 1.6- Mối quan hệ giữa V_w và t_i	20
Hình 1.7- Mối quan hệ giữa θ và t_i	21
Hình 1.8- Mối quan hệ giữa R_{max} và t_i (với $t_i = t_d + t_e$)	21
Hình 1.9- Ảnh hưởng của t_i và t_0 đến năng suất gia công	22
Hình 1.10- Ảnh hưởng của khe hở phóng điện δ	23
Hình 1.11- Quan hệ giữa η và a_p	24
Hình 1.12- Ảnh hưởng của điện dung C	25
Hình 1.13- Ảnh hưởng của diện tích vùng gia công F	25
Hình 1.14- Các thông số ảnh hưởng đến năng suất khi gia công EDM	27
Hình 1.15- Vùng ảnh hưởng nhiệt của bề mặt phôi	28
Hình 1.16- Hiện tượng hồ quang điện	30
Hình 1.17- Hiện tượng ngắn mạch sụt áp	31
Hình 1.18- Hiện tượng xung mạch hở	31
Hình 1.19- Dòng chảy bên ngoài	37
Hình 1.20- Dòng chảy áp lực	37
Hình 2.1- Sơ đồ máy cắt dây	45
Hình 2.2- Sự cân bằng về lực khi cắt thẳng và sai số hình học khi cắt góc	50
Hình 2.3- Các trường hợp khó khăn đối với dòng chảy đồng trục	52
Hình 2.4- Khe hở phóng điện trong gia công cắt dây tia lửa điện	52
Hình 2.5- Các lệnh dịch chuyển đường kính dây G41/G42	61
Hình 3.1- Máy cắt dây CW322S	68
Hình 3.2. Ảnh máy đo tọa độ 3 chiều Beyond Crysta C544	69
Hình 3.3. Ảnh máy nhám SJ-201 của hãng Mitutoyo	71
Hình 3.4 Khai báo biến thí nghiệm cho thiết kế Box-Behnken	74
Hình 3.5 Phân tích kết quả thí nghiệm tối ưu nhám bề mặt theo Ton , $Toff$, U	77
Hình 3.6 Đồ thị quan hệ nhám bề mặt phụ thuộc Ton và $Toff$ khi $U=45v$	78
Hình 3.7 Đồ thị đường mức nhám bề mặt phụ thuộc Ton và $Toff$ khi $U=45v$	79
Hình 3.11. Đồ thị đường mức năng suất cắt phụ thuộc Ton và $Toff$ khi $U=45v$	82
Hình 3.12. Phân tích kết quả thí nghiệm sai số gia công theo T_{on} , T_{off} , U	84
Hình 3.13. Đồ thị quan hệ sai số gia công phụ thuộc Ton và $Toff$ khi $U=45v$	85
Hình 3.14. Đồ thị đường mức sai số gia công phụ thuộc Ton và $Toff$ khi $U=45v$	85
Hình 3.15. Đồ thị tối ưu hóa theo đồng thời chỉ tiêu nhám bề mặt và thời gian	89

PHẦN I: MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Trong chế tạo máy hiện nay có nhiều chi tiết chế tạo từ vật liệu khó gia công có độ cứng và độ bền cao. Trong đó vật liệu hợp kim cứng được sử dụng rộng rãi làm dao cắt, khuôn kéo sợi, khuôn dập và chi tiết máy.

Việc gia công chúng bằng công nghệ cắt gọt thông thường (Tiện; Phay; Mài v.v) là vô cùng khó khăn, đôi khi không thể gia công được. Thực tế này đòi hỏi cần phải phát triển các công nghệ gia công mới để gia công những vật liệu đó. Ngày nay một trong số các phương pháp gia công tia lửa điện là phương pháp gia công cắt dây bằng tia lửa điện. Phương pháp này được gọi là gia công WEDM (Wire Electrical Discharge Machine), đây là phương pháp gia công được phát minh và sử dụng rộng rãi trên thế giới vào những năm 50 của thế kỷ XX nhưng ít tự động hóa và đến ngày nay nhờ sự phát triển của điều khiển số và công nghệ thông tin mà phương pháp này đã được hiện đại hóa rất cao và đã trang bị điều khiển số CNC trên các máy WEDM.

Từ những năm 80 của thế kỷ XX đến nay, rất nhiều doanh nghiệp trong nước đã trang bị các loại máy, thiết bị sử dụng công nghệ EDM nhằm cải tiến phương pháp gia công, nâng cao giá trị của sản phẩm.

- Để nâng cao hiệu quả sử dụng loại máy này có nhiều cách nhưng theo hướng công nghệ thì ta cần thiết lập chế độ công nghệ hợp lý để đạt được độ chính xác kích thước cũng như năng suất gia công và chất lượng sản phẩm cao nhất. Điều này các doanh nghiệp trong nước thường xác định dựa theo tài liệu kèm theo máy hoặc theo kinh nghiệm. Do đó chưa thấy ra được ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến độ chính xác, năng suất và chất lượng gia công. Vì vậy mà hiệu quả khai thác, sử dụng máy cũng hạn chế.

- Chế độ công nghệ gia công trên máy cắt dây phụ thuộc rất nhiều thành phần hóa học của vật liệu chi tiết gia công cũng như tính dẫn điện và dẫn nhiệt. Do đó đối với những loại vật liệu chi tiết gia công khác nhau (có độ cứng khác nhau) sẽ có chế độ công nghệ gia công khác nhau. Trong đó vật liệu hợp kim cứng đang được sử dụng rộng rãi làm dao cắt, khuôn kéo sợi, khuôn dập và chi tiết máy.

Việc gia công vật liệu hợp kim cứng bằng các phương pháp thông thường đòi hỏi chi phí lớn, năng suất và chất lượng gia công không cao, nhưng sử dụng phương pháp cắt dây tia lửa điện thì rất hiệu quả. Do vậy việc tiến hành nghiên cứu “**Nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến chất lượng bề mặt khi gia công hợp kim cứng BK8 bằng phương pháp cắt dây**”. là rất cần thiết.

2. Mục đích, đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Mục đích của đề tài

Xác định ảnh hưởng của các thông số (Điện áp đánh lửa U_i , độ kéo dài xung T_{on} và khoảng cách xung t_{off}) khi cắt dây với vật liệu hợp kim cứng BK8 để đảm bảo độ nhám theo yêu cầu.

2.2. Đối tượng nghiên cứu

Máy: máy cắt dây CW322S .

Vật liệu gia công: Hợp kim cứng BK8.

Dây: Dây đồng có đường kính 0,25mm.

Đối tượng gia công: các biên dạng là đường thẳng và cung tròn.

Các thông số công nghệ nghiên cứu là: Điện áp đánh lửa U_i , độ kéo dài xung T_{on} và khoảng cách xung T_{off}

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu lý thuyết kết hợp với thực nghiệm.

3. Ý nghĩa của đề tài

3.1. Ý nghĩa khoa học

Bằng cách nghiên cứu cơ sở lý thuyết kết hợp với thực nghiệm, đề tài đã đưa ra được các hàm toán học mô tả mối quan hệ giữa điện áp đánh lửa U_i , cường độ dòng điện I_e , độ kéo dài xung T_{on} và khoảng cách xung T_{off} với độ nhám bề mặt khi gia công hợp kim cứng BK8, từ đó đưa ra cơ sở cho việc tối ưu hoá quá trình cắt cũng như cho các nghiên cứu khác của quá trình cắt.

Làm cơ sở cho việc nghiên cứu các khía cạnh khác của quá trình gia công bằng tia lửa điện.

Đề tài góp phần vào việc hoàn thiện việc xác định và điều chỉnh các thông số công nghệ khi gia công trên máy cắt dây nói chung và gia công hợp kim cứng BK8 trên máy cắt dây nói riêng.

3.2. Ý nghĩa thực tiễn

Kết quả nghiên cứu xây dựng chế độ cắt tối ưu khi gia công trên máy cắt dây EDM -CNC có ý nghĩa thực tiễn trong nghiên cứu khoa học cũng như trong sản xuất như sau:

- Giúp cho việc lựa chọn chế độ công nghệ khi gia công hợp kim cứng trên máy cắt dây được hợp lý hơn, hiệu quả khai thác, sử dụng máy tốt hơn. Góp phần vào việc nâng cao chất lượng và hạ giá thành sản phẩm. Đây là một yếu tố có ý nghĩa rất lớn đối với sự phát triển của doanh nghiệp trong môi trường sản xuất kinh doanh luôn phải đối mặt với sự cạnh tranh khốc liệt hiện nay trên thị trường cũng như trong quá trình hội nhập.

- Đạt được khả năng cho năng suất cao nhưng vẫn đảm bảo chất lượng bề mặt theo yêu cầu khi gia công hợp kim cứng trong sản xuất, ngay cả khi số lượng sản phẩm không nhiều.

4. Nội dung luận văn

Xuất phát từ đề tài nghiên cứu, ngoài phần mở đầu, kết luận chung và các phụ lục luận văn này có nội dung như sau:

Chương 1. Tổng quan về gia công tia lửa điện

- Nghiên cứu tổng quan về kỹ thuật EDM

Chương 2. Nghiên cứu ảnh hưởng các thông số công nghệ đến năng suất, chất lượng bề mặt khi gia công trên máy cắt dây.

- Nghiên cứu cơ sở lý thuyết về quá trình cắt và các hiện tượng xảy ra trong quá trình cắt .

- Nghiên cứu sự ảnh hưởng của các yếu tố công nghệ đến quá trình cắt.

Chương 3. Thực nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của một số thông số công nghệ đến chất lượng bề mặt khi gia công hợp kim cứng BK8 trên máy cắt dây EDM

- Thiết lập thí nghiệm.

- Xây dựng mô hình toán xác định độ nhám bề mặt khi gia công hợp kim cứng BK8 bằng máy cắt dây.

- Nghiên cứu thực nghiệm xây dựng hàm toán học biểu diễn mối quan hệ giữa chế độ công nghệ với độ nhám bề mặt khi gia công hợp kim cứng BK8.

Chương 4: Kết luận chung và khuyến nghị.

PHẦN II: NỘI DUNG

Chương 1 TỔNG QUAN VỀ GIA CÔNG TIA LỬA ĐIỆN

Năm 1943, thông qua các nghiên cứu về tuổi bền của các thiết bị phóng điện, hai vợ chồng người Nga Lazarenko đã tìm ra phương pháp gia công bằng tia lửa điện. Họ sử dụng tia lửa điện để hớt đi 1 lớp vật liệu mà không phụ thuộc vào độ cứng của vật liệu đó. Khi các tia lửa điện phóng ra thì một lớp vật liệu trên bề mặt phôi sẽ bị hớt đi bởi 1 quá trình điện – nhiệt thông qua sự nóng chảy và bốc hơi kim loại. Từ đó đến nay quá trình hớt vật liệu trong gia công tia lửa điện vẫn được coi là phức tạp liên quan đến khoảng cách khe hở phóng điện, đến thông tin về kênh plasma, về sự hình thành của cầu phóng điện giữa 2 điện cực, sự ăn mòn của cả 2 điện cực, các nghiên cứu về hiện tượng phóng điện của các nhà khoa học đã làm cho công nghệ gia công tia lửa điện có những phát triển lớn trong những năm gần đây và đã ra đời thêm một số phương pháp gia công dùng nguyên lý của phương pháp gia công tia lửa điện.

1.1. Đặc điểm của phương pháp gia công tia lửa điện.

Gia công tia lửa điện là phương pháp gia công bằng cách phóng điện ăn mòn trên cơ sở tác dụng nhiệt của xung điện được tạo ra do sự phóng điện giữa 2 điện cực.

1.1.1. Các đặc điểm chính của phương pháp gia công tia lửa điện

- Điện cực (đóng vai trò là dụng cụ cắt): có độ cứng thấp hơn nhiều so với vật liệu phôi. vật liệu phôi thường là những vật liệu cứng và đã qua nhiệt luyện như thép đã tôi, các loại hợp kim cứng. vật liệu điện cực thường là đồng, grafit . . .

- Vật liệu dụng cụ cắt và vật liệu phôi đều phải có tính chất dẫn điện tốt.

- Môi trường gia công: khi gia công phải sử dụng một chất lỏng điện môi làm môi trường gia công. Đây là dung dịch không dẫn điện ở điều kiện làm việc bình thường.

1.1.2. Khả năng công nghệ của phương pháp gia công tia lửa điện

Phương pháp gia công tia lửa điện có thể tạo được các mặt định hình là đường thẳng, đường cong, các rãnh định hình, các bề mặt có profin phức tạp,.... với độ bóng bề mặt tương đối cao ($Ra = 1.25\mu m \div 5\mu m$) và độ chính xác cao (IT5).