

## Nghiên cứu tối ưu ảnh hưởng của chế độ hàn MAG hai lớp đến kích thước mối hàn

### Research on the effect of MAG welding conditions to the shape and dimensions of butt welding

Nguyễn Hồng Sơn\*, Đặng Tiến Hiếu

Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

\*Email: nguyenhongson@hau.edu.vn

Mobile: 0945268696

---

#### Tóm tắt

##### Từ khóa:

Chế độ hàn, hình dạng mối hàn, thép CT38, máy hàn XD - 350.

Ở Việt Nam, trong những năm gần đây công nghệ hàn trong môi trường khí bảo vệ đang được ứng dụng rất mạnh mẽ và sẽ tiếp tục có vai trò quan trọng trong tương lai. Do vậy việc nghiên cứu, tính toán và lựa chọn chế độ hàn là cấp thiết để đáp ứng yêu cầu thực tiễn này. Trong bài báo này tác giả trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của dòng điện hàn ( $I_h$ ), điện áp hàn ( $U_h$ ), tốc độ hàn ( $V_h$ ) đến kích thước hình dạng mối hàn giáp mối, chiều dày tấm 5mm, vật liệu thép CT38.

#### Abstract

##### Keywords:

Welding conditions, butt welding shape, material CT38, XD-350 welding machine

Recent years in Vietnam, gas metal arc welding technology has been applied strongly and will play an important role on the future. Therefore, researches, calculations and setting on welding technology are indispensable for reality needs. In this paper, the author presents the result of research on the effect of welding current ( $I_h$ ), welding voltage ( $U_h$ ) to the shape and dimensions of butt welding, 5mm depth of plates, CT38 material.

---

Ngày nhận bài: 23/7/2018

Ngày nhận bài sửa: 14/9/2018

Ngày chấp nhận đăng: 15/9/2018

---

## 1. MỞ ĐẦU

Việc lựa chọn, điều chỉnh chế độ hàn hợp lý là một phần quan trọng nhất trong hệ thống đảm bảo chất lượng hàn. Bằng nghiên cứu thực nghiệm đã xác định ảnh hưởng của các thông số chế độ hàn đến kích thước, hình dạng mối hàn giáp mối ở vị trí 1G, chiều dày tấm 5 (mm), vật liệu thép CT38.

Các thông số nghiên cứu: Dòng điện hàn  $I_h$  (A); điện áp hàn  $U_h$  (V); tốc độ hàn  $V_h$  (cm/p).

Các thông số cố định: Góc độ mở hàn, tầm với điện cực, hướng hàn, đường kính dây hàn...

Các thông số đầu ra: Chiều rộng đường hàn lớp thứ nhất  $b_1$  (mm); chiều sâu chân đường hàn lớp thứ nhất  $h_1$  (mm); chiều rộng đường hàn  $b_2$  (mm), chiều cao đường hàn  $c_2$  (mm), chiều sâu ngấu đường hàn lớp thứ hai  $h_2$  (mm)

Tác giả đưa ra được bộ thông số chế độ hàn hợp lý để hàn liên kết giáp mỗi tấm dày 5 (mm) vật liệu thép CT38 bằng phương pháp hàn MAG đảm bảo hình dáng kích thước theo yêu cầu.

## 2. HỆ THỐNG THỰC NGHIỆM

### 2.1. Thiết bị và sơ đồ thực nghiệm

- Công suất (KVA): 18
- Nguồn điện vào: AC-3pha/ 380V
- Phạm vi dòng hàn (A): 50 ÷ 350
- Chu kỳ tải: 50%
- \* Xe tự hành
- Nguồn điện vào: AC-1pha/ 220V
- Thanh đường ray
- Tốc độ dịch chuyển 5 ÷ 100 (cm/phút)



Hình 1. Máy hàn XD350-OTC và xe tự hành

### 2.2. Dụng cụ kiểm tra

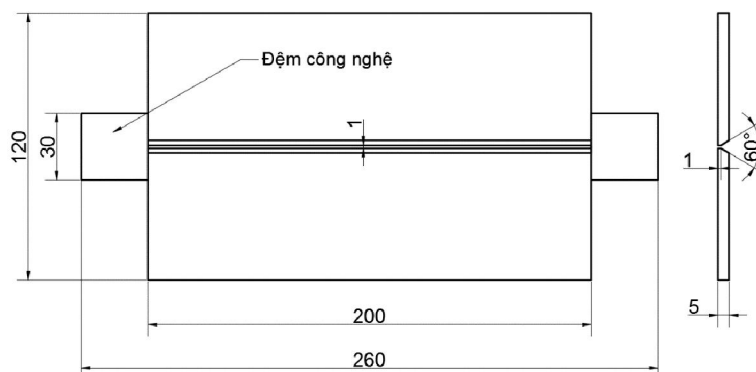
Thước cặp cơ khí Mitutoyo 1/10, dung dịch (10÷15)% HNO<sub>3</sub>, Máy sấy tóc, kính núp cầm tay ZK160115...

### 2.3. Vật liệu cơ bản thực nghiệm

Vật liệu thép CT38: TCVN 1651-85 [1]. Kích thước phôi (200×60×5)×2 tấm, gia công góc vát trên máy phay vạn năng với góc vát 30°, mài mặt đáy với p = 1mm

Đệm công nghệ (30×30×5)×2 tấm, làm sạch, nắn thẳng, phẳng tấm, hàn đính đảm bảo ngẫu chắc.

Gá lắp và hàn đính “hình 2”



Hình 2. Liên kết giáp mối

Để đảm bảo thực nghiệm và quy hoạch ta chọn theo mô hình đa thức bậc hai 2 với số biến vào là k = 3 và số thí nghiệm ở mức cơ sở n<sub>0</sub> = 3, Giá trị cánh tay đòn của điểm α = 1,215 [3].

$$Y_i = b_0 + b_1X_1 + b_iX_i + b_{12}X_1X_2 + \dots + b_{11}X_1^2 + b_{ii}X_i^2$$

Số lượng thí nghiệm cho mô hình:  $N = 2^k + 2k + n_0 = 2^3 + 2.3 + 3 = 17$

## 2.4. Dây hàn và khí bảo vệ thực nghiệm

- Dây hàn ER70S-6: AWS A5.18-79, đường kính dây hàn  $\phi 1$  [1].
- Khí bảo vệ: Khí CO<sub>2</sub>[1]

## 2.5. Lựa chọn chế độ hàn và hàn thực nghiệm

Kết hợp phương pháp nghiên cứu lý thuyết với nghiên cứu thực nghiệm hàn trên các mẫu Hiệu chỉnh các thông số công nghệ “hình 2”: Góc độ mở hàn (góc mở hàn ngược với hướng hàn khoảng 15°, góc so với 2 tấm 90°), hướng hàn đẩy, khoảng cách từ đầu mở hàn đến bề mặt vật hàn  $l_v = 10$  (mm). Điều chỉnh vị trí gậy hồ quang ngoài tấm đệm, hướng hồ quang (đầu dây hàn) vào giữa kẽ hàn. Chuyển động thẳng theo hướng hàn. Từ thông số công nghệ trên tác giả đã xác lập được chế độ hàn “bảng 1”. Khi hàn với các thông số chế độ hàn này đều nhận được hình dạng, kích thước, chất lượng mối hàn đảm bảo yêu cầu.

**Bảng 1.** Chế độ hàn MAG/CO<sub>2</sub> hàn 2 lớp

s (mm)	Lớp hàn	d (mm)	I <sub>h</sub> (A)	U <sub>h</sub> (V)	V <sub>h</sub> (cm/p)	Q <sub>CO2</sub> (l/p)	l <sub>v</sub> (mm)
5	Lớp 1	1.0	130 ÷ 140	19 ÷ 20	40 ÷ 46	10	10
	Lớp 2	1.0	140 ÷ 150	20 ÷ 21	44 ÷ 50	10	10

Trong quá trình hàn, xe tự hành mang mỏ hàn thiết lập thông số công nghệ và điều chỉnh tốc hàn theo tốc độ xe tự hành. Chế độ hàn, độ ổn định của xe tự hành có ảnh hưởng đến kích thước mối hàn, tuy nhiên, ảnh hưởng này không đáng kể và không thuộc phạm vi nghiên cứu bài báo cáo.

### 2.5.1. Hàn lớp thứ nhất

Hàn lớp thứ 1 với 17 mẫu với các thông số công nghệ đã xác định “bảng 2”.



**Hình 3.** Ảnh mặt cắt ngang mối hàn lớp thứ 1

Lựa chọn một mẫu thí nghiệm lớp thứ 1 ở mức cơ sở cố định để khảo sát đánh giá ảnh hưởng của chế độ hàn đến kích thước mối hàn lớp thứ 2

Hàn lớp thứ 1 cho 17 mẫu với chế độ hàn xác định (mẫu số thứ tự 16:  $I = 135$  (A);  $U = 19,5$  (V);  $V = 43$  (cm/p))

### 2.5.2. Hàn lớp thứ hai

Trong quá trình thực nghiệm, sau khi hàn lớp thứ nhất (1 phút) tiến hành hàn lớp thứ hai (cho 17 mẫu) để điều chỉnh lại  $I, U, V$ , làm sạch bề mặt mối hàn và tránh mất nhiệt hay quá nhiệt tại khu vực mối hàn và vùng lân cận, tránh khuyết tật không ngẫu ở đầu đường hàn và khuyết lẫn ô xít... cũng như đảm bảo kích thước  $b, c, h$ . Thông số công nghệ hàn và kích thước mối hàn lớp 2 xác định tại “bảng 3”.



Hình 4. Ảnh mặt cắt ngang mối hàn lớp thứ 2

## 2.6. Kiểm tra đánh giá

### 2.6.1. Kiểm tra ngoại dạng

Mức độ chấp nhận khuyết tật quy định trong tiêu chuẩn ( ASMEIX, D1.1...) [9].

Không có sự phân bố của ngậm xỉ, không ngấu, cháy thủng...trong các mẫu hàn được quy hoạch. “hình 5”.



Mặt trên



Mặt đáy

Hình 5. Mặt trên và mặt đáy mẫu hàn số 8

### 2.6.2. Kiểm tra tổ chức thô đại

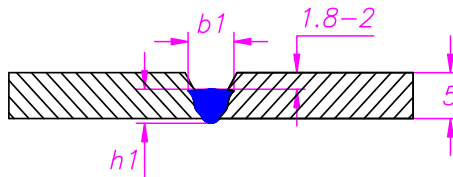
Tâm thực trong dung dịch (10 ÷ 15)% HNO<sub>3</sub>, rửa và sấy khô mẫu, kiểm tra bằng mắt và kính núp mặt cắt ngang mối hàn.

Cấu trúc luyện kim, vùng ảnh hưởng nhiệt của các mẫu đều đảm bảo yêu cầu.

## 3. KẾT QUẢ ĐO VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA CHẾ ĐỘ HÀN ĐẾN KÍCH THƯỚC, HÌNH DẠNG MỐI HÀN

### 3.1. Kết quả đo kích thước, hình dạng mối hàn lớp 1 “hình 6”

Chiều rộng mối hàn  $b_1$ , chiều sâu chảy  $h_1$  của 17 mẫu hàn, kết quả đo “bảng 2”.



Hình 6. Kích thước mối hàn lớp thứ 1

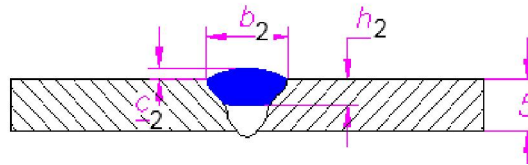
Bảng 2. Bảng thông số chế độ hàn và kích thước mối hàn lớp thứ nhất

TT	Biến mã hóa khi thực nghiệm			Chế độ hàn khi thực nghiệm			Kết quả kích thước	
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	I <sub>h1</sub> (A)	U <sub>h1</sub> (V)	V <sub>h1</sub> (cm/p)	b <sub>1</sub> (mm)	h <sub>1</sub> (mm)
1	-1	-1	-1	130	19	40	4,3	3,7
2	+1	-1	-1	140	19	40	4,5	3,8

3	-1	+1	-1	130	20	40	4,8	3,6
4	+1	+1	-1	140	20	40	4,9	3,6
5	-1	-1	+1	130	19	46	4,2	3,7
6	+1	-1	+1	140	19	46	4,3	3,9
7	-1	+1	+1	130	20	46	4,7	3,7
8	+1	+1	+1	140	20	46	4,6	3,8
9	-1,215	0	0	128,9	19,5	43	4,2	3,6
10	+1,215	0	0	141,1	19,5	43	4,4	3,9
11	0	-1,215	0	135	18,9	43	4,1	3,5
12	0	+1,215	0	135	20,1	43	5,0	3,6
13	0	0	-1,215	135	19,5	39,4	4,3	3,7
14	0	0	+1,215	135	19,5	46,6	4,2	3,5
15	0	0	0	135	19,5	43	4,3	3,6
16	0	0	0	135	19,5	43	4,2	3,7
17	0	0	0	135	19,5	43	4,3	3,7

### 3.2. Kết quả đo kích thước, hình dạng mối hàn lớp 2 “hình 7”

Đo chiều rộng  $b_2$ , chiều cao  $c_2$ , chiều sâu chày  $h_2$  của 17 mẫu hàn, kết quả đo “bảng 3”.



Hình 7. Kích thước mối hàn lớp thứ 2

Bảng 3. Bảng thông số chế độ hàn và kích thước mối hàn lớp thứ hai

TT	Biến mã hóa khi thực nghiệm			Chế độ cắt khi thực nghiệm			Kết quả kích thước		
	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$I_{h2}$ (A)	$U_{h2}$ (V)	$V_{h2}$ (cm/p)	$b_2$ (mm)	$c_2$ (mm)	$h_2$ (mm)
1	-1	-1	-1	140	20	44	6,8	1,5	2,4
2	+1	-1	-1	150	20	44	7,5	2,0	2,5
3	-1	+1	-1	140	21	44	7,7	1,6	2,3
4	+1	+1	-1	150	21	44	7,8	1,5	2,3
5	-1	-1	+1	140	20	50	6,7	1,6	2,4
6	+1	-1	+1	150	20	50	6,8	1,9	2,6
7	-1	+1	+1	140	21	50	7,5	1,7	2,4
8	+1	+1	+1	150	21	50	7,6	1,8	2,5
9	-1,215	0	0	138,9	20,5	47	6,8	1,4	2,3
10	+1,215	0	0	151,1	20,5	47	7,2	1,7	2,7
11	0	-1,215	0	145	19,9	47	6,5	1,6	2,2
12	0	+1,215	0	145	21,1	47	7,9	1,4	2,3
13	0	0	-1,215	145	20,5	43,4	6,7	1,4	2,4
14	0	0	+1,215	145	20,5	50,6	6,7	1,5	2,2
15	0	0	0	145	20,5	47	6,8	1,6	2,3

16	0	0	0	145	20,5	47	6,8	1,5	2,4
17	0	0	0	145	20,5	47	6,9	1,4	2,4

### 3.3. Ảnh hưởng của chế độ hàn đến kích thước, hình dạng mỗi hàn khi hàn 2 lớp

Chọn các thông số đầu vào là  $X_i$ , các hàm mục tiêu  $Y_i$

$X_1$  - cường độ dòng điện  $I_{h1}(A)$ ;  $X_2$  - điện áp  $U_{h1}(V)$ ;  $X_3$  - vận tốc hàn  $V_{h1}(cm/p)$  [6]

$X_4$  - cường độ dòng điện  $I_{h2}(A)$ ;  $X_5$  - điện áp  $U_{h2}(V)$ ;  $X_6$  - vận tốc hàn  $V_{h2}(cm/p)$

Lựa chọn các thông số đầu ra đặc trưng cho hình dạng và kích thước của mỗi hàn như sau:

$Y_1$  - chiều rộng của đường hàn  $b_2(mm)$

$Y_2$  - chiều cao của mỗi hàn  $c_2(mm)$

$Y_3$  - chiều sâu chảy lớp thứ nhất  $h_1(mm)$

$Y_4$  - chiều rộng lớp thứ nhất  $b_1(mm)$

$Y_5$  - chiều sâu ngấu lớp thứ hai  $h_2(mm)$

Sử dụng phần mềm Modde 5.0 để xử lý số liệu. Kết quả xử lý số liệu nhận được là các phương trình hồi quy và các hệ số, độ lệch chuẩn R, tính tương thích của mô hình thực nghiệm Q

Các phương trình hồi quy biểu diễn sự ảnh hưởng của các thông số chế độ hàn  $I_h, U_h, V_h$  đến kích thước  $b_1, b_2, c_2, h_1, h_2$  của mỗi hàn

\* Mô hình chiều rộng mỗi hàn lớp thứ nhất:  $b_1$  ( $Y_4$ ), với  $R^2 = 0,938$

$$Y_4 = 4,24676 + 0,04957796X_1 + 0,255057X_2 - 0,0750066X_3 + 0,0493433X_1^2 + 0,218694X_2^2 + 0,0154726X_3^2 - 0,0375X_1X_2 - 0,0374997X_1X_3 - 0,0124997X_2X_3$$

\* Mô hình chiều sâu chảy lớp thứ nhất:  $h_1$  ( $Y_3$ ) với  $R^2 = 0,61$

$$Y_3 = 3,62954 + 0,0698016X_1 - 0,0254281X_2 + 0,0143345X_3 + 0,106354X_1^2 - 0,0291269X_2^2 + 0,00474317X_3^2 - 0,0249999X_1X_2 + 0,025X_1X_3 + 0,025X_2X_3$$

\* Mô hình chiều rộng mỗi hàn:  $b_2$  ( $Y_1$ ), với  $R^2 = 0,927$

$$Y_1 = 6,77571 + 0,135677X_1 + 0,410958X_2 - 0,109564X_3 + 0,190366X_1^2 + 0,325847X_2^2 - 0,0128551X_3^2 - 0,0749994X_1X_2 - 0,0749998X_1X_3 + 0,0500001X_2X_3$$

\* Mô hình chiều cao mỗi hàn:  $c_2$  ( $Y_2$ ), với  $R^2 = 0,847$

$$Y_2 = 1,44111 + 0,106323X_1 - 0,0587084X_2 + 0,0476148X_3 + 0,113036X_1^2 + 0,0791656X_2^2 + 0,0452954X_3^2 - 0,1X_1X_2 + 7,23357e X_1X_3 + 0,0500001X_2X_3$$

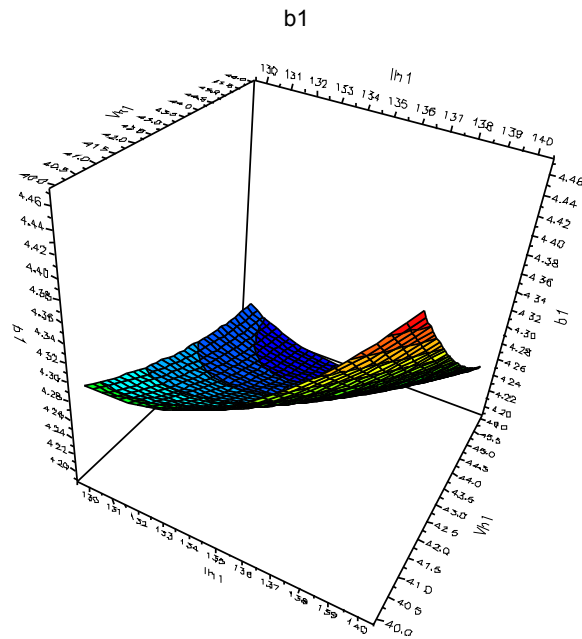
\* Mô hình chiều sâu ngấu lớp thứ 2:  $h_2$  ( $Y_5$ ), với  $R^2 = 0,847$

$$Y_5 = 2,33952 + 0,0808949X_1 - 0,0254283X_2 + 0,0143349X_3 + 0,126817X_1^2 - 0,0425336X_2^2 - 0,00866354X_3^2 - 0,0249998X_1X_2 + 0,025X_1X_3 + 0,025X_2X_3$$

Các phương trình hồi quy ở trên phản ánh tính chính xác của độ lệch chuẩn R và tính tương thích của mô hình thực nghiệm Q thu được từ thực nghiệm. Từ các phương trình hồi quy trên ta tiến hành vẽ các đồ thị biểu thị mối quan hệ của các thông số công nghệ đầu vào đến kích thước, hình dạng mỗi hàn tại đầu ra.

#### 3.3.1. Ảnh hưởng của $I_{h1}$ và $V_{h1}$ đến chiều rộng mỗi hàn $b_1$ ( $Y_4$ ) “hình 8”

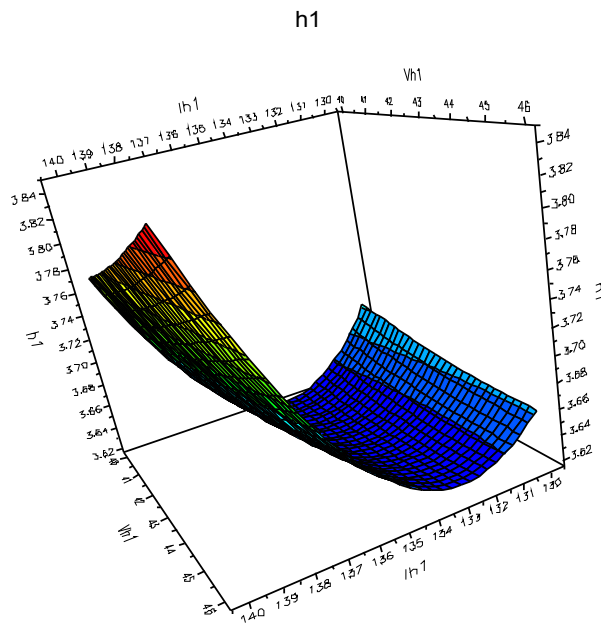
Chiều rộng mỗi hàn  $b_1(mm)$  thay đổi khi  $I_{h1}$  và  $V_{h1}$  biến thiên. Khi tăng  $I_{h1}$  chiều rộng  $b_1$  tăng. Khi tăng  $V_{h1}$  làm giảm nhiệt lượng nung nóng mép hàn, giảm lượng kim loại đắp vào mỗi hàn dẫn tới  $b_1$  giảm.



**Hình 8.** Ảnh hưởng của  $I_{h1}$  và  $V_{h1}$  đến chiều rộng mỗi hàn  $b_1$  (Y4)

### 3.3.2. Ảnh hưởng của $I_{h1}$ và $V_{h1}$ đến chiều sâu chảy mỗi hàn $h_1$ (Y3) “hình 9”

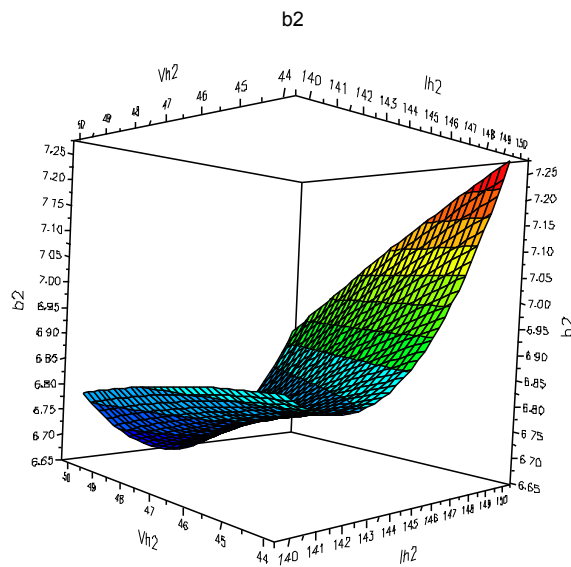
Khi tăng  $I_{h1} = 130 \div 133(A)$ ,  $V_{h1} = 40 \div 43(cm/p)$  chiều sâu chảy  $h_1$  giảm. Chiều sâu chảy  $h_1$  tăng nhanh khi  $I_{h1}$  tiếp tục tăng và giảm khi  $V_{h1}$  tăng.



**Hình 9.** Ảnh hưởng của  $I_{h1}$  và  $V_{h1}$  đến chiều sâu chảy mỗi hàn  $h_1$  (Y3)

### 3.3.3. Ảnh hưởng của $I_{h2}$ và $V_{h2}$ đến chiều rộng mỗi hàn $b_2$ (Y1) “hình 10”

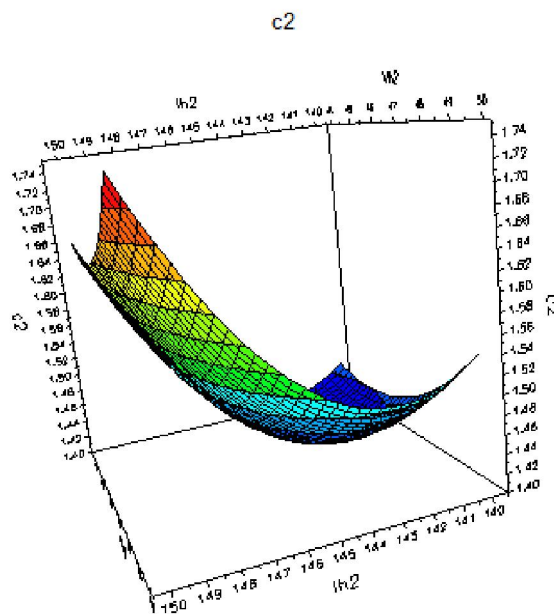
Kích thước  $b_2$  thay đổi khi  $I_{h1}$  và  $V_{h2}$  biến thiên. Khi tăng  $I_{h2}$  chiều rộng  $b_2$  tăng. Khi tăng  $V_{h2}$  làm kích thước  $b_2$  giảm mạnh.



Hình 10. Ảnh hưởng của  $I_{h_2}$  và  $V_{h_2}$  đến chiều rộng môi hàn  $b_2$  (Y1)

### 3.3.4. Ảnh hưởng của $I_{h_2}$ và $V_{h_2}$ đến chiều cao môi hàn $c_2$ (Y2) “hình 11”

Khi tăng  $I_{h_2}, V_{h_2}$  ở giai đoạn đầu kích thước  $c_2$  giảm không đáng kể. Kích thước  $c_2$  tăng nhanh khi tăng  $I_{h_2}, V_{h_2}$  ở giai đoạn tiếp theo.

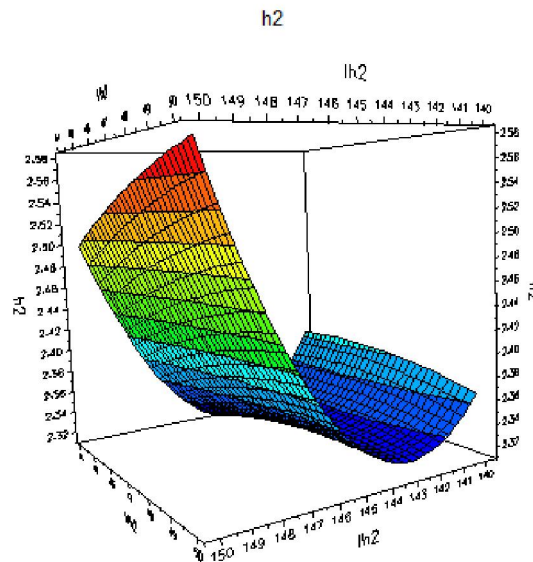


Hình 11. Ảnh hưởng của  $I_{h_2}$  và  $V_{h_2}$  đến chiều cao môi hàn  $c_2$  (Y2)

### 3.3.5. Ảnh hưởng của $I_{h_2}$ và $V_{h_2}$ đến chiều sâu ngấu môi hàn $h_2$ (Y5) “hình 12”

Kích thước  $h_2$  là chiều sâu ngấu vào lớp thứ nhất. Khi tăng  $I_{h_2}$  dẫn đến kích thước  $h_2$  tăng. Kích thước  $h_2$  thay đổi ít khi tăng  $V_{h_2}$





**Hình 12.** Ảnh hưởng của  $I_{h2}$  và  $V_{h2}$  đến chiều sâu groove mỗi hàn  $h_2$  (Y5)

Khi thay đổi các giá trị  $I_h$ ,  $V_h$ , ta nhận được các giá trị chiều rộng mỗi hàn  $b_2$ , chiều cao mỗi hàn  $c_2$ , chiều sâu chảy  $h_1$  theo yêu cầu. Giá trị điện áp hàn  $U_h$  biến thiên trong khoảng giá trị nhỏ do vậy sự ảnh hưởng đến kích thước mỗi hàn là không đáng kể.

Các đồ thị biểu diễn được sự ảnh hưởng của chế độ hàn đến kích thước, hình dạng mỗi hàn hoàn toàn phù hợp với cơ sở lý thuyết.

#### 4. KẾT LUẬN

Trong bài báo này tác giả đã trình bày và đánh giá được ảnh hưởng của thông số công nghệ: cường độ dòng điện hàn, điện áp hàn, tốc độ hàn và những ảnh hưởng của chúng đến kích thước, hình dạng mỗi hàn.

Tác giả đã quy hoạch tính chính xác từ mô hình thực nghiệm để đánh giá ảnh hưởng của các thông số công nghệ hàn đến kích thước, hình dạng mỗi hàn.

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 hàn.

Kết quả nghiên cứu là cơ sở xác định chế độ hàn nhằm đảm bảo kích thước, hình dạng, năng suất hàn, tránh khuyết tật... ứng dụng trong sản xuất hàng loạt.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Vũ Huy Lâm, Bùi Văn Hạnh, 2010. *Giáo trình Vật liệu hàn*, NXB Bách Khoa Hà Nội
- [2]. Ngô Lê Thông, 2004. *Công nghệ hàn điện nóng chảy (Tập 1&2)*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội
- [3]. Vũ Huy Lâm. *Bài giảng Quy hoạch thực nghiệm và xử lý số liệu*
- [4]. Dự án JICA –HIC, 2002. *Thực hành hàn MAG*

- [5]. Hoàng Tùng, Nguyễn Thúc Hà, Ngô Lê Thông, Chu Văn Khang, 2007. *Sổ tay hàn*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [6]. Đặng Tiên Hiếu, 2015. *Nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ hàn MAG đến kích thước, hình dạng mối hàn giáp mối*, Luận văn thạc sĩ Trường ĐHBK Hà Nội
- [7]. Trần Văn Mạnh, 2007. *Giáo trình kỹ thuật hàn*, NXB Lao động, Hà Nội
- [8]. *AWS Welding Handbook*, 9th Edition, 2001.
- [9]. AWS D1.1/D1.1M, 2006. *Structural Welding Code – Steel*
- [10]. Esab Welding Co., LTD., 2006. *Esab Welding Consumables*,