

THỰC NGHIỆM HÀN MAG LIÊN KẾT GIÁP MỐI VẬT LIỆU COMPOSITE LUYỆN KIM BỘT TRIMETAL HỢP KIM ĐỒNG – THÉP CÁC BON – HỢP KIM ĐỒNG

EXPERIMENTAL STUDY ON MAG WELDING OF POWDER METALLURGY
COMPOSITE TRIMETAL COPPER ALLOY – CARBON STEEL – COPPER ALLOY

ThS. Nguyễn Văn Mễ^{1,3}, PGS.TS. Hà Minh Hùng^{1,2,4}, TS. Nguyễn Hoàng Quân^{4,5},

TS. Ngô Trọng Bình¹, KS. Đinh Khắc Mác^{4,5}

¹Viện Nghiên cứu Cơ khí

²Trường Đại học Duy Tân

³Trường Cao đẳng Công nghiệp Bắc Ninh

⁴Viện Phát triển Kỹ thuật, Công nghệ tiên tiến (IDAT)

⁵Viện Công nghệ Hàng không Vũ trụ, Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội

TÓM TẮT

Bài báo giới thiệu kết quả thực nghiệm định hướng ứng dụng công nghệ hàn MAG liên kết giáp mối vật liệu composite 03 lớp luyện kim bột hợp kim đồng – thép các bon – hợp kim đồng để chế tạo chi tiết đĩa ma sát và đĩa thép đối ứng bộ ly hợp truyền động cơ khí cho máy móc động lực và phương tiện vận tải. Chất lượng mối hàn MAG được đánh giá thông qua bộ tiêu chí tổng hợp gồm: hình thái bề mặt và biến dạng kết cấu sau khi hàn; tổ chức thô đại theo mặt cắt ngang đường hàn; tổ chức tế vi vật liệu mối hàn tại vùng kim loại cơ bản, vùng ảnh hưởng nhiệt và vùng kim loại hàn. Kết quả cho thấy các đặc tính kim tương học cơ bản của mối hàn thử nghiệm đều đạt kỳ vọng, ngoại trừ tiêu chí đặc trưng cho tính chất cơ lý là biến dạng kết cấu hàn có giá trị cao, chưa phù hợp với mục tiêu tạo hình phối hàn tối ưu.

Từ khóa: Hàn MAG; Vật liệu composite luyện kim bột 03 lớp (trimetal hợp kim đồng – thép các bon – hợp kim đồng).

ABSTRACT

In this study, experimental results are introduced to guide the use of MAG welding technology for joining butt joints in 3-layer composite materials (copper alloy, carbon steel and copper alloy). These materials are utilized in the production of friction discs and matching steel discs for mechanical transmission clutches in power machinery and transport vehicles. The quality of MAG welds was assessed through various criteria including surface morphology, structural deformation after welding, gross and microscopic organization in the weld regions. The results indicate that the fundamental metallurgical properties of the tested welds meet expectations, except for the criterion related to the physical and mechanical properties, specifically weld structure deformation, which exhibits a high value and is unsuitable for the target of optimal weld workpiece shaping.

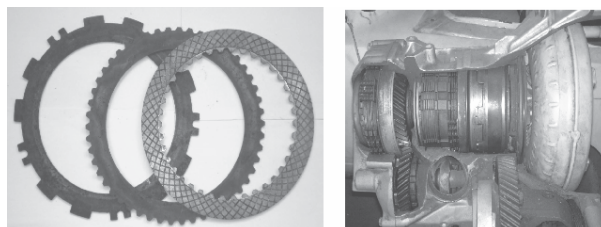
Keywords: Metal Active Gas; Powder Metallurgy Composite Trimetal Copper Alloy – Carbon Steel – Copper Alloy.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ở ngoài nước, vật liệu ma sát luyện kim bột được sử dụng để chế tạo các chi tiết phanh và các cụm truyền động của xe ô tô, máy nông nghiệp, máy mỏ, máy xây dựng, máy bay, máy công cụ, máy đập, máy ép trong sản xuất cơ khí... Việc sử dụng các loại vật liệu ma sát để làm việc có bôi trơn cưỡng bức trong các cụm thiết bị như: đĩa ly hợp, máy điều tốc, khớp nối truyền động có mô-men tới hạn, hệ truyền dẫn thủy lực hoặc ở điều kiện làm việc không có bôi trơn (ma sát khô) như: khớp nối, phanh hãm, khớp nối điện từ thay thế cho vật liệu thép và gang đúc hoặc các vật liệu ma sát gắn kết với nền bằng gang hoặc thép truyền thống trước đây cho phép tăng độ bền và độ tin cậy khi làm việc cũng như tăng hiệu quả sử dụng của các cụm ma sát trong máy móc thiết bị. Vật liệu ma sát luyện kim bột đồng thời tạo điều kiện tốt để thiết kế, chế tạo các cụm ma sát có kết cấu mới với hệ số ma sát cao, khả năng làm việc ổn định, chịu mài mòn và bền nhiệt cao của cả hai chi tiết cặp đôi [1] ÷ [7].

Ở Việt Nam gần đây tại Viện Nghiên cứu Cơ khí và Đại học Bách khoa Hà Nội bước đầu đã có một vài nghiên cứu về vấn đề chế tạo vật liệu chống ma sát và vật liệu ma sát bằng công nghệ luyện kim bột, nhưng chưa đủ sức thuyết phục các doanh nghiệp đưa vào ứng dụng trên thực tiễn, góp phần phục vụ sản xuất trong các ngành kinh tế nước ta. Đặc biệt là trong ngành khai thác than và khoáng sản Việt Nam hiện nay có một số lượng lớn các thiết bị, máy móc và xe vận tải mỏ đang hoạt động được nhập từ nhiều nguồn cung cấp nước ngoài, hàng năm cần thay thế nhiều phụ tùng mau mòn chóng hỏng, trong đó có cặp đôi đĩa ma sát với đĩa thép đối ứng của bộ ly hợp truyền động cơ khí (hình 1) [8] ÷ [11]. Do đó, việc nghiên cứu xác định tính khả dụng của công nghệ hàn MAG

cho công đoạn tạo hình phôi vật liệu composite luyện kim bột để gia công đĩa ma sát, cũng như đĩa thép đối ứng trong bộ ly hợp truyền động cơ khí công suất lớn, phù hợp với điều kiện năng lực thiết bị sẵn có ở trong nước là cần thiết.



a) b)
Hình 1. Ảnh chụp đĩa ma sát làm bằng vật liệu trimetal hợp kim đồng – thép – hợp kim và đĩa thép đối ứng trong bộ ly hợp truyền động ô tô vận tải hạng nặng có tải trọng 35 tấn (a) và bằng thử tính năng làm việc của bộ ly hợp (b) [12]

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

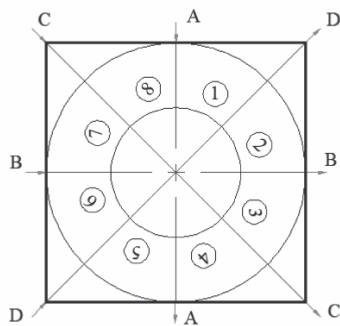
Phương pháp thử nghiệm hàn MAG (hàn dây nóng chảy có khí bảo vệ) để thăm dò định hướng công nghệ được lựa chọn như sau:

1) Hàn các mảnh ghép làm bằng thép các bon SS400 hàn tạo hình dạng đĩa $D = 300 \div 350$ mm, chiều dày $3,0 \div 3,5$ mm thực hiện theo sơ đồ nguyên lý hàn cho trên hình 2a;

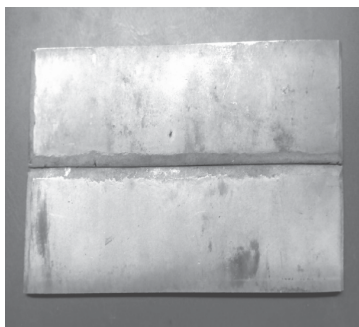
2) Hàn giáp mỗi từ 2 mảnh ghép vật liệu composite trimetal hợp kim đồng – thép các bon – hợp kim đồng chế tạo bằng công nghệ luyện kim bột (hình 2b). Thành phần hóa học của lớp hợp kim đồng luyện kim bột tính theo % khối lượng theo tỷ lệ [6%Sn, 6% Pb, 3%Zn, 2% Cgr, 2% Al_2O_3 , còn lại là Cu và phụ gia kết dính];

3) Sơ đồ vị trí cắt lấy mẫu giám định chất lượng mối hàn (hình 2c).

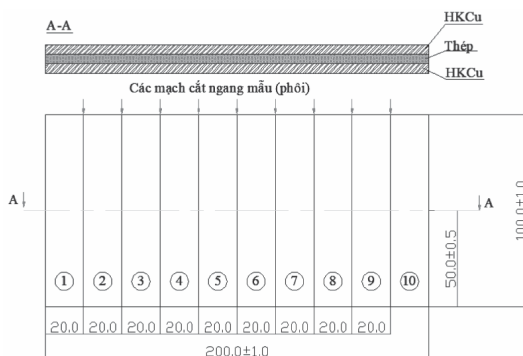




a)



b)



c)

Hình 2. Sơ đồ hàn thử nghiệm phiêi đĩa thép đối ứng SS400 qua 4 đường đối xứng tâm mẫu A – A, B – B, C – C, D – D (a); hàn 01 đường giáp mỗi từ 2 mảnh vật liệu composite (b) và vị trí cắt lấy mẫu giám định chất lượng mỗi hàn (c) [12]

Trong các thí nghiệm thăm dò định hướng công nghệ đã sử dụng thiết bị hàn MAG trên hình 3. Dây hàn sử dụng có đường kính $d = 1,0 \div 1,5$ mm. Chế độ hàn thử nghiệm chọn sơ bộ như sau:

- Số lượng thí nghiệm gồm: 02 mẫu hàn đĩa thép đối ứng từ vật liệu thép các bon SS400 có chiều dày 3,0 mm (hình 2a) và 03 mẫu hàn giáp mỗi hai mảnh ghép vật liệu composite trimetal hợp kim đồng – thép các bon – hợp kim đồng có tổng chiều dày 3 lớp là $(2,5 + 2,2 + 2,5)$ mm (hình 2b);

- Chế độ hàn MAG thử nghiệm với 3 thông số công nghệ chính lựa chọn (cường độ dòng hàn I_h ; tốc độ hàn v_h và lưu lượng cấp khí bảo vệ Ar) tương ứng với 3 mẫu thí nghiệm có quy ước như sau:

+ Mẫu No.1 (mã số 000): $I_{h1} = 90$ A; $v_{h1} = 15$ cm/ph.; $G_1 = 15$ l/ph;

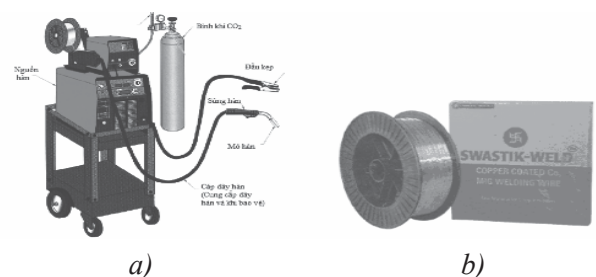
+ Mẫu No.2 (mã số 110): $I_{h2} = 100$ A; $v_{h2} = 20$ cm/ph.; $G_2 = 20$ l/ph;

+ Mẫu No.3 (mã số 220): $I_{h3} = 110$ A; $v_{h3} = 25$ cm/ph.; $G_3 = 25$ l/ph.

Bộ thông số đánh giá chất lượng mỗi hàn gồm hai nhóm chỉ tiêu đánh giá cơ bản:

- Các đặc tính cơ lý xác định thông qua bộ chỉ tiêu đánh giá gồm: hình thái bề mặt mỗi hàn; biến dạng kết cấu hàn; độ bền kéo vật liệu mỗi hàn;

- Các đặc tính kim tương học: tổ chức thô đại và tổ chức tế vi của vật liệu mỗi hàn.



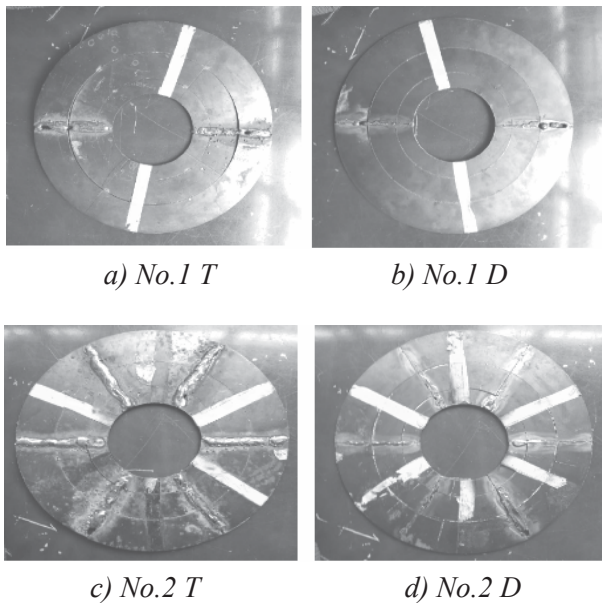
Hình 3. Nguyên lý hệ thống máy hàn MAG (a) và dây hàn (b) sử dụng cho thí nghiệm [12]

3. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM VÀ BÀN LUẬN

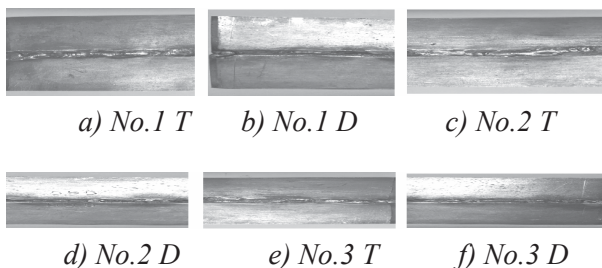
Quá trình thí nghiệm được thực hiện tại Xưởng thực hành Đào tạo nghề thuộc Khoa Cơ khí (Trường Cao đẳng Công nghiệp Bắc Ninh). Kết quả thực nghiệm nghiên cứu đặc tính mối hàn MAG nhận được như sau:

3.1. Hình thái bề mặt mối hàn

Kết quả hàn các mẫu thử nghiệm ở trạng thái sau khi tẩy rửa sơ bộ cho trên các hình 4 và 5.



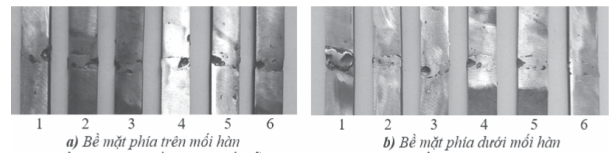
Hình 4. Ảnh hình thái bề mặt mối hàn trên (a, c) và mặt dưới (b, d) phôi hàn MAG giáp mối các mảnh ghép bằng thép SS400



Hình 5. Ảnh hình thái bề mặt mối hàn MAG vật liệu composite trimetal hợp kim đồng – thép các bon – hợp kim đồng

Phân tích các ảnh hình thái bề mặt của mối hàn MAG trên hình 4 và hình 5 cho thấy: tùy thuộc vào chế độ hàn cho trước trên mỗi đường hàn riêng biệt đã nhận được mức độ điền đầy kim loại hàn đắp vào mối hàn theo chiều cao của nó (độ ngấu mối hàn) ở bề mặt phía trên lớn hơn nhiều so với bề mặt phía dưới.

Các mối hàn sau khi đã được mài bằng phần kim loại lõi ở bề mặt phía trên và bề mặt phía dưới (hình 6a, b) còn cho ta thấy rõ tại các vị trí cắt lấy mẫu gia công thử kéo và khảo sát đặc tính kim tương học vật liệu mối hàn từ các mảnh ghép composite trimetal hợp kim đồng – thép các bon – hợp kim đồng có độ điền đầy kim loại hàn chưa đồng đều theo chiều dọc đường liên kết hàn. Kết quả khảo sát tổ chức thô đại theo mặt cắt ngang đường liên kết hàn sẽ làm sáng tỏ hơn nhận xét này.



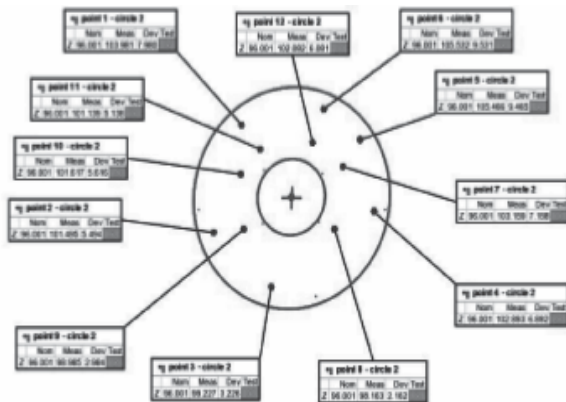
Hình 6. Ảnh hình thái bề mặt một số mẫu thử nghiệm hàn MAG điển hình từ vật liệu composite trimetal hợp kim đồng – thép các bon – hợp kim đồng sau khi mài bỏ sơ bộ phần lõi mối hàn

3.2. Phân tích biến dạng kết cấu mối hàn MAG

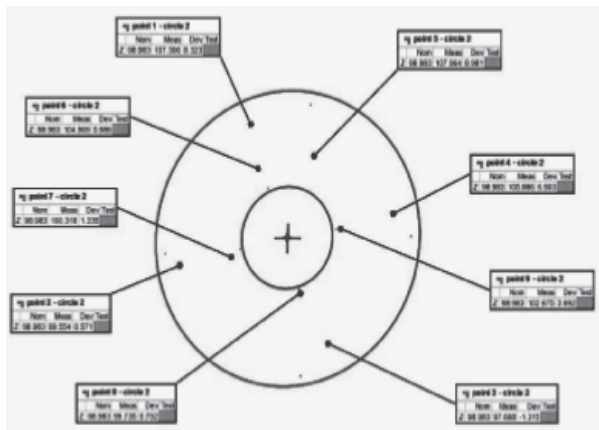
Kết quả phân tích các phép đo không tiếp xúc bằng phần mềm PolyWorks tích hợp trong thiết bị đo bằng kỹ thuật thiết kế ngược hiện có tại Trường Cao đẳng Công nghiệp Bắc Ninh.

Trên hình 7 là ảnh trích xuất từ máy tính sơ đồ khảo sát phân tích biến dạng của bề mặt đĩa phôi thép SS400 trên mẫu No.1 ở trạng thái sau khi hàn MAG, làm nguội trong không khí. Phôi thí nghiệm được hàn từ 02 mảnh ghép theo một đường hàn đối xứng qua tâm (hình 4a, b).

Trên hình 8 là ảnh trích xuất từ máy tính sơ đồ đo biến dạng phôi hàn MAG từ máy tính tại 09 vị trí khảo sát trên bề mặt đĩa phôi thép trên mẫu No.2 ở trạng thái sau khi hàn và làm nguội trong không khí. Phôi thí nghiệm được hàn từ 06 mảnh ghép theo 03 đường hàn đối xứng qua tâm (hình 4c, d).



Hình 7. Mô tả 12 vị trí đo theo phương Oz trên bề mặt đĩa thép đối ứng với 01 đường hàn từ 02 mảnh ghép đối xứng qua tâm (mẫu No.1)



Hình 8. Mô tả 09 vị trí đo theo phương Oz trên bề mặt đĩa thép đối ứng với 03 đường hàn từ 06 mảnh ghép đối xứng qua tâm (mẫu No.2)

Phân tích kết quả đo biến dạng kết cấu hàn trên các mẫu No.1 và No.2 với giả thiết biến dạng kết cấu hàn được so với mặt phẳng chuẩn gá lắp phôi hàn khi hiệu chỉnh máy đo 3D và dung sai quy ước cho toàn bộ bề mặt đĩa

thép đối ứng sau khi hàn chọn ở mức $\pm 0,1$ mm cho thấy:

1) Phôi hàn MAG từ 02 mảnh ghép với 01 đường hàn (mẫu No.1): số liệu thực nghiệm cho thấy tại 12 vị trí đo đặc trưng theo phương Z. Khi đó: biến dạng do ảnh hưởng của phương án kết cấu và chế độ hàn đã chọn có giá trị trong khoảng $f_{z1} = 2,062 \div 9,431$ mm. Như vậy, biến dạng của phôi hàn MAG khảo sát trên mẫu No.1 do ảnh hưởng của nhiệt hàn và kết cấu liên kết hàn có giá trị thay đổi trong một khoảng khá rộng (bằng $0,67 \div 3,1$ lần so với chiều dày phôi thép hàn ban đầu) là quá lớn. Kết quả này cho thấy đa số các điểm đo chưa đạt yêu cầu khi đánh giá theo tiêu chí biến dạng của mỗi hàn.

2) Phôi hàn MAG từ 06 mảnh ghép với 03 đường hàn từ 06 mảnh ghép đối xứng qua tâm đĩa (mẫu No.2): số liệu thực nghiệm nhận được khi đo biến dạng của phôi đĩa thép sau khi hàn MAG tại 09 vị trí đặc trưng theo phương Z do ảnh hưởng nhiệt hàn và kết cấu mỗi hàn có giá trị trong khoảng từ $f_{z2} = -1,215$ đến $f_{z2} = +(0,474 \div 8,881)$ mm. Biến dạng của phôi hàn MAG trong trường hợp này có giá trị thay đổi còn khá lớn trong khoảng $0,4 \div 2,96$ lần so với chiều dày phôi thép hàn ban đầu gần giống như mẫu No.1 đã xét.

Tổng hợp các nhận xét đối với các mẫu hàn MAG thử nghiệm nói trên chỉ ra chất lượng phôi hàn theo tiêu chí biến dạng kết cấu mỗi hàn sau khi hàn là quá lớn, không đạt yêu cầu kỳ vọng đề ra ở mức độ có thể chấp nhận được là $\pm(0,3 \div 0,5)$ mm. Nếu sử dụng các phôi hàn này để gia công tinh chi tiết đĩa thép đối ứng trong bộ ly hợp thì cần phải thực hiện thêm nguyên công biến dạng dẻo để làm phẳng phôi hàn, điều đó dẫn đến chi phí cho quá trình gia công tăng cao hơn mức cần thiết.

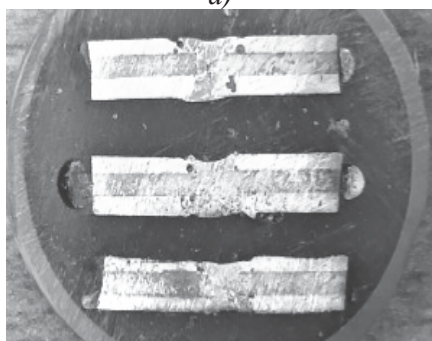
3.3. Nghiên cứu tổ chức thô đại mối hàn MAG

a) Mẫu chưa tẩy thực

Từ các phôi sau khi cắt dây và nhận được 06 mẫu điển hình dùng để gia công thành các mẫu nghiên cứu khảo sát đặc tính kim tương học (tổ chức thô đại) của vật liệu mối hàn. Trên hình 10 là ảnh chụp một số mẫu nghiên cứu khảo sát tổ chức thô đại và tế vi trên mặt cắt ngang mối hàn MAG vật liệu composite trimetal điển hình ở trạng thái sau đúc khuôn bằng keo epoxy, mài thô và chưa qua tẩy thực. Tùy theo các chế độ hàn MAG thử nghiệm và vị trí cắt dây để lấy mẫu khảo sát đặc tính kim tương học lựa chọn dọc theo đường hàn mà hình dạng của mặt cắt ngang mối hàn khác nhau.



a)



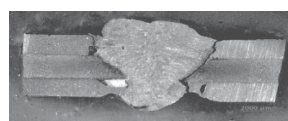
b)

Hình 9. Ảnh thô đại các mẫu nghiên cứu khảo sát đặc tính kim tương học mối hàn MAG vật liệu composite trimetal hợp kim đồng – thép các bon – hợp kim đồng (mẫu chưa tẩy thực)

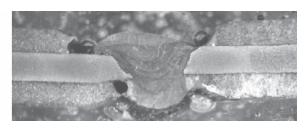
Quan sát các ảnh thô đại trên hình 9 trên đây cho thấy: mặc dù các mẫu được cắt ra từ những phôi hàn MAG nhận được ở trạng thái sau khi đổ keo epoxy đóng rắn và mài thô đã có thể đánh giá sơ bộ về hình dáng và đặc tính kim tương học của mối hàn, nhìn chung có kết quả thực nghiệm rất khả quan. Sau đây là kết quả chụp ảnh tổ chức thô đại và tổ chức tế vi vật liệu mối hàn MAG từ vật liệu composite trimetal hợp kim đồng – thép các bon – hợp kim đồng.

b) Mẫu sau tẩy thực

Trên hình 10 là ảnh tổ chức thô đại của mối hàn MAG từ vật liệu composite trimetal hợp kim đồng – thép các bon – hợp kim đồng ở trạng thái sau khi mài tinh, đánh bóng và tẩy thực khảo sát trên 06 mẫu điển hình gia công từ phôi cắt theo phương ngang đường liên kết của các phôi hàn cho trên hình 6 đã đề cập ở trên.



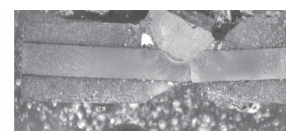
a) No.1, x12.5



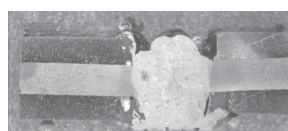
b) No.2, x10



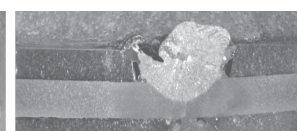
c) No.3, x12.5



d) No.4, x10



e) No.5, x10 f) No.6, x10



Hình 10. Tổ chức thô đại mối hàn MAG vật liệu composite trimetal hợp kim đồng – thép các bon – hợp kim đồng (mẫu có tẩy thực)

Phân tích các kết quả thí nghiệm trên hình 10 cho thấy:



- Tổ chức thô đại nhận được trên mẫu khảo sát No.1 (hình 10a) có đặc điểm: kim loại hàn đắp điền đầy và kết tinh lại trong vùng mỗi hàn, không có rỗ xốp hoặc khuyết tật tạp chất bên. Đường biên giới liên kết giữa các lớp hợp kim đồng và lõi thép hai bên mép vát ở phía bên trái và phía bên phải của mỗi hàn có màu tối sẫm giống như hiện tượng tách lớp hoặc không hình thành được liên kết kim loại. Ngoài ra, phía bên trái còn phát hiện thấy có lỗ xốp trên biên giới lớp hợp kim đồng và kim loại hàn. Điều đó dẫn đến giảm đáng kể độ bền kéo của mỗi hàn mẫu No.1;

- Tổ chức thô đại nhận được trên mẫu khảo sát No.2 (hình 10b) có đặc điểm: kim loại hàn đắp kết tinh lại trong vùng mỗi hàn có mức độ điền đầy cao, không có khuyết tật ở hai bên lớp thép và lớp hợp kim đồng ở phía bên trái mẫu khảo sát. Tuy nhiên, phần trên mỗi hàn kim loại hàn chưa được điền đầy hoàn toàn, còn ở phần dưới phía bên phải mỗi hàn trên biên giới của nó giáp mỗi liên với lớp hợp kim đồng có lỗ xốp khá lớn. Điều đó sẽ làm giảm rất đáng kể độ bền kéo của mỗi hàn mẫu No.2;

- Tổ chức thô đại nhận được trên mẫu khảo sát No.3 (hình 10c) có đặc điểm: kim loại hàn đắp kết tinh lại trong vùng mỗi hàn có mức độ điền đầy tương đối tốt khi xét theo chiều cao ở phần giữa, cũng như phần trên và phần dưới của nó. Có các lỗ xốp lớn tại phần dưới mỗi hàn ở hai bên mép vát lớp hợp kim đồng trên phôi hàn. Biên giới giữa các lớp thép và hợp kim đồng đã hình thành liên kết kim loại, tuy nhiên, còn phát hiện thấy một vài vết nứt tế vi cục bộ với kích thước nhỏ ở phía bên trái mỗi hàn, điều đó dẫn đến độ bền kéo mỗi hàn mẫu No.3 sẽ bị giảm mạnh so với trường hợp khi nó hoàn toàn không có khuyết tật;

- Tổ chức thô đại nhận được trên mẫu

khảo sát No.4 (hình 10d) có đặc điểm: biên giới giữa kim loại hàn đắp kết tinh lại trong mỗi hàn liên kết với lớp thép và lớp hợp kim đồng trên phôi hàn hầu như không có khuyết tật ở hai bên mép vát. Tuy nhiên, ở phần dưới mỗi hàn có khuyết tật vết nứt tế vi trong tiểu vùng liên kết hai lớp thép, nó sẽ làm giảm độ bền kéo của mỗi hàn. Ngoài ra, mức độ điền đầy của kim loại hàn trong toàn bộ mỗi hàn cũng chưa đủ chiều cao cần thiết của nó;

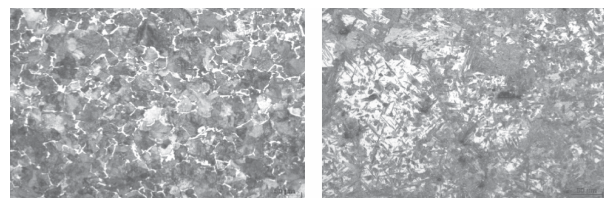
- Tổ chức thô đại nhận được trên mẫu khảo sát No.5 (hình 10e) có đặc điểm: kim loại hàn đắp kết tinh lại trong mỗi hàn có mức độ điền đầy cao ở phần phía dưới, còn ở phần phía trên thì chưa đủ độ cao cần thiết. Bên trong và cả hai bên mép vát của mỗi hàn đều không có khuyết tật. Điều đó cho phép nâng cao độ bền kéo mỗi hàn so với một số mẫu trong nhóm này như đã xét ở trên. Chất lượng mỗi hàn đạt yêu cầu kỹ vọng;

- Tổ chức thô đại nhận được trên mẫu khảo sát No.6 (hình 10f) có đặc điểm giống như mẫu No.5 đã xét ở trên. Kim loại hàn đắp trong mỗi hàn có mức độ điền đầy tương đối, nhưng vẫn còn tiểu vùng phía bên trái của nó chưa đủ. Biên giới giữa các lớp thép trong mỗi hàn không có khuyết tật, còn ở phần trên của lớp hợp kim đồng ở hai bên mép vát có lỗ xốp khá lớn, điều đó dẫn đến độ bền kéo mỗi hàn sẽ bị giảm mạnh so với khi không có khuyết tật dạng này.

3.4. Nghiên cứu tổ chức tế vi mỗi hàn MAG vật liệu composite

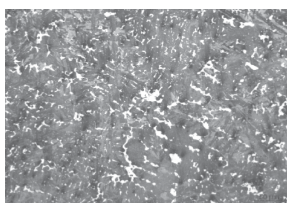
Ảnh tổ chức tế vi vật liệu mỗi hàn MAG từ hai mảnh ghép composite trimetal hợp kim đồng – thép các bon – hợp kim đồng nhận được khi khảo sát trên kính hiển vi quang học tại các tiểu vùng cấu trúc đặc trưng gồm: 1) Vùng kim

loại cơ bản (KLCB); 2) Vùng ảnh hưởng nhiệt (HAZ); 3) Vùng mối hàn (MH). Kết quả thí nghiệm cho trên hình 11.

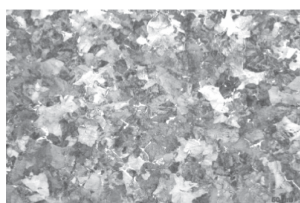


a) No.1 x200-KLCB

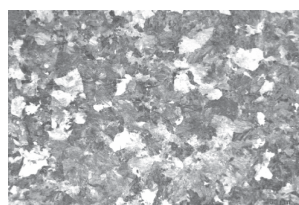
b) No.1, x200-HAZ



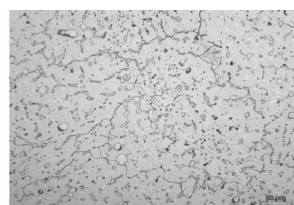
c) No.1, x200-MH



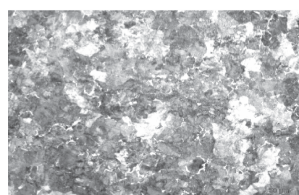
d) No.2, x200-KLCB



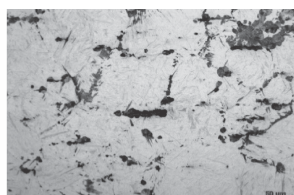
e) No.2, x200-HAZ



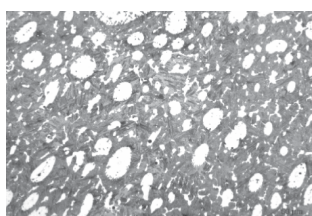
f) No.2, x200-MH



g) No.6, x200-KLCB



h) No.6, x200-HAZ



k) No.6, x200-MH

Hình 11. Ảnh tổ chức tế vi mối hàn MAG vật liệu composite trimetal hợp kim đồng – thép các bon – hợp kim đồng: a, b, c – Mẫu No.1; d, e, f – Mẫu No.2; g, h, k – Mẫu No.6

Phân tích kết quả thí nghiệm trên hình 11 ta có nhận xét như sau:

1) Tổ chức tế vi mối hàn MAG tại vùng KLCB trên các mẫu No.1 (hình 11a); No.2 (hình 11d) và No.6 (hình 11g) có đặc điểm với cấu trúc pha giống nhau, đặc trưng cho thép các bon thấp thông dụng, phân bố đồng đều trong bề mặt khảo sát;

2) Tổ chức tế vi mối hàn MAG tại vùng HAZ trên mẫu No.1 (hình 11b) có cấu trúc pha thay đổi so với tại vùng KLCB (hình 11a): ở đây có các tiểu vùng cấu trúc pha màu trắng cục bộ tích tụ nhiều hơn ở phía bên trái bề mặt mẫu khảo sát, điều đó chứng tỏ đã có sự ảnh hưởng nhiệt trong quá trình hàn rất đáng kể. Tổ chức tế vi mối hàn MAG tại vùng HAZ trên mẫu No.2 (hình 11e) có đặc điểm ảnh hưởng nhiệt cũng không đáng kể, các pha cấu trúc màu trắng gần giống như tại vùng KLCB của nó (hình 11d). Các pha cấu trúc có màu xám phân bố tương đối đều trong nền pha màu sáng trắng theo toàn bộ bề mặt mẫu khảo sát. Tổ chức tế vi mối hàn MAG tại vùng HAZ trên mẫu No.6 (hình 11h) có đặc điểm khác biệt hơn so với hai mẫu No.1 và No.2 đã xét ở trên. Trong trường hợp này thấy rõ có sự ảnh hưởng nhiệt trong quá trình hàn MAG rất đáng kể do có xuất hiện các pha cấu trúc màu sáng trắng nhiều hơn. Để làm rõ hiện tượng này, nhóm nghiên cứu đang thực hiện phân tích SEM/EDX tại vài tiểu vùng cấu trúc đặc trưng trên mẫu này và sẽ công bố kết quả trong một bài báo khác tiếp theo;

3) Tổ chức tế vi mối hàn MAG tại vùng MH trên mẫu No.1 (hình 11c) có đặc điểm thay đổi rất đáng kể so với tại các vùng KLCB và HAZ của nó. Điều đó chứng tỏ trong trường hợp này không có ảnh hưởng của nhiệt hàn một cách đáng kể. Các pha cấu trúc có màu xám trên mẫu No.1 có độ hạt nhỏ mịn hơn nhiều so

với tại vùng KLCB và vùng HAZ, còn các pha cục bộ phân bố rải rác có màu trắng có kích thước hạt không thay đổi đáng kể. Đối với mỗi hàn MAG khảo sát tại vùng MH trên mẫu No.2 (hình 11f), tổ chức tế vi có đặc điểm thay đổi đáng kể và khác biệt so với vùng KLCB của nó: các pha có màu trắng phân bố khá đồng đều trong lưới biên giới liên kết pha hoặc giữa các hạt có màu đen. Ngoài ra, còn phát hiện thấy xuất hiện các tiểu vùng cấu trúc pha hạt mịn có màu xám hoặc màu vàng cam, phân bố tương đối đều theo bề mặt mẫu khảo sát. Điều đó chứng tỏ có sự ảnh hưởng nhiệt trong quá trình hàn MAG ở đây khá lớn. Tổ chức tế vi mỗi hàn MAG tại vùng MH trên mẫu No.6 (hình 11k) lại có cấu trúc pha rất đặc biệt: có sự hình thành khá nhiều tiểu vùng cấu trúc hạt hình dạng gần hình cầu kéo dài với kích thước khá lớn xen kẽ với các hạt mịn và phân bố đều theo bề mặt mẫu khảo sát. Các hạt cấu trúc pha dạng hình cầu này tại vùng MH phân bố trội hơn về một hướng trên bề mặt mẫu khảo sát so với các vùng cấu trúc KLCB và HAZ của nó như đã xét ở trên.

Như vậy, để làm rõ hơn về sự biến đổi cấu trúc pha tại một vài tiểu vùng cấu trúc đặc trưng trong mỗi hàn MAG vật liệu composite trimetal hợp kim đồng – thép các bon – hợp kim đồng, hiện nay nhóm nghiên cứu đã khảo sát và phân tích SEM/EDX của mỗi hàn, kết quả sẽ được công bố trong một bài báo ở số khác tiếp theo.

4. KẾT LUẬN

1) Đã thực hiện thử nghiệm hàn MAG liên kết giáp mỗi từ các mảnh ghép làm bằng thép các bon SS400 và vật liệu composite trimetal hợp kim đồng – thép các bon – hợp kim đồng trên máy hàn hiện có tại Trường Cao đẳng Công nghiệp Bắc Ninh có kết quả khả quan.

Mẫu hàn thử nghiệm được phân tích, đánh giá mức độ biến dạng sau khi hàn bằng phần mềm chuyên dụng Polywords trong máy quét 3D kỹ thuật thiết kế ngược và đánh giá hình thái bề mặt mỗi hàn qua ảnh trực quan ở trạng thái sau khi hàn;

2) Đặc điểm tổ chức thô đại và tổ chức tế vi vật liệu mỗi hàn MAG trong nghiên cứu này phụ thuộc vào chế độ hàn thử nghiệm nhìn chung đạt yêu cầu theo kỳ vọng, có thể hiệu chỉnh để ứng dụng cho việc hàn tạo hình phôi chi tiết đĩa thép đối ứng, cũng như tạo phôi đĩa ma sát kích thước lớn trong bộ ly hợp truyền động cơ khí từ các mảnh ghép trimetal hợp kim đồng – thép các bon – hợp kim đồng luyện kim bột là có cơ sở khoa học và thực tiễn. Tổ chức tế vi tại các vùng HAZ và MH trên các mẫu hàn MAG thử nghiệm đã khảo sát đều cho thấy có sự ảnh hưởng nhiệt ở các mức độ khác nhau tùy theo chế độ hàn đã chọn. ❖

Ngày nhận bài: 06/5/2024

Ngày phản biện: 03/6/2024

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Федорченко И. М., Крячек В. М., Патайоти И. И., (1975): “Современные фрикционные материалы”, Киев, Наумкова думка, 336 стр..
- [2]. И. М. Федоренко и другие, (1978): “Свойства порошков металлов, тугоплавких соединений и спеченных материалов”, Киев, Издат-во: “Наукова Думка”, 183 стр..
- [3]. Под редакцией док. техн. наук Б. С. Митина, (1987): “Порошковая металлургия и напыленные покрытия”, Москва, “Металлургия”, 792 стр..
- [4]. J. M. Tura, A. Traveria, M. D. de Castellarm J. Pujadas, J. Blouet, R. Gras, H. G. Magham. P. Belair, T. Hanau, A. Romero (1995): “Frictional properties and wear of

- molybdenum coating and a bronze (Cu – 10%Sn) with friction modifier fillers*”, Elsevier Science S.A., p. 71-76.
- [5]. Xiang Xiong, Jie Chen, Pinping Yao, Shipeng Li, Baiyun Huang (2006): “*Friction and behaviors and mechanisms of Fe and SiO₂ in Cu-based P/M friction materials*”, ScienceDirect.
- [6]. A. Shrestha, R. Asthana, T. K. Laksonen, and M. Singh (2009): “*Synthesis and Characterization of Air-Sintered Al₂O₃-Bronze Composites*”, Journal of Materials Engineering and Performance, (JMEPEG), ASM International, p.1041-1045, www.sciencedirect.com.
- [7]. Bekir Unlu, Enver Atik (2009): “*Evaluation of effect of alloy elements copper based CuSn10 and CuSn30 bearings on tribological and mechanical properties*”, Journal of Alloys & Compounds, p.262-268. www.elsevier.com/locate/jallcom.
- [8]. Hà Minh Hùng, Nguyễn Văn Giáp, Đặng Văn Tuấn (2012); “*Nghiên cứu vật liệu ma sát bộ ly hợp máy động lực, ô tô vận tải hạng nặng trong ngành khai thác khoáng sản*”, Tạp chí Cơ khí Việt Nam, số T11/2012, trang 114 -124.
- [9]. Hà Minh Hùng, Trần Tuấn Anh (2013); “*Tính chất vật liệu hợp kim đồng ma sát chế tạo trong nước bằng phương pháp ép – thiêu kết dưới áp lực*”, Tạp chí Cơ khí Việt Nam, Số 8, T8/2013, trang 25-34.
- [10]. Hà Minh Hùng (2013): “*Nghiên cứu công nghệ chế tạo vật liệu hợp kim 03 lớp (trimetal) ứng dụng làm đĩa ma sát của bộ ly hợp động cơ máy động lực, máy công trình*”, Báo cáo tổng kết KHKT đề tài NCKH cấp Bộ Công Thương năm 2013, mã số 119.13/RD/HĐ-KHCN, Viện Nghiên cứu Cơ khí, Hà Nội.
- [11]. Hà Minh Hùng, Nguyễn Văn Mễ (2022): “*Lựa chọn các vật liệu đĩa ma sát và chi tiết đối ứng thích hợp dự kiến ứng dụng cho xe ô tô vận tải 15 ÷ 35 tấn*”, Báo cáo Chuyên đề 3 thuộc đề tài NCKH cấp Viện Phát triển Kỹ thuật Công nghệ tiên tiến (IDAT) năm 2022 về vấn đề “Nghiên cứu công nghệ hàn plasma vật liệu composite hợp kim đồng – thép các bon – hợp kim đồng chế tạo đĩa ma sát bộ ly hợp công suất lớn” (ký hiệu: 02.RD/IDAT-KHCN 2022).