

VAI TRÒ CỦA TITAN OXIT TRONG THÀNH PHẦN TRỢ DUNG HÀN HỆ XÌ ALUMINATE – RUTILE KHI HÀN HỒ QUANG THÉP CACBON

THE ROLE OF TITANIUM OXIDE IN THE ALUMINATE-RUTILE WELDING FLUX INGREDIENTS WHEN SUBMERGED ARC WELDING FOR CARBON STEELS

Đào Quang Kế¹, Tăng Bá Đại²

¹Khoa Cơ - Điện, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

²Trường Đại học Công nghiệp Việt - Hung

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu sự ảnh hưởng của hàm lượng TiO_2 trong thành phần mè liệu trợ dung hàn gồm hệ xì Aluminate-Rutile (AR) đến cơ tính của mối hàn thép cacbon thấp, được hàn bằng hồ quang chìm. Thực nghiệm được tiến hành theo phương pháp Taguchi, được thiết kế theo mảng trực giao Taguchi L9, qua đó đã đánh giá được ảnh hưởng của thành phần TiO_2 , đối với tính chất cơ học cũng như tổ chức của mối hàn giáp mối thép cacbon thấp, có kích thước mỗi tám $350x150x20$ (mm), dây hàn H08A-VD.

Từ khoá: Hàn dưới lớp trợ dung; Thép cacbon thấp; Trợ dung hàn gồm hệ xì Aluminate-Rutile; Cơ tính; Tổ chức kim loại; Mối hàn giáp mối.

ABSTRACT

The paper presents results of research on the effect of TiO_2 content in the Aluminate-Rutile (AR) welding ceramic flux ingredients on mechanical properties when carbon steels are welded by submerged arc. The Taguchi method was designed according to Taguchi L9's orthogonal array to evaluate the effect of TiO_2 on mechanical properties as well as the structure of low carbon steel bonding with $350x150x20$ mm for each size and H08A-VD welding wire.

Keywords: Submerged arc welding, low carbon steel, Aluminate-Rutile ceramic flux, mechanical properties, metal structure.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tính chất cơ học có thể đạt được trong các kim loại mối hàn giáp mối bằng phương pháp hàn hồ quang tự động dưới lớp trợ dung [1, 2, 3]. Sự hình thành cấu trúc té vi sắt ferit dạng hạt hình thành từ các hợp kim có TiO_2 bổ sung. Sở dĩ như vậy là do sự bao phủ của TiO_2

thúc đẩy ferit acrylic trong mối hàn [6, 13]. Các yếu tố hợp kim như Ni, Mo, Cr, Ti có vai trò quan trọng trong việc kiểm soát kết cấu té vi [11]. Hàm lượng cacbon trong kim loại hàn giảm với việc bổ sung xi trong quá trình hàn và cải thiện độ dẻo dai của kim loại mối hàn bằng cách giảm hàm lượng lưu huỳnh và phốt pho từ kim loại mối hàn [7, 8, 9, 12, 14, 15]. Như

vậy, sự kết hợp tốt nhất của độ bền và độ dai và dập của thép cacbon thấp là cần thiết. Mẫu thử va đập được thực hiện ở nhiệt độ -20°C [10]. Mục đích của nghiên cứu này là xác định ảnh hưởng của hàm lượng TiO_2 trong thành phần mè liệu trợ dung hàn gồm hệ xi Aluminate-Rutile (AR) bằng nguồn nguyên vật liệu trong nước được phối trộn theo tỷ lệ xác định đến các cơ tính của kim loại mối hàn thép Q235, dạng tấm và nhận được kết quả bằng cách thiết kế thí nghiệm với sự trợ giúp của phương pháp thực nghiệm Taguchi.

2. ĐỐI TƯỢNG, VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Đối tượng nghiên cứu: Cơ tính và tổ chức kim loại mối hàn giáp mối chịu ảnh hưởng của hàm lượng TiO_2 trong thành phần mè liệu thuốc hàn gồm hệ xi Aluminate-Rutile (AR) bằng nguồn nguyên vật liệu trong nước được phối trộn theo tỷ lệ xác định khi hàn hồ quang tự động.

Vật liệu nghiên cứu: Kim loại cơ bản là thép Q235, hàn giáp mối 2 tấm, kích thước mỗi tấm 350x150x20 (mm), dây hàn H08A-VD có đường kính 2 mm, trợ dung hàn gồm hệ xi Aluminate-Rutile.

Phương pháp nghiên cứu:

Nghiên cứu lý thuyết về hàn hồ quang tự động dưới lớp trợ dung, về thép cacbon thấp Q235, khả năng hàn của loại thép này trong điều kiện sử dụng trợ dung hàn gồm được chế tạo trong nước.

Nghiên cứu thực nghiệm theo phương pháp Taguchi, ảnh hưởng của hàm lượng TiO_2 trong thành phần mè liệu trợ dung hàn gồm hệ xi Aluminate-Rutile (AR) được phối trộn theo tỷ lệ xác định đến cơ tính và tổ chức của kim loại mối hàn thép Q235 dạng tấm. Việc nghiên cứu ứng dụng phương pháp Taguchi trong tối ưu

hóa các tham số hàn như: Cường độ dòng điện và hàm lượng TiO_2 . Thông qua việc phân tích ảnh hưởng của các tham số đầu vào, mục tiêu đưa ra và sử dụng dây trực giao (Orthogonal arrays - OA) với phương pháp Taguchi giúp cho nhóm tác giả có một định hướng rõ ràng trong quá trình chuẩn bị thí nghiệm và nghiên cứu. Tỉ số Signal – to – noise (S/N) sẽ được sử dụng trong việc tối ưu hóa từng tham số hàn như cường độ dòng điện, điện áp và tốc độ hàn có ảnh hưởng tới độ bền của mối hàn.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả nghiên cứu

Theo phương pháp Taguchi mảng trực giao L9 được lựa chọn với các giá trị khác nhau của các biến ở các cấp khác nhau, do đó số thí nghiệm thiết kế cần thiết là 9. Thay đổi trị số hàm lượng TiO_2 theo các mức 8, 10, 12 (%). Theo dõi quá trình thực nghiệm với các trị số nói trên, tương ứng với sự thay đổi dòng điện hàn theo 3 mức 300, 350, 400 (A), qua đó đánh giá được đồng thời ảnh hưởng của thành phần phối liệu với đại diện là TiO_2 và chế độ hàn mà dòng điện là đại diện (Bảng 1). Trong nội dung bài này, các tác giả trình bày phần đầu của một số kết quả nghiên cứu thực nghiệm về vai trò của titan oxit trong trợ dung hàn gồm khi hàn hồ quang thép cacbon thấp.

Bảng 1. Dòng hàn và thành phần phối liệu thuốc hàn:

TT	TiO_2 , %	Dòng hàn, A
1	8	300
2	10	300
3	12	300
4	8	350
5	10	350
6	12	350
7	8	400
8	10	400
9	12	400

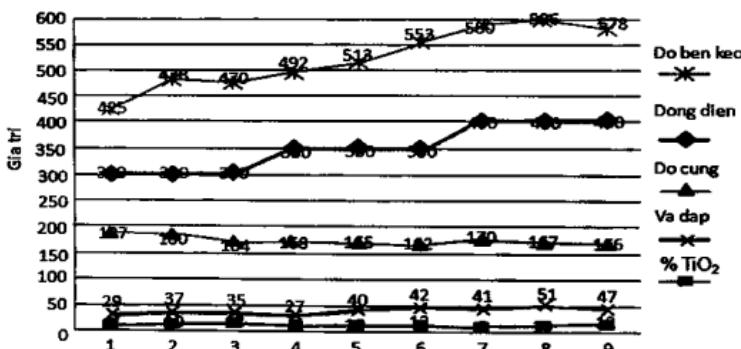
Hàn tự động dưới lớp thuốc được tiến hành dựa theo các tiêu chuẩn TCVN 6259-6: 2003, TCVN 6996-66 và AWS D1.1 (Mỹ) [4]. Quá trình hàn được sử dụng với ba mức cường độ dòng điện hàn khác nhau (Bảng 1), điện áp hàn 28 V, vận tốc hàn 24 m/h. Phương pháp thử cơ tính theo TCVN 197-1:2014, thử ở nhiệt độ phòng [5].

Kết quả thực nghiệm được thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2. Kết quả thực nghiệm:

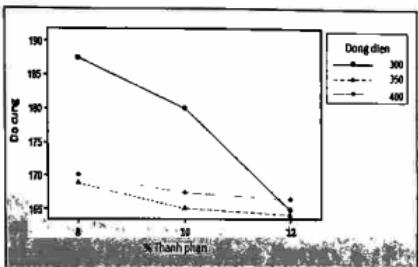
Thứ tự mẫu	Độ cứng (HV)	Độ dai va đập (J)	Độ bền kéo (MPa)
1	187	29	425
2	180	37	478
3	164	35	470
4	168	27	492
5	165	40	513
6	162	42	553
7	170	41	580
8	167	51	596
9	166	47	578

Trên Hình 1, trình bày mối quan hệ giữa các cơ tính phụ thuộc sự thay đổi hàm lượng TiO_2 và chế độ hàn.



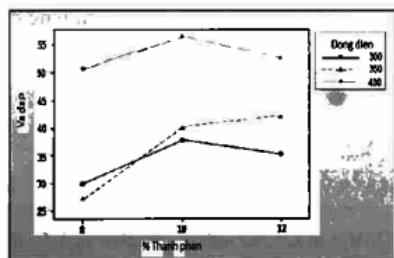
Hình 1. Cơ tính mối hàn (MPa) và hàm lượng của TiO_2 (%)

Trên Hình 2, trình bày mối quan hệ độ cứng tế vi phụ thuộc sự thay đổi hàm lượng TiO_2 và chế độ hàn.



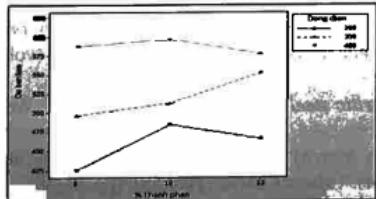
Hình 2. Độ cứng tê vi (HV) phụ thuộc vào sự thay đổi hàm lượng TiO_2 (%) và dòng điện hàn (A)

Hình 3, trình bày mối quan hệ độ dai và đập phụ thuộc hàm lượng TiO_2 và dòng điện hàn.



Hình 3. Độ dai và đập (J) phụ thuộc hàm lượng TiO_2 (%) và dòng điện hàn (A)

Trên Hình 4, trình bày mối quan hệ độ bền kéo phụ thuộc hàm lượng TiO_2 và dòng điện hàn.



Hình 4. Độ bền kéo (MPa) phụ thuộc hàm lượng TiO_2 (%) và dòng điện hàn (A)

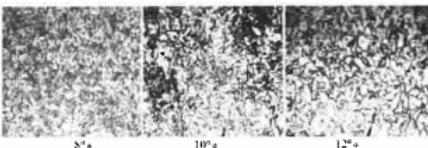
3.2. Thảo luận kết quả

Từ Hình 1 và Hình 2 nhận thấy rằng, độ cứng thay đổi với sự tăng hàm lượng TiO_2 . Trị số độ cứng tê vi cao nhất (187 HV) với dòng điện hàn 300 A, hàm lượng TiO_2 8%.

Trong mỗi trị số dòng điện, khi hàm lượng TiO_2 tăng (Hình 1 và Hình 3) thì độ dai và đập có sự thay đổi, trong đó tương ứng với 10% TiO_2 cho giá trị cao hơn. Ở dòng điện 350 A, trị số độ dai và đập là lớn nhất (57 J).

Độ bền kéo thay đổi khi hàm lượng TiO_2 trong kim loại mối hàn tăng (Hình 1 và Hình 4). Quan sát Hình 4 nhận thấy, ánh hưởng của dòng điện hàn là phức tạp. Trong khi trị số hàm lượng TiO_2 10% cho độ bền kéo lớn nhất ở dòng điện hàn 300 A và 400 A thì tại 350 A trị số hàm lượng TiO_2 là nhỏ nhất.

Tổ chức kim loại mối hàn (nhận được trên kính hiển vi quang học) ở cùng trị số dòng điện hàn với sự thay đổi của hàm lượng TiO_2 được thể hiện trên Hình 5.



Hình 5. Tổ chức kim loại mối hàn với sự thay đổi hàm lượng TiO_2

Có thể nhận thấy rằng, lượng TiO_2 tăng lên trong mối hàn với sự gia tăng hàm lượng trong mè liệu, các mẫu hàn cho thấy tổ chức bao gồm ferit acrylic, peclit, cacbit (TiO_2 , màu trắng). Sự tích tụ TiO_2 trong kim loại mối hàn có một vai trò rất quan trọng đối với sự tạo mầm không đồng nhất của ferit acrylic [17]. Hai loại vùng bao gồm sáng và tối, đã được quan sát thấy, phân tích tổ chức của những sự bao phủ này cho thấy sự hiện diện của TiO_2 . Ngược lại, sự bao phủ tối cho thấy hầu như

không có nồng độ TiO_2 . Công trình [16] chỉ rõ, khi hàm lượng nhôm của mối hàn thấp hơn so với hàm lượng titan, khi đó titan thường phản ứng với nitơ để tạo thành TiN [16]. Sự hòa trộn liên tục gia tăng với sự gia tăng hàm lượng titan trong mối hàn kim loại. Vùng đèn chỉ ra rằng có rất ít hàm lượng TiO_2 . Các ảnh từ trái qua phải thể hiện sự tích tụ màu trắng trong cấu trúc tế vi kim loại mối hàn tăng, tương ứng với sự tăng của hàm lượng TiO_2 . Điều này là chính xác và hoàn toàn phù hợp với quy luật chuyển biến cấu trúc vật liệu kim loại.

4. KẾT LUẬN

1) Ảnh hưởng của hàm lượng các thành phần mè liệu trợ dung hàn gồm hệ xi Aluminate-Rutile (AR) bằng nguồn nguyên vật liệu trong nước được phối trộn theo tỷ lệ xác định, chọn TiO_2 làm đại diện, đến cơ tính và tổ chức của kim loại mối hàn thép Q235 dạng tấm khi hàn hồ quang tự động biểu hiện rất rõ ràng qua kết quả thực nghiệm, qua các số liệu được phân tích và so sánh.

2) Trong các mẫu hàn, độ dai và đập tối đa (51 J), độ bền kéo (596 MPa), độ cứng (167 HV) được quan sát thấy ở mẫu hàn với dòng điện hàn 400 A. Thành phần mè liệu có tác động đáng kể lên độ cứng, độ dai và đập và độ bền kéo. Nó làm tăng lượng ferrite acrylic trong mối hàn với sự gia tăng tỷ lệ thành phần của mè liệu. Đã quan sát thấy với sự gia tăng hàm lượng TiO_2 làm tăng diện tích màu trắng trong ảnh kim tương mối hàn.♦

Ngày nhận bài: 08/5/2018

Ngày phản biện: 16/5/2018

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Đào Quang Kế, Lục Văn Thương, Hoàng Văn Châu (2013); *Một số kết quả nghiên cứu thực nghiệm đánh giá tính công nghệ hàn của thuốc hàn gồm trong hàn tự động kết cấu thép*, Tuyển tập Công trình khoa học Hội nghị Khoa học Công nghệ toàn quốc về Cơ khí lần thứ IV, NXB. Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội.
- [2]. Đào Quang Kế, Tăng Bá Đại, Đào Nguyễn Quang Linh, Hoàng Văn Châu (2014); *Nghiên cứu đặc điểm tính công nghệ hàn khi hàn tự động chế tạo kết cấu thép bằng thuốc hàn gồm*, Tạp chí Cơ khí Việt Nam, số 1+2.
- [3]. Vũ Huy Lân, Bùi Văn Hạnh (2011); *Giáo trình vật liệu hàn*, NXB. Đại học Bách khoa, Hà Nội.
- [4]. *Structural Welding code Steel ANSI/AWS* (1992), D1- 1 - 92.
- [5]. Nguyễn Đức Thắng (Chủ biên) và cộng sự (2009); *Đảm bảo chất lượng hàn*, NXB. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [6]. Hoàng Tùng và cộng sự (2007), *Sổ tay hàn*, NXB. Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội.
- [7]. Ana Ma, Paniagua Victor M. Lopez-Hirataa (2008, June), "Effect of TiO_2 -containing fluxes on the mechanical properties and microstructure in submerged-arc weld steels." Material characterization, (vol.60); (pp.36–39).
- [8]. Evans GM. (1996), "Microstructure and properties of ferritic steel welds containing Ti and B." Weld J, AWS Suppl Res; (vol.8): (pp.251–4).
- [9]. Bosé-Filho WW, Carvalho ALM, Strangwood M. (2007, March) "Effect of alloying elements on the microstructure and inclusion formation in HSLA multipass welds." Mater Charact; (vol.58): (pp.29–39).
- [10]. Kumari, S., Goyal, K. K., & Jain, V. (2013). Optimization of Cutting Parameters for Surface Roughness of Stainless Steel SS304 in Abrasive Assisted Drilling.

- [11]. B. Hwang, Y.G. Kim, S. Lee, Y.M. Kim, N.J. Kim, J.Y. Yoo.(2005), "Effective grain size and Charpy impact properties of high-toughness X70 pipeline steels". Metallurgical and Materials Transactions A, (vol.36): (pp.2107–2114).
- [12]. Fox A.G, M.W. Eakes M.W, G.L. Franke G.L,(1996) "The effect of small changes in flux basicity on the acicular ferrite content and mechanical properties of submerged arc weld metal of navy HY-100 steel." Weld. J. (vol.75): (pp.330–342).
- [13]. Menon ESK, Saunders M,Walters J, Fox AG, Evans G. (1999, May), "An analytical transmission electron microscope study of inclusions in C-Mn steel weld metals." ProclntConf on Solid-Solid Phase Transformations. Kyto, Japan, (pp.24–28).
- [14]. Goyal, K. K., Jain, V., & Kumari, S. (2014). Prediction of Optimal Process Parameters for Abrasive Assisted Drilling of SS304. *Procedia Materials Science*, 6, 1572-1579.
- [15]. Sharma, A., Garg, M. P., & Goyal, K. K. (2014). Prediction of Optimal Conditions for WEDM of Al 6063/ZrSiO 4 (p) MMC. *Procedia Materials Science*, 6, 1024-1033.
- [16]. Evans GM. (1996), "Microstructure and properties of ferritic steel welds containing Al and Ti." Oerlikon-Schweissmitt; (vol.52): (pp.21–39).
- [17]. Ana Ma. Paniagua-Mercado, Victor M. López-Hirata, Arturo F. Méndez- Sanchez and Maribel L, Saucedo-Munoz, (2007), "Effect of Active and nonactive Fluxes on the Mechanical Properties and Microstructure in Submerged-Arc Welds of A-36 teel Plates." Materials and Manufacturing Processes, (pp.295-297).