

TỐI ƯU HÓA THÔNG SỐ CÔNG NGHỆ TRÊN MÁY XUNG TIA LỬA ĐIỆN

OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS ON ELECTRICAL DISCHARGE MACHINING

ThS. Nguyễn Văn Trúc*, ThS. Nguyễn Tiến Dũng
Khoa Cơ khí, Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp

*Email: nvtruc@uneti.edu.vn

TÓM TẮT

Một trong những vấn đề cấp thiết của khoa học kỹ thuật là tạo ra sản phẩm có chất lượng tốt với chi phí thấp. Trong bài báo, tác giả nghiên cứu ảnh hưởng của thông số công nghệ đến độ mòn của điện cực khi gia công thép SKD11 trên máy xung OSCARMAX S430S với điện cực đồng đỏ. Kết hợp giữa lý thuyết và thực nghiệm, tác giả đã xây dựng được mô hình toán học giữa thời gian phóng xung, thời gian ngừng phóng xung và cường độ dòng điện đến độ mòn của điện cực trong quá trình gia công, từ đó làm cơ sở tìm ra bộ thông số công nghệ tối ưu. Kết quả nghiên cứu có thể được áp dụng trong sản xuất và là cơ sở để ứng dụng cho các vật liệu tương tự.

Từ khóa: Tối ưu thông số công nghệ; Mòn điện cực; Thép SKD11.

ABSTRACT

One of the urgent issues in science and technology is to produce products with good quality at low cost. In the article, the author studied the influence of technological parameters on the wear of electrodes when machining SKD11 steel on OSCARMAX S430S pulse machine with red copper electrodes. By combining theory and experiments, the author built a mathematical model linking pulse firing time, pause time, and current intensity to electrode wear during the machining process to determine the optimal technological parameters. The research results can be applied in production and serve as a basis for application to similar materials.

Keywords: Optimize technological parameters; Electrode wear; SKD11 steel.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Mòn điện cực là một trong những vấn đề lớn trong quá trình xung tia lửa điện EDM. Mòn điện cực ảnh hưởng trực tiếp đến độ chính xác của chi tiết gia công. Mòn điện cực được nghiên cứu theo nhiều hướng khác nhau như: mòn hình dáng hình học của điện cực, mòn

điện cực theo khối lượng... khi thay đổi yếu tố công nghệ đầu vào đều ảnh hưởng đến độ mòn điện cực. Trong phạm vi của bài báo sẽ tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian phóng xung t_{on} và thời gian ngừng phóng xung t_{off} , cường độ dòng điện I_c đến độ mòn điện cực theo khối lượng [1].

2. TRANG THIẾT BỊ VẬT LIỆU THÍ NGHIỆM

Máy được sử dụng trong nghiên cứu này là máy xung OSCARMAX S430S của Đài Loan.

Bảng 1. Thông số kỹ thuật của máy

Hành trình trục (X)	400	mm
Hành trình trục (Y)	300	mm
Hành trình Servo (Z)	300	mm
Kích thước phôi tối đa (WxD)	920x505	mm
Chiều cao tối đa làm đầy bể điện môi	215	mm
Khoảng cách giữa ngàm máy và bàn	150 ÷ 450	mm
Khối lượng phôi tối đa	550	kg
Khối lượng điện cực tối đa	120	kg
Kích thước bàn (WxD)	650x350	mm



Hình 1. Máy xung OSCARMAX S430S

2.1. Mẫu thí nghiệm

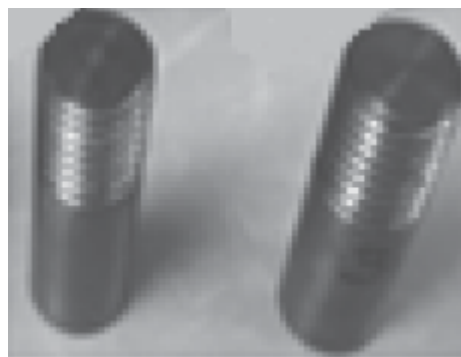
Vật liệu thí nghiệm là thép SKD11 có độ cứng sau nhiệt luyện của mẫu thép SKD11 đạt 52 ÷ 55 HRC. Kết quả phân tích thành phần hóa học của mẫu thép SKD11 như bảng 2.

Bảng 2. Thành phần hóa học mẫu vật liệu SKD11

Mác vật liệu	Thành phần hóa học trung bình các nguyên tố (%)					
	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
SKD11	1,4 ÷ 1,6	≤ 0,4	≤ 0,6	11 ÷ 13	0,8 ÷ 1,2	0,2 ÷ 0,5

2.2. Điện cực

Qua khảo sát thấy rằng có hai nhóm vật liệu sử dụng để làm điện cực, đó là điện cực kim loại và điện cực graphit. Tuy nhiên, điện cực graphit ngày nay rất hạn chế sử dụng vì khó gia công và ảnh hưởng xấu đến môi trường và sức khỏe con người. Trong phạm vi nghiên cứu của bài báo, tác giả chọn vật liệu điện cực là đồng đỏ phù hợp với máy và vật liệu gia công.



Hình 2. Điện cực đồng đỏ



2.3. Thiết bị đo mòn

Sử dụng cân phân tích MW-P Series độ chính xác 1/1000 (hình 4).

Bảng 3. Đặc tính kỹ thuật của cân

Đặc tính	Thông số
Tải trọng	150 x 0,005 g
Đơn vị đo	g, ct, lb, oz, GN, ozt, dwt, tl, T
Kích thước	200x250x80 mm
Trọng lượng tối đa	1,1 kg
Chức năng	Cân, đếm, tính phần trăm



Hình 3. Cân phân tích MW-P Series

Trong quá trình gia công, chính điện cực cũng bị hót đi một lớp mỏng vật liệu của nó, tuy rất nhỏ so với lượng hót vật liệu của phôi, nhưng lại ảnh hưởng nhiều đến khả năng công nghệ. Do đó, sau khi gia công, ta tiến hành kiểm tra độ mòn điện cực [3].

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thí nghiệm

Ma trận thực nghiệm được xây dựng theo phương án thực nghiệm bậc 1 của Box-Wilson. Với ba thông số đầu vào sẽ thay đổi của quá trình thí nghiệm (t_{on} , t_{off} và I_e), sẽ có $2^k = 2^3 = 8$ điểm thí nghiệm gốc (ở mức mã hóa

-1 và +1); và nên lựa chọn ít nhất 3 điểm trung tâm (ở mức mã hóa 0) [2]. Như vậy, kế hoạch thí nghiệm sẽ bao gồm 11 điểm và được sắp xếp như trong bảng 4.

Bảng 4. Ma trận quy hoạch thực nghiệm

TT TN	Biến đầu vào mã hóa			Hàm đầu ra
	x_1	x_2	x_3	y
1	-1	-1	-1	y_1
2	1	-1	-1	y_2
3	-1	+1	-1	y_3
4	1	+1	-1	y_4
5	-1	-1	+1	y_5
6	1	-1	+1	y_6
7	-1	+1	+1	y_7
8	+1	+1	+1	y_8
9	0	0	0	y_9
10	0	0	0	y_{10}
11	0	0	0	y_{11}

Bảng 5. Số liệu thực nghiệm

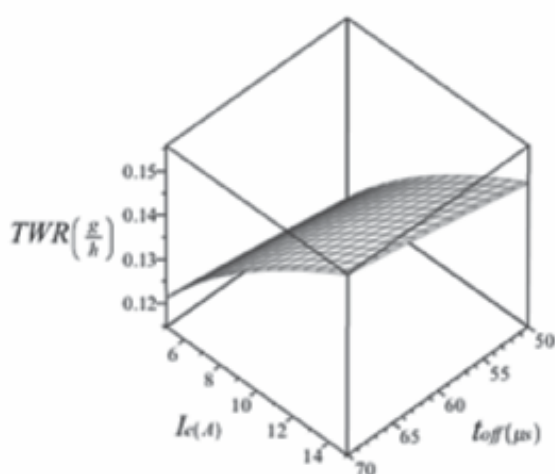
TT TN	t_{on} (μ s)	t_{off} (μ s)	I_e (A)	TWR (g/giờ)
1	6	50	5	0,108
2	20	50	5	0,16
3	6	70	5	0,13
4	20	70	5	0,14
5	6	50	15	0,15
6	20	50	15	0,17
7	6	70	15	0,125
8	20	70	15	0,23
9	13	60	10	0,205
10	13	60	10	0,22
11	13	60	10	0,21

3.2. Kết quả

Sau khi xử lý số liệu, kiểm tra khả năng làm việc của mô hình, ta thu được mô hình độ mòn của điện cực như sau:

$$TWR = 0,025 \cdot t_{on}^{0,285} \cdot t_{off}^{0,165} \cdot I_e^{0,228} \quad (*)$$

Các thông số công nghệ như thời gian phát xung (t_{on}), thời gian ngừng phát xung (t_{off}) và cường độ dòng điện (I_e) đều có ảnh hưởng đáng kể đến độ mòn điện cực (TWR). Trong đó, thời gian phát xung ảnh hưởng mạnh mẽ nhất, cường độ dòng điện ảnh hưởng ít hơn, thời gian ngừng phát xung ảnh hưởng ít nhất là phù hợp với các nghiên cứu lý thuyết trước đó [4].



Hình 4. Quan hệ độ nhám TWR với t_{off} , I_e (t_{on} tối ưu)

Trong giới hạn của bài báo, tác giả giải quyết bài toán tối ưu, tìm bộ thông số công nghệ (t_{on} , t_{off} , I_e) để TWR_{min} là giải quyết bài toán đơn mục tiêu cho cả ba thông số với điều kiện biên: $6 \leq t_{on} \leq 20$; $50 \leq t_{off} \leq 70$; $5 \leq I_e \leq 15$.

Kết quả:

$TWR_{min} = 0.114659046726292$ (g/giờ)
khi: $t_{on} = 6 \mu s$, $t_{off} = 50 \mu s$, $I_e = 5 A$.

4. KẾT LUẬN

Như vậy, kết hợp giữa lý thuyết thực nghiệm và phần mềm toán học Maple, bài báo đã chỉ ra ảnh hưởng bởi các thông số công nghệ (t_{on} , t_{off} , I_e) đến độ mòn điện cực khi gia công EDM và là cơ sở xác định bộ thông số tối ưu $t_{on} = 6 \mu s$, $t_{off} = 50 \mu s$, $I_e = 5 A$ để độ mòn điện cực $TWR = 0.114659046726292$ (g/giờ) nhỏ nhất.

Kết quả này có thể áp dụng trong sản xuất thực tế khi xung tia lửa điện EDM với thép SKD11 trên máy OSCARMAX S430S. ❖

Ngày nhận bài: 23/12/2024

Ngày phản biện: 10/01/2025

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Vũ Hoài Ân, “*Gia công tia lửa điện*”. NXB. Khoa học Kỹ thuật (2007).
- [2]. Trần Văn Địch, “*Nghiên cứu độ chính xác gia công bằng thực nghiệm*”. NXB. Khoa học và Kỹ thuật (2003).
- [3]. Nguyễn Tiến Thọ, “*Kỹ thuật đo lường và kiểm tra trong chế tạo máy*”. NXB. Khoa học và Kỹ thuật (2001).
- [4]. Ali Ozgedik, “*An experimental investigation of tool wear in electric discharge machining*”. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 27: 488-500 (2006).