



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

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

(11)



1-0038269

(51)^{2019.01} C23C 2/06; C23C 14/14; C23C 14/16; (13) B
C23C 14/30; C23C 30/00; C23C 2/12;
C23C 28/02; C23C 14/02; C23C 14/56

(21) 1-2020-00539

(22) 20/07/2018

(86) PCT/IB2018/055408 20/07/2018

(87) WO2019/043473 07/03/2019

(30) PCT/IB2017/001048 30/08/2017 WO

(45) 25/01/2024 430

(43) 25/09/2020 390

(73) ARCELORMITTAL (LU)

24-26, Boulevard d'Avranches, L-1160 Luxembourg, LUXEMBOURG

(72) CHALEIX, Daniel (FR); ALLELY, Christian (FR); SILBERBERG, Eric (BE);
PACE, Sergio (IT); GAOUYAT, Lucie (FR).

(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) NỀN THÉP CÓ LỚP PHỦ, PHƯƠNG PHÁP VÀ HỆ THỐNG SẢN XUẤT NỀN
THÉP CÓ LỚP PHỦ

(57)

Sáng chế đề cập đến nền kim loại có lớp phủ gồm ít nhất lớp phủ thứ nhất cấu thành bởi nhôm, lớp phủ thứ nhất này có độ dày nằm trong khoảng từ 1,0 đến 4,5 μ m và được phủ ngay trên bởi lớp phủ thứ hai chủ yếu chứa kẽm, lớp phủ thứ hai này có độ dày nằm trong khoảng từ 1,5 đến 9,0 μ m và trong đó tỷ lệ độ dày giữa lớp phủ thứ nhất và lớp phủ thứ hai nằm trong khoảng từ 0,2 đến 1,2. Phương pháp và hệ thống sản xuất nền thép có lớp phủ này cũng được đề xuất.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến nền kim loại có lớp phủ và phương pháp sản xuất nền kim loại có lớp phủ này. Sáng chế này đặc biệt phù hợp với ngành công nghiệp ô tô.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Với mục đích giảm trọng lượng của xe, đã biết giải pháp làm giảm độ dày của thép tấm hoặc tấm thép bằng cách bổ sung các lớp phủ kim loại có các đặc tính như khả năng chống ăn mòn, khả năng dễ phospho hóa, v.v.. Ngoài ra, độ dày nhỏ cho phép có tính dễ hàn tốt hơn.

Các lớp phủ chủ yếu chứa kẽm thường được sử dụng vì chúng cho phép tạo sự bảo vệ chống ăn mòn nhờ sự bảo vệ kiểu rào chắn và sự bảo vệ kiểu catốt. Hiệu ứng rào chắn được tạo ra bởi việc phủ một lớp phủ kim loại trên bề mặt thép. Do vậy, lớp phủ kim loại ngăn không cho tiếp xúc giữa thép và môi trường ăn mòn. Mặt khác, sự bảo vệ kiểu ăn mòn catốt là dựa chủ yếu chứa kẽm là một kim loại rẻ tiền hơn so với thép. Do vậy, nếu sự ăn mòn xảy ra, kẽm dễ bị ăn mòn hơn so với thép. Sự bảo vệ kiểu catốt là cần thiết ở những nơi mà thép tiếp xúc trực tiếp với môi trường ăn mòn, như các mép cắt nơi kẽm bao quanh sẽ bị ăn mòn trước thép. Mặc dù lớp phủ kẽm tạo ra sự bảo vệ kiểu ăn mòn, song hiệu ứng rào chắn là không đủ và do đó sự bảo vệ chống ăn mòn không đủ cao.

Ngoài ra, khi các bước gia nhiệt được thực hiện đối với các tấm thép có lớp phủ kẽm, ví dụ, tôi cứng bằng cách ép hoặc hàn, các vết nứt đã xuất hiện trong thép mà lan ra từ lớp phủ. Thực vậy, đôi khi, có sự giảm về các tính chất cơ học do sự hiện diện của các vết nứt trong tấm thép có lớp phủ sau các bước gia nhiệt. Các vết nứt này xuất hiện trong các điều kiện sau: nhiệt độ cao; tiếp xúc với kim loại lỏng có điểm nóng chảy thấp (như kẽm) ngoài ứng suất; sự khuếch tán không đồng nhất của kim loại nóng chảy có sự tập trung ở nền và biên. Sự biểu hiện của hiện tượng này là sự hóa giòn của kim loại lỏng (LME: liquid metal

embrittlement), còn được gọi là hiện tượng giòn do kim loại lỏng gây ra (LMAC: liquid metal assisted cracking).

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, có nhu cầu tạo ra nền kim loại có lớp phủ được bảo vệ tốt có độ dày nhỏ nhất có thể, độ dày nhỏ cho phép có được tính dễ hàn tốt hơn. Do đó, mục đích của sáng chế là đề xuất nền kim loại có lớp phủ mỏng nhất được tăng cường về khả năng bảo vệ chống ăn mòn, tức là sự bảo vệ kiểu catốt ăn mòn ngoài sự bảo vệ kiểu rào chắn, và không có vấn đề về LME. Nó nhằm mục đích đưa ra một phương pháp khả thi, đặc biệt là dễ thực hiện để tạo ra nền kim loại có lớp phủ như vậy.

Liên quan đến mức độ ăn mòn để bảo vệ kiểu ăn mòn, điện thế điện hóa sẽ phải thấp hơn ít nhất là 50mV so với điện thế của nền kim loại. Ví dụ, trong trường hợp nền thép, cần phải có điện thế tối đa là -0,78V đối với điện cực calomel bão hòa (SCE: saturated calomel electrode). Tốt hơn, nếu không giảm điện thế này ở mức -1,4V/SCE, thậm chí là ở mức -1,25V/SCE liên quan đến mức độ ăn mòn nhanh và hậu quả có thể dẫn đến việc làm giảm khoảng thời gian bảo vệ thép.

Mục đích này đạt được nhờ việc tạo ra nền kim loại có lớp phủ như được xác định theo điểm 1 Yêu cầu bảo. Nền kim loại có lớp phủ này cũng có thể bao gồm các dấu hiệu như được xác định theo các điểm 2 tới 6 Yêu cầu bảo hộ.

Một mục đích khác của sáng chế đạt được nhờ việc đề xuất phương pháp sản xuất như được xác định theo điểm 7 Yêu cầu bảo hộ. Phương pháp này cũng có thể bao gồm các dấu hiệu như được xác định theo các điểm 8 tới 10 Yêu cầu bảo hộ.

Ngoài ra, mục đích của sáng chế cũng đạt được nhờ việc sử dụng nền kim loại có lớp phủ theo sáng chế.

Sau cùng, mục đích của sáng chế đạt được bởi việc đề xuất hệ thống dùng để lắng phủ chân không liên tục các lớp phủ trên nền kim loại di chuyển như được xác định theo điểm 11 Yêu cầu bảo hộ. Hệ thống này cũng có thể bao gồm các dấu hiệu như được xác định theo các điểm 12 tới 14 Yêu cầu bảo hộ.

Các dấu hiệu và các ưu điểm khác của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng hơn thông qua phần mô tả chi tiết sáng chế.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Để minh họa sáng chế, các phương án khác nhau và các thử nghiệm nêu trong các ví dụ thực hiện sáng chế sẽ được mô tả, có dựa vào cụ thể tới các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 là hình vẽ minh họa mẫu dùng cho thử nghiệm LME.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trên tất cả các hình vẽ, độ dày của các lớp được thể hiện chỉ nhằm mục đích minh họa và không được thể hiện theo đúng tỷ lệ giữa các lớp khác nhau.

Các thuật ngữ sau được sử dụng:

- “% trọng lượng” chỉ hàm lượng phần trăm theo trọng lượng.

Sáng chế đề cập đến nền kim loại có lớp phủ gồm ít nhất lớp phủ thứ nhất cấu thành bởi nhôm, lớp phủ thứ nhất này có độ dày nằm trong khoảng từ 1,0 đến 4,5 μ m và được phủ ngay trên bởi lớp phủ thứ hai chủ yếu chứa kẽm, lớp phủ thứ hai này có độ dày nằm trong khoảng từ 1,5 đến 9,0 μ m và trong đó tỷ lệ độ dày giữa lớp phủ thứ nhất và lớp phủ thứ hai nằm trong khoảng từ 0,2 đến 1,2. Lớp phủ thứ nhất cấu thành bởi nhôm, tức là, hàm lượng của nhôm trong lớp phủ thứ nhất lớn hơn 99,0% trọng lượng.

Mặc dù không muốn gắn liền với lý thuyết bất kỳ, song điều được tin chắc là nền kim loại có lớp phủ nêu trên có khả năng bảo vệ chống ăn mòn cao cùng với độ dày mỏng nhất có thể. Thực vậy, dường như là việc kết hợp lớp phủ thứ nhất và lớp phủ thứ hai có độ dày và tỷ lệ giữa các độ dày đặc biệt cho phép có được hiệu ứng rào chắn cao và sự bảo vệ kiểu ăn mòn cao.

Dường như là việc lớp phủ thứ nhất cấu thành bởi nhôm có độ dày nằm trong khoảng từ 1,0 đến 4,5 μ m cho phép có được khả năng chống ăn mòn cao, đặc biệt là hiệu ứng rào chắn cao. Việc lớp phủ thứ hai chủ yếu chứa kẽm có độ dày nằm trong khoảng từ 3,0 đến 9,0 μ m cho phép có được khả năng chống ăn mòn cao, đặc biệt là khả năng bảo vệ kiểu ăn mòn cao. Ngoài ra, điều đã được

phát hiện ra là để tạo ra nền kim loại có lớp phủ mỏng nhất có khả năng chống ăn mòn cao, thì tỷ lệ độ dày giữa lớp phủ thứ nhất và lớp phủ thứ hai cần phải nằm trong khoảng từ 0,2 đến 1,2. Song điều được tin chắc là nếu tỷ lệ độ dày này thấp hơn 0,2, thì sẽ có nguy cơ là khả năng chống ăn mòn sẽ không đủ. Nếu tỷ lệ độ dày này lớn hơn 1,2, thì sẽ có nguy cơ là không đạt được độ dày mỏng nhất của nền kim loại có lớp phủ có hiệu ứng rào chắn cao nhất, khả năng bảo vệ kiểu ăn mòn cao nhất và đặc tính dễ hàn cao.

Cuối cùng, nền kim loại có lớp phủ có các lớp thứ nhất và thứ hai có khả năng chống LME cao chủ yếu là do sự có mặt của nhôm với độ dày cụ thể nêu trên. Do đó, với nền kim loại có lớp phủ đặc biệt theo sáng chế, có thể tạo ra được nền kim loại có lớp phủ mong có có hiệu ứng rào chắn cao, tức là khả năng bảo vệ kiểu ăn mòn cao và hiệu ứng rào chắn cao, ngoài khả năng chống LME.

Tốt hơn là, lớp phủ thứ hai có ít hơn 0,5% trọng lượng magie.

Có lợi là, lớp phủ thứ hai chứa ít nhất một nguyên tố được chọn trong số: Si và Mg.

Theo một phương án được ưu tiên khác, lớp phủ thứ hai không bao gồm ít nhất một nguyên tố trong số các nguyên tố sau: magie, nhôm, đồng và silic. Thực vậy, mặc dù không muốn gắn liền với lý thuyết bất kỳ, song dường như là sự có mặt của magie trong lớp phủ thứ hai có thể dẫn đến các khuyết tật bề mặt do sự tạo ra magie oxit, sự có mặt của nhôm có thể làm giảm khả năng bảo vệ kiểu mài mòn và sự có mặt của silic có thể làm giảm khả năng bảo vệ kiểu mài mòn.

Có lợi là, lớp phủ thứ hai cấu thành bởi kẽm, tức là hàm lượng của kẽm trong lớp phủ thứ nhất lớn hơn 99,0% trọng lượng.

Tốt hơn là, lớp phủ thứ nhất có độ dày nằm trong khoảng từ 2 đến 4 μm .

Có lợi là, lớp phủ thứ hai có độ dày nằm trong khoảng từ 1,5 đến 8,5 μm . Ví dụ, lớp phủ thứ hai có độ dày nằm trong khoảng từ 1,5 đến 4,5 μm hoặc nằm trong khoảng từ 4,5 μm đến 8,5 μm .

Tốt hơn là, tỷ lệ giữa lớp phủ thứ nhất và lớp phủ thứ hai nằm trong khoảng từ 0,2 đến 0,8 và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,3 đến 0,7.

Tốt hơn là, một lớp trung gian nằm giữa nền kim loại và lớp phủ thứ nhất, lớp trung gian này chứa sắt, niken, crom và tùy ý titan. Mặc dù không muốn gắn

liên với lý thuyết bất kỳ, song dường như là lớp phủ trung gian này cải thiện thêm sự bám dính của lớp phủ thứ nhất trên nền kim loại.

Theo một phương án được ưu tiên, lớp trung gian này có ít nhất 8% trọng lượng niken và ít nhất 10% trọng lượng crom, phần còn lại là sắt. Ví dụ, lớp phủ kim loại này là thép không gỉ loại 316 có 16-18% trọng lượng Cr và 10-14% trọng lượng Ni, lượng còn lại là Fe.

Theo một phương án được ưu tiên khác, lớp trung gian này gồm Fe, Ni, Cr và Ti trong đó hàm lượng của Ti lớn hơn hoặc bằng 5% trọng lượng và trong đó các hàm lượng của chúng thỏa mãn công thức sau: $8\% \text{ trọng lượng} < \text{Cr} + \text{Ti} < 40\% \text{ trọng lượng}$, lượng còn lại là Fe và Ni, lớp phủ trung gian như vậy được phủ ngay trên bởi một lớp phủ là một lớp phủ kim loại chống ăn mòn.

Nền kim loại có thể được chọn trong số: nền nhôm, nền thép, nền thép không gỉ, nền đồng, nền sắt, nền hợp kim đồng, nền titan, nền coban hoặc nền niken.

Sáng chế cũng đề cập đến phương pháp sản xuất nền kim loại có lớp phủ theo sáng chế bao gồm các bước sau:

- A. Tạo nền kim loại,
- B. Tùy ý, chuẩn bị bề mặt của nền kim loại,
- C. Lắng phủ lớp phủ thứ nhất cấu thành bởi nhôm, lớp phủ thứ nhất này có độ dày nằm trong khoảng từ 1,0 đến 4,5 μm và
- D. Lắng phủ lớp phủ thứ hai chủ yếu chứa kẽm, lớp phủ thứ hai này có độ dày nằm trong khoảng từ 1,5 đến 9,0 μm và trong đó tỷ lệ độ dày giữa lớp phủ thứ nhất và lớp phủ thứ hai nằm trong khoảng từ 0,2 đến 1,2.

Tốt hơn là, khi bước B) được thực hiện, việc xử lý bề mặt được chọn trong số: phun bi, tẩy gỉ, khắc ăn mòn, làm bóng, phun cát, mài và lắng phủ lớp trung gian chứa sắt, niken, crom và tùy ý titan. Tốt hơn là, việc xử lý bề mặt này bao gồm việc lắng phủ một lớp trung gian trên nền kim loại. Ngoài ra, lớp trung gian này cho phép tránh được việc phải loại bỏ lớp oxit xuất hiện tự nhiên trên nền kim loại.

Tốt hơn là, trong các bước C) và D), việc lắng phủ lớp phủ thứ nhất và lớp phủ thứ hai độc lập với nhau được thực hiện bằng cách phủ nhúng nóng, bởi quy trình mạ điện hoặc bởi quá trình lắng phủ chân không. Ví dụ, lớp phủ thứ nhất được lắng phủ bằng cách nhúng nóng và lớp phủ thứ hai được lắng phủ bằng cách lắng phủ chân không. Theo một ví dụ khác, các lớp phủ thứ nhất và thứ hai được lắng phủ bằng cách lắng phủ chân không.

Trong các bước C) và D), khi quá trình lắng phủ chân không được thực hiện, lớp phủ thứ nhất và lớp phủ thứ hai độc lập với nhau được lắng phủ bởi quy trình lắng phủ phun bằng catốt manhetron, quy trình lắng phủ bằng hơi kiểu phun, quy trình bốc hơi điện từ trường hoặc quy trình lắng phủ hơi vật lý bằng chùm tia điện tử. Ví dụ, lớp phủ thứ nhất được lắng phủ bởi quy trình lắng phủ phun bằng catốt manhetron và lớp phủ thứ hai được lắng phủ bởi quy trình lắng phủ bằng hơi kiểu phun.

Sáng chế cũng mô tả việc sử dụng nền kim loại có lớp phủ theo sáng chế để sản xuất chi tiết của xe ô tô.

Cuối cùng, sáng chế đề cập đến hệ thống dùng để lắng phủ chân không liên tục các lớp phủ trên nền kim loại di chuyển bằng cách sử dụng phương pháp theo sáng chế để sản xuất nền kim loại có lớp phủ theo sáng chế lần lượt bao gồm các vùng:

- A. Tùy ý, vùng trung gian có thiết bị lắng phủ phun bằng catốt manhetron,
- B. Vùng thứ nhất có thiết bị bốc hơi bằng chùm tia điện tử và
- C. Vùng thứ hai có thiết bị bốc hơi kiểu phun.

Tốt hơn là, khi vùng trung gian có mặt, thiết bị lắng phủ phun bằng catốt manhetron có buồng lắng phủ chân không có một đích làm bằng sắt, crom, niken và tùy ý titan và nguồn cấp plasma dùng để làm lắng phủ lớp trung gian chứa sắt, niken, crom và tùy ý titan trên nền kim loại.

Trong trường hợp này, khí trơ được phun vào buồng lắng phủ chân không với áp suất nằm trong khoảng từ 10^{-5} đến 10^{-9} mbar (100.10^{-5} đến 100.10^{-9} Pa). Nguồn tạo plasma tạo plasma để tích điện cho khí. Các nguyên tử bề mặt của đích bị đẩy ra vật lý bởi sự bắn phá của các hạt tích năng lượng (ion) được tạo ra trong plasma. Các nguyên tử bị đẩy ra lắng kết trên nền kim loại.

Tốt hơn là trong vùng thứ nhất, thiết bị bốc hơi bằng chùm tia điện tử có buồng lắng phủ chân không có nồi nấu kim loại bốc hơi làm bằng kim loại chứa nhôm, thiết bị gia nhiệt và súng phóng điện tử để lắng phủ lớp phủ thứ nhất có độ dày nằm trong khoảng từ 1,0 đến 4,5 μm .

Tốt hơn là trong vùng thứ hai, thiết bị bốc hơi kiểu phun có buồng lắng phủ chân không có ít nhất là nồi nấu kim loại bốc hơi, máy phủ phun hơi và ít nhất một nồi nấu kim loại bốc hơi thích hợp để cấp hơi chủ yếu chứa kẽm cho máy phủ phun hơi.

Tốt hơn là, máy phủ phun hơi là máy phủ phun siêu âm và nồi nấu kim loại bốc hơi bao gồm bộ gia nhiệt cảm ứng.

Có lợi là, nồi nấu kim loại tái nạp được đặt dưới nồi nấu kim loại bốc hơi và được điều chỉnh để duy trì áp suất môi trường. Tốt hơn nữa là, nồi nấu kim loại tái nạp này được nối với phương tiện cấp phôi kim loại.

Trong buồng lắng phủ chân không, ngay bên cạnh bề mặt của nền kim loại mà cần được phủ, có máy phủ phun hơi. Máy phủ này thích hợp để phun hơi hợp kim kim loại chủ yếu chứa kẽm lên trên nền di chuyển.

Máy phủ phun hơi được lắp trên nồi nấu kim loại bốc hơi thích hợp để cấp hơi chủ yếu chứa kẽm cho máy phủ phun hơi. Theo một phương án được ưu tiên, một nồi nấu kim loại bốc hơi thích hợp để chứa kim loại lỏng bao gồm kẽm sinh hơi để lắng phủ trên nền. Theo một phương án được ưu tiên khác, hai nồi nấu kim loại bốc hơi được sử dụng, một nồi nấu kim loại bốc hơi chứa kim loại khác và một nồi nấu kim loại bốc hơi chứa kẽm, hỗn hợp của cả hai kim loại được lắng phủ trên nền. Tốt hơn là, ít nhất một nồi nấu kim loại bốc hơi được ưu tiên nằm trong buồng lắng phủ.

Nồi nấu kim loại bốc hơi này có thể có phương tiện gia nhiệt cho phép tạo ra hơi hợp kim kim loại và để cấp vào máy phủ phun hơi. Có lợi, nếu nồi nấu kim loại bốc hơi được bố trí cùng với bộ gia nhiệt cảm ứng có lợi thế để tạo ra sự khuấy và tạo ra sự đồng nhất của hợp kim kim loại lỏng dễ dàng hơn.

Áp suất trong nồi nấu kim loại bốc hơi tùy thuộc vào nhiệt độ kim loại lỏng và thành phần của kim loại lỏng này. Nó nói chung nằm trong khoảng từ 10^{-3} và

10^{-1} bar (10^2 đến 10^4 Pa). Do đó, áp suất trong buồng lắng phủ được duy trì ở mức lớn hơn so với áp suất trong nồi nấu kim loại bốc hơi.

Ít nhất nồi nấu kim loại bốc hơi có thể được nối với nồi nấu kim loại tái nạp thích hợp để cấp kẽm và/hoặc kim loại khác vào nồi nấu kim loại bốc hơi. Tốt hơn nữa, nồi nấu kim loại tái nạp này nằm bên ngoài buồng lắng phủ chân không. Tốt hơn, nếu nồi nấu kim loại tái nạp nằm bên dưới nồi nấu kim loại bốc hơi và thích hợp để duy trì áp suất môi trường. Do độ cao giữa nồi nấu kim loại bốc hơi và nồi nấu kim loại tái nạp và do sự chênh lệch áp suất được tạo ra giữa chúng, nên nguyên tố chủ yếu đã nóng chảy đi lên vào nồi nấu kim loại bốc hơi bởi hiệu ứng khí áp khi kim loại lỏng bốc hơi. Điều đó đảm bảo việc cấp liên tục của nồi nấu kim loại bốc hơi và góp phần duy trì mức chất lỏng không đổi trong nồi nấu kim loại bốc hơi, không phụ thuộc vào tốc độ dây truyền.

Sáng chế tiếp theo sẽ được giải thích trong các thử nghiệm chỉ nhằm mục đích minh họa sáng chế. Chúng không nhằm giới hạn phạm vi của sáng chế.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Trong tất cả các ví dụ, thành phần của thép tấm được sử dụng là như sau: 0,2% trọng lượng C, 1,5% trọng lượng Si, 2% trọng lượng Mn, 0,04% trọng lượng Al, lượng còn lại là sắt.

Đối với thử nghiệm 1, lớp phủ Zn được lắng phủ bằng cách mạ điện phân trên tấm thép.

Đối với các thử nghiệm 2 tới 4, lớp trung gian là thép không gỉ loại 316 có 16-18% trọng lượng Cr và 10-14% trọng lượng Ni, lượng còn lại là Fe được lắng phủ bởi quá trình lắng phủ phun bằng catốt manhetron, lớp phủ thứ nhất bằng nhôm được lắng phủ bởi quá trình lắng phủ bằng chùm tia điện tử và lớp phủ thứ hai bằng kẽm được lắng phủ bởi JVD.

Đối với thử nghiệm 5, lớp phủ không được lắng phủ trên tấm thép.

Ví dụ 1: thử nghiệm LME

Nhằm đánh giá tính nhạy cảm LME, thử nghiệm kéo nhiệt độ cao được thực hiện trong các điều kiện giống nhất có thể so với các điều kiện hàn điểm.

Các mẫu kéo được minh họa trên Fig.1. Hai lỗ được gia công trên đầu để gài các chốt và nhờ vậy đảm bảo không bị trượt trong khi thử nghiệm.

Tiếp đó, một ứng lực trước 1kN được tác động lên mỗi mẫu. Các mẫu này được nung nóng với tốc độ gia nhiệt khoảng 1000°C/giây để đạt tới nhiệt độ nằm trong khoảng từ 750 đến 950°C. Khi nhiệt độ đã đạt được, sự dịch chuyển được tác động lên các mẫu cho tới khi phá hủy hoàn toàn. Tốc độ kéo mẫu 3mm/giây được áp dụng trong thử nghiệm này.

Các đường cong ứng suất biến dạng được xác định và phân tích. Dẫn xuất của đường cong ứng suất biến dạng được tính toán và được vẽ. Độ giãn dài của thép khi dẫn xuất biến dạng này nhỏ nhất, tương ứng với sự đứt gãy của mẫu. Nếu sự đứt gãy này là do hiện tượng LME, tức là kẽm lỏng có mặt trong các vết nứt, thì độ giãn dài này được xác định là “trị số giãn dài LME tới hạn”. Nếu sự đứt gãy có tính dẻo, thì độ giãn dài được xác định là “trị số giãn dài tới hạn”. Sau đó, trị số này được lập đồ thị dưới dạng một hàm số của nhiệt độ của thử nghiệm kéo.

Các kết quả được thể hiện trong Bảng 1 sau đây. 0 có nghĩa là rất tốt, nói cách khác, không có kẽm lỏng trong các vết nứt, tức là sự đứt gãy có tính dẻo; 1 có nghĩa là kém, nói cách khác, kẽm lỏng có mặt trong các vết nứt tương ứng với các vết nứt LME.

Bảng 1

Thử nghiệm	Lớp phủ					Nhiệt độ (°C)	Độ giãn dài LME tới hạn hoặc Trị số giãn dài tới hạn (mm)	Các vết nứt LME
	Lớp phủ thứ nhất	Độ dày (µm)	Lớp phủ thứ hai	Độ dày (µm)	Tỷ lệ độ dày			
1	Zn (EG)	7.5	-	-	-	750	0,6	1
						800	0,7	1
						850	1,2	1
						900	0,9	1
						950	0,6	1
2*	Al	2	Zn	2	1	750	3,2	0

						800	3,5	0
						850	3	0
						900	2,3	0
						950	3	0
3*	Al	3	Zn	5	0,6	750	3,9	0
						800	3,8	0
						850	3,2	0
						900	3,2	0
						950	3,6	0
4*	Al	3	Zn	7,5	0,4	750	4	0
						800	4	0
						850	3,2	0
						900	3,2	0
						950	3,2	0
5	-	-	-	-	-	750	3,2	0
						800	3,8	0
						850	3,2	0
						900	2,9	0
						950	3,1	0

*theo sáng chế.

Các thử nghiệm 2 tới 4 theo sáng chế thể hiện khả năng chống LME rất tốt cùng cấp độ với thép trần, tức là thử nghiệm 5.

Ví dụ 2: Thử nghiệm đặc tính điện hóa

Các thử nghiệm 1, 3 và 4 được chuẩn bị và thực hiện thử nghiệm điện thế điện hóa.

Thử nghiệm bao gồm việc đo điện thế điện hóa của tấm bề mặt của thép có lớp phủ được thực hiện. Các tấm thép và các lớp phủ được bóc tách và được nhúng trong dung dịch chứa 5% trọng lượng natri clorua ở độ pH = 7. Điện cực calomel bão hòa (SCE) cũng được nhúng vào dung dịch này. Điện thế nổi của bề mặt được đo theo thời gian. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 2 sau:

Bảng 2

Thử nghiệm	Lớp phủ					Điện thế điện hóa (V/SCE)
	Lớp phủ thứ nhất	Độ dày (μm)	Lớp phủ thứ hai	Độ dày (μm)	Tỷ lệ độ dày	
1	Zn (EG)	7.5	-	-		-0,8
3*	Al	3	Zn	5	0,6	-0,9
4*	Al	3	Zn	7,5	0,4	-0,9

*theo sáng chế.

Các thử nghiệm 3 và 4 theo sáng chế có khả năng bảo vệ kiểu ăn mòn cao so với thử nghiệm 1. Điện thế nổi của các thử nghiệm 3 và 4 là dưới -0,78V/SCE như cần thiết, tức là điện thế điện hóa tối thiểu để có khả năng bảo vệ chống ăn mòn kiểu ăn mòn.

Yêu cầu bảo hộ

1. Nền thép có lớp phủ bao gồm ít nhất lớp phủ thứ nhất cấu thành bởi nhôm, lớp phủ thứ nhất này có độ dày nằm trong khoảng từ 1,0 đến 4,5 μ m và được phủ ngay trên bởi lớp phủ thứ hai chủ yếu chứa kẽm, lớp phủ thứ hai này có độ dày nằm trong khoảng từ 1,5 đến 9,0 μ m và trong đó tỷ lệ độ dày giữa lớp phủ thứ nhất và lớp phủ thứ hai nằm trong khoảng từ 0,2 đến 1,2, và trong đó lớp phủ thứ hai không bao gồm các nguyên tố sau: magie, nhôm, đồng và silic.
2. Nền thép có lớp phủ theo điểm 1, trong đó lớp phủ thứ hai cấu thành bởi kẽm.
3. Nền thép có lớp phủ theo điểm 1 hoặc 2, trong đó lớp phủ thứ nhất có độ dày nằm trong khoảng từ 2 đến 4 μ m.
4. Nền thép có lớp phủ theo điểm 1 hoặc 2, trong đó lớp phủ thứ hai có độ dày nằm trong khoảng từ 1,5 đến 8,5 μ m.
5. Nền thép có lớp phủ theo điểm 1 hoặc 2, trong đó tỷ lệ độ dày giữa lớp phủ thứ nhất và lớp phủ thứ hai nằm trong khoảng từ 0,2 đến 0,8.
6. Nền thép có lớp phủ theo điểm 1 hoặc 2, trong đó một lớp trung gian nằm giữa nền thép và lớp phủ thứ nhất, lớp trung gian này chứa sắt, niken, crom và tùy ý titan.
7. Phương pháp sản xuất nền thép có lớp phủ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 6 bao gồm các bước sau:
 - A) tạo nền thép,
 - B) tùy ý, chuẩn bị bề mặt của nền thép,
 - C) lắng phủ lớp phủ thứ nhất cấu thành bởi nhôm, lớp phủ thứ nhất này có độ dày nằm trong khoảng từ 1,0 đến 4,5 μ m và

D) lắng phủ lớp phủ thứ hai chủ yếu chứa kẽm, lớp phủ thứ hai này có độ dày nằm trong khoảng từ 1,5 đến 9,0 μ m và

trong đó tỷ lệ độ dày giữa lớp phủ thứ nhất và lớp phủ thứ hai nằm trong khoảng từ 0,2 đến 1,2.

8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó khi bước B) được thực hiện, việc xử lý bề mặt được chọn trong số: phun bi, tẩy gỉ, khắc ăn mòn, làm bóng, phun cát, mài và lắng phủ lớp trung gian chứa sắt, niken, crom và tùy ý titan.

9. Phương pháp theo điểm 7 hoặc 8, trong đó trong các bước C) và D), việc lắng phủ lớp phủ thứ nhất và lớp phủ thứ hai độc lập với nhau được thực hiện bằng cách phủ nhúng nóng, bởi quy trình mạ điện hoặc bởi quá trình lắng phủ chân không.

10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó trong các bước C) và D), khi quá trình lắng phủ chân không được thực hiện, lớp phủ thứ nhất và lớp phủ thứ hai độc lập với nhau được lắng phủ bởi quy trình lắng phủ phun bằng catốt manhetron, quy trình lắng phủ bằng hơi kiểu phun, quy trình bốc hơi điện từ trường hoặc quy trình lắng phủ hơi vật lý bằng chùm tia điện tử.

11. Hệ thống dùng để lắng phủ chân không liên tục các lớp phủ trên nền thép di chuyển bằng cách sử dụng phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 tới 10 để tạo ra nền thép có lớp phủ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 6 lần lượt bao gồm các vùng:

E) tùy ý, vùng trung gian có thiết bị lắng phủ phun bằng catốt manhetron,

F) vùng thứ nhất có thiết bị bốc hơi bằng chùm tia điện tử và

G) vùng thứ hai có thiết bị bốc hơi kiểu phun.

12. Hệ thống theo điểm 11, trong đó khi vùng trung gian có mặt, thiết bị lắng phủ phun bằng catốt manhetron có buồng lắng phủ chân không có một đích làm bằng

sắt, crom, niken và tùy ý titan và nguồn cấp plasma dùng để làm lắng phủ lớp trung gian chứa sắt, niken, crom và tùy ý titan trên nền thép.

13. Hệ thống theo điểm 11 hoặc 12, trong đó trong vùng thứ nhất, thiết bị bốc hơi bằng chùm tia điện tử có buồng lắng phủ chân không có nồi nấu kim loại bốc hơi làm bằng kim loại chứa nhôm, thiết bị gia nhiệt và súng phóng điện tử.

14. Hệ thống theo điểm 11 hoặc 12, trong đó trong vùng thứ hai, thiết bị bốc hơi kiểu phun có buồng lắng phủ chân không có ít nhất là nồi nấu kim loại bốc hơi, máy phủ phun hơi và ít nhất một nồi nấu kim loại bốc hơi thích hợp để cấp hơi chủ yếu chứa kẽm vào máy phủ phun hơi.

1 / 1

Fig.1