

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

VƯƠNG THỊ HIỀN

**TỐI ƯU HÓA CHẾ ĐỘ CÔNG NGHỆ GIA CÔNG CẮT DÂY
TIA LỬA ĐIỆN - ỨNG DỤNG GIA CÔNG LÒNG KHUÔN
TRÊN CỦA BỘ KHUÔN DẬP SẢN PHẨM VÒNG ĐỆM HẮM 7
CÁNH TRÊN MÁY CẮT DÂY CW - 322S**

CHUYÊN NGÀNH: CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

HỌC VIÊN

PGS. TS Nguyễn Phú Hoa

Vương Thị Hiền

KHOA ĐÀO TẠO SDH

BGH TRƯỜNG ĐHKTCN

Thái Nguyên, 2013

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

VƯƠNG THỊ HIỀN

LỜI CẢM ƠN

Trong quá trình học tập, làm luận văn, tác giả đã nhận được rất nhiều sự giúp đỡ, chỉ bảo của các thầy cô giáo đã giảng dạy, hướng dẫn, giúp tác giả hoàn thành tốt chương trình học cao học và hoàn thiện được luận văn này.

Tác giả xin cảm ơn thầy giáo hướng dẫn PGS.TS. Nguyễn Phú Hoa, Đại học Thái Nguyên, đã định hướng đề tài, hướng dẫn tận tình tôi trong việc tiếp cận và khai thác tài liệu tham khảo cũng như những chỉ bảo trong quá trình tôi làm luận văn.

Cuối cùng tác giả muốn bày tỏ lòng cảm ơn các thầy cô giáo, các bạn đồng nghiệp và gia đình đã ủng hộ và động viên tôi trong suốt quá trình làm luận văn này.

Tác giả

VƯƠNG THỊ HIỀN

MỤC LỤC

Nội dung	Trang
LỜI CAM ĐOAN.....	2
LỜI CẢM ƠN	3
MỤC LỤC	4
DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU	7
DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ VÀ ĐỒ THỊ.....	8
CHƯƠNG I: TỔNG QUAN VỀ GIA CÔNG TIA LỬA ĐIỆN	14
1.1. Đặc điểm của phương pháp gia công tia lửa điện.....	14
1.1.1. Các đặc điểm chính của phương pháp gia công tia lửa điện	14
1.1.2. Khả năng công nghệ của phương pháp gia công tia lửa điện.....	14
1.2. Các phương pháp gia công tia lửa điện	15
1.2.1. Phương pháp gia công xung định hình.....	15
1.2.2. Phương pháp gia công cắt dây bằng tia lửa điện	15
1.2.3. Các phương pháp khác	15
1.3. Cơ sở của phương pháp gia công tia lửa điện.....	16
1.3.1. Bản chất vật lý.....	16
1.3.2. Cơ chế bóc tách vật liệu.....	21
1.4 Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình gia công tia lửa điện	22
1.4.1. Các đặc tính về điện	22
1.4.2. Các yếu tố khác	23
1.5. Lượng hút vật liệu khi gia công tia lửa điện.....	24
1.6. Chất lượng bề mặt	28
1.6.1. Độ nhám bề mặt	28
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	30
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	31
1.8.3. Xung mạch hở, không có dòng điện	32
1.8.4. Sự quá nhiệt của chất điện môi	32
1.9. Các yếu tố không điều khiển được.....	33
1.9.1. Nhiễu hệ thống.....	33
1.9.2. Nhiễu ngẫu nhiên	33

1.10. Dung dịch chất điện môi trong gia công tia lửa điện	33
1.10.1 Nhiệm vụ của dung dịch chất điện môi	33
1.10.2. Các loại chất điện môi	35
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
KẾT LUẬN CHƯƠNG I.....	40
CHƯƠNG II: MÁY CẮT DÂY CW – 322S VÀ CÁC THÔNG SỐ ĐIỀU CHỈNH TRONG QUÁ TRÌNH GIA CÔNG.....	41
2.1 Cấu trúc của máy cắt dây CW – 322S.....	41
2.1.1 Công dụng của máy cắt dây CW – 322S.....	42
2.1.2. Ưu nhược điểm của phương pháp gia công cắt dây tia lửa điện	43
2.2. Độ chính xác khi gia công tia lửa điện trên máy cắt dây CW – 322S	43
2.3. Điện cực và vật liệu làm điện cực	46
2.3.1. Yêu cầu của vật liệu làm điện cực	46
2.3.2. Các loại dây điện cực	46
2.4. Sự thoát phoi trong quá trình cắt dây	47
2.5. Nhám bề mặt khi cắt dây trên máy cắt dây CW – 322S.....	48
2.6. Các thông số điều chỉnh trong quá trình gia công trên máy cắt dây CW – 322S	49
2.6.1. Dòng phóng tia lửa điện I_e	49
2.6.2. Độ kéo dài xung t_i	49
2.6.3. Khoảng cách xung t_0	50
2.6.4. Điện áp đánh lửa U_z	50
2.6.5. Khe hở phóng điện	50
2.6.6. Tốc độ dịch chuyển của dây điện cực	51
2.7. Lập trình gia công trên máy cắt dây CW – 322S	51
2.7.1. Các trục điều khiển và hệ tọa độ của máy cắt dây CW- 322S.....	51
2.7.2. Các chức năng “G”	52
2.7.3. Các chức năng “M”	57
2.7.4. Các phép copy dịch chuyển.....	59
2.7.5. Các lệnh cắt côn.....	60
KẾT LUẬN CHƯƠNG II	62
CHƯƠNG 3: TỐI ƯU HÓA CHẾ ĐỘ CẮT CỦA PHƯƠNG PHÁP CẮT DÂY ..	63
3.1. Tổng quan về tối ưu hóa và phương pháp bề mặt chỉ tiêu	63

3.1.1. Tổng quan về tối ưu hóa	63
3.1.2. Phương pháp bề mặt chỉ tiêu (Response Surface Methodology – RSM) [20]	68
3.2. Tối ưu hóa chế độ cắt của phương pháp cắt dây tia lửa điện	86
3.2.1. Mô hình bài toán tối ưu hóa chế độ cắt của phương pháp cắt dây tia lửa điện	86
3.2.2. Các giả thiết và điều kiện thí nghiệm	86
3.2.3. Ứng dụng phương pháp RSM tối ưu hóa chế độ cắt khi gia công lòng khuôn trên của bộ khuôn dập sản phẩm vòng đệm hãm 7 cánh trên máy cắt dây CW – 322S	88
KẾT LUẬN CHƯƠNG III	109
CHƯƠNG 4: KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM	110
4.1. Chi tiết khuôn trên của bộ khuôn dập vòng đệm hãm 7 cánh	110
4.2. Thiết bị thí nghiệm	112
4.3. Quá trình gia công thực nghiệm	112
4.4. Kết quả thí nghiệm	114
4.5. Đánh giá hiệu quả của vấn đề tối ưu	115
TÀI LIỆU THAM KHẢO	117
PHỤ LỤC	120
1. Thiết bị thí nghiệm	120
2. Quá trình thực nghiệm	121
2.1. Chương trình gia công	121
2.2. Gia công thực nghiệm	122

DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU

Bảng 2.1 Các thông số kỹ thuật của máy cắt dây CW – 322S	42
Bảng 2.2 Danh mục các mã G	52
Bảng 2.3 Danh mục các mã M.....	57
Bảng 2.4 Các phép copy, dịch chuyển	59
Bảng 3.1 Bố trí thí nghiệm	79
Bảng 3.2 Các giá trị trung gian của q_l	80
Bảng 3.3 Tính toán các giá trị của Q_l	81
Bảng 3.4 Thành phần hóa học của thép gió P18.....	84
Bảng 3.5 Chế độ nhiệt luyện của thép gió P18.....	87
Bảng 3.6 Phạm vi khảo sát các biến thực nghiệm	88
Bảng 3.7 Ma trận quy hoạch thực nghiệm phương án CCD với 3 yếu tố.....	92
Bảng 3.8 Kế hoạch thí nghiệm tối ưu hóa nhám bề mặt theo U_e, I_e, v_d	93
Bảng 3.9 Ma trận thí nghiệm và kết quả thí nghiệm năng suất cắt V.....	94
Bảng 3.10 Tính toán các giá trị \hat{y} và $(y - \hat{y})^2$	95
Bảng 3.11 Kết quả thí nghiệm	102
Bảng 3.12 Các giá trị q_v, q_{R_0}, Q_l	103
Bảng 4.1 Kết quả gia công thử nghiệm	115

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ VÀ ĐỒ THỊ

Hình 1.1. Sơ đồ nguyên lý gia công tia lửa điện.....	16
Hình 1.2. Pha đánh lửa	17
Hình 1.3. Sự hình thành kênh phóng điện	18
Hình 1.4. Sự hình thành và bốc hơi vật liệu	18
Hình 1.5. Đồ thị điện áp và dòng điện trong một xung phóng điện.	19
Hình 1.6. Ảnh hưởng của dòng phóng tia lửa điện đến lượng hút vật liệu.....	25
Hình 1.7. Ảnh hưởng của thời gian xung đến lượng hút vật liệu	25
Hình 1.8. Ảnh hưởng của thời gian ngắt xung đến lượng hút vật liệu	26
Hình 1.9. Ảnh hưởng của lực căng dây điện cực đến lượng hút vật liệu.....	26
Hình 1.10. Ảnh hưởng của tốc độ di chuyển dây điện cực đến lượng hút vật liệu ..	26
Hình 1.11. Ảnh hưởng của chiều cao phôi đến lượng hút vật liệu khi gia công đồng thau	27
Hình 1.12. Vùng ảnh hưởng nhiệt của bề mặt phôi	29
Hình 1.13. Hiện tượng hồ quang điện	31
Hình 1.14. Hiện tượng ngắn mạch, sụt áp	31
Hình 1.15. Hiện tượng xung mạch hở	32
Hình 1.16. Dòng chảy bên ngoài.....	37
Hình 1.17. Dòng chảy áp lực	37
Hình 2.1. Máy cắt dây CW – 322S	41
Hình 2.2. Sự cân bằng về lực khi cắt thẳng và sai số hình học khi cắt góc.	46
Hình 2.3. Các trường hợp khó gia công đối với dòng chảy đồng trục.....	47
Hình 2.4. Khe hở phóng điện trong gia công cắt dây tia lửa điện	48
Hình 2.5. Sự hình thành của nhám bề mặt.....	48
Hình 2.6. Sự phụ thuộc của nhám bề mặt vào tần số dòng điện.....	49
Hình 2.7. Các lệnh dịch chuyển đường kính dây G41/G42	56
Hình 3.1. Mô hình hóa quá trình gia công cắt dây tia lửa điện	73
Hình 3.2 Thiết kế thí nghiệm	74

Hình 3.3. Khai báo các thông số	73
Hình 3.4. Các bước phân tích kết quả thí nghiệm.....	78
Hình 3.5. Thiết lập tối ưu hóa đơn mục tiêu.....	78
Hình 3.6 Thiết lập các thông số tối ưu hóa.....	82
Hình 3.7. Thiết lập tối ưu hóa đa mục tiêu	82
Hình 3.8. Thiết lập các thông số tối ưu hóa đa mục tiêu.....	83
Hình 3.9. a) Sơ đồ thí nghiệm; b) 4 thí nghiệm dọc trục và 1 thí nghiệm trung tâm; c) Thí nghiệm CCD	84
Hình 3.10. a) Sơ đồ thí nghiệm Box – Behnken 3 biến; b) Sơ đồ thí nghiệm Trung tâm – mặt 3 biến	84
Hình 3.11. Hộp thoại thiết kế thí nghiệm bề mặt chỉ tiêu	85
Hình 3.12. Hộp thoại thiết kế CCD.....	85
Hình 3.13. Hộp thoại thiết kế Box - Behnken	86
Hình 3.14. Lựa chọn khai báo biến cho dạng thiết kế Box - Behnken	88
Hình 3.15. Kích thước của mẫu thí nghiệm.....	90
Hình 3.16. Khai báo biến thí nghiệm cho thiết kế CCD	93
Hình 3.17. Phân tích hồi quy-phương sai	99
Hình 3.18. Phân tích hồi quy-phương sai khi đã tinh chỉnh.....	100
Hình 3.19. Các hệ số hồi quy dạng thực (không mã hóa).....	100
Hình 3.20. Đồ thị quan hệ năng suất cắt phụ thuộc I_e và U_e khi $v_d = 2$ m/phút.	101
Hình 3.21. Đồ thị đường mức năng suất cắt phụ thuộc U_e và I_e khi $v_d = 2$ m/phút.	101
Hình 3.22. Các xác lập tối ưu hóa đơn mục tiêu V với hàm ràng buộc là R_a	106
Hình 3.23. Kết quả tối ưu hóa năng suất cắt V	106
Hình 3.24. Một phần đồ thị tối ưu hóa năng suất cắt V	107
Hình 3.25. Tối ưu hóa đồng thời chỉ tiêu nhám bề mặt và năng suất cắt.....	107
Hình 4.1. Bản vẽ chi tiết lồng khuôn trên.....	111

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 những phương pháp gia công không truyền thống quan trọng [9]. Phương pháp này được sử dụng để gia công các chi tiết có biên dạng phức tạp như khuôn mẫu, khuôn đột, khuôn đùn, ép kim loại, các loại cối định hình vv... hoặc những vật liệu khó gia công như vật liệu dùng trong ngành hàng không, vũ trụ, vật liệu dùng trong ngành y tế ... [8]. Chính vì thế việc xác định chế độ cắt dây tối ưu khi gia công các loại vật liệu khác nhau là vấn đề hết sức quan trọng và cần thiết.

Trong gia công cắt dây, chất lượng bề mặt và năng suất gia công là hai yếu tố được quan tâm nhất [2, 3, 8-10]. Có rất nhiều các thông số công nghệ ảnh hưởng đến chất lượng bề mặt và năng suất gia công như điện áp phóng tia lửa điện, dòng phóng tia lửa điện, tốc độ dịch chuyển của điện cực, độ rộng xung, tần số xung, lưu lượng của dòng chảy chất điện môi... [1, 4, 11]. Gia công cắt dây là một quá trình phức tạp, việc xác định các thông số công nghệ tối ưu để cải thiện quá trình gia công là rất khó [1,3,4,7-9,11]. Có khá nhiều nghiên cứu tập trung vào việc xác định các thông số tối ưu để nâng cao chất lượng bề mặt và vận tốc cắt [1, 3, 9, 10]. Các nghiên cứu này sử dụng phương pháp tối ưu hóa truyền thống như phương pháp bề mặt chỉ tiêu [8], phương pháp phân tích phương sai [1], tối ưu hóa sử dụng thuật toán Grey, mạng neuron nhân tạo [12]... hay các phương pháp không truyền thống như tối ưu hóa sử dụng thuật toán bầy đàn PSO, giải thuật di truyền GA [12]... 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 Inconel 718 [6], hợp kim magie WE43 [5], Inconel 601 [8]...

Thép gió là loại vật liệu có độ cứng cao (63 – 65 HRC), tính chống mài mòn và độ cứng nóng cao. Thép gió được ứng dụng làm dao cắt, khuôn dập nguội... Do được hợp kim hóa với hàm lượng cao nên việc gia công thép gió bằng các phương pháp gia công truyền thống đòi hỏi chi phí lớn mà năng suất không cao. Khi gia công bằng cắt