



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0048847

(51)^{2020.01} C23C 4/12

(13) B

(21) 1-2022-01997

(22) 30/03/2022

(45) 25/07/2025 448

(43) 27/06/2022 411A

(73) VIỆN KHOA HỌC VẬT LIỆU, VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM (VN)

Nhà A2, số 18 đường Hoàng Quốc Việt, phường Nghĩa Đô, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội

(72) Nguyễn Văn Tuấn (VN); Lê Thu Quý (VN); Đào Bích Thủy (VN); Lý Quốc Cường (VN); Phạm Thị Hà (VN); Phạm Thị Lý (VN); Nguyễn Thị Phụng (VN); Nguyễn Tuấn Anh (VN); Lê Đức Thành (VN).

(54) QUY TRÌNH CHẾ TẠO LỚP PHỦ HỢP KIM NHÔM MAGIÊ CHỨA NANO OXIT NHÔM ĐỂ BẢO VỆ CHỐNG ĂN MÒN CHO THÉP CACBON, VÀ THÉP CACBON ĐƯỢC PHỦ LỚP PHỦ CHỐNG ĂN MÒN ĐƯỢC TẠO RA BẰNG QUY TRÌNH NÀY

(21) 1-2022-01997

(57) Sáng chế này đề cập đến quy trình chế tạo lớp phủ hợp kim AlMg chứa nano oxit nhôm để bảo vệ chống ăn mòn cho thép cacbon, bao gồm các bước:

(i) làm sạch, tạo nhám bề mặt thép cacbon bằng phương pháp phun cát hoặc hạt mài;

(ii) tạo lớp phủ AlMg bằng phương pháp phun phủ nhiệt sử dụng thiết bị phun phủ hồ quang điện dây đôi sao cho chiều dày lớp phủ AlMg tạo ra nằm trong khoảng từ 200 đến 300 μm ; và

(iii) quét hoặc phun hỗn hợp nhựa epoxy và chất đóng rắn polyamit chứa nano oxit nhôm lên lớp phủ AlMg; và

(iv) sơn phủ polyuretan.

Ngoài ra, sáng chế cũng đề cập đến thép cacbon được phủ lớp phủ chống ăn mòn được tạo ra bằng quy trình nêu trên, trong đó lớp phủ này có độ bền gia tốc phun mù muối theo tiêu chuẩn ASTM B117 hoặc các tiêu chuẩn tương đương đạt trên 6000 giờ.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế thuộc lĩnh vực xử lý bề mặt vật liệu, cụ thể là sáng chế đề cập đến quy trình chế tạo lớp phủ hợp kim nhôm magiê chứa nano oxit nhôm dùng để bảo vệ chống ăn mòn cho thép kết cấu (thép cacbon). Theo đó, lớp phủ hợp kim Al-Mg (viết tắt là lớp phủ AlMg) chế tạo bằng phương pháp phun phủ nhiệt dùng hồ quang điện dây đôi sau khi phun được xử lý với hỗn hợp nhựa epoxy và chất đóng rắn chứa phụ gia nano oxit nhôm (nano- Al_2O_3).

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Đã biết, lớp phủ AlMg được ứng dụng để bảo vệ chống ăn mòn đối với thép kết cấu sử dụng tại các công trình/dự án trong đất liền, trên biển như cầu, đường, truyền tải điện, xử lý môi trường, khai thác dầu khí, công nghiệp đóng tàu, v.v.. Phương pháp phun phủ nhiệt dùng hồ quang điện dây đôi là phương pháp phun phủ nhiệt phổ biến được sử dụng để chế tạo lớp phủ kim loại trong lĩnh vực bảo vệ chống ăn mòn do tính cơ động, đơn giản và hiệu quả kinh tế đã được chứng minh.

Cấu trúc của lớp phủ AlMg được tạo ra bằng phương pháp phun phủ nhiệt dùng hồ quang điện dây đôi luôn chứa lỗ xộp, vết nứt, khuyết tật, v.v. tạo cho lớp phủ có độ xộp. Độ xộp của lớp phủ phụ thuộc vào chế độ công nghệ chế tạo đã được khẳng định trong các nghiên cứu trước đây. Thực tế cho thấy, độ xộp của lớp phủ có ảnh hưởng lớn đến tính chất của lớp phủ, đặc biệt là khả năng bảo vệ chống ăn mòn. Do vậy, lớp phủ cần được xử lý sau khi phun. Như được thể hiện trên Hình 1, giải pháp được dùng hiện nay là kết hợp lớp phủ với hệ sơn epoxy/polyuretan. Tuy nhiên, kết quả nghiên cứu cho thấy như trên Hình 4, hệ sơn epoxy/polyuretan không cải thiện đáng kể được khả năng bảo vệ chống ăn mòn của lớp phủ đối với nền thép cacbon. Bằng chứng là điểm gỉ đỏ đã xuất hiện trên bề mặt mẫu thép được bảo vệ chống ăn mòn bằng tổ hợp lớp phủ AlMg/epoxy/polyuretan có chiều dày khoảng $250\mu\text{m}$ sau 72 giờ thử nghiệm gia tốc ăn mòn phun mù muối theo tiêu chuẩn ASTM B117. Trong khi đó, theo yêu cầu thực tế thì lớp phủ không có điểm gỉ đỏ trên bề mặt sau 6000 giờ thử nghiệm gia tốc phun mù muối. Nguyên nhân là do giữa bề mặt lớp phủ kim loại và epoxy có hệ số giãn nở khác nhau nhiều (không có sự tương thích), dẫn đến có sự bong tách giữa hai lớp phủ, tạo điều kiện cho các tác nhân gây ăn mòn (Cl^- , SO_4^{2-} , NO_x , v.v.) tấn công gây ăn mòn đối với nền thép. Các nghiên cứu cho thấy, trong môi trường khắc nghiệt, quá trình ăn mòn thường

diễn ra rất mạnh trong thời gian đầu tạo thành các sản phẩm ăn mòn gây nên hiện tượng bong tróc đối với hệ sơn epoxy/polyuretan có trên bề mặt lớp phủ.

Do đó, có nhu cầu thực tế đối với việc nâng cao khả năng chống ăn mòn của lớp phủ AlMg trên bề mặt thép kết cấu, để đảm bảo cho bề mặt thép không xuất hiện các điểm gỉ đỏ sau khoảng thời gian yêu cầu.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là tạo ra được lớp phủ AlMg cải tiến bằng phương pháp phun phủ hồ quang điện dây đôi, nâng cao khả năng bảo vệ chống ăn mòn của lớp phủ đối với nền thép.

Để đạt được mục đích nêu trên, theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất quy trình chế tạo lớp phủ hợp kim AlMg chứa nano oxit nhôm để bảo vệ chống ăn mòn cho thép cacbon, quy trình này bao gồm các bước:

(i) làm sạch, tạo nhám bề mặt thép cacbon bằng phương pháp phun cát hoặc hạt mài, trong đó kích cỡ hạt $1\pm 0,2$ mm, áp lực khí nén $8\pm 0,5$ bar (800 ± 50 kPa), góc phun $90\pm 10^\circ$, khoảng cách phun 100 ± 10 mm, sao cho độ nhám bề mặt thép đạt được $Rz\geq 50$ μ m và độ sạch bề mặt đạt Sa 3,0;

(ii) tạo lớp phủ AlMg bằng phương pháp phun phủ nhiệt sử dụng thiết bị phun phủ hồ quang điện dây đôi với các thông số phun được áp dụng:

cường độ dòng điện I: 200-400 A

điện thế U: 30-35 V

áp lực khí phun P: 5-6 bar (500-600 kPa)

khoảng cách phun L: 100-200 mm

sao cho chiều dày lớp phủ AlMg tạo ra nằm trong khoảng từ 200 đến 300 μ m; và

(iii) quét hoặc phun hỗn hợp nhựa epoxy và chất đóng rắn polyamit chứa nano oxit nhôm lên lớp phủ AlMg, trong đó hỗn hợp này được tạo ra bằng cách phối trộn chất đóng rắn polyamit với nhựa epoxy với tỷ lệ theo khối lượng là 1:15, pha loãng hỗn hợp nhựa epoxy và chất đóng rắn polyamit với dung môi hữu cơ theo tỷ lệ khối lượng 2:3 trong điều kiện khuấy trộn đều hỗn hợp để đảm bảo không bị vón cục, tiếp đó bổ sung nano- Al_2O_3 với tỷ lệ 0,5-5% theo khối lượng vào hỗn hợp đã pha loãng và trộn đều trong khoảng 1 giờ để thu được hỗn hợp nhựa epoxy và chất đóng rắn polyamit chứa nano oxit nhôm, quét hoặc phun hỗn hợp thu được lên bề mặt lớp phủ AlMg và để ổn định trong thời gian ít nhất 24 giờ ở điều kiện thường.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế cũng đề xuất thép cacbon được phủ lớp phủ chống ăn mòn được tạo ra bằng quy trình nêu trên, trong đó lớp phủ này có độ

bền gia tốc phun mù muối theo tiêu chuẩn ASTM B117 hoặc các tiêu chuẩn tương đương đạt trên 6000 giờ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ mô phỏng tổ hợp lớp phủ AlMg kết hợp với hệ sơn epoxy được dùng phổ biến hiện nay để bảo vệ chống ăn mòn đối với thép kết cấu;

Hình 2 là hình vẽ mô phỏng tổ hợp lớp phủ AlMg kết hợp với hỗn hợp nhựa epoxy và chất đóng rắn chứa phụ gia nano oxit nhôm tạo ra bằng quy trình theo sáng chế này;

Hình 3 là hình vẽ sơ đồ thể hiện quy trình công nghệ chế tạo lớp phủ AlMg chứa nano- Al_2O_3 trên bề mặt thép cacbon của sáng chế;

Hình 4 là ảnh chụp bề mặt mẫu thép cacbon được bảo vệ chống ăn mòn với tổ hợp lớp phủ AlMg và hệ sơn epoxy/polyuretan đã biết, trước (bên trái) và sau (bên phải) thử nghiệm phun mù muối 72 giờ theo tiêu chuẩn ASTM B117; và

Hình 5 là ảnh chụp bề mặt mẫu thép cacbon được bảo vệ chống ăn mòn với hệ lớp phủ AlMg chứa nano oxit nhôm, trước (bên trái) và sau (bên phải) thử nghiệm phun mù muối 6000 giờ theo tiêu chuẩn ASTM B117.

Mô tả chi tiết sáng chế

Giải thích các thuật ngữ dùng trong bản mô tả sáng chế này:

“Phương pháp phun phủ nhiệt dùng hồ quang điện” (hay còn gọi là phun phủ hồ quang điện dây đôi) là một trong các phương pháp của công nghệ phun phủ nhiệt. Phun phủ hồ quang điện dây đôi là quá trình sử dụng năng lượng hồ quang điện để làm nóng chảy dây kim loại, sau đó dây kim loại ở trạng thái nóng chảy được thổi ra bằng khí nén để tạo ra một luồng phun lên bề mặt được phun, hình thành lớp phủ.

“AlMg” là lớp phủ kim loại được tạo ra từ dây hợp kim nền nhôm có thành phần nguyên tố Mg chiếm từ 3-5%.

“AlMg/epoxy-nano” là lớp phủ hợp kim AlMg được xử lý sau khi phun với hỗn hợp nhựa epoxy kết hợp với chất đóng rắn (ví dụ như polyamit) có chứa từ 0,5-5% nano oxit nhôm.

“Sơn polyuretan” là hỗn hợp bao gồm nhựa polyuretan (PU) kết hợp với chất đóng rắn, ví dụ như polyamit.

“Epoxy/PU” là tổ hợp hệ sơn bao gồm tổ hợp sơn epoxy nằm dưới sơn PU.

“TCVN” là cụm từ viết tắt của Tiêu chuẩn Việt Nam.

“ASTM” là cụm từ viết tắt của Hiệp hội Vật liệu và Thử nghiệm Hoa Kỳ.

“Rz” là chiều cao nhấp nhô trên bề mặt kim loại được tạo nhám, là trị số học trung bình của tổng các giá trị tuyệt đối của chiều cao 5 đỉnh cao nhất và chiều sâu của 5 đáy thấp nhất của profin trong khoảng chiều dài chuẩn (L).

Theo một phương án của sáng chế, quy trình tạo lớp phủ AlMg chứa phụ gia nano oxit nhôm theo sáng chế được mô tả chi tiết trong Hình 3. Quy trình này bao gồm các bước cơ bản sau:

Bước 1: Làm sạch, tạo nhám bề mặt thép cacbon

Chuẩn bị bề mặt thép kết cấu (thép cacbon) cần tạo lớp phủ AlMg. Tiếp đó, làm sạch và tạo nhám bề mặt thép cacbon bằng phương pháp phun cát hoặc phun hạt mài, chẳng hạn phun hạt mài corindon bằng cách:

Chuẩn bị hạt mài có kích cỡ hạt trung bình $1\pm 0,2$ mm.

Chuẩn bị thiết bị phun hạt mài (bình phun cát).

Đổ hạt mài vào bình phun cát.

Khởi động máy nén khí hoặc mở van xả khí nén trung tâm và điều chỉnh áp lực khí nén đạt $8\pm 0,5$ bar (800 ± 50 kPa).

Duy trì khoảng cách từ đầu súng phun cát đến bề mặt thép (khoảng cách phun) khoảng 100 ± 10 mm.

Đầu súng phun cát cần điều chỉnh đảm bảo vuông góc nhất với bề mặt thép (góc phun $90\pm 10^\circ$).

Làm sạch bề mặt bằng không khí khô.

Bề mặt thép sau khi được làm sạch, tạo nhám sẽ được tiến hành đánh giá độ sạch: Bề mặt được phun hạt mài hoặc phun cát cực kỹ cho kim loại thuần. Loại bỏ hoàn toàn lớp gỉ, vật lạ. Bề mặt sau khi phun cát hoặc phun hạt mài làm sạch sẽ cho màu sáng kim loại đồng nhất. Xác định độ sạch bề mặt theo chuẩn Sa. Sử dụng kính lúp với độ phóng đại ≥ 10 lần, đảm bảo đạt độ sạch bề mặt đạt Sa 3,0.

Đo độ nhám: sử dụng máy đo độ nhám cầm tay, xác định độ nhám bề mặt theo tiêu chuẩn TCVN 2511.

Tiến hành đo độ nhám ít nhất tại 5 điểm trên bề mặt kim loại. Nếu độ nhám R_z bề mặt kim loại trung bình đạt trên $50\text{ }\mu\text{m}$ ($R_z \geq 50\text{ }\mu\text{m}$) thì tiến hành tiếp bước tạo lớp phủ AlMg cho bề mặt thép. Độ nhám bề mặt cần đảm bảo bằng hoặc lớn hơn $50\text{ }\mu\text{m}$ ($R_z \geq 50\text{ }\mu\text{m}$, tương đương với độ nhám bề mặt cấp 3 theo tiêu chuẩn TCVN 2511) trước khi tạo lớp phủ, vì khi đó lớp phủ AlMg sẽ có độ bám dính với nền thép đạt trên 15MPa, đáp ứng yêu cầu về độ bám dính của lớp phủ AlMg trên nền thép.

Bước 2: Phun tạo lớp phủ AlMg

Sử dụng thiết bị phun phủ hồ quang điện dây đôi có kết nối với máy nén khí hoặc hệ thống cấp khí nén trung tâm (nếu có).

Chuẩn bị dây hợp kim AlMg (đường kính 1,5-4,0 mm, tốt hơn là 2,0-2,5 mm), có thành phần hóa học như được thể hiện trong Bảng 1 dưới đây:

Bảng 1. Thành phần hóa học của dây AlMg

Nguyên tố	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Cr	Al
Khối lượng, %	0,042	0,146	0,011	0,141	4,97	<0,001	0,081	0,096	Còn lại

Khởi động thiết bị phun phủ hồ quang điện dây đôi, điều chỉnh các thông số công nghệ phun phủ hồ quang điện:

- + Cường độ dòng điện I: 200-400 A
- + Điện thế U: 30-35 V
- + Áp lực khí phun P: $5,5 \pm 0,5$ bar (550 ± 50 kPa)
- + Khoảng cách phun L: 100-200 mm.

Quan sát ngọn lửa trên đầu súng phun hồ quang dây đôi, nếu ổn định thì tiến hành phun tạo lớp phủ trên bề mặt tấm thép cacbon.

Phun từng lớp, mỗi lớp dày khoảng 50 μm cho đến khi đạt chiều dày lớp phủ nằm trong khoảng từ 200 đến 300 μm , tốt hơn là khoảng 250 μm .

Bước 3: Quét hoặc phun hỗn hợp nhựa epoxy và chất đóng rắn chứa nano oxit nhôm

Trộn chất đóng rắn polyamit với nhựa epoxy với tỷ lệ theo khối lượng là 1:15 (chẳng hạn, 1 g chất đóng rắn polyamit trộn với 15 g nhựa epoxy) trong thùng chứa và trộn đều.

Pha loãng hỗn hợp nhựa epoxy và chất đóng rắn polyamit với dung môi hữu cơ và khuấy trộn đều để đảm bảo hỗn hợp không bị vón cục. Tốt hơn là, hỗn hợp nhựa epoxy và chất đóng rắn polyamit được phối trộn với nhau theo tỷ lệ khối lượng 40%:60% (2:3).

Bổ sung nano- Al_2O_3 vào hỗn hợp epoxy và chất đóng rắn polyamit đã được pha loãng với chất hữu cơ theo tỷ lệ khối lượng trong khoảng từ 0,5-5%, tốt hơn là trong khoảng 1-2% và trộn đều trong khoảng 1 giờ để thu được hỗn hợp nhựa epoxy và chất đóng rắn polyamit chứa nano oxit nhôm. Tốt hơn là, nano- Al_2O_3 có kích cỡ hạt nằm trong khoảng từ 10 đến 20 nm. Quét hoặc phun hỗn hợp nhựa epoxy và chất đóng rắn polyamit chứa nano oxit nhôm trên bề mặt lớp phủ AlMg và để ổn định trong thời gian ít nhất 24 giờ ở điều kiện thường, để thu được hệ lớp phủ AlMg/epoxy-nano.

Bước 4: Sơn phủ polyuretan

Khuấy đều hợp chất polyuretan, sau đó cho từ từ chất đóng rắn polyamit vào, với tỷ lệ theo thể tích giữa polyuretan /chất đóng rắn là 9:1 (9 phần thể tích polyuretan pha với 1 phần thể tích chất đóng rắn polyamit).

Pha loãng hỗn hợp sơn polyuretan và chất đóng rắn với dung môi axeton với tỷ lệ theo thể tích là 1:1, sau đó quét hoặc phun hỗn hợp polyuretan lên bề mặt hệ

lớp phủ AlMg/epoxy-nano và để ổn định ở điều kiện thường trong thời gian ít nhất 6 giờ.

Kết cấu của lớp phủ AlMg kết hợp với hỗn hợp nhựa epoxy và chất đóng rắn chứa phụ gia nano oxit nhôm được tạo ra bằng quy trình theo sáng chế được thể hiện cụ thể trên Hình 2. Theo một phương án ưu tiên, chiều dày của lớp phủ tạo ra theo sáng chế nằm trong khoảng từ 200 đến 500 μm .

Thử nghiệm gia tốc phun mù muối theo tiêu chuẩn ASTM B117 (Dung dịch NaCl 5% , nhiệt độ $35\pm 2^\circ\text{C}$, thời gian thử nghiệm 6000 giờ): Như được thể hiện trên Hình 5, bề mặt lớp phủ AlMg chứa nano oxit nhôm theo sáng chế trên nền thép cacbon không có điểm gỉ đỏ sau 6000 giờ thử nghiệm gia tốc phun mù muối theo tiêu chuẩn ASTM B117.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Tạo lớp phủ AlMg/epoxy-nano sử dụng hệ thống thiết bị phun hồ quang OSU Hessler 300A trên nền thép SS400 và tiến hành thử nghiệm gia tốc phun mù muối theo tiêu chuẩn ASTM B117. Quy trình cụ thể được thực hiện như sau:

Tiến hành phun hạt mài corindon nâu cỡ hạt 18 của Công ty Cổ phần Đá mài Hải Dương với áp lực khí phun 8 bar (800 kPa), khoảng cách phun 100 mm, đầu súng được điều chỉnh vuông góc với bề mặt tấm thép SS400 (75x150x10 mm). Vệ sinh bề mặt tấm thép sau khi được tạo nhám bằng không khí khô, sau đó tiến hành đo độ nhám bằng thiết bị đo độ nhám cầm tay PRSR200 tại 5 vị trí khác nhau trên bề mặt tấm thép. Yêu cầu giá trị độ nhám trung bình đo tại 5 điểm theo thang đo Rz nhỏ nhất đạt 50 μm . Nếu bề mặt không đạt độ nhám theo yêu cầu thì cần tiến hành phun hạt mài tạo nhám lại.

Tiến hành phun tạo lớp phủ AlMg, sử dụng dây hợp kim AlMg, đường kính $2\pm 0,1$ mm, thành phần hóa học (Bảng 1). Thiết bị phun phủ hồ quang điện OSU Hessler 300A (Hình 4) có kết nối với hệ thống cấp khí khô từ máy nén khí trực vít BOGE S29 và bình tích khí, thể tích 1 m^3 được sử dụng để tạo lớp phủ với các thông số công nghệ: cường độ dòng điện 300 A; điện thế 32 V; áp lực khí phun 5,5 bar (550 kPa); khoảng cách phun 160 mm. Chiều dày lớp phủ được kiểm tra bằng máy đo chiều dày Total Meter CM-8826FN đạt khoảng 250 μm .

Chuẩn bị 100g hỗn hợp nhựa epoxy và chất đóng rắn chứa phụ gia nano oxit nhôm bằng cách:

Trộn đều 2,5 g chất đóng rắn polyamit với 37,5g nhựa epoxy (hỗn hợp);

Bổ sung 60 g axeton vào hỗn hợp nhựa epoxy và chất đóng rắn polyamit;

Trộn đều hỗn hợp nhựa epoxy và chất đóng rắn polyamit với dung môi axeton;

Bổ sung thêm 2,04g nano oxit nhôm kích thước hạt từ 12 nm;

Trộn đều hỗn hợp nhựa epoxy và chất đóng rắn polyamit chứa nano oxit nhôm đã được pha loãng với axeton ở trên trong thời gian khoảng 1 giờ.

Quét hỗn hợp nhựa epoxy và chất đóng rắn polyamit chứa nano oxit nhôm được pha loãng với dung môi axeton đã được chuẩn bị ở trên lên bề mặt lớp phủ AlMg và để ổn định ở nhiệt độ phòng ít nhất sau 24 giờ để thu được hệ lớp phủ AlMg/epoxy-nano.

Tiếp đó, tiến hành sơn phủ polyuretan lên bề mặt hệ lớp phủ AlMg/epoxy-nano: chuẩn bị 100ml hỗn hợp sơn phủ polyuretan bằng cách khuấy đều 45 ml hợp chất polyuretan, sau đó cho từ từ 5 ml chất đóng rắn polyamit vào, rồi tiến hành pha loãng hỗn hợp polyuretan và chất đóng rắn với 50 ml dung môi axeton, sau đó quét hoặc phun hỗn hợp sơn phủ polyuretan trên bề mặt hệ lớp phủ AlMg/epoxy-nano và để ổn định ở điều kiện thường trong thời gian ít nhất 6 giờ.

Tiến hành thử nghiệm gia tốc phun mù muối theo tiêu chuẩn ASTM B117, sử dụng thiết bị thử nghiệm Q-FOG Cyclic Corrosion Tester CCT 600 (Dung dịch NaCl 5% , nhiệt độ $35\pm 2^{\circ}\text{C}$, thời gian thử nghiệm 6000 giờ): Bề mặt lớp phủ AlMg chứa nano oxit nhôm theo sáng chế trên nền thép cacbon không có điểm gỉ đỏ sau 6000 giờ thử nghiệm gia tốc phun muối theo tiêu chuẩn ASTM B117.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Quy trình chế tạo lớp phủ AlMg chứa nano oxit nhôm theo sáng chế là quy trình đơn giản và hiệu quả. Bề mặt lớp phủ AlMg chứa nano oxit nhôm theo sáng chế trên nền thép cacbon không có điểm gỉ đỏ sau 6000 giờ thử nghiệm gia tốc phun muối theo tiêu chuẩn ASTM B117. Kết quả này mở ra tiềm năng lớn trong việc ứng dụng lớp phủ để bảo vệ chống ăn mòn cho kết cấu thép cacbon tại các công trình được xây dựng trong môi trường có điều kiện khắc nghiệt như công trình giao thông vượt biển, giàn khoan trên biển, công nghiệp đóng tàu thủy vỏ thép, các công trình xây dựng trên biển và hải đảo, v.v.. Ngoài ra, việc xử lý đối với các lớp phủ nhôm, hợp kim nhôm nói chung chế tạo từ công nghệ phun phủ nhiệt bằng hỗn hợp epoxy và chất đóng rắn chứa nano oxit nhôm cũng có thể áp dụng nhằm nâng cao khả năng bảo vệ chống ăn mòn của lớp phủ đã biết như Al, Al-Zn, Zn-Al, v.v. đối với nền thép cacbon.

Việc bổ sung thêm phụ gia nano- Al_2O_3 với kích cỡ hạt trong khoảng từ 10 đến 20 nm có diện tích bề mặt riêng lớn vào hỗn hợp epoxy/chất đóng rắn tạo ra sự tương thích cao với lớp phủ hợp kim nền nhôm, qua đó đã góp phần cải thiện được sự tương thích giữa lớp phủ AlMg và hỗn hợp epoxy/chất đóng rắn. Ngoài ra, nhiều nghiên cứu đã chứng minh rằng, nano- Al_2O_3 làm giảm độ khô co ngót của epoxy khi đóng rắn và ngăn chặn được các vết nứt nhỏ (vết nứt tế vi) làm cho epoxy sít chặt hơn so với epoxy không có nano- Al_2O_3 . Mặt khác, do nano- Al_2O_3 có kích cỡ nhỏ nên dễ dàng đi sâu vào trong lớp phủ cùng với epoxy thông qua các lỗ xốp và khuyết tật của lớp phủ, từ đó nâng cao được hiệu quả xử lý các khuyết

tật của lớp phủ, góp phần ngăn cản sự thâm nhập của tác nhân gây ăn mòn đối với lớp phủ và nền thép.

Ngoài ra, nano- Al_2O_3 được thêm vào hỗn hợp epoxy và chất đóng rắn polyamit đã được pha loãng với chất hữu cơ (hỗn hợp) theo tỷ lệ khối lượng như nêu trên, được khẳng định là cải thiện được khả năng xử lý độ xốp của lớp phủ AlMg, nhờ đó tăng khả năng bảo vệ chống ăn mòn của lớp phủ AlMg đối với nền thép, do nano- Al_2O_3 với tỷ lệ theo khối lượng được chọn này ảnh hưởng không đáng kể đến độ nhớt của hỗn hợp được sử dụng.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình chế tạo lớp phủ hợp kim nhôm magiê (AlMg) chứa nano oxit nhôm để bảo vệ chống ăn mòn cho thép cacbon, quy trình này bao gồm các bước:

(i) làm sạch, tạo nhám bề mặt thép cacbon bằng phương pháp phun cát hoặc hạt mài, trong đó kích cỡ hạt $1\pm0,2$ mm, áp lực khí nén $8\pm0,5$ bar (800 ± 50 kPa), góc phun $90\pm10^\circ$, khoảng cách phun 100 ± 10 mm, sao cho độ nhám bề mặt thép đạt được $Rz\geq50$ μm và độ sạch bề mặt đạt Sa 3,0;

(ii) tạo lớp phủ AlMg bằng phương pháp phun phủ nhiệt sử dụng thiết bị phun phủ hồ quang điện dây đôi với các thông số phun được áp dụng:

cường độ dòng điện I: 200-400 A

điện thế U: 30-35 V

áp lực khí phun P: 5-6 bar (500-600 kPa)

khoảng cách phun L: 100-200 mm

sao cho chiều dày lớp phủ AlMg tạo ra nằm trong khoảng từ 200 đến 300 μm ;

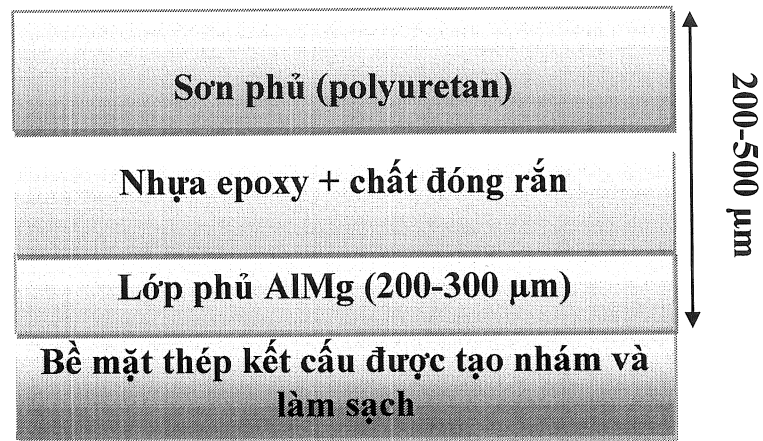
(iii) quét hoặc phun hỗn hợp nhựa epoxy và chất đóng rắn polyamit chứa nano oxit nhôm lên lớp phủ AlMg, trong đó hỗn hợp này được tạo ra bằng cách phối trộn chất đóng rắn polyamit với nhựa epoxy với tỷ lệ theo khối lượng là 1:15, pha loãng hỗn hợp nhựa epoxy và chất đóng rắn polyamit với dung môi hữu cơ axeton theo tỷ lệ khối lượng 2:3 trong điều kiện khuấy trộn đều hỗn hợp để đảm bảo không bị vón cục, tiếp đó bổ sung nano- Al_2O_3 với tỷ lệ 0,5-5% theo khối lượng vào hỗn hợp đã pha loãng và trộn đều trong khoảng 1 giờ để thu được hỗn hợp nhựa epoxy và chất đóng rắn polyamit chứa nano oxit nhôm, quét hoặc phun hỗn hợp thu được lên bề mặt lớp phủ AlMg và để ổn định trong thời gian ít nhất 24 giờ ở điều kiện thường, để thu được hệ lớp phủ AlMg/epoxy-nano; và

(iv) sơn phủ polyuretan: khuấy đều hợp chất polyuretan, sau đó cho từ từ chất đóng rắn polyamit vào, với tỷ lệ theo thể tích giữa polyuretan/chất đóng rắn là 9:1, pha loãng hỗn hợp polyuretan và chất đóng rắn với dung môi axeton với tỷ lệ theo thể tích là 1:1, sau đó quét hoặc phun hỗn hợp polyuretan lên bề mặt hệ lớp phủ AlMg/epoxy-nano và để ổn định ở điều kiện thường trong thời gian ít nhất 6 giờ.

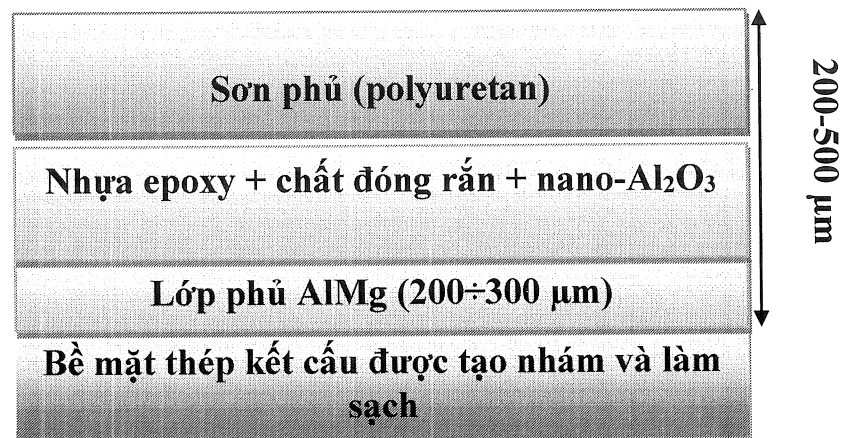
2. Quy trình theo điểm 1, trong đó ở bước (ii), chiều dày lớp phủ AlMg là 250 μm .

3. Quy trình theo điểm 1 hoặc 2, trong đó ở bước (iii), nano- Al_2O_3 được bổ sung với tỷ lệ 1-2% theo khối lượng vào hỗn hợp epoxy và chất đóng rắn polyamit đã pha loãng bằng dung môi hữu cơ.

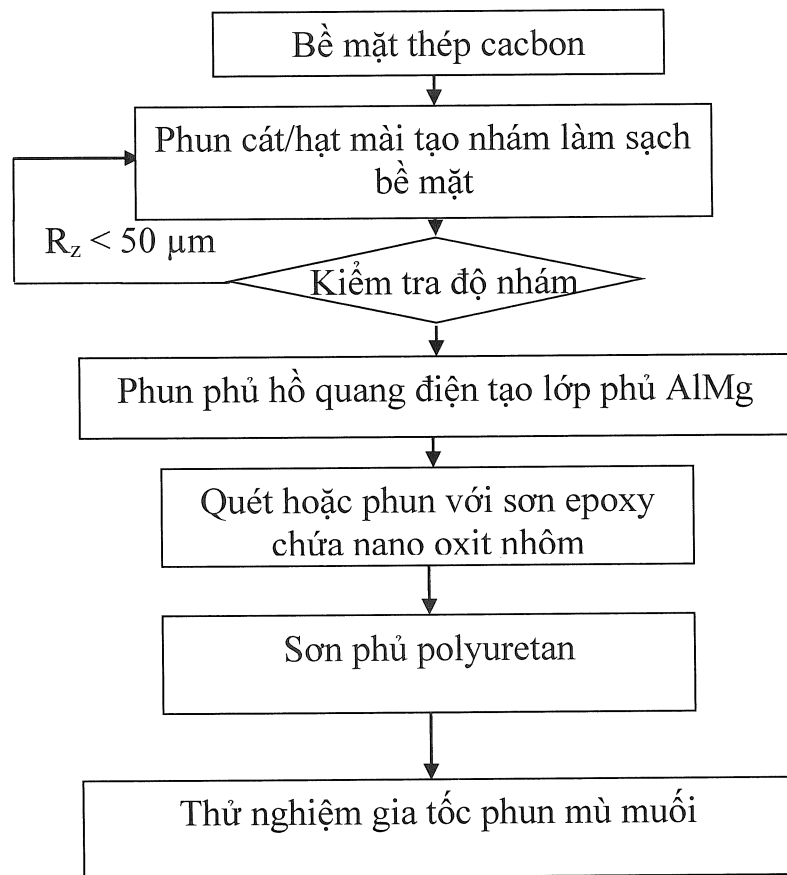
4. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1-3, trong đó ở bước (iii), nano- Al_2O_3 có kích cỡ hạt nằm trong khoảng từ 10 đến 20 nm.
5. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1-3, trong đó ở bước (iv), chiều dày lớp phủ hợp kim AlMg chứa nano oxit nhôm nằm trong khoảng từ 200 đến 500 μm .
6. Thép cacbon được phủ lớp phủ chống ăn mòn được tạo ra bằng quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1-5.

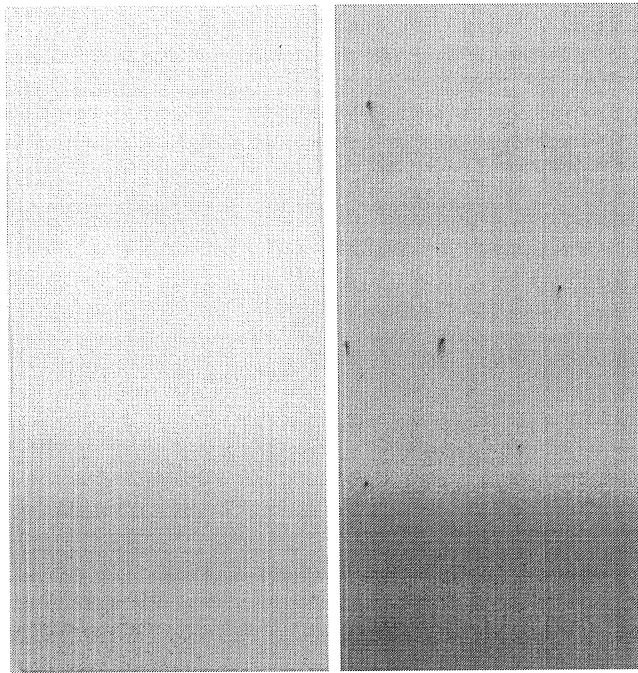
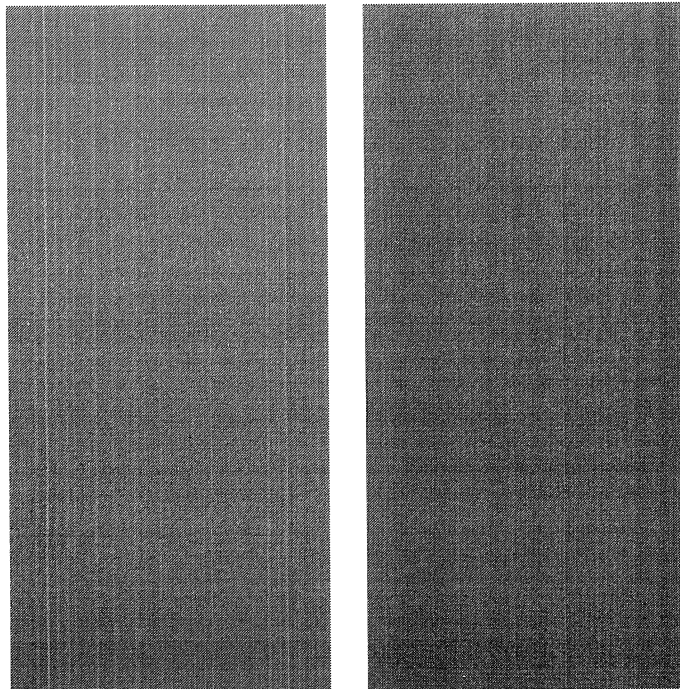


Hình 1



Hình 2

**Hình 3**

**Hình 4****Hình 5**