

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

NGUYỄN THỊ HOA

**NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH CHẾ ĐỘ CẮT TỐI ƯU KHI
CẮT DÂY TIA LỬA ĐIỆN LỖ HÌNH RÃNH THEN
THÉP 9CrSi ĐÃ QUA TÔI**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC
CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT CƠ KHÍ**

THÁI NGUYÊN, 2019

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan các số liệu và kết quả nêu trong Luận văn là trung thực và chưa từng được ai công bố trong bất kỳ một công trình nào khác. Trừ các phần tham khảo đã được nêu rõ trong Luận văn.

Tác giả

NGUYỄN THỊ HOA

LỜI CẢM ƠN

Tác giả xin chân thành cảm ơn Thầy giáo – PGS.TS Vũ Ngọc Pi, người đã hướng dẫn và giúp đỡ tận tình từ định hướng đề tài, tổ chức thực nghiệm đến quá trình viết và hoàn chỉnh Luận văn.

Tác giả cũng chân thành cảm ơn TS. Đỗ Thị Tám, phòng KHCN và Hợp tác quốc tế và Th.s Nguyễn Mạnh Cường, Ths. Lưu Anh Tùng, giảng viên khoa Cơ khí, Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp đã tận tình giúp đỡ tác giả trong quá trình thực hiện và phân tích các kết quả thí nghiệm. Xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ của Trường ĐH Kỹ thuật Công nghiệp, ĐH Thái Nguyên thông qua đề tài KHCN mã số T2018-B13 của Nhà trường.

Tác giả bày tỏ lòng biết ơn đối với các thầy, cô giáo và các bạn bè đồng nghiệp đã tạo điều kiện thuận lợi để tác giả hoàn thành Luận văn này.

Do năng lực bản thân còn nhiều hạn chế nên Luận văn không tránh khỏi sai sót, tác giả rất mong nhận được sự đóng góp ý kiến của các Thầy, Cô giáo, các nhà khoa học và các bạn đồng nghiệp.

Tác giả

NGUYỄN THỊ HOA

MỤC LỤC

Nội dung	Trang
Lời cam đoan	3
Lời cảm ơn	4
Mở đầu	7
I. Tính cấp thiết của đề tài	7
II. Mục đích và đối tượng và phương pháp nghiên cứu	8
III. Ý nghĩa đề tài	8
IV. Nội dung của đề tài	9

CHƯƠNG I

TỔNG QUAN VỀ GIA CÔNG TIA LỬA ĐIỆN 10

1.1 Giới thiệu	10
1.2 Hệ thống gia công tia lửa điện	10
1.2.1 Bộ tạo xung	10
1.2.2 Cơ cấu servo	10
1.2.3 Điện cực	11
1.2.4 Dung dịch điện môi	12
1.3 Bản chất quá trình gia công xung điện	13
1.4 Kết luận chương 1	16

CHƯƠNG II

MÁY CẮT DÂY VÀ CÁC THÔNG SỐ ĐIỀU CHỈNH TRONG QUÁ TRÌNH GIA CÔNG

2.1 Giới thiệu về máy cắt dây tia lửa điện	18
2.2 Ưu nhược điểm của phương pháp gia công cắt dây tia lửa điện	19
2.3 Độ chính xác khi gia công tia lửa điện	19
2.4 Dây cắt và vật liệu điện cực	20
2.5 Sự thoát phoi trong cắt dây tia lửa điện	20
2.6 Độ nhám bề mặt gia công	21
2.7 Các thông số về điện trong điều khiển máy cắt dây tia lửa điện	22
2.8 Kết luận chương 2	23

24

CHƯƠNG III
THỰC NGHIỆM NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ
THÔNG SỐ CÔNG NGHỆ ĐẾN ĐỘ NHÁM BỀ MẶT VÀ NĂNG
SUẤT GIA CÔNG TRONG GIA CÔNG CẮT DÂY TIA LỬA ĐIỆN
THÉP 90CrSi SAU KHI TÔI.

3.1 Thiết kế thí nghiệm	25
3.1.1 Các giả thiết của thí nghiệm	25
3.1.2 Điều kiện thực hiện thí nghiệm.	25
3.1.2.1 Thiết bị thí nghiệm.	25
3.1.2.2 Vật liệu gia công	26
3.1.2.3 Các dụng cụ đo kiểm	27
3.2 Xây dựng hàm mục tiêu tối ưu hóa một số thông số công nghệ trong gia công cắt dây tia lửa điện thép 9CrSi sau khi tôi.	28
3.2.1 Mô hình định tính quá trình cắt dây tia lửa điện.	28
3.2.2 Các thông số đầu vào của thí nghiệm	31
3.3 Ảnh hưởng của các thông số gia công đến nhám bề mặt và vận tốc cắt khi cắt thẳng	32
3.4 Ảnh hưởng của các thông số gia công đến nhám bề mặt và vận tốc cắt khi cắt cong	48

CHƯƠNG IV 63

KẾT LUẬN CHUNG VÀ KHUYẾN NGHỊ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO 65

BÀI BÁO ĐÃ XUẤT BẢN 66

PHẦN MỞ ĐẦU

I. TÍNH CẤP THIẾT CỦA ĐỀ TÀI

- Gia công bằng cắt dây tia lửa điện (gọi tắt là gia công cắt dây) là một trong các phương pháp gia công tiên tiến được sử dụng khá rộng rãi. Trong gia công cắt dây, một dây cắt chuyển động liên tục như là một điện cực được sử dụng để cắt vật liệu dẫn điện. Gia công cắt dây được sử dụng rộng rãi để gia công chi tiết dạng lỗ thông như khuôn đùn, ép kim loại, các loại cối đột thép, cối đột định hình, cối dập viên định hình cho ngành dược vv... . Phương pháp này đặc biệt hiệu quả khi gia công các lỗ nhỏ và sâu, các lỗ, rãnh có thành rất mỏng trên vật liệu dẫn điện khó gia công như thép không gỉ, thép đã tôi cứng... Vì thế cho nên cho đến nay đã có khá nhiều các nghiên cứu trong và ngoài nước về lĩnh vực này. Có thể nêu một số nghiên cứu điển hình về tối ưu hóa trong gia công cắt dây như sau:

Trong [1] đã trình bày những tiến bộ mới nhất mà công nghệ cắt dây đã đạt được. Dao động của dây cắt cũng đã được khảo sát trong [2, 3] nhằm nâng cao độ chính xác khi gia công. Trong [4] nghiên cứu các nguyên nhân gây đứt dây khi cắt và phương pháp điều khiển để hạn chế đứt dây. Trong [5] đưa ra kết quả nghiên cứu xác định các giá trị tối ưu của các tham số của quá trình cắt thép SKD11 như thời gian đóng và thời gian ngắt xung, tốc độ di chuyển bàn, lực căng dây.

Trong gia công cắt dây, có rất nhiều các thông số công nghệ ảnh hưởng đến chất lượng bề mặt, năng suất gia công, độ chính xác gia công. Chất lượng bề mặt và năng suất gia công là hai yếu tố được quan tâm nhiều nhất. Do vậy, có khá nhiều nghiên cứu tập trung vào xác định thông số tối ưu để nâng cao chất lượng bề mặt và năng suất cắt [6, 7, 8, 9, 10], các nghiên cứu về tối ưu ở dạng đơn mục tiêu [8, 11], cũng có các về tối ưu ở dạng đa mục tiêu [6, 7, 9, 10]]. Bên cạnh đó, các nghiên cứu cũng tập trung vào việc xác định chế độ cắt tối ưu cho các loại vật liệu khác nhau như chế độ tối ưu khi gia công hợp kim titan, vonfram... [11, 12].

Ở nước ta đến nay cũng đã có một số nghiên cứu về tối ưu hóa khi cắt dây tia lửa điện. Cụ thể, trong [13] đã khảo sát ảnh hưởng của thời gian đóng, ngắt xung và điện áp đánh lửa đến năng suất gia công và độ nhám bề mặt khi gia công thép 9CrSi. Trong [14] trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của điện áp phóng điện và cường độ dòng điện đến năng suất gia công và độ nhám bề mặt gia công khi cắt dây vật liệu SKD61.

Từ các phân tích trên, có thể nói cho đến nay đã có không ít nghiên cứu về gia công cắt dây tia lửa điện. Các nghiên cứu này đã đề cập đến nhiều vấn đề của quá trình cắt dây trong đó có xác định các thông số tối ưu của quá trình cắt dây nhằm nâng cao độ chính xác hoặc tăng năng suất cắt. Bài toán tối ưu hóa quá trình cắt dây cũng đã được nghiên cứu khi gia công nhiều loại vật liệu khác nhau.

Trên thực tế sản xuất ở nước ta, có nhiều sản phẩm và sản phẩm chính xác cần sử dụng nguyên công cắt dây để chế tạo như các loại khuôn đùn, ép kim loại, khuôn cối đột, cắt kim loại, khuôn cối dập viên vv... Tại Doanh nghiệp tư nhân Cơ khí chính xác Thái Hà đang gia công sản phẩm là chi tiết lỗ hình rãnh then vật liệu 9CrSi, chiều sâu 22mm nhưng chế độ cắt đang sử dụng là chưa tối ưu. Như đã phân tích ở trên, mặc dù đã có khá nhiều nghiên cứu về xác định các thông số tối ưu khi cắt dây nhưng vẫn chưa có nghiên cứu nào về xác định chế độ cắt tối ưu khi cắt dây tia lửa điện lỗ hình rãnh then thép 9CrSi. Chính vì vậy “**Nghiên cứu xác định chế độ cắt tối ưu khi cắt dây tia lửa điện lỗ hình rãnh then thép 9CrSi đã qua tôi**” là cấp thiết.

II. MỤC ĐÍCH, ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Mục đích của đề tài

- Nghiên cứu xác định ảnh hưởng của các thông số quá trình (Thời gian đóng xung T_{on} , thời gian ngắt xung T_{off} , điện áp phóng điện SV, điện áp đánh tia lửa điện VM, vận tốc dây WF, vận tốc cắt SPD) đến độ nhám bề mặt và năng suất gia công khi cắt dây vật liệu 9CrSi sau khi tôi.

- Nghiên cứu xác định chế độ cắt tối ưu khi cắt dây tia lửa điện lỗ hình rãnh then thép 9CrSi đã qua tôi.

2.2. Đối tượng nghiên cứu

Máy: Máy cắt dây Fanus Robotcut α -1iA (của Doanh nghiệp tư nhân Cơ khí Chính xác Thái Hà);

Vật liệu gia công: thép 9CrSi sau khi tôi đạt độ cứng $55\pm 62\text{HRC}$.

Dây: Dây đồng có đường kính 0,25mm.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu lý thuyết kết hợp với thực nghiệm

III. Ý NGHĨA CỦA ĐỀ TÀI

3.1. Ý nghĩa khoa học

- Từ kết quả nghiên cứu thực nghiệm, đề tài sẽ đưa ra hàm toán học mô tả mối quan hệ giữa nhám bề mặt và năng suất cắt với các thông số của quá trình gia công với thời gian phóng điện T_{on} , thời gian ngắt xung T_{off} , điện áp phóng điện SV, điện áp đánh tia lửa điện VM, vận tốc dây WF, vận tốc cắt SPD khi gia công thép 9CrSi sau khi tôi. Từ đó đưa ra các tham số tối ưu khi gia công cũng như có thể làm cơ sở phục vụ cho các nghiên cứu khác.

- Đề tài góp phần hiểu rõ hơn ảnh hưởng của các thông số quá trình đến năng suất và chất lượng gia công. Thêm vào đó, nó sẽ xác định các thông số tối ưu cho quá trình cắt dây lỗ hình then thép 9CrSi nói riêng.

3.2. Ý nghĩa thực tiễn

Gia công tia lửa điện bằng cắt dây ngày càng được sử dụng rộng rãi ở nhiều nước trên thế giới. Vì vậy, đề tài này có ý nghĩa trong thực tiễn gia công các khuôn dập, khuôn ép, cối dập thuốc....

Áp dụng gia công sản phẩm tại Doanh nghiệp cơ khí Thái Hà.

IV. NỘI DUNG ĐỀ TÀI

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

Chương 1. Tổng quan về gia công tia lửa điện

Nghiên cứu tổng quan về EDM.

Chương 2. Máy cắt dây và các thông số điều chỉnh trong quá trình gia công

- 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. Thục nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của một số thông số công nghệ đến độ nhám bề mặt và năng suất gia công trong gia công cắt dây tia lửa điện thép 9CrSi sau khi tôi

- Thiết lập thí nghiệm.

- Xây dựng hàm mục tiêu tối ưu hóa một số thông số công nghệ trong gia công cắt dây tia lửa điện thép 9CrSi sau khi tôi.

- Nghiên cứu thực nghiệm xác định hàm toán học biểu diễn mối quan hệ giữa một số thông số công nghệ với nhám bề mặt và năng suất gia công khi gia công cắt dây thép 9CrSi sau khi tôi.

- Tối ưu hóa hai mục tiêu xác định chế độ gia công đảm bảo năng suất và nhám bề mặt theo yêu cầu.

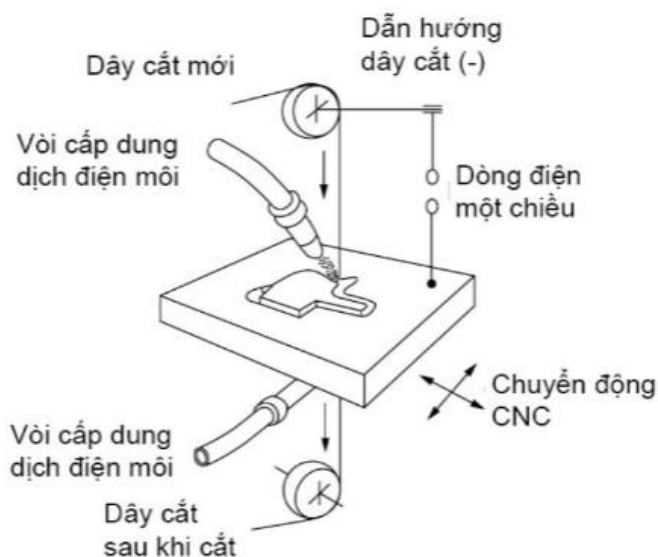
Chương 4: Kết luận chung và khuyến nghị

CHƯƠNG I

TỔNG QUAN VỀ GIA CÔNG TIA LỬA ĐIỆN

1.1. Giới thiệu

Nguyên lý của gia công tia lửa điện được phát hiện ra bởi nhà nghiên cứu người Anh Toseph Priestley (1733-1809) vào năm 1770. Tuy nhiên, mãi đến năm 1943 của vợ chồng Lazarenko (người Nga) mới giới thiệu phương pháp gia công bằng tia lửa điện. Quá trình gia công bằng tia lửa điện (tiếng anh là Electrical Discharge Machining (viết tắt là EDM)) là quá trình bóc tách vật liệu nhờ các tia lửa điện phóng ra thông qua một quá trình điện - nhiệt làm nóng chảy và bốc hơi kim loại. Tiếp đó, sự phát triển của công nghệ điều khiển CNC đã tạo ra những bước phát triển lớn trong gia công tia lửa điện và phương pháp này trở thành phương pháp gia công không truyền thống được ứng dụng nhiều nhất trong gia công cơ.



Phương pháp gia công tia lửa điện có các đặc điểm chính sau:

- Điện cực (hay dụng cụ cắt): Có độ cứng thấp hơn nhiều so với vật liệu phôi. Vật liệu điện cực thường là đồng, grafit...
- Vật liệu phôi: phải là vật liệu dẫn điện; thường là vật liệu khó gia công như thép không gỉ, các loại thép khó gia công, thép đã tôi cứng, hợp kim cứng vv...
- Trong gia công tia lửa điện 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.

Phạm vi sử dụng: Phương pháp gia công tia lửa điện thường dùng để tạo được các mặt trụ, mặt côn có biên dạng định hình, phức tạp; để gia công các mặt đòi hỏi độ chính xác cao như biên dạng cam, biên dạng răng thân khai, răng cycloid... Phương pháp này đặc biệt hiệu quả khi gia công các lỗ nhỏ và sâu, các lỗ, rãnh có thành rất mỏng với độ bóng tương đối cao ($Ra = 1,6 \div 0,8 \mu m$) và độ chính xác cao thông thường khoảng $\pm 0.013mm$.

1.2. Hệ thống gia công tia lửa điện

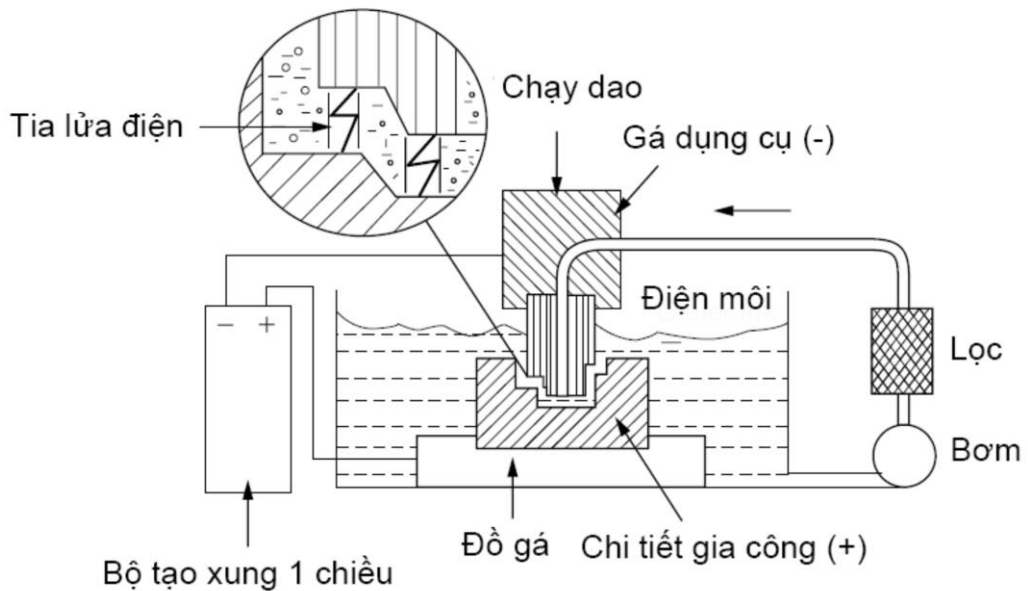
Hình 1.1 [13] biểu diễn sơ đồ hệ thống gia công tia lửa điện. Hệ thống này gồm có bộ tạo xung, cơ cấu điều khiển chạy dao servo, điện cực và dung dịch điện môi.

1.2.1. Bộ tạo xung

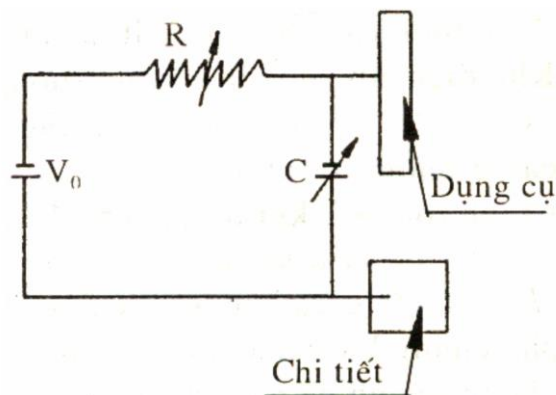
Bộ tạo xung nhằm tạo xung điện một chiều đóng ngắt theo thời gian nhất định với điện áp và cường độ dòng điện xác định. Bộ tạo xung có các kiểu RC, RLC và kiểu CC trong đó kiểu RC (mạch điện trở - tụ điện) (Hình 1.2) là được sử dụng phổ biến nhất [14].

1.2.2. Cơ cấu servo

Cơ cấu servo nhằm đảm bảo khoảng cách nhất định giữa hai điện cực để duy trì sự phóng điện. Thông thường khoảng cách này từ 0,01 đến 0,02 mm [14]. Việc điều khiển chuyển động của điện cực được thực hiện bởi mạch điều khiển tự động. Các mạch này có thể là mạch điều khiển cuộn dây hình ống hoặc kiểu điện động [14].



Hình 2.1. Sơ đồ hệ thống gia công xung điện [13]



Hình 2.2: Mạch tạo xung RC [14]

1.2.3. Điện cực