

NGHIÊN CỨU VỀ TIỀM NĂNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ HÀN PLASMA, MICROPLASMA VẬT LIỆU COMPOSITE NHIỀU LỚP

A STUDY ON THE POSSIBILITY OF APPLICATION THE PLASMA, MICROPLASMA WELDING FOR THE MULTILAYER COMPOSITE MATERIALS

Hà Minh Hùng¹, Nguyễn Văn Mễ^{1,2}, Vũ Dương³

¹Viện Nghiên cứu Cơ khí

²Trường Cao đẳng Công nghiệp Bắc Ninh

³Trường Đại học Duy Tân

TÓM TẮT

Bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu khái quát tình hình nghiên cứu công nghệ luyện kim bột và hàn plasma, microplasma ở trong và ngoài nước làm cơ sở khoa học cho việc đánh giá tiềm năng ứng dụng để chế tạo đĩa ma sát bộ ly hợp truyền động phục vụ chuỗi cung ứng linh kiện phụ tùng thay thế cho máy móc động lực trong ngành khai thác mỏ và phương tiện vận tải. Việc đề xuất giải pháp công nghệ hàn phù hợp điều kiện thực tiễn sao cho đảm bảo độ cong vênh nhỏ nhất của đĩa ma sát do biến dạng sau khi hàn vật liệu tiên tiến ở dạng composite 3 lớp hợp kim đồng - thép các bon - hợp kim đồng là cần thiết.

Từ khóa: Hàn plasma, microplasma; Vật liệu composite nhiều lớp luyện kim bột; Đĩa ma sát bộ ly hợp.

ABSTRACT

This paper introduces the overview of the powder metallurgy, plasma and microplasma welding abroad and domestic to set up the scientific background in the evaluation its potential to produce the friction disk of the clutch. It helps to feed the supply chain the spareparts in dynamic machines operating in mining, transport industry. The main matter is the technological solution, which meets the requirement in practice, provided the minimum shrinkage of the friction disk due to the distortion after the welding this advanced composite material, consisting of 3 layers: copper alloy - carbon steel - copper alloy.

Keywords: Plasma, microplasma welding; Powder metallurgy multilayer composite material; Friction disk in clutch.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đĩa ma sát của bộ ly hợp trong truyền động xe ô tô vận tải mỏ, ô tô vận tải có tải trọng lớn (từ 25 tấn đến 100 tấn), máy động lực và máy nông nghiệp,... là chi tiết máy thuộc nhóm phụ tùng rất quan trọng và mau mòn, chóng hỏng, được thay thế định kỳ. Tùy thuộc vào kết cấu và công suất truyền động quy định cụ thể mà người ta chia ra các nhóm đĩa ly hợp làm việc ở các chế độ tải trọng nhỏ của động cơ hoặc máy móc có công suất dưới 30 mã lực (HP); tải trọng trung bình – từ 35 đến 200 HP; tải trọng nặng – từ 200 HP đến 1000 HP và siêu nặng – đến trên 1000 HP. Hiện nay, trong các ngành kinh tế nước ta, rất nhiều máy móc thiết bị động lực, phương tiện vận tải có nguồn gốc nhập khẩu từ nhiều nước trên thế giới đang hoạt động. Nguồn linh kiện, phụ tùng mau mòn, chóng hỏng phục vụ thay thế sửa chữa lớn và sửa chữa định kỳ, trong đó có các bộ ly hợp truyền động chính của chúng cũng vì thế rất đa dạng. Những sản phẩm cơ khí này được chế tạo từ nhiều loại vật liệu tiên tiến với tính năng đặc biệt và chủ yếu là được nhập khẩu. Các doanh nghiệp sản xuất cơ khí ở Việt Nam đến nay vẫn chưa làm chủ được các công nghệ chế tạo những vật liệu composite nhiều lớp sử dụng để làm đĩa ma sát đáp ứng yêu cầu kỹ thuật cao của các nhà cung cấp thiết bị từ nhiều nước khác nhau. Do đó, định hướng nghiên cứu công nghệ phối hợp giữa luyện kim bột để tạo hình các mô đun là những tấm ghép bằng vật liệu composite 3 lớp có kích thước tùy ý với hàn plasma, microplasma để hoàn thiện kết cấu đĩa ma sát của bộ ly hợp có ý nghĩa khoa học và thực tiễn cao. Vì vậy, tác giả công trình này đưa ra đề xuất phương án thực nghiệm áp dụng công nghệ hàn plasma, microplasma các mảnh ghép từ tấm vật liệu composit 3 lớp luyện kim bột kế thừa từ các nghiên cứu trước tại Viện Nghiên cứu Cơ khí.

2. BÀN LUẬN VỀ CÁCH TIẾP CẬN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

2.1. Cơ sở lựa chọn phối vật liệu chế tạo đĩa ma sát

Trên thế giới, công nghệ luyện kim bột được cho là một hướng công nghệ tiên tiến có nhiều ưu điểm so với công nghệ luyện kim truyền thống, hiện đã và đang phát triển rất mạnh mẽ và đưa vào ứng dụng trong sản xuất quy mô công nghiệp tại nhiều nước công nghiệp phát triển như Anh, Mỹ, Đức, Thụy Điển, Nhật Bản, một số nước thuộc khối Liên Xô trước đây, Trung Quốc,... Ở Việt Nam, công nghệ luyện kim bột mới được triển khai nghiên cứu với quy mô nhỏ trong các phòng thí nghiệm chuyên ngành, chủ yếu phục vụ đào tạo, hoặc thử nghiệm với quy mô loạt nhỏ sản phẩm nào đó tại doanh nghiệp cơ khí tư nhân, chưa đủ năng lực về trang thiết bị cũng như nguồn nhân lực khoa học công nghệ để làm chủ được một thị phần cung ứng trong ngành công nghiệp hỗ trợ cần có [1], [2], [3], [5], [7], [9]. Nguyên nhân chủ yếu là chưa có đầu tư đúng mức cho việc phát triển công nghệ này, một phần cũng bởi do khả năng tiêu thụ trên thị trường các sản phẩm chế tạo bằng công nghệ luyện kim bột nói chung còn thấp. Đặc biệt là đối với các sản phẩm luyện kim bột có kích thước hình học lớn là vấn đề còn bỏ ngỏ.

Như đã biết, đối với gam công suất truyền động của xe ô tô vận tải thông dụng có tải trọng khoảng 15 ÷ 25 tấn và xe quân sự đang hoạt động ở nước ta hiện nay, đa số đĩa ma sát thường được làm bằng vật liệu composite 3 lớp hợp kim đồng - thép - hợp kim đồng và làm việc trong hộp số có dầu bôi trơn, hoặc bôi trơn hạn chế nhờ đưa vào hợp kim đồng các chất bôi trơn rắn khi thiêu kết tạo phối bằng công nghệ luyện kim bột [4], [6], [11]. Nếu công suất

truyền động lớn hơn, đặc biệt là khi ly hợp làm việc trong điều kiện bôi trơn hạn chế như xe ô tô vận tải mỏ có tải trọng từ 35 tấn đến trên 100 tấn, hoặc các bộ phanh tàu vận tải đường sắt, thì hợp kim ma sát thường có thể được chế tạo bằng công nghệ luyện kim bột với nguyên liệu đầu vào phối trộn thêm các phụ gia chống cháy và chịu mài mòn ở nhiệt độ cao [5], [7], [8], [10], [12]. Mặc dù gần đây ở nước ta đã có một số nghiên cứu triển khai ứng dụng trong quy mô phòng thí nghiệm, cũng như chế thử loạt nhỏ và bước đầu đã có triển vọng khá tốt nói trên, tuy nhiên, do năng lực thiết bị luyện kim bột dùng để thiêu kết tạo phối vật liệu composite nhiều lớp (bimetal, trimetal) hiện có trong nước hiện nay còn nhiều hạn chế, nên vẫn chưa đảm bảo được khả năng thiêu kết các phối hàn composite có kích thước lớn phù hợp với đĩa ma sát ly hợp công suất lớn. Do đó, ý tưởng về việc phối hợp công nghệ luyện kim bột để tạo phối và công nghệ hàn plasma, microplasma để chế tạo đĩa ma sát bộ ly hợp truyền động công suất lớn là rất có tiềm năng ứng dụng và có tính khả thi cao.

Một trong các xu hướng nghiên cứu phát triển tiên tiến trên thế giới là công nghệ và thiết bị hàn plasma, microplasma hiện nay cho phép hàn các kết cấu từ thép các bon, thép không gỉ, thép dụng cụ, hợp kim mầu (đồng, nhôm), hợp kim y sinh, hợp kim titan, ứng dụng trong nhiều ngành kinh tế và công nghiệp hàng không vũ trụ và quốc phòng của các nước công nghiệp phát triển G7 đạt các yêu cầu kỹ thuật cao, biến dạng hàn nhỏ nhất. Vì thế, công nghệ hàn này đang được nhiều nhà khoa học ở nước ta, trong đó có nhóm nghiên cứu tại Viện Nghiên cứu Cơ khí, rất quan tâm. Phương pháp luyện kim bột có thể ứng dụng để tạo phối các tấm vật liệu composite trimetal hợp kim đồng - thép - hợp kim đồng cho quá trình hàn plasma, microplasma được cho là khả thi bởi kế thừa các kết quả của nhiều công trình nghiên cứu cơ bản và ứng dụng thử đã có tại Viện.

Trên hình 1 thể hiện một số xe ô tô vận tải hạng siêu nặng do hãng Capitaler của Mỹ chế tạo (tải trọng đến trên 100 tấn) và hạng nặng do Liên bang Nga chế tạo (tải trọng đến 25 tấn); xe gạt D85 (Nhật Bản) và đầu máy tàu điện vận tải khoáng sản trên khai trường mỏ Quảng Ninh (Trung Quốc), đều có nhu cầu định kỳ thay thế phụ tùng mau mòn, chóng hỏng, trong đó có bộ ly hợp truyền động chính đang phải nhập khẩu với giá thành rất cao, tiêu tốn nhiều ngoại tệ và không chủ động được kế hoạch sản xuất [2], [4]. Trên hình 2 là ảnh một số sản phẩm chế tạo bằng công nghệ luyện kim bột điển hình như: băng vật liệu composite thép - hợp kim đồng, bạc trượt và các chi tiết của bộ ly hợp truyền động xe ô tô vận tải có tải trọng đến 25 tấn và xe quân sự (đến 35 tấn), trong đó có chi tiết đĩa ma sát làm bằng vật liệu composite 3 lớp hợp kim đồng - thép - hợp kim đồng, [1] ÷ [4]. Trên các xe ô tô vận chuyển trên khai trường mỏ khoáng sản có tải trọng lớn như xe Caterpillar (hình 1, a), bộ ly hợp truyền động chính được lắp cho mỗi bánh xe riêng biệt, đường kính của nó có thể lên tới vài ba mét. Bộ ly hợp truyền động chính trên các xe ô tô vận tải hạng nặng (hình 1, b, c) thông dụng và trên khai trường mỏ khoáng sản có tải trọng đến 35 tấn được lắp trong hộp số có đường kính lớn trên 400 mm.

Friction disk, clutch:



a) Ô tô CAPITALER (Mỹ)





b) Ô tô KAMAZ-55111 (Nga)

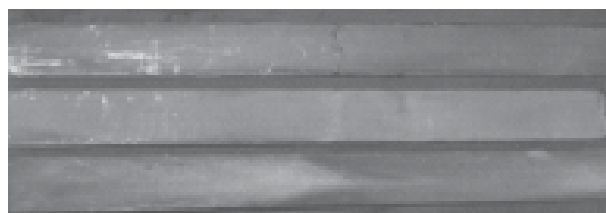


c) Xe gạt D85



d) Đầu máy tàu vận tải khoáng sản đường sắt

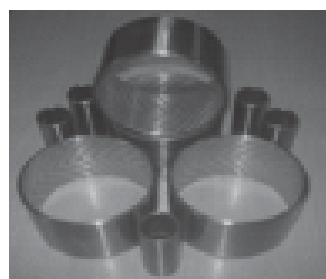
Hình 1. Ảnh xe ô tô vận tải mỏ siêu trọng Caterpillar do Mỹ chế tạo (a); ô tô vận tải hạng trung bình Kamaz do Nga chế tạo (b); xe gạt Diesel D85 (c); đầu máy kéo các toa xe tàu vận tải khoáng sản đường sắt trên khai trường mỏ ở Quảng Ninh (d)



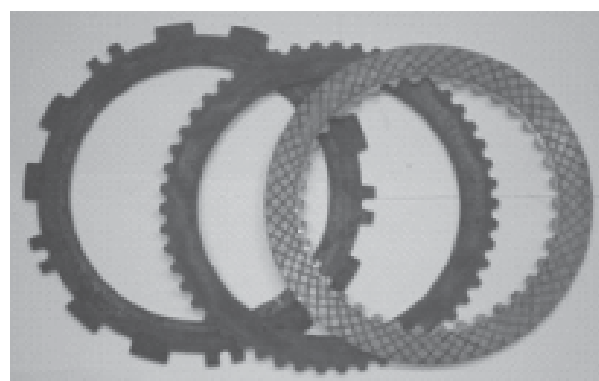
a)



b)



c)



d)

Hình 2. Ảnh tấm bằng composite thép - hợp kim đồng [1] (a) để chế tạo bạc trượt xe gạt D85 [2] (b); bạc hệ cân bằng xe ô tô vận tải mỏ [6] (c) và các chi tiết bộ ly hợp truyền động xe ô tô vận tải 25 tấn chế tạo từ vật liệu trimetal hợp kim đồng - thép - hợp kim đồng [4] (d)

Theo đánh giá trong công trình [4] thì đĩa ma sát trong các bộ ly hợp máy động lực, máy công trình, ô tô tải trọng nhỏ và mô tô xe máy công suất nhỏ có thể được làm bằng vật liệu tổ hợp thép nền có lớp phủ bề mặt bằng vật liệu pherado (phi kim loại). Đường kính ngoài của các loại đĩa ma sát của bộ ly hợp này thường chỉ ở mức dưới 150 mm. Chiều dày lớp hợp kim ma sát ở cả hai mặt nền thép chỉ khoảng $3 \div 5$ mm, còn chiều dày lớp thép nền khoảng $2 \div 4$ mm. Để chế tạo được các loại vật liệu này, có thể sử dụng phương pháp công nghệ luyện kim bột là tốt nhất, ngoài ra còn có thể ứng dụng công nghệ hàn nổ và cán dấn đối với các mác vật liệu dễ biến dạng dẻo. Các loại đĩa ma sát từ vật liệu composite 3 lớp (trimetal) của bộ ly hợp và phanh của máy động lực, máy công trình, ô tô tải trọng trung bình trở lên, đặc biệt là các loại xe vận tải mỏ trong khai thác khoáng sản nhập từ các nước như Mỹ, Nga,... đều phải được làm bằng vật liệu composite 3 lớp (trimetal) hợp kim ma sát - thép - hợp kim ma sát (hình 2, d) [4]. Hợp kim ma sát hệ nền đồng trong các máy động lực của Nga thường dùng là các mác hợp kim nền đồng như: MK5; ΦOB; ΦAB; ΦAOB; M88B; M140; 224; MΠ-11, còn hệ nền sắt là: ΦMK-11; MKB-50A; CMK-80. Lớp nền thép ở giữa vật liệu trimetal thường làm bằng các mác thép như: C.40; C.45; 38XC; 65Mn. Chi tiết đối ứng trong bộ đôi ma sát thường làm bằng các mác thép C.35; C.40; C.45; 65Mn; 30XC; hoặc gang xám 21-40; gang ЧНМХ (nếu lấy theo Tiêu chuẩn ngành hoặc tra cứu các mác tương đương của các nước khác trên thế giới) [5].

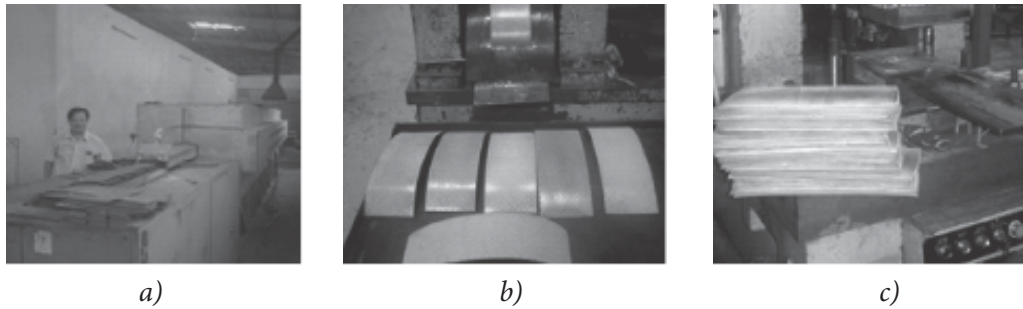
2.2. Giải pháp chế tạo vật liệu hợp kim ma sát thiêu kết trên nền bột đồng, bột sắt

Hiện nay, ở Việt Nam có lò ống thiêu kết bột kim loại tại một số phòng thí nghiệm luyện kim bột tại các Viện nghiên cứu chuyên ngành và Trường Đại học Kỹ thuật Công nghệ, chủ yếu

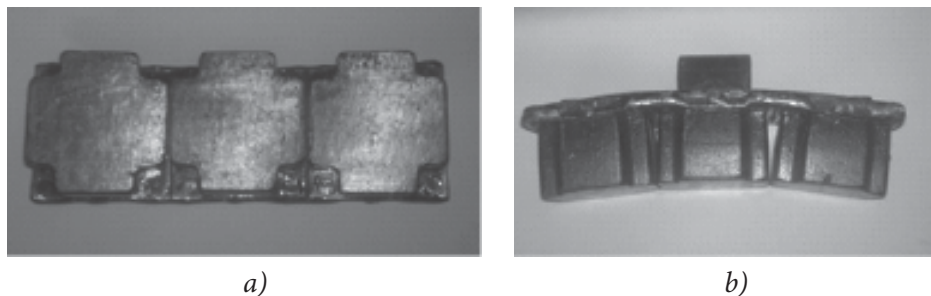
được dùng cho các mẫu nhỏ và điều khiển thủ công, kiểm soát nhiệt độ thiêu kết trong buồng lò bằng hỏa quang kế. Một số nghiên cứu trước đây của Viện Nghiên cứu Cơ khí được thực hiện trong các lò thí nghiệm này chỉ cho phép bước đầu định hướng điều chỉnh một số thông số công nghệ chủ yếu của quá trình thiêu kết bột hợp kim đồng hoặc bột sắt hợp kim hóa. Việc tiến hành thí nghiệm tạo các tấm bằng vật liệu bimetal thép - hợp kim đồng có kích thước tương đối lớn: chiều dài $500 \div 1000$ mm x chiều rộng $150 \div 250$ mm trong lò thiêu kết kiểu bước với môi trường là khí hydro H_2 phân hủy từ khí amôniac công nghiệp NH_4NO_3 [15], [33] (hình 3, a). Để đạt được kích thước chiều dày, các tấm vật liệu composite được cán ở trạng thái nguội trên máy cán hai trục (hình 3, b) và nắn phẳng trên máy ép thủy lực (hình 3, c). Từ các tấm vật liệu đó đã chế thử thành công và lắp ráp chạy thử nghiệm một số loại bạc trượt điển hình như: bạc trượt trên xe gạt D85 (hình 2, b), cũng như các loại bạc hệ thống cân bằng xe ô tô vận tải mỏ (hình 2, c) [2]. Lò thiêu kết kiểu bước nói trên cho phép quá trình tạo phôi vật liệu composite (bimetal, trimetal) nhiều lớp được thực hiện một cách bán liên tục, nhiệt độ trong các khoang nung nhiệt, giữ đẳng nhiệt và làm nguội phôi vật liệu bimetal thép các bon thấp - bột hợp kim đồng được khống chế bằng can nhiệt, có thể thay đổi tùy mức điều chỉnh phù hợp đến nhiệt độ dưới $1000^\circ C$ [4].

Đối với các hợp kim ma sát trên cơ sở nền bột sắt cần phải đảm bảo nhiệt độ thiêu kết cao hơn nhiều (trên $1300^\circ C$) so với hợp kim đồng ma sát nói trên. Để giải quyết vấn đề này, các nghiên cứu trong nước mới dừng lại ở giải pháp ép nóng để tạo hình vật liệu hợp kim ma sát theo mẫu thiết kế chuyên dụng, sau đó đem hàn gắn lên các bộ vỏ guốc phanh, ví dụ ứng dụng cho tàu vận tải khoáng sản bằng đường sắt [5], [7], [10], [12].





Hình 3. Ảnh lò thiêu kết bột kim loại kiểu bước quy mô bán công nghiệp (a) và máy cán hai trục (b) tại doanh nghiệp sản xuất cơ khí ở Việt Nam; các tấm băng composite trimetal hợp kim đồng - thép - hợp kim đồng sau thiêu kết và biến dạng cán (c) [4]



Hình 4. Ảnh các mảnh hợp kim ma sát nền bột sắt sau ép tạo hình, thiêu kết và hàn gắn với phần đế guốc phanh ứng dụng cho đầu máy tàu vận tải khoáng sản đường sắt [5]: a) Mặt ma sát làm việc khi phanh; b) Mặt bên

2.3. Giải pháp ứng dụng công nghệ hàn plasma, microplasma tạo hình đĩa ma sát từ vật liệu composite hợp kim đồng - thép - hợp kim đồng

Từ việc đánh giá trên đây về tiềm năng ứng dụng công nghệ luyện kim bột trong công đoạn tạo phôi hàn các đĩa ma sát của bộ ly hợp truyền động bằng vật liệu composite trimetal hợp kim đồng - thép - hợp kim đồng có tính khả thi cao, dẫn đến ý tưởng cần tiến hành các nghiên cứu thực nghiệm nhằm đưa ra giải pháp tiếp tục phát triển và ứng dụng thử công nghệ hàn tiên tiến của thế giới vào điều kiện thực tiễn ở Việt Nam thực sự là vấn đề có tính thời sự, có ý nghĩa khoa học và thực tiễn. Hàn bằng hồ quang plasma, microplasma là một trong các hướng công nghệ hàn tiên tiến cho phép hàn các tấm vật liệu kim loại và hợp kim

thành mỏng (từ 0,1 mm đến 3,0 mm), kể cả khi chiều dài hồ quang microplasma thay đổi đến 20 mm và đảm bảo giảm thiểu đến mức thấp nhất độ cong vênh do biến dạng hàn của kết cấu. Đặc biệt, đối với các loại thép hợp kim và thép không gỉ tấm mỏng nếu ứng dụng công nghệ hàn plasma, microplasma có thể nhận được chất lượng mối hàn tốt với độ biến dạng do ứng suất dư sau khi hàn thấp. Điều đó cho phép giảm thiểu các nguyên công gia công tinh chỉnh kết cấu, sản phẩm hàn và tăng hiệu quả quá trình gia công chế tạo [13]. Theo đó, từ những bài toán đặt ra trong thực tiễn ngành công nghiệp hàng không với yêu cầu các sản phẩm phải có khối lượng nhỏ, giá thành chế tạo cao và làm việc ở chế độ tải trọng siêu khắc nghiệt, cũng như điều kiện bảo hành rất cao có thể giảm chi phí sản xuất nhờ ứng dụng những giải pháp công nghệ mới tiên tiến, có thể nêu

ra một số nghiên cứu điển hình ở ngoài nước trong vài ba chục năm gần đây như sau:

- Nghiên cứu về quá trình hàn plasma [14], sử dụng kỹ thuật kiểm tra trực tiếp khuyết tật hàn plasma và phân loại theo thời gian thực bằng phương pháp phân tích tín hiệu quang học, mô hóa và mô phỏng các quá trình hàn plasma, [15] ÷ [19];

- Quy hoạch thực nghiệm hàn plasma đồng thời với kiểm soát theo chiến lược xung trợ giúp được đề cập trong công trình và các ứng dụng hàn plasma, trong đó có vật liệu hợp kim nhôm, đảm bảo mỗi hàn có đặc tính tốt và chất lượng cao [20], [21];

- Nghiên cứu về quá trình hàn plasma có phân tích tín hiệu giám sát trực tuyến và không tiếp xúc [22]. Nghiên cứu về đặc tính mối hàn theo tiêu chí độ cứng tế vi vật liệu mối hàn plasma [23]. Các đặc tính về hiệu ứng nhiệt điện, nhiệt độ và trường nhiệt của dòng DC hồ quang plasma công bố trong bài báo [24];

- Thực nghiệm hàn hợp kim NiTi với NiTi và thép không gỉ với hợp kim C276 bằng plasma [25]. Xác định hiệu ứng của việc thay đổi cường độ dòng plasma đến đặc tính bền động mối hàn thép không gỉ 304L [26], đánh giá sức căng bề mặt của thép không gỉ nóng chảy dưới tác động của hồ quang plasma [27];

- Lập trình điều khiển quá trình hàn PAW đối với các đường ống đường kính lớn bằng thép không gỉ [28] và nghiên cứu đặc điểm mô hình mô phỏng ảnh hưởng đồng thời của dòng hồ quang plasma dạng laminar và dạng chảy rối [29];

- Ứng dụng hàn plasma đối với thép không gỉ 2205 duplex [30], dự báo của hồ

quang plasma trong quá trình hàn lớp phủ bề mặt trên thép 40CrCr4 [31] và hàn hợp kim SiCp/Al MMC bởi tác giả công trình [32];

- Phân tích tổ chức tế vi mối hàn thép không gỉ supeduplex [33] và nghiên cứu hiệu quả của Ti-Al đến tổ chức tế vi và cơ tính mối hàn plasma SiCp/Al MMCs [34];

- Ứng dụng mô phỏng số cho quá trình hàn plasma bằng nguồn xoay chiều AC [35]. Nghiên cứu về hiệu ứng của hàn microplasma (MPAW) khác nhau đối với thép không gỉ ASI 316 có trợ dung LiBr và H₃PO₄ [36], hoặc nghiên cứu về ảnh hưởng và hiệu quả của các thông số công nghệ hàn hàn microplasma đến đặc tính mối hàn hợp kim y sinh Ti6Al4V [37];

- Nghiên cứu thực nghiệm về ảnh hưởng của chế độ công nghệ hàn microplasma đến hình thái và chất lượng mối hàn giáp mối thép không gỉ SS304, đưa ra đồ thị tương quan giữa điện áp hàn và cường độ dòng microplasma với lưu lượng cấp khí Ar + %H₂ và tốc độ hàn khác nhau [38]. Hoặc nghiên cứu xác định các đặc tính của mối hàn nhận được khi hàn xung microplasma thép không gỉ SS304L thông qua tiêu chí độ cứng tế vi, tổ chức vật liệu mối hàn khi xác định kích thước hạt bằng kính hiển vi quang học và hiển vi điện tử quét (SEM) [39];

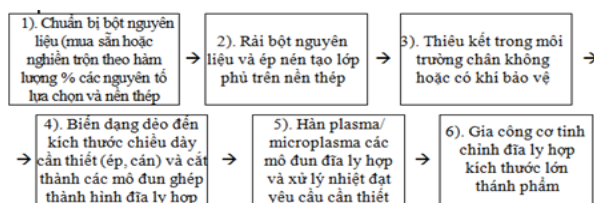
- Nghiên cứu thực nghiệm về sự ăn mòn hóa học mối hàn thép không gỉ AISI 316L nhận được khi hàn microplasma ở chế độ hàn cho trước trong môi trường axit photphoric và nhiệt độ khác nhau đối với các mẫu ống trụ chiều dài 10 mm, đường kính 14/16 mm. Tác giả bài báo này đưa ra các ảnh tổ chức tế vi vật liệu cơ bản và vật liệu của mối hàn, đồng thời với các đồ thị ăn mòn hóa học ở nhiệt độ 25 °C, 40 °C và 60 °C [40].



- Nghiên cứu thực nghiệm về ảnh hưởng đồng thời của các yếu tố công nghệ hàn với cường độ dòng plasma với tín hiệu xung (04 yếu tố đầu vào) đến chất lượng mối hàn thép không gỉ AISI 304L austenite [41],...

2.4. Mô hình thí nghiệm hàn plasma, microplasma đối với đĩa ma sát kích thước lớn

Sơ đồ nguyên lý công nghệ luyện kim bột tạo phôi vật liệu composite hợp kim đồng - thép - hợp kim đồng phối hợp với công nghệ hàn plasma, microplasma định hình đĩa ly hợp kích thước lớn để xuất của luận án được cho trên hình 6.



Hình 6. Sơ đồ nguyên lý công nghệ chế tạo đĩa ma sát của bộ ly hợp kích thước lớn bằng công nghệ phối hợp luyện kim bột với hàn plasma, microplasma

Theo sơ đồ trên hình 6, nghiên cứu tiếp theo sẽ tập trung vào công đoạn (5), chủ yếu là thực nghiệm xác định chế độ hàn hợp lý đối với vật liệu composite hợp kim đồng - thép - hợp kim đồng, trong đó mối hàn ghép các mô đun riêng lẻ với nhau được thực hiện chỉ trong lớp thép ở giữa, còn hai lớp hợp kim đồng ở hai bề mặt bên có thể không cần quan tâm nhiều, vì tại các vị trí đường hàn ghép nối tương ứng được cho là các rãnh chứa vật liệu bị mài mòn trong quá trình làm việc của đĩa ma sát. Bàn về vấn đề này, nhóm nghiên cứu sẽ đề cập trong một bài báo kỳ tới.

3. KẾT LUẬN

1) Các tấm phôi hàn plasma, microplasma bằng vật liệu composite hợp kim

đồng - thép - hợp kim đồng là một loại vật liệu tiên tiến có tính năng đặc biệt, có thể được chế tạo bằng công nghệ luyện kim bột, đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật về kích thước hình học, đặc tính cơ - lý và kim tương học, đáp ứng được ý tưởng chế tạo các đĩa ma sát trong bộ ly hợp truyền động máy móc động lực và phương tiện vận tải mô hạng nặng trong điều kiện một số trang thiết bị hiện có ở Việt Nam hiện nay;

2) Thiết bị hàn plasma, microplasma hiện có tại Phòng thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về “Công nghệ Hàn và Xử lý bề mặt” - Viện Nghiên cứu Cơ khí, cũng như được đầu tư tại một số doanh nghiệp sản xuất cơ khí trong nước đảm bảo có thể sử dụng tốt cho quá trình tiến hành thí nghiệm theo ý tưởng đề xuất của nhóm nghiên cứu. Điều đó cho thấy cách tiếp cận và giải quyết vấn đề nghiên cứu để ra là có cơ sở khoa học và khả thi. Tiềm năng ứng dụng công nghệ phối hợp hàn plasma, microplasma với công nghệ luyện kim bột để chế tạo các sản phẩm đĩa ma sát từ vật liệu composite hợp kim đồng - thép - hợp kim đồng hoặc composite hợp kim sắt - thép - hợp kim sắt nếu được đầu tư nghiên cứu có bài bản sẽ rất lớn.❖

Ngày nhận bài: 01/3/2022

Ngày phản biện: 16/3/2022

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Hà Minh Hùng (2000): “Nghiên cứu áp dụng công nghệ luyện kim bột chế tạo bằng hợp kim hai lớp làm bạc trượt”, Báo cáo Khoa học Chuyên đề KHCN.05.06-01 thuộc đề tài nghiên cứu khoa học cấp Nhà nước mã số KHCN.05-06 (Nghiên cứu ứng dụng vào sản xuất một số công nghệ gia công áp lực tiên tiến để nâng cao chất lượng sản phẩm cơ khí trong điều kiện Việt Nam), Viện Nghiên cứu Cơ khí, Hà Nội, 227 trang.
- [2]. Hà Minh Hùng (2000): “Nghiên cứu công nghệ chế tạo bạc trượt compozit” (luyện kim bột),

- Báo cáo Khoa học Chuyên đề KHCN.05.06-02 thuộc đề tài nghiên cứu khoa học cấp Nhà nước mã số KHCN.05-06, Viện Nghiên cứu Cơ khí, Hà Nội, 166 trang.
- [3]. Hà Minh Hùng (2012): “Nghiên cứu chế tạo vật liệu hai lớp chịu mòn thép 08Kn – hợp kim nhôm hệ Al-Sn-Cu dùng làm bạc trượt động cơ ô tô công suất vừa và nhỏ”, Báo cáo tổng kết đề tài NCKH cấp Bộ Công Thương năm 2012, Viện Nghiên cứu Cơ khí, Hà Nội.
 - [4]. Hà Minh Hùng (2013): “Nghiên cứu công nghệ chế tạo vật liệu hợp kim 3 lớp (trimetal) ứng dụng làm đĩa ma sát của bộ ly hợp động cơ máy động lực, máy công trình và phương tiện vận tải”, Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ Công Thương năm 2013, Viện Nghiên cứu Cơ khí, Hà Nội.
 - [5]. Hà Minh Hùng (2014): “Nghiên cứu công nghệ chế tạo vật liệu tổ hợp (composit) kim loại chịu nhiệt và chịu mòn cao ứng dụng làm phanh tàu vận tải đường sắt”, Báo cáo tổng kết đề tài NCKH cấp Bộ Công Thương năm 2014, Viện Nghiên cứu Cơ khí, Hà Nội.
 - [6]. Hà Minh Hùng, Nguyễn Minh Đạt (2011): “Nghiên cứu vật liệu bimetal thép 08s – hợp kim đồng BCuSn6Zn6Pb3 luyện kim bột dùng để chế tạo bạc cân bằng xe ô tô vận tải hạng nặng”, Hội nghị khoa học toàn quốc về Cơ khí kỷ niệm 55 năm - Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội, Toàn tập, tháng 10/2011, trang 35 - Báo cáo Chương trình Hội nghị.
 - [7]. Hà Minh Hùng, Đoàn Đình Phương (2015): “Ứng dụng công nghệ luyện kim bột chế tạo vật liệu ma sát nền bột sắt làm má phanh tàu vận tải đường sắt”, Kỷ yếu báo cáo Hội nghị toàn quốc Cơ khí chế tạo lần thứ IV, 11/2015, Thủ Đức, TP. HCM, Tập II, trang 267-275.
 - [8]. Hà Minh Hùng, Đoàn Đình Phương (2015): “Tính chất ma sát học của vật liệu ma sát nền bột sắt thiêu kết và ép nóng ứng dụng làm phanh tàu vận tải đường sắt”, Kỷ yếu báo cáo Hội nghị toàn quốc Cơ khí chế tạo lần thứ IV, 11/2015, Thủ Đức, TP. HCM, Tập II, trang 276-283.
 - [9]. Hà Minh Hùng, Trần Quang Hanh (2015): “Thực nghiệm ép nóng vật liệu hợp kim đồng ma sát ứng dụng làm đĩa ly hợp ô tô và máy công trình”, Kỷ yếu báo cáo Hội nghị toàn quốc Cơ khí chế tạo lần thứ IV, 11/2015, Thủ Đức, TP. HCM, Tập II, trang 283-290.
 - [10]. Hà Minh Hùng, Doan Dinh Phuong (2016): “A research of powder metallurgy technology for manufacturing friction materials with iron powder foundation in Vietnam”, The International Symposium on Advanced Technology and Nano Materials, Vietnam Academy of Sciences and Technology, Hanoi City, Vietnam, November 8-12, 2016, Code: NMD-P72.
 - [11]. Hà Minh Hùng, Phạm Đức Thang: “Experimental research for powder metallurgy technology making copper alloy friction materials for application of making clutch disks of cars”, The International Symposium on Advanced Technology and Nano Materials, Vietnam Academy of Sciences and Technology, Hanoi City, Vietnam, November 8-12, 2016, Code: NMD-P73.
 - [12]. Hà Minh Hùng, Vũ Trung Tuyền, Doan Dinh Phuong (2017): “Experimental research on tribological properties of iron alloy friction material made by powder metallurgy for making brake pads of railway train”, The 6th Asian Symposium on Advanced Materials: Chemistry, Physics & Biomedicine of Functional Novel Materials (ASAM-6), Hanoi, Sept., 27-30th, 2017, pp. 306-311.
 - [13]. Đỗ Hải Tĩnh, Vũ Dương, Hà Minh Hùng, Đào Duy Trung (2022): “Thực trạng tình hình nghiên cứu, ứng dụng công nghệ hàn plasma, microplasma vật liệu kết cấu trong chế tạo cơ khí”, Tạp chí Cơ khí Việt Nam, số 3/2022.
 - [14]. Kondapalli Siva Prasad, Chalamalasetti Srinivasa Rao và Damara Nageswara Rao (2012): “Advanced in plasma arc welding: a review”, Vol. 4, No.1, January-June 2012, ISSN 2180-1053, kspanits@gmail.com.
 - [15]. C. S., Wu, L. Wang, W. J. Ren, X. Y. Zhang (2014): “Plasma arc welding: Process, sensing, control and modeling”, Journal of Manufacturing Processes, www.elsevier.com/locate/manpro.
 - [16]. Su J. H., Wu C.S., Fen Y.H. (2011): “Modeling

- the transient heat transfer for the controlled pulse keyholing process in plasma arc welding*”, International Journal of Thermal Science 2011, 50: 1664-71.
- [17]. Li Y., Feng Y. H., Zhang, X. X., Wu C. S. (2013): “An Improved simulation of heat transfer and fluid flow in plasma arc welding with modified source model”, International Journal of Thermal Science 2013, 64: 93-104.
- [18]. Yaowen Wang, Pensheng Zhao (2001): “Noncontact acoustic analysis monitoring of plasma arc welding”, International Journal of Pressure Vessels and Piping 78: pp 43-47.
- [19]. Yaowen Wang, Qiang Chen (2002): “On-line quality monitoring in Plasma arc welding”, Journal of Materials Processing Technology, 120: pp 270-274.
- [20]. Liu Z. M., Wu C. S., Chen M. A. (2011): “Experimental study on PAW butt-welding process with controlled pulse key-holing strategy”, Journal of Mechanical Engineering 2011, 47: 45-50.
- [21]. Yaowen Wang, Pensheng Zhao (2001): “Noncontact acoustic analysis monitoring of plasma arc welding”, International Journal of Pressure Vessels and Piping 78: pp 43-47.
- [22]. Yaowen Wang, Qiang Chen (2002): “On-line quality monitoring in Plasma arc welding”, Journal of Materials Processing Technology, 120: pp 270-274.
- [23]. W. Lu, Y M Zhang and John Emmerson (2004): “Sensing of weld pool surface using non-transferred plasma charge sensor”, Meas. Sci. Technol. 15: pp 991-999.
- [24]. G Shanmugavelayutham and V Selvarajan (2003): “Electrothermal efficiency, temperature and thermal conductivity of plasma jet in a DC plasma spray torch”, PRAMANA journal of physics, Indian Academy of Sciences Vol. 61, No. 6, pp 1109-1119.
- [25]. Casper van der Eijk, Hans Fostervoll, Zuhair K. Sallom and Odd M. Akselsen (2003): “Plasma Welding of NiTi to NiTi, Stainless Steel and Hastelloy C276”, ASM Materials Solutions 2003 Conference, Pittsburgh, Pennsylvania, USA.
- [26]. Woei-Shyan Lee, Chi-Feng Lin, Chen-Yang Liu, and Chin-Wei Cheng (2004): “The Effects of Strain Rate and Welding Current Mode on the Dynamic Impact Behavior of Plasma-Arc-Welded 304L Stainless Steel Weldments”, Metallurgical and Materials Transactions, volume 35A, pp 1501-1515.
- [27]. T. Matsumoto, T. Misono, H. Fujii, K. Nogi (2005): “Surface tension of molten stainless steels under plasma conditions”, Journal of materials science 40: pp 2197 - 2200.
- [28]. Jingguo Ge, Zhengqiang Zhu, Defu He, Ligong Chen (2005): “A vision-based algorithm for seam detection in a PAW process for large-diameter stainless steel pipes”, Int J Adv Manuf Technol 26: pp 1006-1011.
- [29]. Kai Cheng, Xi Chen, Wenxia Pan (2006): “Comparison of Laminar and Turbulent Thermal Plasma Jet Characteristics - A Modeling Study”, Plasma Chem Plasma Process 26: pp 211-235.
- [30]. A. Urena, E. Otero, M.V. Utrilla, C.J. Munez (2007): “Weldability of a 2205 duplex stainless steel using plasma arc welding”, Journal of Materials Processing Technology 182: pp 624-631.
- [31]. A. Dudek, Z. Nitkiewicz (2007): “Diagnostics of plasma arc during the process of remelting of surface layer in 40Cr4 steel”, International Scientific Journal, Volume 28, Issue 6, pp 369-372.
- [32]. LEI Yu-cheng, YUAN Wei-jin, CHEN Xi-zhang, ZHU Fei CHENG Xiao-nong (2007): “Institute weld-alloying plasma arc welding of SiCp/Al MMC”, Trans. Nonferrous Met. SOC. China 17: pp 313- 317.
- [33]. Emel Taban (2008): “Toughness and microstructural analysis of superduplex stainless steel joined by plasma arc welding”, J Mater Sci 43: pp 4309-4315.
- [34]. LEI Yu-cheng, ZHANG Zhen, NIE Jia-jun, CHEN Xi-zhang (2008): “Effect of Ti-Al on microstructures and mechanical properties of plasma arc in-situ welded joint of SiCp/Al MMCs”, Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 18: pp 809-813.

- [35]. Tashiro Shinichi, Miyata Minoru, Tanaka Manabu (2009): "Numerical simulation of AC Plasma Arc Welding", volume 27, No.2, pp 1s-3s.
- [36]. R. Sanchez-Tovar, M.T. Montanes, J. Garcia-Anton (2010): "Effect of different micro-plasma arc welding (MPAW) processes on the corrosion of AISI 316L SS tubes in LiBr and H₃PO₄ solutions under flowing conditions", Journal of Corrosion Science 52 :pp 1508-1519.
- [37]. Karimzadeh, F, Salehi, M, Saatchi A and Meratian M (2005): "Effect of microplasma arc welding process parameters on grain growth and porosity distribution of thin sheet Ti6Al4V alloyweldment", Materials and Manufacturing Processes, 20: 2, pp 205 – 219.
- [38]. Kondapalli Siva Prasad, Ch. Srinivasa Rao, D. Nageswara Rao (2011): "A Study on Weld Quality Characteristics of Pulsed Current Micro Plasma Arc Welding of SS304L Sheets", International Transaction Journal of Engineering, Management & Applied Sciences & Technologies, Volume 2 No.3, pp.437-446.
- [39]. Kondapalli Siva Prasad, Ch. Srinivasa Rao, D. Nageswara Rao (2011): "Establishing Empirical Relations to Predict Grain Size and Hardness of Pulsed Current Micro Plasma Arc Welded SS 304L Sheets", American Transactions on Engineering & Applied Sciences, Volume 1 No.1, pp. 57-74.
- [40]. www.airliquidewelding.com.
- [41]. R. Sánchez-Tovar, M.T. Montaés, J. Garcia-Antón, A. Guenbour (2011): "Galvanic Corrosion of the Base AISI 316L/Mcro-Plasma Arc Welded AISI 316L in Polluted Phosphoric Acid Media at Different Temperatures", International Journal of Electrochemical Science, www.electrochemsci.org, No.6 (2011), pp. 5550-5564.