

# ẢNH HƯỞNG CỦA THÔNG SỐ CÔNG NGHỆ ĐẾN ĐỘ NHÁM BỀ MẶT KHI GIA CÔNG THÉP 3X13 BẰNG MÁY CẮT DÂY

## EFFECTS OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS TO ROUGHNESS MACHINING STEEL WITH ELECTRICAL DISCHARGE MACHINING WHEN 3X13

Nguyễn Văn Trúc

*Khoa Cơ khí, Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp*

Đến Tòa soạn ngày 05/4/2017, chấp nhận đăng ngày 04/5/2017

**Tóm tắt:** Thép 3X13 được sử dụng rộng rãi để làm lòng khuôn vì đây là loại thép không gỉ có khả năng chống lại sự ăn mòn hóa học nhất là đối với các hóa chất trong ngành nhựa và giá thành của loại thép này không cao. Tuy nhiên việc nghiên cứu quá trình gia công thép 3X13 để nâng cao chất lượng và hạ giá thành sản phẩm còn hạn chế. Vì vậy bài báo này đã tập trung nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến độ nhám bề mặt khi gia công thép 3X13 bằng máy cắt dây tia lửa điện.

**Từ khóa:** Máy cắt dây, thép 3X13.

**Abstract:** 3X13 steel is widely used for molding because it is a stainless steel having the resistant to chemical corrosion, especially for chemicals in the plastics industry and its price is not high. However, research on processing 3X13 steel to improve the quality and reduce production costs is limited. Therefore, this article has focused on study the influence of technological parameters on surface roughness machining 3X13 steel with electric wire cutting machine.

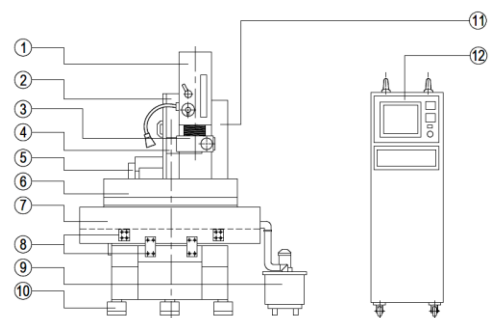
**Keywords:** Wire cutting machine, 3X13 steel.

### 1. TỔNG QUAN VỀ CẮT DÂY TIA LỬA ĐIỆN

#### 1.1. Nguyên lý cắt dây tia lửa điện

Thực chất của phương pháp gia công tia lửa điện là sự tách vật liệu ra khỏi bề mặt phôi nhờ tia lửa điện. Một điện áp được đặt vào giữa điện cực và phôi, không gian giữa hai điện cực được điền đầy bằng một chất lỏng cách điện gọi là chất điện môi. Khi hai điện cực tiến lại gần nhau khi khoảng cách đạt đến một giá trị tới hạn nào đó thì xảy ra hiện tượng phóng điện, một dòng điện hình thành giữa hai điện cực mà không hề có sự tiếp xúc giữa hai điện cực. Do có sự xuất hiện của tia lửa điện đó đã bóc đi một lớp vật liệu

trên bề mặt phôi tạo thành một vết cắt.



Các cụm thiết bị chính là: 1- Thân máy; 2 - Phần thân máy; 3 - Bộ phận tạo góc nghiêng cắt; 4 - Dẫn hướng dây trên; 5 - Lô quấn dây; 6 - Bể làm việc; 7 - Bàn công tác; 8 - Dẫn hướng bàn công tác; 9 - Thùng chứa chất điện môi; 10 - Bệ máy; 11 - Bảng điện; 12 - Tủ điều khiển

**Hình 1. Sơ đồ máy cắt dây tia lửa điện**

Máy cắt dây tia lửa điện (EDM Wire cutting) là một thiết bị gia công tia lửa điện bằng cách sử dụng điện cực là một dây mảnh có đường kính từ 0,1mm đến 0,3mm chạy liên tục theo một contour cho trước theo một chương trình lập sẵn. Sơ đồ một máy gia công cắt dây tia lửa điện có dạng như hình 1.

### 1.2. Công dụng của cắt dây tia lửa điện

Do đặc điểm của thiết bị là dây điện cực phải có chuyển động dọc trục liên tục giữa các con lăn nên công nghệ sử dụng phương pháp gia công cắt dây tia lửa điện chủ yếu được dùng để gia công các sản phẩm sau:

- Chế tạo các điện cực chính xác cho gia công xung định hình.
- Gia công các rãnh hẹp, gấp khúc trong các chi tiết của thiết bị điện tử.
- Mối ghép căng của các bộ phận chính của các khuôn dập, khuôn đúc áp lực các loại dưỡng kiểm.
- Rãnh Xanga (chấu bóp), bề mặt làm việc của các dao định hình, các lỗ nhỏ trong các chi tiết đặc biệt,...
- Gia công các chi tiết bằng vật liệu thép đã nhiệt luyện, các kim loại khó gia công, các hợp kim quý hiếm cần hạn chế lượng dư gia công.
- Ngoài ra, ngày nay phương pháp cắt dây tia lửa điện còn có triển vọng ứng dụng trong việc sản xuất chế tạo các đĩa ly hợp bằng kim cứng, dưỡng calip, dưỡng cối, dưỡng phức tạp, các chày đột lỗ của lưới có độ chính xác cao,... [5].

## 2. THÉP 3X13

### 2.1. Thành phần hóa học

Thép không gỉ 3X13 có thành phần hóa học như sau: 0,32%C; 0,8%Si; 0,03%P; 0,6%Ni; 13%Cr; 0,8%Mn; 0,025%Mn; 0,3%Cu; 0,2%Ti, ngoài ra còn một số nguyên tố khác với hàm lượng nhỏ.

### 2.2. Ứng dụng thép 3X13

Đây là loại thép không gỉ có khả năng chống

lại sự ăn mòn hóa học của các loại hóa chất khác nhau, đặc biệt là các hóa chất trong ngành nhựa mà điển hình cụ thể là PVC (là loại nhựa có nhiều chất hóa học ăn mòn kim loại nhanh). Ngoài ra, nó dễ gia công đạt độ chính xác và giá thành không cao. Do đó trong cơ khí chế tạo khuôn mẫu thép 3X13 được sử dụng rộng rãi để là lòng khuôn.

## 3. ĐIỀU KIỆN THÍ NGHIỆM

### 3.1. Máy gia công

Thiết bị để thực hiện thí nghiệm là máy cắt dây DEM 320 A do Đài Loan (Trung Quốc) sản xuất với những đặc tính như trong bảng 1.

**Bảng 1. Thông số kỹ thuật của máy**

Kích thước bàn máy	570×350	mm
Chiều dày phôi cắt lớn nhất	300	mm
Trọng lượng phôi cắt lớn nhất	500	kg
Hành trình trục X	320	mm
Hành trình trục Y	250	mm
Hành trình trục U	55	mm
Hành trình trục V	55	mm
Tốc độ cắt lớn nhất	180	mm <sup>2</sup> /min
Nhịp di chuyển	0,001	mm
Đường kính dây cắt	0,18	mm
Khoảng dây	0,25	mm
Đường kính rulô	180	mm
Hành trình di chuyển lớn nhất của rulô	230	mm
Công suất động cơ rulô	370	W
Độ nhám bề mặt	0,8-1	μm
Hệ điều khiển	DM-XPCNC	
Công suất toàn máy	4,5	KVA
Kích thước toàn máy	1300×1800×2100	mm
Trọng lượng	1500	kg

### 3.2. Dụng cụ đo độ nhám

Máy SJ-400 của hãng Mitutoyo (Nhật Bản) có các đặc tính sau:

- Giới hạn đo: đến cấp 12.
- Độ phóng đại khi quan sát trực tiếp: 500 lần.
- Trường quan sát : 0,32 mm.
- Máy đo giao thoa SJ-400 là một dụng cụ đo độ nhám bề mặt dựa trên nguyên lý quang học.

### 3.3. Mẫu thí nghiệm

Mẫu thép 3X13 có kích thước: 100×100×50 mm.

### 3.4. Xây dựng công thức quy hoạch thực nghiệm

#### 3.4.1. Các thông số trong điều khiển máy cắt dây tia lửa điện

- Dòng phóng tia lửa điện  $I$  có ảnh hưởng lớn nhất đến chất lượng bề mặt và chất lượng hót vật liệu. Dòng  $I$  càng mạnh thì lượng hót vật liệu càng lớn và độ nhám bề mặt càng lớn.
- Bước của dòng điện: cùng với sự phối hợp vật liệu điện cực - phôi thì bước của dòng điện có ảnh hưởng rất lớn đến độ mòn của điện cực.
- Độ kéo dài xung  $t_i$ : là khoảng thời gian giữa hai lần đóng của máy phát trong cùng một chu kỳ phóng điện. Độ kéo dài xung ảnh hưởng tới: lượng hót vật liệu, độ mòn điện cực và độ nhám bề mặt.
- Khoảng cách xung  $t_0$ : là khoảng thời gian giữa hai lần ngắt - đóng của máy phát thuộc chu kỳ phóng điện kế tiếp nhau. Khoảng cách xung càng lớn thì lượng hót vật liệu càng nhỏ và ngược lại.
- Điện áp đánh lửa  $U$ : Đây là điện áp cần thiết để có thể dẫn đến phóng tia lửa điện, điện áp đánh lửa càng lớn thì phóng điện càng nhanh và cho phép khe hở càng lớn.
- Khe hở phóng điện: Các yếu tố  $U$ ,  $I$ ,  $t_i$ ,  $t_0$  chỉ ảnh hưởng tới yếu tố phóng tia lửa điện, còn với tia lửa điện như thế để bóc đi một

lượng phôi nhiều hay ít thì phụ thuộc vào khe hở phóng điện.

- Điện áp phóng tia lửa điện  $U_e$  là điện áp trung bình trong suốt quá trình phóng điện.  $U_e$  là hệ số vật lý phụ thuộc vào cặp vật liệu điện cực/phôi và không điều chỉnh được.
- Tốc độ quấn dây  $F$ : là giá trị thay đổi của mô tơ cuốn dây,  $F$  tăng thì dây cắt thực hiện quá trình cắt tăng và ngược lại.

#### 4.4.2. Thông số đầu vào và đầu ra

Qua nghiên cứu khả năng của thiết bị các thông số đầu vào là các thông số ảnh hưởng lớn đến chất lượng gia công, đồng thời có thể thay đổi được giá trị trong quá trình thí nghiệm là [2]:

$X_1$ : điện áp khi gia công  $U$  (V);

$X_2$ : cường độ dòng điện khi gia công  $I$  (A);

$X_3$ : tần số khi gia công  $F$  (Hz);

$U$  (V): là điện áp đánh lửa thực hiện khi máy chạy nằm trong khoảng 4÷5 (V), ngoài khoảng trên máy sẽ không thực hiện đánh lửa;

$I$  (A): là cường độ dòng điện đánh lửa thực hiện khi máy chạy nằm trong khoảng 1,5÷2 (V), ngoài khoảng trên máy sẽ không thực hiện đánh lửa;

$F$  (Hz): có giá trị trong khoảng 1÷100 Hz là giá trị thay đổi tốc độ mô tơ quấn dây cắt.

Đại lượng đầu ra:

$Y$ : chiều nhô bề mặt gia công  $R_a(\mu\text{m})$ .

#### 4.4.3. Xây dựng quy hoạch thực nghiệm

Số điểm  $N$  thí nghiệm cần thiết phải tiến hành được xác định như sau :

$$N = 2^n$$

Trong đó:  $n$  là thông số đầu vào,  $n=3$ .

Do đó,  $N=8$ .

Để đảm bảo xử lý số liệu được chính xác nhằm xây dựng được ma trận thực nghiệm đầy đủ và tỉ mỉ hơn nên cần phải bổ sung

thêm 5 điểm thí nghiệm. Vì vậy tổng số lần tiến hành thí nghiệm sẽ là: 13 lần [3].

#### 4.4.4. Xây dựng ma trận quy hoạch thực nghiệm [3], [4]

Dựa vào kết quả thực nghiệm ta xây dựng được các mức thông số như sau:

**Bảng 2. Các mức thông số**

Các mức	Các mức	Các thông số ảnh hưởng		
		U (V)	I (A)	F (Hz)
Mức trên	+1	5	2	70
Mức cơ sở	0	4,5	1,75	50
Mức dưới	-1	4	1,5	30

**Bảng 3. Ma trận quy hoạch thực nghiệm**

Số thực nghiệm	Thông số vào (dạng mã hóa)			Thông số vào (giá trị thực)			Thông số ra
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	U (V)	I (A)	F (Hz)	
1	0	-1	-1	4,5	1,5	30	4,45
2	0	+1	-1	4,5	2	30	4,93
3	0	-1	+1	4,5	1,5	70	5,1
4	0	+1	+1	4,5	2	70	5,58
5	-1	0	-1	4	1,75	30	4,51
6	+1	0	-1	5	1,75	30	4,93
7	-1	0	+1	4	1,75	70	5,17
8	+1	0	+1	5	1,75	70	5,62
9	-1	-1	0	4	1,5	50	4,72
10	+1	-1	0	5	1,5	50	5,07
11	-1	+1	0	4	2	50	5,06
12	+1	+1	0	5	2	50	5,15
13	0	0	0	4,5	1,75	50	5,04

#### 4.4.3. Xử lý số liệu

Mô hình hồi quy thực nghiệm dạng đa thức bậc 2 [3]:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{23}x_2x_3 + b_{31}x_3x_1 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 \quad (1)$$

Trong đó:

$x_i$ : giá trị mã hóa của các thông số đầu vào

$$x_i = (x_i - x_{i0}) / \Delta x_i \quad (2)$$

Các hệ số hồi quy : $b_0$ ,  $b_i$ ,  $b_{ij}$ ,  $b_{ii}$  được xác định như sau [3]:

$$b_0 = K_1 \cdot \sum y_{tbu} - K_2 \cdot \sum \sum x_{iu}^2 \cdot y_{tbu} \quad (3)$$

$$b_i = K_3 \cdot \sum x_{iu} \cdot y_{tbu} \quad (4)$$

$$b_{ij} = K_4 \cdot \sum x_{iu} \cdot x_{ju} \cdot y_{tbu} \quad (5)$$

$$b_{ii} = K_5 \cdot \sum x_{iu}^2 \cdot y_{tbu} + K_6 \cdot \sum \sum x_{ju}^2 \cdot y_{tbu} - K_2 \sum y_{tbu} \quad (6)$$

Trong đó:

$N$ : số điểm thí nghiệm ( $N=13$ );

$n$ : số thông số ảnh hưởng ( $n=3$ );

$y_{tbu}$ : giá trị trung bình của các thông số tại điểm.

Xử lý số liệu bằng phần mềm STATA 8.2. Sau khi kiểm tra khả năng làm việc của mô hình (theo hệ số đơn định  $R^2$ ) và loại bỏ các hệ số không đủ mức ý nghĩa ta được các mô hình thông số đầu ra như sau:

$$\ln R_a = 0,45 + 0,29 \ln U + 0,24 \ln I + 0,15 \ln F$$
$$\text{Suy ra: } R_a = 1,57 U^{0,29} I^{0,24} F^{0,15} \quad (7)$$

#### **4. KẾT LUẬN**

Như vậy theo (7) chiều cao nhấp nhô bề mặt  $R_a$  cũng là hàm phụ thuộc vào ba thông số đầu vào: điện áp  $U$ , cường độ dòng điện  $I$  và tần số  $F$  và thứ tự ảnh hưởng giảm dần:  $U, I, F$ .

Đối với những sản phẩm cần độ bóng bề mặt cao, đồng thời để tiết kiệm được thời gian

đánh bóng (thường là mất rất nhiều thời gian) ta có thể áp dụng mô hình toán học trên để có chế độ cắt hợp lý với yêu cầu của sản phẩm. Đặc biệt đối với khuôn đúc nhựa, mặt đầu (mặt định hình sản phẩm) yêu cầu độ chính xác kích thước và độ bóng bề mặt cao, để dòng nhựa khi ra khỏi khuôn đảm bảo đúng yêu cầu về hình dáng định hình của sản phẩm. Do đó, đối với chi tiết này đòi hỏi độ bóng sản phẩm rất cao nên áp dụng mô hình (7) khi gia công là hợp lý.

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1] Vũ Hoài Ân, *Gia công tia lửa điện CNC*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2003.
- [2] Nguyễn Trọng Bình, *Tối ưu hóa quá trình cắt gọt*, Nhà xuất bản Giáo dục, 2003.
- [3] Trần Văn Địch, *Nghiên cứu độ chính xác gia công bằng thực nghiệm*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2003.
- [4] Nguyễn Tiến Thọ, *Kỹ thuật đo lường và kiểm tra trong chế tạo máy*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2001.
- [5] E.J. Weller, *Nontraditional Machining Processes Second Edition*, Cmfge, P.E.

---

Thông tin liên hệ: **Nguyễn Văn Trúc**

Điện thoại: 0988353261 - Email: nvtruc@uneti.edu.vn

Khoa Cơ khí, Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp.

