



NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA THÔNG SỐ CÔNG NGHỆ HÀN ĐẾN CHẤT LƯỢNG MỐI HÀN KHI THỰC HIỆN HÀN THÉP CACBON THẤP BẰNG PHƯƠNG PHÁP HÀN MAG

**Nguyễn Đức Toàn¹, Nguyễn Anh Đức¹, Ngô Đức Khánh¹
Phạm Văn Đức¹, Nguyễn Văn Đông²**

1 Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Hưng Yên

2 Trường Cao đẳng nghề kỹ thuật - công nghệ Tuyên Quang

Ngày nhận: 16/06/2016

Ngày sửa chữa: 09/08/2016

Ngày xét duyệt: 06/09/2016

Tóm tắt:

Ở trong nước hiện nay, một trong những công nghệ hàn tiên tiến đang được ứng dụng có hiệu quả cao đó là công nghệ hàn bán tự động trong môi trường khí bảo vệ (hàn MAG). Tuy nhiên, việc sử dụng thiết bị, đặc biệt là việc điều chỉnh các thông số công nghệ hàn để có thể đảm bảo yêu cầu về chất lượng mối hàn, còn chưa được thực hiện. Đối với các cơ sở dạy nghề mới thành lập, việc tiếp cận đến công nghệ hàn MAG còn hạn chế dẫn đến tốn kém trong công tác đào tạo, chất lượng tay nghề không cao và hiệu quả kinh tế thấp.

Nghiên cứu này, đánh giá ảnh hưởng của thông số công nghệ hàn chủ yếu đến chất lượng mối hàn. Các tham số chế độ hàn phối hợp sử dụng theo thuật toán mảng trực giao Taguchi, cụ thể: I_h – cường độ dòng điện hàn, U_h – điện áp hàn, V_h – vận tốc hàn được lựa chọn để đánh giá ảnh hưởng của chúng đến chất lượng sản phẩm. Trường hợp tối ưu sau đó sẽ được thử nghiệm lại nhằm khẳng định kết quả của nghiên cứu.

Từ khóa: Hàn MAG, phương pháp Taguchi, Tối ưu hóa.

1. Giới thiệu

Công nghệ hàn MAG ngày càng được ứng dụng rộng rãi, do hàn MAG có rất nhiều ưu điểm so với các phương pháp hàn khác, đồng thời do yêu cầu, quy mô sản xuất, do yêu cầu đòi hỏi ngày càng cao về chất lượng mối hàn và tính kinh tế trong sản xuất. Trong khoảng 15 năm trở về trước, nước ta ngoài công nghệ hàn hồ quang tay với que hàn thuộc bọc ra, các phương pháp hàn bán tự động trong môi trường khí bảo vệ được ứng dụng trong phạm vi quy mô còn rất nhỏ. Gần đây, do tốc độ phát triển kinh tế nhanh, sản xuất công nghiệp được thúc đẩy mạnh, các loại hình công nghệ hàn tiên tiến từng bước được áp dụng vào sản xuất, trong đó công nghệ hàn MAG thực sự đã được quan tâm ở mọi lĩnh vực và khắp các ngành công nghiệp trong nước. Như ngành đóng tàu đã và đang áp dụng công nghệ hàn MAG vào hàn vỏ tàu; ngành chế tạo kết cấu thép chế tạo thiết bị phi tiêu chuẩn cho nhà máy điện, nhà máy xi măng; ngành giao thông vận tải áp dụng nhiều công nghệ hàn MAG để hàn các dầm cầu; ngành sản xuất ô tô, tàu hỏa đã và đang ứng dụng hàn MAG để hàn khung sắt xi và vỏ xe, toa xe... Ngoài ra hàn MAG còn đang được áp dụng trong hàn đắp, phục hồi sửa chữa chi tiết máy. Tóm lại, công nghệ hàn MAG đang được ứng dụng rộng rãi trong khắp các ngành công nghiệp, đóng vai trò quan trọng trong sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện

đại hóa đất nước.

Công nghệ hàn trong môi trường khí bảo vệ hiện nay đang được áp dụng rộng rãi trong lĩnh vực gia công, chế tạo kết cấu thép, trong các công trình xây dựng đóng tàu, cầu đường, nhà xưởng... Nâng cao năng suất, chất lượng mối hàn thép các bon được nhiều nhà khoa học quan tâm, nghiên cứu và đã ứng dụng thành công các công nghệ hàn, thông số chế độ hàn đến chất lượng mối hàn, hình thành nên chất lượng sản phẩm cao gấp nhiều lần so với trước đây [1-3].

Tại các cơ sở đào tạo, các vấn đề liên quan đến chất lượng mối hàn và điều chỉnh thông số chế độ hàn để đạt được chất lượng mối hàn theo yêu cầu đề ra cũng thường xuyên được nghiên cứu, điều chỉnh và thực nghiệm để đưa ra các kết quả ứng dụng vào công tác đào tạo, rèn luyện kỹ năng nghề.

Vì vậy việc nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ công nghệ đến chất lượng mối hàn đối với vật liệu thép cacbon thấp khi hàn bằng phương pháp hàn điện cực nóng chảy trong môi trường khí bảo vệ là có tính cấp thiết trong công tác ứng dụng thiết bị hàn và công nghệ hàn trong môi trường khí bảo vệ vào quá trình thực hiện kỹ thuật hàn, nâng cao chất lượng mối hàn, hạn chế những khuyết tật mối hàn, nâng cao năng suất lao động và có thể ứng dụng trong công tác đào tạo nguồn nhân lực tại các cơ sở đào tạo ngành hàn [4-10].

Đối với thép cacbon thấp, được sử dụng phổ biến trong công tác đào tạo kỹ năng nghề Hàn và gia công các kết cấu thép. Ở đây, thông số chế độ hàn có ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng mối hàn từ đó ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm, năng suất lao động cũng như kỹ năng nghề của người thực hiện.

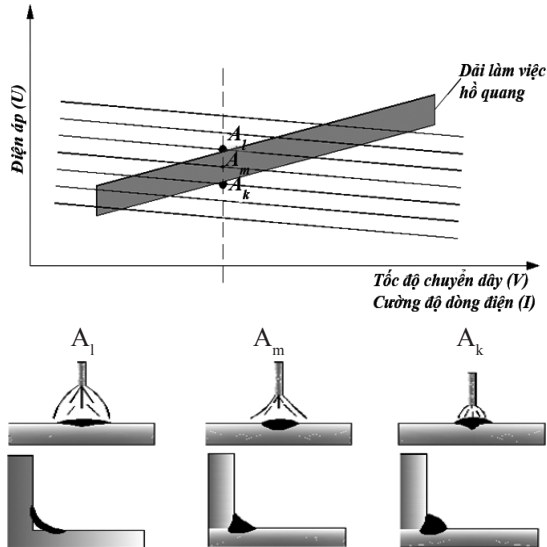
Do vậy phạm vi nghiên cứu này chỉ giới hạn ở việc nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số chế độ: dòng điện hàn, điện áp hàn, vận tốc hàn khi giữ nguyên các thông số về kỹ thuật hàn, đường kính dây hàn, lưu lượng khí bảo vệ, và được thực hiện bằng phương pháp thực nghiệm.

2. Ảnh hưởng của thông số hàn chủ yếu đến chất lượng mối hàn khi thực hiện hàn bằng phương pháp hàn MAG [6]

Thông qua việc đặt chỉnh thiết bị hàn và việc sử dụng mỏ hàn của người thợ hàn đã định đoạt một cách quyết định tới các quá trình xảy ra lúc hàn và chất lượng của mối hàn. Đối với mỗi thông số hàn khi có sự thay đổi đều ảnh hưởng nhất định đến kích thước và chất lượng mối hàn.

2.1. Ảnh hưởng của điện áp khi giữ nguyên tốc độ chuyển dây

Việc thay đổi điện áp (U) thông qua việc chỉnh đặc tuyến của thiết bị khi giữ nguyên tốc độ chuyển dây có tác dụng làm thay đổi chiều dài hồ quang và hình dạng của mối hàn. Trong quá trình này cường độ dòng điện I và tốc độ nóng chảy vẫn giữ nguyên (Hình 1).

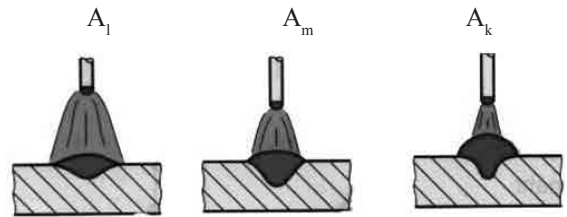
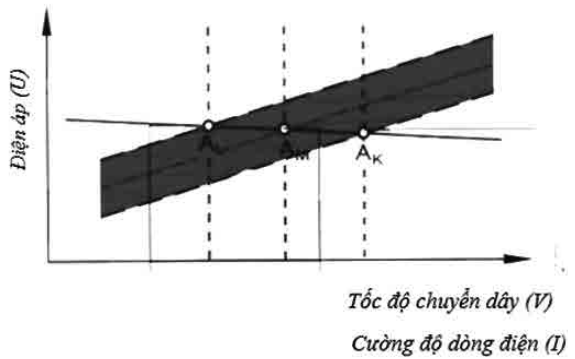


Hình 1. Ảnh hưởng của việc điều chỉnh áp khi giữ nguyên tốc độ chuyển dây

2.2. Ảnh hưởng của tốc độ chuyển dây khi giữ nguyên điện áp

Mỗi sự thay đổi của tốc độ chuyển dây V_d trong khi vẫn giữ nguyên trị số điện áp đều dẫn đến

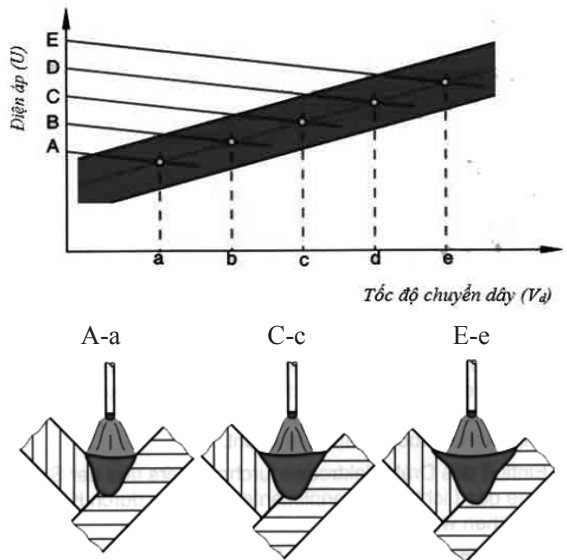
thay đổi chiều dài hồ quang, cường độ dòng điện và hình dạng của mối hàn (Hình 2).



Hình 2. Ảnh hưởng của tốc độ chuyển dây khi giữ nguyên điện áp

2.3. Tác dụng của việc chỉnh kết hợp giữa điện áp và tốc độ chuyển dây

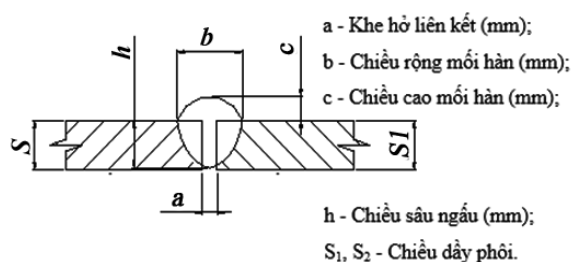
Khi kết hợp điều chỉnh giữa điện áp và tốc độ chuyển dây đồng thời (cùng tăng hoặc cùng giảm) thì sẽ làm mối hàn thay đổi đồng đều về độ sâu ngấu và chiều rộng mối hàn.



Hình 3. Ảnh hưởng của việc điều chỉnh kết hợp cả điện áp và dòng điện

3. Xây dựng vật mẫu thí nghiệm, phương pháp nghiên cứu và kiểm tra chất lượng mối hàn

3.1. Xây dựng vật mẫu thí nghiệm hàn



Hình 4. Kích thước liên kết và mối hàn

Bảng 1. Kích thước cơ bản của mối hàn

TT	S,S1 (mm)	a (mm)	b (mm)	c (mm)
1	1÷5	0±0,5	5±1,0	1,0±0,5
2	2	1±1,0	6±1,0	1,5±1,0
3	3	1±1,0	6±1,0	1,5±1,0
4	4	2±1,0	7±1,0	2,0±1,0
5	5÷6	2±1,0	9±1,0	2,0±1,0

Mẫu thí nghiệm chuẩn bị cho nghiên cứu ảnh hưởng của một số thông số công nghệ chính khi hàn, đơn giản nhất là chọn liên kết hàn giáp mối ở vị trí hàn bằng. Vật liệu thép các bon thường, thép tấm có chiều dày 6mm, kích thước của tấm vật mẫu 200×100×6 (mm). Đối với vật hàn có chiều dày đến 6 mm cơ thể sử dụng mối hàn giáp mối một phía với dạng liên kết chữ I. Kích thước liên kết hàn và kích thước mối hàn của dạng liên kết chữ I có thể sử dụng theo Hình 4 và Bảng 1.

3.2. Phương pháp xây dựng kế hoạch thực nghiệm

Đường kính dây hàn, cường độ dòng điện hàn tỷ lệ thuận với lưu lượng khí bảo vệ. Nếu đường kính dây hàn lớn thì đòi hỏi cường độ dòng điện hàn cao và lưu lượng khí bảo vệ nhiều mới đảm bảo chất lượng của mối hàn. Mối quan hệ giữa đường kính dây hàn (d_d) với cường độ dòng điện hàn (I_h), điện áp hàn (U_h), tâm với điện cực và lưu lượng khí bảo vệ đối với phương pháp hàn bán tự động khí bảo vệ CO_2 , dòng điện một chiều cực nghịch thường được tra theo bảng.

Để đơn giản hóa các nghiên cứu và xác định được cụ thể các ảnh hưởng của thông số chế độ hàn đến chất lượng mối hàn, chọn miền khảo sát của 3 thông số chế độ hàn như Bảng 2 [8].

Bảng 2. Lựa chọn khoảng biến thiên của các thông số khảo sát [8]

TT	Thông số chế độ hàn	Khoảng biến thiên
1	I_h (A)	100 ÷ 160
2	U_h (V)	20 ÷ 24
3	V_h (mm/phút)	100 ÷ 300

3.3. Phương pháp Taguchi và phân tích phương sai ANOVA [11]

Để thực hiện quá trình thực nghiệm và phân tích các ảnh hưởng của các thông số chế độ hàn đã lựa chọn đến chất lượng mối hàn. Để nâng cao chất lượng sản phẩm, đề tài sẽ tìm hiểu ảnh hưởng một số tham số của quá trình tạo hình tới chất lượng để từ đó chọn ra được một trường hợp tối ưu có thể đưa vào thực nghiệm. Phương pháp nghiên cứu này sẽ sử dụng được phương pháp mảng trực giao Taguchi kết hợp phân tích phương sai ANOVA để tiết kiệm thời gian mà vẫn đảm bảo hiệu quả của đề tài.

Các tham số được chọn để điều tra mức độ ảnh hưởng của chúng tới một số tiêu chí của chất lượng mối hàn đó là: I_h – cường độ dòng điện hàn (tham số A), U_h – điện áp hàn (tham số B), V_h – vận tốc hàn (tham số C). Cùng với các tham số này là các giá trị cấp độ của chúng thể hiện như Bảng 3 như theo phương pháp Taguchi [11] trình bày trên. Tiếp đến là Bảng 4 trình bày các thí nghiệm cần làm và kết quả kiểm tra chất lượng mối hàn, nhấn mạnh lại là ở đây ta chỉ cần 9 thí nghiệm, giảm hơn so với 27 thí nghiệm theo quy hoạch thực nghiệm thông thường.

Bảng 3. Các tham số được chọn và cấp độ tương ứng

Các tham số	Cấp độ		
	1	2	3
I (A)	100	130	160
U (V)	20	22	24
V (mm/p)	15	25	35

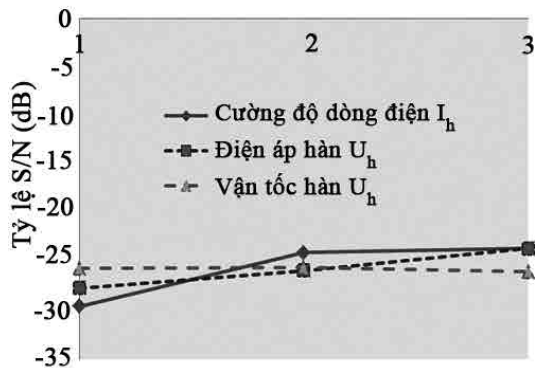
Sau khi tính được diện tích mối hàn tiêu chuẩn và diện tích các mối hàn thực nghiệm làm chỉ tiêu đánh giá kết quả, ta sẽ tiến hành tính toán đối với các thí nghiệm đã được xây dựng rồi xác định tỉ số nhiễu S/N tương ứng như Bảng 5. Đánh giá ảnh hưởng của các thông số đến diện tích tiết diện ngang của mối hàn theo phương pháp phân tích phương sai ANOVA (Bảng 6). Qua các kết quả phân tích (ANOVA) cho các giá trị dẫn đến diện tích tiết diện ngang của mối hàn lớn nhất ta nhận thấy có các thông số như sau:

- Thông số I_h có sự ảnh hưởng rất lớn đến chiều sâu ngấu mối hàn là 72,4 %.
- Thông số U_h có sự ảnh hưởng nhỏ đến chiều sâu ngấu mối hàn là 27,3%.
- Thông số V_h ảnh hưởng rất nhỏ đến chiều sâu ngấu mối hàn là 0,3%.

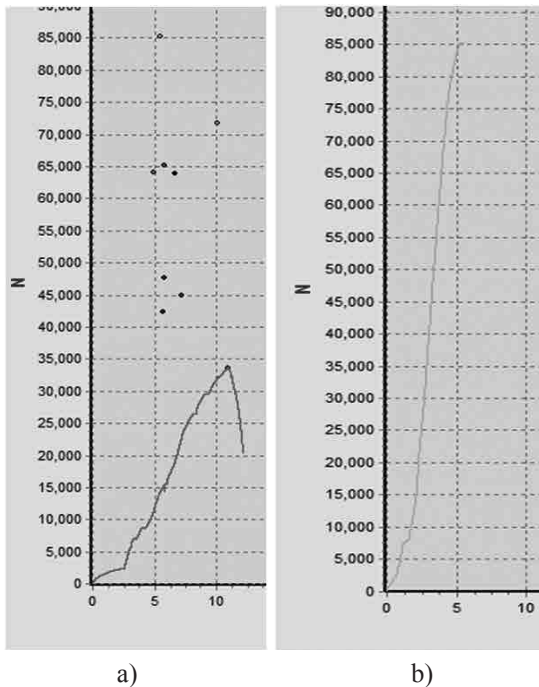
Từ đó ta chọn được bộ thông số tối ưu ứng với tiêu chí mối hàn như sau: $A_3B_3C_2$ (Hình 5) hay $I_h = 160$ (A); $U_h = 24$ (V); $V_h = 200$ (mm/phút).

Thực hiện kiểm nghiệm lại chất lượng của mối hàn thông qua việc kiểm tra cơ tính của mối hàn bằng cách thử kéo đứt mẫu kiểm tra lấy từ các

mỗi hàn thực nghiệm được thể hiện trong Hình 6 (a, b). Kết quả giới hạn kéo đứt cho trường hợp tối ưu $A_3B_3C_2$ là 85 KN trong khi trường hợp đã chứng minh được của trường hợp tối ưu là 85 KN trong khi đó trường hợp $A_1B_1C_1$ là 35KN.



Hình 5. Cấp độ của các hệ số ảnh hưởng tới điện tích tiết diện ngang mỗi hàn



Hình 6. Biểu đồ lực kéo mỗi hàn a) trường hợp đầu tiên $A_1B_1C_1$ và b) trường hợp tối ưu $A_3B_3C_2$

4. Kết luận

Nghiên cứu này đã sử dụng phương pháp thực nghiệm Taguchi và phân tích phương sai ANOVA để phân tích các kết quả thực nghiệm, tính được ảnh hưởng của thông số cường độ dòng điện hàn, điện áp hàn, tốc độ hàn đến từng kích thước của mỗi hàn (chiều rộng, chiều cao, chiều sâu ngẫu mỗi hàn), phân tích ảnh hưởng đến diện tích tiết diện ngang của mỗi hàn. Sau đó nhận xét, rút ra những kết luận trong từng trường hợp cụ thể, ngoài ra kết hợp với phần kiểm tra kéo đứt các mẫu kiểm tra để kiểm nghiệm lại kết quả cụ thể:

- Cường độ dòng điện hàn I_h có ảnh hưởng lớn đến chiều cao và chiều sâu ngẫu của mỗi hàn, khi cường độ dòng điện thấp thì chiều cao mỗi hàn thấp và chiều sâu ngẫu thấp và ngược lại.

- Điện áp hàn U_h có ảnh hưởng lớn đến bề rộng của mỗi hàn, khi điện áp hàn tăng thì chiều rộng mỗi hàn tăng và ngược lại.

- Đề tài này thực hiện nghiên cứu đối với mỗi hàn giáp mỗi không vát mép một phía ở vị trí hàn bằng, đây là vị trí thuận lợi cho việc hình thành mỗi hàn và ít xảy ra hiện tượng chảy xệ mỗi hàn, vì vậy ta có thể thực hiện được các phương án:

- + Trong trường hợp muốn tăng năng suất hàn khi thực hiện các đường hàn trong quá trình sản xuất có thể tăng cao cường độ dòng hàn, điện áp hàn và sử dụng vận tốc hàn cao để thực hiện hàn tăng tốc độ hàn mà vẫn đảm bảo chất lượng mỗi hàn theo yêu cầu.

Bảng 4. Tổng hợp kết quả thực nghiệm trên vật mẫu

TT	Các tham số và các cấp độ của chúng			Kết quả đo các tiêu chí đánh giá			Diện tích tiết diện ngang của mỗi hàn S_p , mm ²
	I_h , A	U_h , V	V_h , mm/ph	Chiều rộng mỗi hàn (b, mm)	Chiều cao mỗi hàn (c, mm)	Chiều sâu ngẫu mỗi hàn (h, mm)	
1	1(100)	1(20)	1(100)	7,4	2,8	3,0	32,6
2	1(100)	2(22)	2(200)	7,9	2,1	3,4	35,2
3	1(100)	3(24)	3(300)	6,5	2,2	3,6	30,6

4	2(130)	1(20)	2(200)	7,8	3,4	3,9	43,9
5	2(130)	2(22)	3(300)	7,5	2,9	4,1	41,6
6	2(130)	3(24)	1(100)	11,5	3,1	4,8	73,0
7	3(160)	1(20)	3(300)	6,7	3,0	4,2	38,2
8	3(160)	2(22)	1(100)	10,4	4,4	5,1	75,9
9	3(160)	3(24)	2(200)	11,2	3,2	5,0	73,9

Bảng 5. Kết quả tính tỷ số nhiễu S/N với các trường hợp

TT	Các tham số và các cấp độ của chúng			Kết quả đo các tiêu chí đánh giá			η_i^b , dB
	I_h , A	U_h , V	V_h , mm/ph	Diện tích tiết diện ngang của mỗi hàn Si, mm ²	Diện tích tiết diện ngang của mỗi hàn S, mm ²	Độ sai lệch diện tích mỗi hàn ($\Delta S=Si-S$, mm)	
1	1(100)	1(20)	1(100)	32,6	63,0	-30,4	-29,6575
2	1(100)	2(22)	2(200)	35,2	63,0	-27,8	-28,8809
3	1(100)	3(24)	3(300)	30,6	63,0	-32,4	-30,2109
4	2(130)	1(20)	2(200)	43,9	63,0	-19,1	-25,6207
5	2(130)	2(22)	3(300)	41,6	63,0	-21,4	-26,6083
6	2(130)	3(24)	1(100)	73,0	63,0	10	-20
7	3(160)	1(20)	3(300)	38,2	63,0	-24,8	-27,889
8	3(160)	2(22)	1(100)	75,9	63,0	12,9	-22,2118
9	3(160)	3(24)	2(200)	73,9	63,0	10,9	-20,7485

Bảng 6. Ảnh hưởng của các tham số đến diện tích tiết diện ngang của mỗi hàn theo ANOVA

Hệ số	Giá trị trung bình của từng cấp độ			Tổng bình phương	Phân bố ảnh hưởng
	1	2	3		
I_h (A)	-29,5831	-24,0763	-23,6165*	66,1368	0,723836
U_h (B)	-27,7224	-25,9003	-23,6531*	24,92852	0,272831
V_h (C)	-25,6714	-25,59*	-26,0145	0,304483	0,003332
Tất cả				91,3698	

* Cấp độ tối ưu

Tài liệu tham khảo

- [1]. Trương Công Đạt (1977), *Kỹ thuật hàn*, NXB Khoa học kỹ thuật Hà Nội.
- [2]. Hoàng Tùng, Nguyễn Thúc Hà, Ngô Lê Thông (1998), *Cẩm nang hàn*, NXB Khoa học kỹ thuật Hà Nội.
- [3]. Nguyễn Thúc Hà, Bùi Văn Hạnh (2002), *Giáo trình công nghệ hàn*, NXB Giáo dục.
- [4]. Hoàng Tùng (2004), *Sổ tay định mức tiêu hao vật liệu và năng lượng điện trong hàn*, NXB Giáo dục.
- [5]. Ngô Lê Thông (2004), *Công nghệ hàn nóng chảy (tập 1 cơ sở lý thuyết)*, NXB Khoa học kỹ thuật Hà Nội.
- [6]. Hoàng Tùng (2006), *Cẩm nang hàn*, NXB Khoa học kỹ thuật Hà Nội.
- [7]. Nguyễn Tiên Đào (2006), *Công nghệ chế tạo phôi*, NXB Khoa học kỹ thuật Hà Nội.
- [8]. Lưu Văn Huy, Đỗ Tấn Dân (2006), *Kỹ thuật hàn*, NXB Khoa học kỹ thuật Hà Nội.
- [9]. Nguyễn Đức Thắng (2009), *Đảm bảo chất lượng hàn*, NXB Khoa học kỹ thuật Hà Nội.
- [10]. AWS D1.1 (2008), *Welding Structure Steel*, American Welding Society.
- [11]. Taguchi, G. *On-line Quality Control during Production*, Japan Standard Association, Tokyo, 1981.

A STUDY ON THE EFFECT OF PARAMETERS ON THE QUALITY OF WELDING PRODUCT DURING MAG WELDING TECHNOLOGY OF LOW CARBON STEEL

Abstract:

Recently, one of the advanced welding technology being highly effective applications of technology that is semi-automatic welding in protective gas environment (MAG welding). However, the use of equipment, is especially as the adjustment of process parameters to ensure welding requirements on weld quality, had not been implemented. For new established vocational training institutions, the access to MAG welding technology is limited leads to expensive in training, the low quality of workmanship and also low economic efficiency.

In this study, evaluation of the welding technology parameters on weld quality was performed. The parameters of welding process were considered according to Taguchi's orthogonal array such as the welding amperage, welding voltage and welding speed in order to verify their effects on the quality of welding process. The optimum case was finally confirmed by corresponding experiment.

Keywords: MAG welding, Taguchi method, Optimum.