

# Nghiên cứu ảnh hưởng của cường độ dòng xung đến thời gian ăn mòn điện cực trên máy xung định hình CNC (P26-E30) MAXSEE

Ngô Văn Giang\*

\*Khoa cơ khí chế tạo, Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật Vinh

Received: 24/11/2024; Accepted: 29/11/2024; Published: 05/12/2024

**Abstract:** In this study, we analyzed the impact of pulse current intensity on electrode wear time when using the CNC shaping pulse machine (P26-E30) MAXSEE. The research focused on optimizing machining parameters to minimize electrode wear and improve machining efficiency. The results demonstrated a correlation between pulse current intensity and wear time, thereby providing a basis for optimizing technical parameters during the machining process.

**Keywords:** CNC shaping pulse machining, electrode wear level, CNC machine P26-E30, MAXSEE.

## 1. Giới thiệu

Máy xung định hình CNC là công cụ quan trọng trong ngành gia công cơ khí chính xác, đặc biệt trong việc tạo hình các chi tiết phức tạp. Một trong những vấn đề lớn của quá trình gia công bằng xung điện là sự ăn mòn điện cực, điều này ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm và hiệu quả kinh tế. Cường độ dòng xung là một thông số quan trọng, tác động trực tiếp đến tốc độ gia công, độ chính xác, và thời gian ăn mòn điện cực. Bản chất của gia công tia lửa điện (Electrical Discharge Machining - EDM) là một phương pháp gia công phi truyền thống, trong đó vật liệu được loại bỏ thông qua quá trình phóng tia lửa điện giữa điện cực và phôi trong môi trường chất điện môi.

Mục tiêu của nghiên cứu này là khảo sát mối liên hệ giữa cường độ dòng xung và thời gian ăn mòn điện cực, từ đó đưa ra các khuyến nghị tối ưu hóa quá trình gia công trên máy CNC P26-E30 MAXSEE.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Thiết bị và vật liệu

a. **Thiết bị:** Máy CNC xung định hình P26-E30 MAXSEE.

- Xuất xứ: Đài Loan
- Model: (P26-E30) MAXSEE
- Hành trình trục X, Y bằng tay: 300x250 mm
- Hành trình X,Y CNC: 280x230 mm
- Hành trình trục Z: 150 mm
- Hành trình trục V: 150 mm
- Khoảng cách giữa giá điện cực và mặt bàn làm việc: 120-580mm

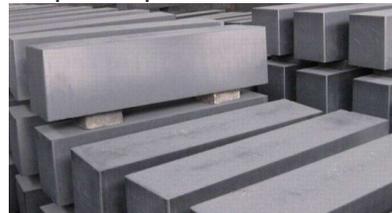
- Kích thước chi tiết Max: 750x500x350 mm
- Trọng lượng chi tiết Max: 800 kg

- Trọng lượng điện cực Max: 100 kg
- Dòng điện lớn nhất: 30A
- Nguồn điện vào: 3kVA



Hình 2.1. Máy xung CNC

b. **Điện cực:** Sử dụng điện cực Graphit, mặt cắt điện cực có kích thước 16x18. Graphit là một dạng thù hình của cacbon. Graphit là khoáng vật mềm, có độ cứng từ 1,2 (theo thang Mohs) và khối lượng riêng 2,09, 2,23 g/cm<sup>3</sup>. Graphit có màu xám đến màu đen, mờ đục và có ánh kim. Khác với kim cương, graphit có độ dẫn nhiệt, dẫn điện cao, nhiệt độ nóng chảy rất cao (> 3800oC), ổn định ở nhiệt độ cao, đặc biệt trơ về mặt hóa học.



Hình 2.2. Điện cực Graphit

c. **Phôi:** Thép hợp kim SKD11. Thành phần hóa học như sau:

**Bảng 2.1. Thành phần hóa học của thép SKD11**

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
0.9-1.5	0.25	0.45	<=0.025	<=0.01	12	1	0.35

Thép SKD11 được dùng làm khuôn dập nguội, trục cán, dao chấn tròn, dao xẻ bang, chi tiết chịu mài mòn. Do chúng có các đặc điểm sau:

- Giúp nâng cao hiệu suất và tuổi thọ cao
- Bề mặt gia công cắt gọt mịn, đẹp và chịu được lực mài mòn cao

- Thép làm khuôn dập nguội với độ chống mài mòn cao ở môi trường bình thường

- Độ thấp tôi tốt và ứng suất tôi là thấp nhất.

d. **Thông số khác:** Sử dụng dung dịch điện môi tiêu chuẩn theo khuyến cáo của nhà sản xuất.

**2.2. Quy trình thí nghiệm**

- Tiến hành gia công với các mức cường độ dòng xung khác nhau: 5A, 8A, 11A, 14A, 15A, 17A, 18A, 19A, 20A, 21A.

- Ghi nhận thời gian ăn mòn điện cực tương ứng với từng giá trị cường độ dòng xung.

- Lặp lại mỗi thí nghiệm 3 lần để đảm bảo tính chính xác.



Hình 2.3. Phôi trước khi xung



Hình 2.4. Gá đặt phôi



Hình 2.5. Sét gốc



Hình 2.6. Thiết lập thông số công nghệ

**2.3. Các thông số của thí nghiệm**

**Bảng 2.2. Thông số công nghệ đầu vào của thí nghiệm**

Thông số	Đơn vị	Giá trị
Thời gian bật xung “Ton”	μs	200
Thời gian ngắt xung “Toff”	μs	100
Khoảng lùi điện cực “Jdist”	mm	0.3
Khe hở điện cực “Gad”	μm	75
Cường độ dòng xung “LVI”	A	5; 8; 11; 14; 15; 17; 18; 19; 20; 21
Thể tích điện cực Anot bị ăn mòn	mm <sup>3</sup>	480

**2.4. Phương pháp phân tích**

Sử dụng phần mềm thống kê để xử lý dữ liệu.

Phân tích hồi quy tuyến tính nhằm xác định mối quan hệ giữa cường độ dòng xung và thời gian ăn mòn điện cực. Sử dụng phần mềm SPSS để chạy phương trình hồi quy tuyến tính có công thức:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$$

Trong đó: Y là thời gian ăn mòn điện cực

X là cường độ dòng xung

$\beta_0$  là hệ số chặn (intercept)

$\beta_1$  là hệ số lồi (slope)

$\varepsilon$  là sai số

**3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận**

**3.1. Kết quả thí nghiệm**

**Bảng 2.3. Kết quả thí nghiệm giữa cường độ dòng xung và thời gian ăn mòn điện cực.**

Vật liệu điện cực Ktots	Vật liệu điện cực Anots	Thí nghiệm	Cường độ dòng xung LVI (A)	Thời gian ăn mòn điện cực trung bình (phút)
Thép SKD11	Graphit	1	5	12.4
		2	8	5.7
		3	11	5.5
		4	14	3.2
		5	15	3.05
		6	17	3.02
		7	18	3.1
		8	19	3.06
		9	20	3.01
		10	21	2.9

Căn cứ vào số liệu thu thập được từ bảng 2.3, sử dụng phần mềm SPSS cho ta phương trình hồi quy có dạng như sau:

$$Y = 11.447 - 0.470X$$

Trong đó: Y là thời gian ăn mòn điện cực

X là cường độ dòng xung

Ý nghĩa của các hệ số:

Hệ số chặn ( $\beta_0=11.447$ ): Thời gian ăn mòn dự đoán khi cường độ dòng xung bằng 0.

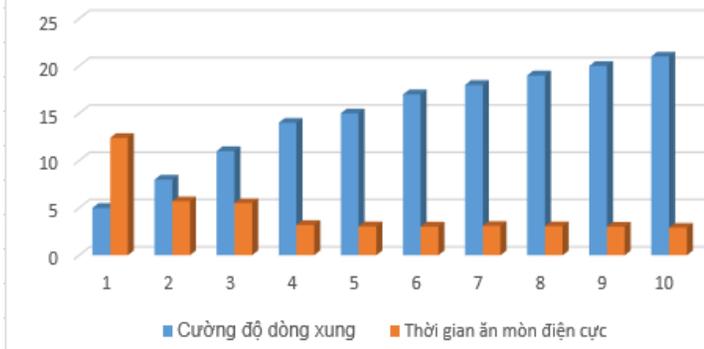
Hệ số hồi quy ( $\beta_1=-0.470$ ): Khi cường độ dòng xung tăng thêm 1 A, thời gian ăn mòn giảm trung bình khoảng 0.470 phút.

Từ bảng 2.3 xây dựng đồ thị mô tả mối quan hệ giữa cường độ dòng xung với thời gian ăn mòn điện cực như sau:



Hình 2.7. Hình ảnh mẫu thí nghiệm

BIỂU ĐỒ QUAN HỆ GIỮA CƯỜNG ĐỘ DÒNG VÀ THỜI GIAN ĂN MÒN ĐIỆN CỰC



Biểu đồ 2.1. Quan hệ kết quả thí nghiệm

### 3.2. Phân tích kết quả

Trong vùng khảo sát với các giá trị không đổi như : Thời gian bật xung “Ton =200”, Thời gian ngắt xung “Toff = 100”, Khoảng lùi điện cực “Jdist = 0.3”, Khe hở điện cực “Gad = 75”, sử dụng điện cực Katot bằng Graphit và điện cực Anot nhận thấy rằng: Khi tăng dòng xung thì mức độ ăn mòn điện cực tăng theo, giá trị này theo một quy luật tuyến tính. Tuy nhiên từ kết quả trên bảng 2.2 và đồ thị trên hình 2.1 cho thấy tại thí nghiệm số 6 và số 7 có chút không tuân theo quy luật tuyến tính dương. Lý giải cho vấn đề này như sau: Tại thời điểm đó, trong quá trình điện cực bị ăn mòn, các hạt kim loại bị đốt cháy tại vùng xung (tro kim loại) chưa thoát khỏi bề mặt điện cực nên làm giảm quá trình phóng tia lửa điện, điều đó dẫn đến quá trình ăn mòn bị chậm lại, đây chỉ là một dạng yếu tố ảnh hưởng đến quá trình xung. Chính vì vậy khi xung, ngoài việc các điện cực được ngâm trong môi trường dung môi còn có các dòng chảy dung môi tác động vào bề mặt điện cực để hạn chế hiện tượng đọng tro giúp tăng hiệu quả quá trình ăn mòn điện cực trong thời gian xung.

### 4. Kết luận

Thông qua tìm hiểu về máy xung định hình CNC (P26-E30) MAXSEE, dựa vào các phân tích, tính toán trong đề tài kết hợp với kết quả khảo sát thực nghiệm gia bước đầu có thể đưa ra một số kết luận như sau:

- Mức độ ăn mòn điện cực phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố khác nhau như vật liệu điện cực, thời gian đánh và ngắt xung, khe hở phóng điện, dung môi...thì yếu tố cường độ dòng xung LVI có tác động rất lớn đến khả năng đốt cháy vật liệu trên điện cực. Chính vì vậy, khi thực hiện gia công các loại khuôn mẫu nên chia thành các bước gia công thô, bán tinh và gia công tinh để vừa đảm bảo năng suất cũng như chất lượng bề mặt gia công, để thuận lợi trong quá trình điều chỉnh các thông số công nghệ cho các bước gia công chỉ cần quan tâm và chú trọng hơn đến thay đổi giá trị cường độ dòng xung LVI.

- Tuy nhiên, để tối ưu hóa quá trình gia công cần có những khảo nghiệm rộng hơn về các thông số công nghệ để tăng giá trị nghiên cứu.

### 5. Kiến nghị

Lựa chọn cường độ dòng xung phù hợp với yêu cầu gia công cụ thể để cân bằng giữa tốc độ gia công và tuổi thọ điện cực. Nghiên cứu thêm các yếu tố khác như tần số xung, dung dịch điện môi để tối ưu hóa toàn diện quá trình gia công.

### Tài liệu tham khảo

- [1]. Vũ Hoài Ân (2005), *Gia công tia lửa điện CNC*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [2]. Trần Văn Dịch (Chủ biên), Nguyễn Trọng Bình, Nguyễn Thế Đạt, Nguyễn Việt Tiếp, Trần Xuân Việt (2006), *Công nghệ chế tạo máy*, NXB Khoa học và kỹ thuật.
- [3]. Nguyễn Đắc Lộc, Lê Văn Tiên, Ninh Đức Tôn, Trần Xuân Việt (2001), *Sổ tay công nghệ chế tạo máy*, NXB Khoa học và Kỹ thuật.
- [4]. Nguyễn Khắc Chinh (2022), *Đề cương bài giảng xung định hình*, Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật Vinh
- [5]. MAXSEE Manual (2021), *User Guide for CNC Machine P26-E30*.