

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CHẾ ĐỘ CẮT PLASMA ĐẾN CHẤT LƯỢNG CHI TIẾT DẠNG MẶT BÍCH

RESEARCH ON THE EFFECT OF CUTTING CONDITIONS TO THE QUALITY OF FLANGED DETAILS

Đặng Tiến Hiếu^{1,*}, Nguyễn Trường Giang¹,
Trần Ngọc Quý², Nguyễn Quốc Dũng³

TÓM TẮT

Hiện nay, phương pháp cắt bằng Plasma ngày càng được sử dụng nhiều trong thiết kế, chế tạo kết cấu. Việc sử dụng phương pháp cắt plasma sẽ nâng cao năng suất và chất lượng cho bề mặt cắt, sản phẩm cạnh tranh rất tốt so với các phương pháp cắt khác. Do vậy việc nghiên cứu, tính toán và lựa chọn chế độ cắt là cấp thiết để đáp ứng yêu cầu thực tiễn. Trong bài báo này, nhóm tác giả kết hợp việc nghiên cứu lý thuyết với tiến hành thực nghiệm, sử dụng phần mềm xử lý số liệu để kiểm chứng và xác định một cách chính xác ảnh hưởng của chế độ cắt Plasma đến chất lượng của chi tiết dạng mặt bích.

Từ khóa: Chế độ cắt, biến dạng nhiệt, thép CT38, máy cắt plasma.

ABSTRACT

At present, plasma cutting methods are increasingly used in design and fabrication. The use of plasma cutting will improve productivity and quality for cutting surfaces, which is very competitive compared to other cutting methods. Therefore, the research, calculation and setting on cutting conditions are indispensable for reality needs. In this paper, the authors combine theoretical research with empirical research, use data processing software to verify and accurately determine the effect of the plasma cutting conditions on the quality of flanged details.

Keywords: Cutting conditions, heat deformation, material CT38, Plasma cutting machine.

¹Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

²Trường Cao đẳng nghề Công nghệ cao Hà Nội

³Trường Cao đẳng Công nghiệp Thái Nguyên

*Email: hieu4078@gmail.com

Ngày nhận bài: 25/12/2017

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 04/04/2018

Ngày chấp nhận đăng: 25/04/2018

1. MỞ ĐẦU

Việc xác định ảnh hưởng của các thông số chế độ cắt Plasma khí nén đến chất lượng chi tiết dạng mặt bích dựa trên cơ sở lý thuyết truyền nhiệt tác giả xây dựng, lựa chọn chế độ cắt hợp lý và bằng thực nghiệm để tiến hành cắt.

Các thông số khảo sát là cường độ dòng điện cắt (I_c), điện áp cắt (U_c), tốc độ cắt (V_c).

Các thông số đầu ra là xác định sự biến dạng của mặt bích (sự chênh lệch chiều cao giữa điểm biên và tâm của mặt bích).

2. NỘI DUNG

2.1. Lý thuyết truyền nhiệt khi cắt bằng chùm tia plasma

- Sự truyền nhiệt của vật chất diễn ra dưới các hình thức: dẫn nhiệt, trao đổi nhiệt đối lưu và trao đổi nhiệt bức xạ.

- Khi dòng nhiệt của chùm plasma truyền vào phôi tấm mỏng thì nhiệt độ phân bố xung quanh rãnh cắt có thể được tính toán theo Martin Birk-Sorensen [7]:

$$T - T_0 = \frac{Q_e}{4h\lambda t\pi} \exp\left[-\frac{r^2}{4at}\right] \quad (1)$$

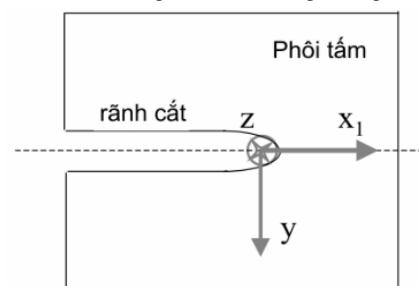
Trong đó:

T: nhiệt độ nóng chảy của thép [°K]; T_0 : nhiệt độ của phôi ban đầu [°K]; r: bán kính hồ quang [mm]; ρ : khối lượng riêng của vật liệu [kg.m^{-3}]; c: nhiệt dung riêng [$\text{J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$]; h: chiều dày của tấm [mm]; Q_e : năng lượng nhiệt đầu vào; v: vận tốc cắt [cm/phút]; λ : hệ số dẫn nhiệt của vật liệu [$\text{J.m}^{-1}.\text{s}^{-1}.\text{K}^{-1}$]; t: thời gian cắt [s]; a: hệ số khuếch tán nhiệt.

Trong quá trình cắt nguồn nhiệt chuyển động theo chiều dài rãnh cắt, do đó phương trình trường độ dẫn nhiệt là:

$$x_1 = x - vt; \quad y_1 = y; \quad z_1 = z \quad (2)$$

Trong bài báo này, nhóm tác giả chỉ xét quá trình truyền nhiệt theo hướng ngang Oy (hình 1) (giả định nhiệt độ không thay đổi theo chiều dày của tấm, quá trình trao đổi nhiệt giữa tấm và không khí là không đáng kể).



Hình 1. Vị trí mô cắt tại thời điểm t

Điều kiện để xác định sự phân bố nhiệt độ trong tấm ta coi nguồn nhiệt đứng yên ($x_1 = 0$) tại thời điểm t . Năng lượng nguồn nhiệt bao gồm năng lượng cần thiết làm nóng chảy kim loại và năng lượng truyền bên trong tấm theo phương Oy . Nhiệt độ xác định theo hướng Oy tại các điểm cách tâm đường cắt từ 1 ÷ 15mm sẽ thay đổi khi ta thay đổi các thông số chế độ cắt như cường độ dòng điện, tốc độ cắt, điện áp.

Khi cắt với dòng lớn thì vùng ảnh hưởng nhiệt lớn, biến dạng lớn cho dù có tăng tốc độ cắt. Đây là điều không có lợi trong khi cắt vì nó tăng chi phí khi gia công, làm tăng ứng suất và biến dạng và điều kiện an toàn khi vận hành.

2.2. Xây dựng thực nghiệm cắt Plasma chi tiết dạng mặt bích

2.2.1. Phân tích vật liệu cơ bản thực nghiệm

- Vật liệu thép CT38: TCVN 1651-85. Kích thước tấm (2000 x 1500 x 6) mm [1].

Phôi thực nghiệm thép CT38 gia công bằng phương pháp cán luôn tồn tại ứng suất dư, do vật liệu không đồng nhất... nhưng là loại thép được sử dụng phổ thông trong chế tạo kết cấu, bằng lý thuyết truyền nhiệt [7], bằng thực nghiệm chứng minh được các sai số này có ảnh hưởng rất nhỏ (có thể bỏ qua) tới chất lượng mặt cắt và sự biến dạng của mặt bích.

- Yêu cầu bề mặt sạch và phẳng, không bị cong vênh, biến dạng.

- Mẫu thí nghiệm: Các mẫu dạng mặt bích có bán kính $R = 100$ mm. Bằng thực nghiệm với $R < 100$ mm rất khó xác định được sự biến dạng của mặt bích. Với $R > 100$ mm lãng phí không cần thiết. Với kích thước $R = 100$ mm xác định được sự ảnh hưởng nhiệt rõ nét qua kết quả đo sau khi cắt, tiết kiệm được chi phí thực nghiệm.

- Khí nén.

2.2.2. Thiết bị: Nguồn cắt (Plasma Cutmaster 400 - hình 2); bộ phận điều khiển lập trình CNC.



Hình 2. Nguồn cắt Plasma Cutmaster 400

Thông số kỹ thuật

Điện áp nguồn: 380VAC/50Hz; Công suất: 16,5KVA

Dòng cắt lớn nhất: 120A; Chu kỳ tải: 80%

Khả năng cắt đẹp: 40mm; Khả năng cắt lớn nhất: 45mm

Khả năng cắt đứt: 55 mm; Khả năng đục lỗ: 25mm

Trọng lượng: 28,1KG; Kích thước: 385x315x775 mm

Tay cắt plasma: SL 100; Cáp nguồn, cáp mát, kẹp mát
Bếp cắt + điện cực tiêu chuẩn

2.2.3. Dụng cụ kiểm tra

Dụng cụ đo kiểm: Đồng hồ so Mitutoyo 2046S, đồ gá đo, khối V...

2.3. Nghiên cứu thực nghiệm

2.3.1. Lựa chọn các thông số công nghệ và chế độ cắt

Kết hợp phương pháp nghiên cứu lý thuyết với nghiên cứu thực nghiệm cắt trên các mẫu thép CT38 dạng mặt bích có bán kính $R = 100$ mm trên tấm có kích thước (2000x1500x6) mm. Sử dụng nguồn cắt Plasma CNC - khí nén

Trước khi tiến hành thực nghiệm hiệu chỉnh các thông số công nghệ như: Góc mở cắt 90°, hướng cắt từ trái sang phải khoảng cách từ đầu mở cắt đến bề mặt vật cắt $l_c = 2 \div 3$ mm, vị trí gậy hồ quang và kết thúc hồ quang ngoài chi tiết.

Từ cơ sở lý thuyết, khuyến cáo của nhà sản xuất thiết bị, nhóm tác giả đã xác lập được chế độ cắt hợp lý (bảng 1). Khi cắt với các thông số chế độ này đều nhận được hình dạng, chất lượng bề mặt khác nhau.

Bảng 1. Chế độ cắt Plasma CNC - khí nén

H(mm)	I_c (A)	U_c (V)	V_c (mm/phút)	P_c (at)	l_c (mm)
6	40 ÷ 100	114 ÷ 120	400 ÷ 1300	5,5	2 ÷ 3

2.3.2. Thực nghiệm cắt trên mẫu

Kế hoạch thực nghiệm toàn phần cho trường hợp mô hình đa thức bậc hai 2 mức tối ưu, với số biến vào là $k = 3$ và số thí nghiệm ở mức cơ sở $n_0 = 3$.

Chọn hàm mục tiêu có mô hình đa thức bậc 2 đầy đủ có dạng như sau:

$$Y_i = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_{12}X_1X_2 + \dots + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 \quad (3)$$

Số lượng thí nghiệm cho mô hình:

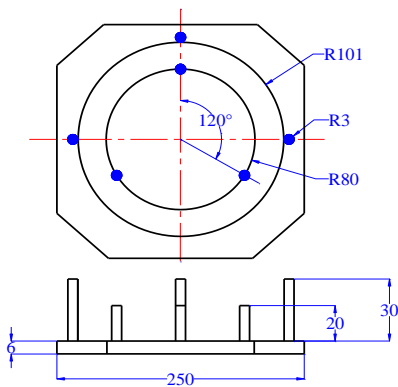
$$N = 2^k + 2k + n_0 = 2^3 + 2.3 + 3 = 17$$

Trong đó: N - tổng số thí nghiệm, k - số biến đầu vào, n_0 - số thí nghiệm tại tâm (mức cơ sở). Giá trị cánh tay đòn của điểm $\alpha = 1,215$ [3]

Cắt lần lượt 17 mẫu với bán kính $R = 100$ mm (hình 3) với các thông số công nghệ đã xác định (bảng 3). Đảm bảo được hình dạng, kích thước và độ nhám thỏa mãn các tiêu chuẩn/ quy phạm chất lượng cắt, kiểm tra MACRO.



Hình 3. Cắt mặt bích trên máy Plasma CNC



Hình 4. Đồ gá kiểm tra mặt bích

Chi tiết mặt bích là tập hợp của các thanh đi qua tâm. Khi cắt ta thấy rằng ở vùng trung tâm mạch cắt (cạnh tấm) có nhiệt độ cao hơn thì sau khi nguội sẽ chịu ứng suất kéo dư còn ở vùng có nhiệt độ nung thấp hơn (các dải gần trục tấm) của thì chịu ứng suất nén dư. Sau khi cắt có xu hướng biến dạng cong lên hình lòng chảo. Do vậy, nhóm tác giả đánh dấu chọn các điểm đo đặc biệt đối xứng qua tâm (các điểm 0, 1, 3, 5, 7 và 0, 2, 4, 6, 8) để đánh giá được sự biến dạng của mặt bích (hình 5).

2.3.3. Kiểm tra biến dạng mặt bích

a. Làm sạch bề mặt cắt và làm sạch 17 mẫu

b. Chế tạo đồ gá: Khi cắt xong mặt bích có xu hướng bị biến dạng hình lòng chảo khó kiểm tra. Do vậy cần chế tạo đồ gá hỗ trợ đo kiểm như hình 4.

- Vật liệu thép CT38

- Gá mặt bích vào đồ gá, kẹp đồng hồ so vào khối V, hiệu chỉnh đảm bảo chuẩn định vị (hình 5).



Hình 5. Đo biến dạng của mẫu

c. Đo và đánh giá kết quả biến dạng của 17 mẫu

- Đo lần lượt các điểm đã được đánh số trên mẫu là $h_0, h_1, h_2, h_3, h_4, h_5, h_6, h_7, h_8$, so với mặt chuẩn như hình 5 và ghi lại kết quả đo của từng mẫu.

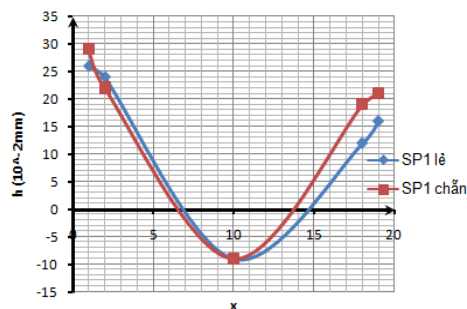
- Để xác định được sự biến dạng và kiểu biến dạng ta sử dụng kết quả các điểm đo vẽ đồ thị của từng mẫu. Mỗi mẫu ta vẽ được hai đồ thị như hình 6.

Đồ thị (SP1 lẻ) biểu diễn sự biến dạng của các điểm lẻ h_1, h_5, h_7, h_3 so với điểm 0 hình 5.

Đồ thị (SP2 chẵn) biểu diễn sự biến dạng của các điểm chẵn h_2, h_4, h_6, h_8 so với điểm 0.

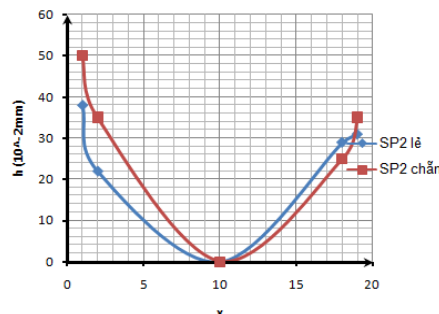
Mẫu 1: $I_c = 40(A); U_c = 144(V); V_c = 40(cm/phút)$

$h_0 = -9; h_1 = 26; h_3 = 16; h_5 = 24; h_7 = 12;$
 $h_2 = 29; h_4 = 21; h_6 = 22; h_8 = 19$



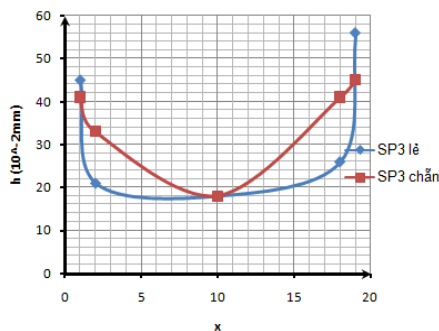
Mẫu 2: $I_c = 100(A); U_c = 144(V); V_c = 40(cm/phút)$

$h_0 = 0; h_1 = 38; h_3 = 31; h_5 = 22; h_7 = 29;$
 $h_2 = 50; h_4 = 35; h_6 = 35; h_8 = 25$



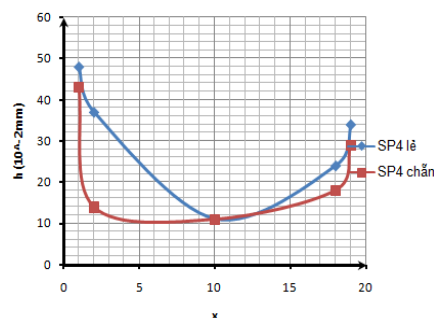
Mẫu 3: $I_c = 40(A); U_c = 120(V); V_c = 40(cm/phút)$

$h_0 = 18; h_1 = 45; h_3 = 56; h_5 = 21; h_7 = 26;$
 $h_2 = 41; h_4 = 45; h_6 = 33; h_8 = 41;$

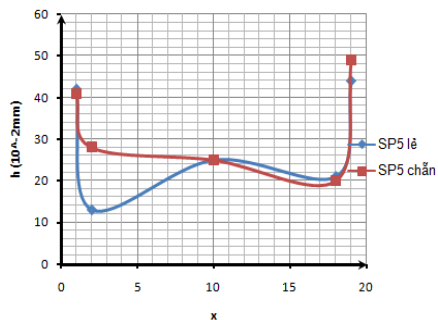


Mẫu 4: $I_c = 100(A); U_c = 120(V); V_c = 40(cm/phút)$

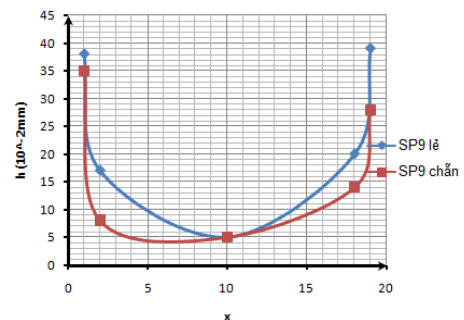
$h_0 = 11; h_1 = 48; h_3 = 34; h_5 = 37; h_7 = 24;$
 $h_2 = 43; h_4 = 29; h_6 = 14; h_8 = 18;$



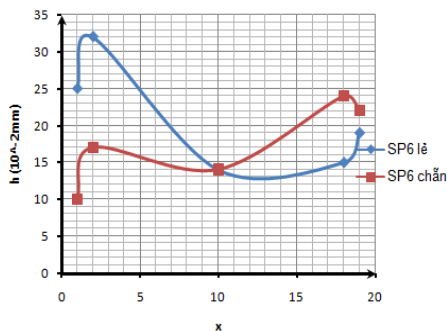
Mẫu 5: $I_c = 40(A)$; $U_c = 144(V)$; $V_c = 130(cm/phút)$
 $h_0 = 25$; $h_1 = 42$; $h_3 = 44$; $h_5 = 13$; $h_7 = 21$;
 $h_2 = 41$; $h_4 = 49$; $h_6 = 28$; $h_8 = 20$;



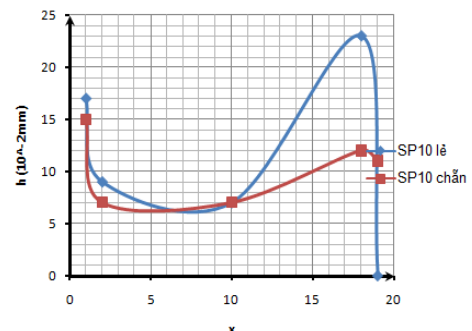
Mẫu 9: $I_c = 33,5(A)$; $U_c = 117(V)$; $V_c = 85(cm/phút)$
 $h_0 = 5$; $h_1 = 38$; $h_3 = 39$; $h_5 = 17$; $h_7 = 20$;
 $h_2 = 35$; $h_4 = 28$; $h_6 = 8$; $h_8 = 14$;



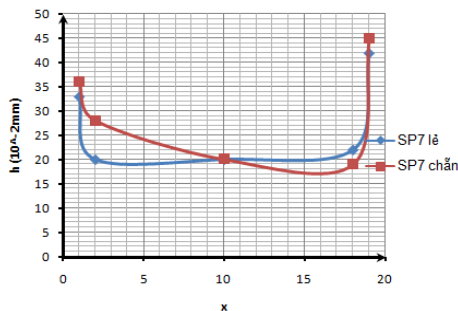
Mẫu 6: $I_c = 100(A)$; $U_c = 144(V)$; $V_c = 130(cm/phút)$
 $h_0 = 14$; $h_1 = 25$; $h_3 = 19$; $h_5 = 32$; $h_7 = 15$;
 $h_2 = 10$; $h_4 = 22$; $h_6 = 17$; $h_8 = 24$



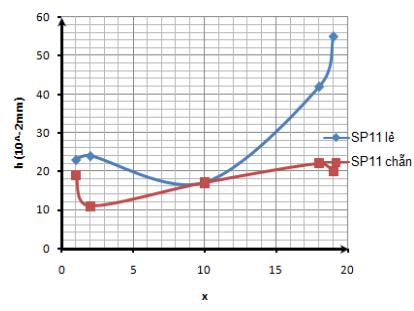
Mẫu 10: $I_c = 106,5(A)$; $U_c = 117(V)$; $V_c = 85(cm/phút)$
 $h_0 = 7$; $h_1 = 17$; $h_3 = 0$; $h_5 = 9$; $h_7 = 23$;
 $h_2 = 15$; $h_4 = 11$; $h_6 = 7$; $h_8 = 12$;



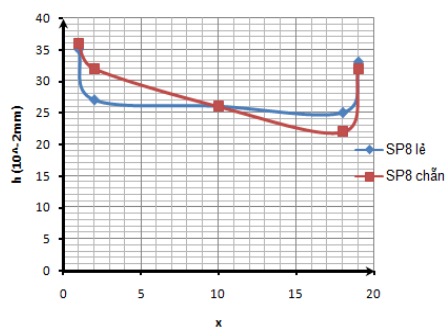
Mẫu 7: $I_c = 40(A)$; $U_c = 120(V)$; $V_c = 130(cm/phút)$
 $h_0 = 20$; $h_1 = 33$; $h_3 = 42$; $h_5 = 20$; $h_7 = 22$;
 $h_2 = 36$; $h_4 = 45$; $h_6 = 28$; $h_8 = 19$



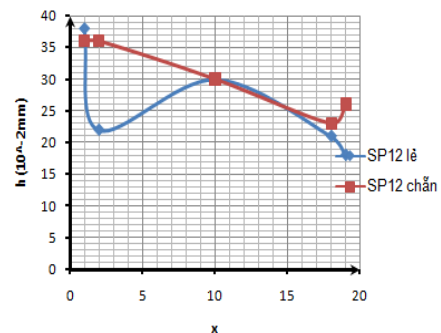
Mẫu 11: $I_c = 70(A)$; $U_c = 113,4(V)$; $V_c = 85(cm/phút)$
 $h_0 = 17$; $h_1 = 23$; $h_3 = 55$; $h_5 = 24$; $h_7 = 42$;
 $h_2 = 19$; $h_4 = 20$; $h_6 = 11$; $h_8 = 22$;



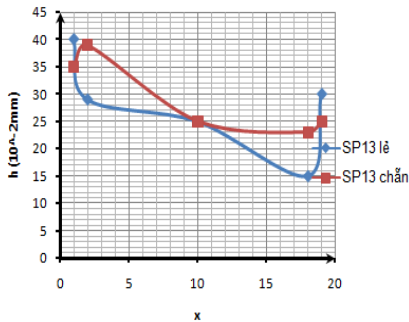
Mẫu 8: $I_c = 100(A)$; $U_c = 120(V)$; $V_c = 130(cm/phút)$
 $h_0 = 26$; $h_1 = 35$; $h_3 = 33$; $h_5 = 27$; $h_7 = 25$;
 $h_2 = 36$; $h_4 = 32$; $h_6 = 32$; $h_8 = 22$;



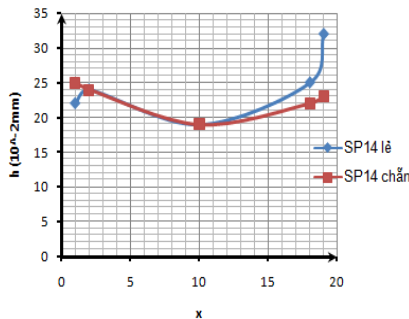
Mẫu 12: $I_c = 70(A)$; $U_c = 120,6(V)$; $V_c = 85(cm/phút)$
 $h_0 = 30$; $h_1 = 44$; $h_3 = 18$; $h_5 = 22$; $h_7 = 21$;
 $h_2 = 36$; $h_4 = 26$; $h_6 = 36$; $h_8 = 23$;



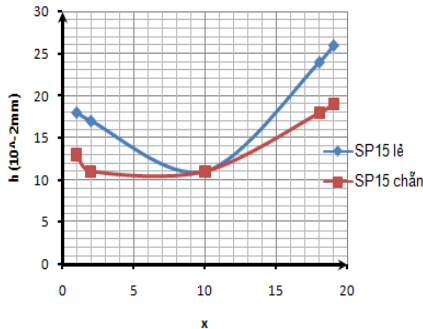
Mẫu 13: $l_c = 70(A); U_c = 117(V); V_c = 30,3(cm/phút)$
 $h_0 = 25; h_1 = 40; h_3 = 30; h_5 = 29; h_7 = 15;$
 $h_2 = 35; h_4 = 25; h_6 = 39; h_8 = 23$



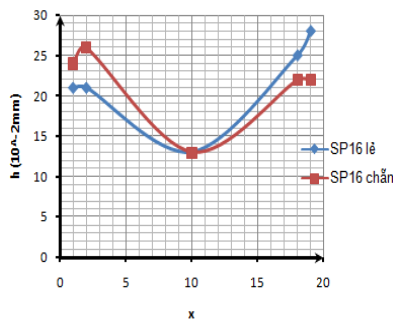
Mẫu 14: $l_c = 70(A); U_c = 117(V); V_c = 139,6(cm/phút)$
 $h_0 = 19; h_1 = 27; h_3 = 32; h_5 = 24; h_7 = 25;$
 $h_2 = 25; h_4 = 23; h_6 = 24; h_8 = 22;$



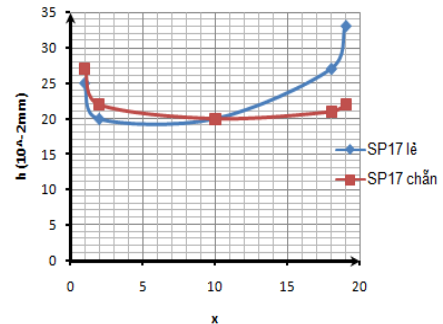
Mẫu 15: $l_c = 70(A); U_c = 117(V); V_c = 85(cm/phút)$
 $h_0 = 11; h_1 = 23; h_3 = 26; h_5 = 17; h_7 = 24;$
 $h_2 = 13; h_4 = 19; h_6 = 11; h_8 = 18;$



Mẫu 16: $l_c = 70(A); U_c = 117(V); V_c = 85(cm/phút)$
 $h_0 = 13; h_1 = 21; h_3 = 28; h_5 = 21; h_7 = 25;$
 $h_2 = 24; h_4 = 22; h_6 = 26; h_8 = 22;$



Mẫu 17: $l_c = 70(A); U_c = 117(V); V_c = 85(cm/phút)$
 $h_0 = 20; h_1 = 31; h_3 = 33; h_5 = 20; h_7 = 27;$
 $h_2 = 27; h_4 = 22; h_6 = 22; h_8 = 21;$



Hình 6. Kết quả đo chiều cao và đồ thị biến dạng của 17 mẫu

Ta thấy xu hướng biến dạng của các mẫu sau khi cắt lệch ra khỏi mặt phẳng và có dạng hình lòng chảo. Nguyên nhân khi cắt có sự tập trung nhiệt cao nên xảy ra sự nung nóng cục bộ dẫn đến sự co ngót, giãn nở nhiệt (phía gần biên mặt bích chịu kéo, phía trong tâm chịu nén). Mặt khác khoảng cách các điểm biên trên cùng một mặt bích so với tâm không giống nhau, thậm chí có những điểm nằm ngoài quy luật (điểm biên thấp hơn điểm ở tâm...). Nguyên nhân có thể vẫn còn tồn tại ứng suất dư trong tấm hoặc không đồng nhất về vật liệu... ta gọi là nguyên nhân khách quan nhưng không đáng kể.

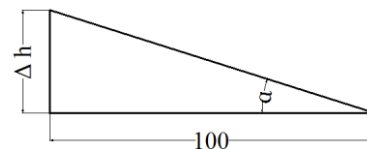
Để đánh giá được sự ảnh hưởng của chế độ cắt tới biến dạng, nhóm tác giả đánh giá chúng thông qua sự chênh lệch chiều cao (mức độ biến dạng) của các điểm biên so với điểm tâm của mẫu gọi là Δh kết quả tính toán trong bảng 2.

Dựa vào kết quả của sự chênh lệch về chiều cao giữa hai điểm cho thấy sự chênh lệch độ cao ở ba cột Δh_{0-2} , Δh_{0-3} , Δh_{0-4} tồn tại một số điểm không theo quy luật và là nguyên nhân khách quan (như các giá trị Δh âm, điểm tâm biến dạng nhiều hơn điểm ở gần biên...(hình 6)). Vậy tác giả không sử dụng 3 cột này để quy hoạch thực nghiệm. Cột kết quả Δh_{0-1} đảm bảo quy luật biến thiên của chế độ cắt, ta sử dụng cột này để quy hoạch thực nghiệm tìm ra chế độ cắt tối ưu. Theo hệ thức lượng trong tam giác vuông (hình 7) xác định được góc biến dạng α .

$$\text{tg}(\alpha) = \frac{\Delta h}{100} \Rightarrow \alpha^\circ \tag{4}$$

α : Góc biến dạng (giả sử ban đầu khi chưa cắt $\alpha = 0^\circ$)

Δh : Sự chênh lệch về chiều cao giữa 2 điểm



Hình 7. Góc biến dạng của chi tiết

Kết quả tính toán góc biến dạng của 17 mẫu trong bảng 2 góc biến dạng α° .

Bảng 2. Thông số chế độ cắt plasma và kết quả đo, góc biến dạng

T	Thông số chế độ cắt Plasma			Sự chênh lệch về chiều cao giữa 2 điểm (10 ⁻² mm)					Góc biến dạng α°
	I _c (A)	U _c (V)	V (cm/phút)	h ₀	Δh_{0-1}	Δh_{0-2}	Δh_{0-3}	Δh_{0-4}	
1	40	114	40	9	35	38	25	30	0,2 ⁰
2	100	114	40	0	38	50	31	35	0,22 ⁰
3	40	120	40	18	27	23	38	27	0,155 ⁰
4	100	120	40	11	37	32	23	18	0,212 ⁰
5	40	114	130	17	17	16	19	24	0,0974 ⁰
6	100	114	130	14	11	-4	5	8	0,063 ⁰
7	40	120	130	20	13	16	22	25	0,0745 ⁰
8	100	120	130	26	9	10	7	6	0,052 ⁰
9	33,55	117	85	5	33	30	34	23	0,189 ⁰
10	106,45	117	85	7	10	8	-7	4	0,0573 ⁰
11	70	113,35	85	17	6	2	38	3	0,0344 ⁰
12	70	120,65	85	30	14	6	-12	-4	0,08 ⁰
13	70	117	30,325	25	15	10	5	0	0,0859 ⁰
14	70	117	139,67	19	8	6	13	4	0,0458 ⁰
15	70	117	85	11	12	2	15	8	0,0687 ⁰
16	70	117	85	13	8	11	15	9	0,0458 ⁰
17	70	117	85	20	11	7	13	2	0,063 ⁰

- Khi cắt với I_c (A) nhỏ, V_c (cm/phút) lớn khi cắt kim loại chưa kịp nóng chảy và thoát ra khỏi mạch cắt, có sự chênh lệch bề rộng mạch cắt mặt trên và mặt dưới của tấm lớn, biến dạng ở mức trung bình, nhiều bavia.

- Khi cắt với I_c (A) nhỏ, V_c (cm/phút) nhỏ có sự tích nhiệt trong chi tiết nhiều do vậy xảy ra biến dạng lớn nhiều bavia (oxit sắt) khó làm sạch mạch cắt.

- Với I_c (A) lớn, V_c (cm/phút) nhỏ khi cắt do sự quá nhiệt trong thời gian dài tạo ra sự co ngót, biến dạng lớn làm giảm tuổi thọ thiết bị, nhanh hỏng bép cắt, khó làm sạch mạch cắt...

- Với I_c (A) lớn, V_c (cm/phút) lớn sự biến dạng chi tiết ở mức độ trung bình ít bavia và dễ làm sạch nhưng nếu trong sản xuất sẽ gây thiệt hại về kinh tế như thay bép cắt nhiều, máy hoạt động ở công suất cao...

- Với I_c (A), V_c (cm/phút) ở khoảng tâm thí nghiệm gọi là hợp lý thì biến dạng là ít nhất và chi tiết ít bavia mép cắt sạch và đảm bảo an toàn, tuổi thọ cho thiết bị.

2.4. Đánh giá ảnh hưởng của chế độ cắt đến sự biến dạng (sự thay đổi chiều cao điểm đo) trên mẫu dạng mặt bích

Từ những kết quả thực nghiệm thu được trong hình 6 và bảng 2 sử dụng phần mềm xử lý số liệu thực nghiệm

Modde 5.0 xác định được các phương trình hồi quy, độ lệch chuẩn R và tính tương thích của mô hình thực nghiệm Q, các hệ số tương quan [3].

* Chọn các thông số chế độ hàn chính đầu vào là X₁

X₁ - dòng điện cắt I_c [A]; X₂ - điện áp cắt U_c [V]; X₃ - tốc độ cắt V_c [cm/phút]

* Chọn các hàm mục tiêu đầu ra là Y (đặc trưng cho sự biến dạng)

Y - là hiệu chiều cao của điểm biên mặt bích so với điểm ở tâm Δh_{0-1} [10⁻²mm]

Biểu diễn sự ảnh hưởng của các thông số công nghệ I_c, U_c, V_c đến sự thay đổi chiều cao điểm đo) trên mẫu dạng mặt bích.

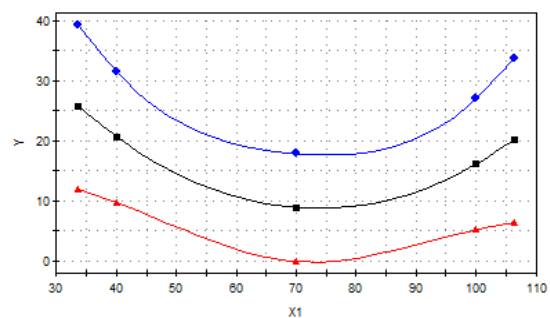
- Mô hình thực nghiệm sự thay đổi chiều cao trên mẫu dạng mặt bích có dạng đa thức bậc hai: $Y = 8,88669 - 2,27758X_1 - 0,482086 X_2 - 8,71996X_3 + 9,50897X_1^2 + 1,71884X_2^2 + 2,73494X_3^2 + 1,125X_1X_2 - 2,875X_1X_3 + 0,375X_2X_3$

Hệ số tương quan của mô hình R² = 0,785

* Phương trình hồi quy phản ánh tính chính xác của độ lệch chuẩn R, tính tương thích Q của mô hình thu được từ thực nghiệm. Từ các phương trình hồi quy trên ta có các đồ thị biểu diễn các thông số công nghệ I_c, U_c, V_c tới sự thay đổi chiều cao trên mẫu dạng mặt bích

2.4.1. Ảnh hưởng của dòng điện cắt I_c đến sự biến dạng chi tiết a(Y) (hình 8)

Khi tăng I_c (A) trong khoảng I_c = 40 ÷ 70 A sự biến dạng chi tiết giảm dần khi I_c (A), trong khoảng I_c = 70 ÷ 80 A sự biến dạng chi tiết là ít nhất. Vì với dòng điện và vận tốc cắt vừa đủ để cắt đứt chi tiết, với lượng nhiệt không quá lớn do vậy chi tiết ít biến dạng nhất. Biến dạng chi tiết tăng khi tăng dòng cắt từ 80A trở lên bởi vì khi tăng dòng điện lượng nhiệt tác động vào phôi sẽ tăng do vậy phôi được nung nóng trước khi mở cắt đi qua làm cho chi tiết biến dạng nhiều.



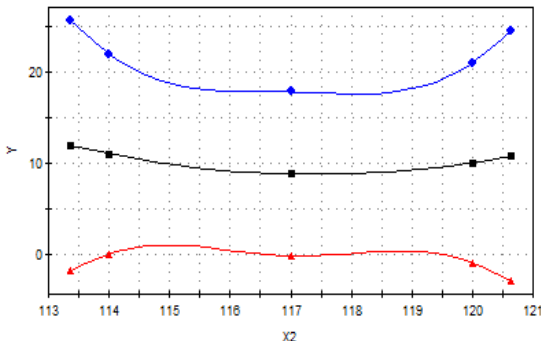
Hình 8. Đồ thị ảnh hưởng của dòng điện cắt đến sự biến dạng chi tiết a(Y)

2.4.2. Ảnh hưởng của điện áp cắt U_c đến sự biến dạng chi tiết a(Y) (hình 9)

Ta thấy trong dải giá trị khi tăng điện áp cắt làm tăng nhiệt lượng đưa vào phía trước hồ quang và làm nhiệt độ nung nóng mép cắt giảm do vậy sự biến dạng chi tiết giảm

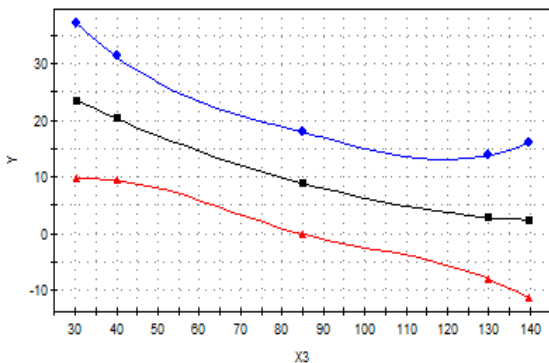
Với điện áp thuộc dải 116 ÷ 118V là hợp lý nhất vì gây ra biến dạng cho chi tiết là nhỏ nhất.

Khi tăng điện áp từ 118V trở lên sự biến dạng tiếp tục tăng, do lượng nhiệt không còn tập chung để cắt đứt mà bắt đầu truyền vào nung nóng hai bên mép cắt. Do đó, khi thay đổi điện áp thì sự biến dạng rất ít so với khi ta thay đổi dòng điện cắt.



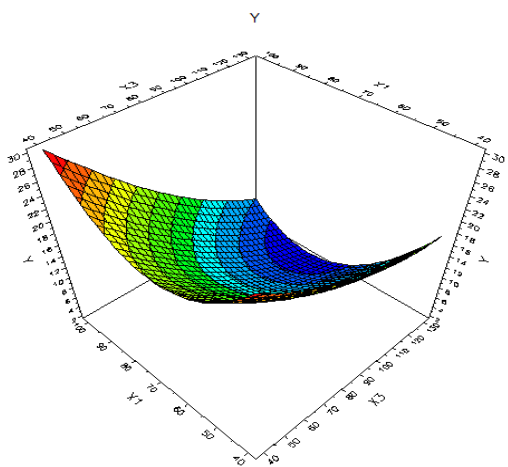
Hình 9. Đồ thị ảnh hưởng của điện áp cắt U_h đến sự biến dạng chi tiết a(Y)

2.4.3. Ảnh hưởng của tốc độ cắt V_c đến sự biến dạng chi tiết a(Y) (hình 10)



Hình 10. Đồ thị ảnh hưởng của tốc độ cắt đến sự biến dạng chi tiết a(Y)

Qua đồ thị ta thấy, khi tăng tốc độ cắt thì sự biến dạng giảm dần. Điều này được giải thích như sau: khi tăng tốc độ cắt nguồn nhiệt Plasma di chuyển nhanh hơn do nhiệt tác động vào phôi ít hơn vậy chi tiết biến dạng ít hơn, điều này cũng hoàn toàn đúng với sự tính toán về sự thay đổi tốc độ cắt khi dòng điện cắt không đổi.



Hình 11. Đồ thị ảnh hưởng của chế độ cắt đến sự biến dạng chi tiết khi lấy X_2 (trục điện áp cắt) làm tâm

Khi điều chỉnh các giá trị I_c , U_c , V_c , ta đánh giá được các giá trị biến dạng của các mẫu, độ nhám của mặt cắt (hình 11). Vẽ được dải đồ thị ảnh hưởng của chế độ cắt đến bề mặt cắt, hình dạng mặt bích. Đồ thị hoàn toàn phù hợp với cơ sở lý thuyết.

3. KẾT LUẬN

Trong bài báo này, nhóm tác giả đã dựa trên cơ sở lý thuyết truyền nhiệt để đánh giá được ảnh hưởng của thông số công nghệ I_c , U_c , V_c qua đó nắm được quy luật và kiểm soát được sự biến dạng Δh và chất lượng bề mặt sản phẩm theo mong muốn.

Nhóm tác giả đã tiến hành quy hoạch tính chính xác từ mô hình thực nghiệm để đánh giá ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến chất lượng mạch cắt, sự biến dạng của sản phẩm.

Các quan hệ toán học cũng biểu diễn dưới dạng đồ thị một cách trực quan các kết quả nghiên cứu. Cụ thể là các kết quả đo thu được và đồ thị cho ta thấy ảnh hưởng của các thông số chế độ cắt chất lượng mạch cắt và sự biến dạng của sản phẩm.

Kết quả nghiên cứu là cơ sở xác định chế độ cắt nhằm đảm bảo chất lượng mạch cắt, hình dạng sản phẩm, năng suất cắt, nâng cao tuổi thọ thiết bị... ứng dụng trong sản xuất hàng loạt.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Dự án JICA-HIC, 2002. *Vật liệu cơ khí*. Trường Cao đẳng Công nghiệp Hà Nội.
- [2]. Trần Ngọc Quý, 2015. *Nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ cắt Plasma đến chất lượng chi tiết dạng mặt bích*. Luận văn thạc sĩ Trường ĐHBK Hà Nội.
- [3]. Vũ Huy Lâm, *Bài giảng Quy hoạch thực nghiệm và xử lý số liệu*
- [4]. Nguyễn Bốn, 2001. *Các phương pháp truyền nhiệt*. Trường Đại học Đà Nẵng.
- [5]. Bùi Văn Nghiệp, 4/2011. *Nghiên cứu một số yếu tố ảnh hưởng đến biến dạng nhiệt khi hàn tấm tôn bao vỏ tàu*. Luận văn thạc sĩ, Đại học Nha Trang, Khánh Hòa.
- [6]. Kiều Anh Dũng, 2006. *Nghiên cứu công nghệ cắt trên máy cắt Plasma với biên dạng khác nhau*. Luận văn thạc sĩ khoa học, Đại học Bách Khoa Hà Nội
- [7]. S.Ramakrishnan, M.W. Rogozinski, 1997. "Properties of electric arc plasma for metal cutting". J. Phys. D: Appl. Phys. 30.