



(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)



1-0032753

(51)⁷ C23C 2/06; C23C 2/38; C23C 2/02

(13) B

(21) 1-2017-00307

(22) 31/07/2015

(86) PCT/JP2015/003869 31/07/2015

(87) WO 2016/017186 A1 04/02/2016

(30) 2014-156389 31/07/2014 JP

(45) 25/07/2022 412

(43) 25/05/2017 350A

(73) JFE STEEL CORPORATION (JP)

2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 1000011 (JP)

(72) INOHARA, Yasuto (JP); MURASE, Masatsugu (JP); KAGE, Isamu (JP).

(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT THÉP MẠ KẼM NHÚNG NÓNG

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất thép mạ kẽm nhúng nóng có tính thấm ướt ưu việt với kẽm nóng chảy mà không gây ra chỗ không mạ và đề cập đến thép mạ kẽm nhúng nóng này. Phương pháp sản xuất thép mạ kẽm nhúng nóng, bao gồm bước đưa bề mặt của thép được mạ vào xử lý bằng chất trợ dung và xử lý làm khô và sau đó đưa thép được mạ vào xử lý ngâm trong bể mạ kẽm nhúng nóng bằng cách ngâm thép được mạ trong bể mạ kẽm có hợp phần chứa Zn với lượng là 97,5% theo khối lượng hoặc lớn hơn, Fe với lượng là 1,5% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, Pb với lượng là 0,10% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, Cd với lượng là 0,01% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, và Mg với lượng nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,05 theo khối lượng.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thép mạ kẽm nhúng nóng và phương pháp sản xuất thép mạ kẽm nhúng nóng này. Cụ thể, sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất thép mạ kẽm nhúng nóng có ít khuyết tật mà trong trường hợp sử dụng bề mạ kẽm nhúng nóng có hàm lượng Pb là 0,10% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn và hàm lượng Cd là 0,01 theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, mà nằm trong các khoảng được quy định bởi chỉ thị RoHS (Restriction of Hazardous Substances Directive-Chỉ thị về hạn chế chất nguy hiểm) và sáng chế cũng đề cập đến thép mạ kẽm nhúng nóng này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, Liên minh châu Âu đã ban hành chỉ thị RoHS, mà hạn chế sự sử dụng các chất độc hại trong thiết bị điện và điện tử. Chỉ thị RoHS quy định hàm lượng của Pb trong mỗi sản phẩm mong muốn và hàm lượng của Cd trong đó lần lượt đến 0,10% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn và 0,01% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn. Mặc dù chỉ thị RoHS nằm ngoài pháp luật Nhật Bản, nhưng nó cần thiết để có thể cung cấp các sản phẩm thân thiện với môi trường mà đáp ứng các quy định quốc tế và có hàm lượng của chất độc hại với môi trường được giảm xuống. Có thể hiểu được rằng các sản phẩm chứa lượng lớn Pb hoặc Cd có xu hướng được tránh trong tương lai.

Tuy nhiên, các lớp mạ kẽm trong nhiều sản phẩm mạ kẽm nhúng nóng chứa Pb và Cd ở mức vượt quá trị số được quy định bởi chỉ thị RoHS. Pb và Cd có nguồn gốc từ các tạp chất trong bề mạ kẽm nhúng nóng chứa các vật liệu phủ. Mặt khác, Pb trong bề mạ kẽm nhúng nóng có hiệu quả tăng cường tính thấm ướt của bề mặt thép được dùng cần được mạ (bề mặt của thép cần được mạ) bằng kẽm nóng chảy. Điều này cho phép lớp mạ kẽm được tạo ra dễ dàng, ví dụ, ngay cả khi bề mặt thép mà là vật liệu cần được mạ không sạch hoặc khi lớp oxit có mặt trên bề mặt này.

Do đó, việc thực hiện mạ kẽm nhúng nóng bằng cách sử dụng bề mạ kẽm nhúng nóng với nồng độ Pb rất thấp làm cho một phần không có lớp mạ kẽm trong một số trường hợp. Đây là hiện tượng thường được gọi là không mạ và là hiện tượng không được mong muốn thường xảy ra khi nồng độ của Pb trong bề mạ kẽm nhúng nóng thấp.

"Mạ kẽm nhúng nóng theo mẻ", mà được thực hiện đối với thép, như ống thép và các kết cấu theo, khác với việc xử lý mạ kẽm nhúng nóng được thực hiện đối với tấm thép. Trong trường hợp việc xử lý mạ kẽm nhúng nóng được thực hiện đối với tấm thép, các chất hữu cơ được loại bỏ khỏi bề mặt của các tấm thép và các tấm thép được ngâm liên tục trong bể mạ kẽm nhúng nóng trong môi trường khử. Tức là, kẽm nóng chảy được đưa vào tiếp xúc với các bề mặt của mỗi tấm thép mà rất sạch và có hoạt tính cao, nhờ đó lớp mạ kẽm mỏng được tạo thành trên các bề mặt tấm thép. Tất nhiên, rất ít kẽm oxit hoặc chất tương tự nổi trên bề mặt mạ kẽm nhúng nóng do môi trường khử và do đó tấm thép được xử lý trong trạng thái này mà một chất, như kẽm oxit, làm kim hãm sự mạ không có khả năng bám dính vào các bề mặt tấm thép. Hơn nữa, sự tăng lên của pha hợp kim được kiểm soát bằng cách nung trong một số trường hợp. Ngược lại, trong trường hợp việc xử lý mạ kẽm nhúng nóng được thực hiện đối với thép, việc xử lý mạ kẽm thường được thực hiện trong các điều kiện ngoài trời. Do đó, sau khi thép cần được mạ được đưa vào xử lý bằng chất trợ dung cho mục đích tránh sự oxy hóa bề mặt của thép và cho mục đích đạt được hiệu quả loại bỏ các vết biến màu khỏi bề mặt của thép, thép được ngâm trong bể mạ kẽm. Hơn nữa, bước xử lý tẩy gỉ để loại bỏ các vết biến màu của dầu hoặc các vết tương tự khỏi bề mặt thép được thực hiện trước bước xử lý bằng chất trợ dung và xử lý khử dầu được thực hiện trước bước xử lý tẩy gỉ khi cần. Tuy nhiên, không giống như tấm thép, ống thép, ví dụ, có hình dạng phức tạp, và do đó, hiện tại hiệu quả của nó là rất không đầy đủ. Hơn nữa, pha hợp kim được tạo ra trong quá trình ngâm trong bể mạ kẽm nhúng nóng và độ dày của lớp mạ kẽm nhúng nóng được kiểm soát bằng cách lau sau khi kéo lên từ bể mạ kẽm nhúng nóng, sau đó là làm nguội bằng không khí hoặc nước ấm. Do đó, có các đặc tính là độ dày của lớp mạ kẽm nằm trong khoảng từ vài chục micromet đến vài trăm micromet hoặc nhiều hơn và lớn hơn độ dày của lớp mạ kẽm trong trường hợp của tấm thép.

Như được mô tả ở trên, việc mạ liên tục đối với các tấm thép và mạ theo mẻ đối với thép là khác nhau đáng kể trong quy trình và kết cấu của lớp mạ kẽm được tạo ra. Tức là, việc mạ từng mẻ đối với thép là quy trình vốn có khả năng gây ra các khuyết tật và có vấn đề khác với mạ liên tục đối với các tấm thép. Về vấn đề chỗ không mạ nêu

trên, ví dụ, trong trường hợp sử dụng bể mạ kẽm nhúng nóng với nồng độ Pb rất thấp, mặc dù việc mạ liên tục đối với các tấm thép không gây ra bất kỳ vấn đề nào, việc mạ theo lô đối với thép có khả năng gây ra chỗ không mạ.

Ví dụ, Tài liệu sáng chế 1 được trích dẫn là kỹ thuật tăng cường khả năng thấm ướt với kẽm nóng chảy. Tài liệu sáng chế 1 mô tả rằng tính lưu động của bể kẽm không có Pb được tăng lên nhờ chứa một hoặc nhiều nguyên tố trong số Ni với lượng nằm trong khoảng từ 0,01% đến 0,05% theo trọng lượng, Al với lượng nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,01% theo trọng lượng, Bi với lượng nằm trong khoảng từ 0,01% đến 0,08% theo trọng lượng, và In với lượng nằm trong khoảng từ 0,05% đến 0,1% theo trọng lượng. Tài liệu sáng chế từ 2 đến 6 mô tả rằng vật liệu mạ kẽm nhúng nóng không mạ một ít có thể được sản xuất bằng cách sử dụng bể mạ kẽm nhúng nóng mà chứa lượng nhỏ của Sn, Bi, Sb, hoặc tương tự thậm chí hàm lượng của Pb được tránh lên đến 0,1% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn.

Danh sách tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2006-307316

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2009-221601

Tài liệu sáng chế 3: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2009-221604

Tài liệu sáng chế 4: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2009-197328

Tài liệu sáng chế 5: Công bố đơn yêu cầu cấp Nhật Bản số 2011-26630

Tài liệu sáng chế 6: Công bố đơn yêu cầu cấp Nhật Bản số 2011-26630

Tuy nhiên, các tác giả sáng chế đã kiểm nghiệm Tài liệu sáng chế 1 và đã thu được kết quả là tính thấm ướt ngang bằng với tính thấm ướt trong trường hợp chứa Pb không thể đạt được trừ khi chứa Bi với lượng là 0,3% theo trọng lượng hoặc lớn hơn. Với các Tài liệu sáng chế từ 2 đến 6, hàm lượng của các nguyên tố được chứa theo lượng nhỏ ít nhất là 0,1% theo khối lượng và, để đạt được hiệu quả tốt hơn, hàm lượng lớn hơn 0,1% theo khối lượng của nguyên tố duy nhất hoặc nhiều nguyên tố được chứa theo các lượng nhỏ cần được chứa. Do đó, khi một nguyên tố này được chứa, có vấn đề ở chỗ gây ra sự tăng lên về các chi phí sản phẩm.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế nhằm mục đích giải quyết vấn đề nêu trên. Mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp sản xuất thép mạ kẽm nhúng nóng mà có tính thấm ướt ưu việt bằng kẽm nóng chảy và tấm thép mạ kẽm nhúng nóng này bao gồm lớp phủ chất lượng cao được tạo ra mà không gây ra chỗ không mạ ngay cả trong trường hợp mà các nồng độ của Pb và Cd được chứa trong bể mạ kẽm nhúng nóng là rất thấp hoặc trường hợp không có Pb và Cd được chứa trong bể mạ kẽm nhúng nóng và sáng chế cũng đề xuất thép mạ kẽm nhúng nóng này.

Để đạt được mục đích nêu trên, các tác giả sáng chế đã tập trung vào bước xử lý bằng chất trợ dung, bước xử lý làm khô, và bước xử lý ngâm bể mạ kẽm nhúng nóng trong việc xử lý mạ kẽm nhúng nóng. Trong việc xử lý mạ kẽm nhúng nóng, việc xử lý bằng chất trợ dung là bước bảo vệ thép mà được làm sạch bằng cách tẩy gỉ không bị tái oxy hóa và cũng là bước loại bỏ các oxit và các vết biến màu còn lại khi mạ. Bước làm khô chất trợ dung là bước làm khô chất trợ dung được phủ lên bề mặt thép để gắn chất trợ dung vào bề mặt thép. Bước mạ là bước mạ bề mặt thép bằng cách ngâm thép trong bể mạ kẽm nhúng nóng. Theo sáng chế, việc xử lý mạ kẽm nhúng nóng được gọi là "mạ kẽm nhúng nóng theo mẻ", mà được thực hiện đối với thép, như các ống thép và các kết cấu thép, khác với việc xử lý mạ kẽm nhúng nóng được thực hiện đối với tấm thép.

Chất trợ dung thường được sử dụng trong việc xử lý bằng chất trợ dung là muối kép của kẽm clorua và amoni clorua hoặc hỗn hợp của chúng. Trong bể mạ kẽm tinh chế chứa Pb, sử dụng chất trợ dung thông thường được làm từ hai loại clorua đủ tăng cường tính thấm ướt với kẽm nóng chảy. Tuy nhiên, trong bể mạ kẽm điện phân không chứa Pb, việc sử dụng chất trợ dung này làm suy giảm đáng kể tính thấm ướt. Do đó, theo sáng chế, việc mạ kẽm nhúng nóng thông thường của thép đã được kiểm tra và nghiên cứu chi tiết cho mục đích tăng cường tính thấm ướt.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ "kẽm tinh chế" để chỉ phối kẽm tinh chế JIS loại 1, được quy định trong JIS H 2107 (1999), thường chứa Pb với lượng nằm trong khoảng từ 0,3% đến 1,3% theo khối lượng và Cd với lượng nằm trong

khoảng từ 0,1% đến 0,4% theo khối lượng và thuật ngữ "kẽm điện phân" để chỉ phôi kẽm hạng cao đặc biệt, được quy định theo JIS H 2107 (1999), thường chứa Pb với lượng là 0,003% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn và Cd với lượng là 0,002% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn. Như được quy định trong JIS H 8641 (2007), mỗi bề mặt đã được kiểm soát trong quá trình mạ sao cho độ tinh khiết của kẽm được duy trì ở 97,5% theo khối lượng hoặc lớn hơn.

Các tác giả sáng chế đã nghiên cứu tính thấm ướt và, do đó, đã phát hiện rằng hoặc tính thấm ướt trong vùng mà lượng chất trợ dung đã kết tủa nhỏ là tốt hoặc không quan trọng đối với sự xảy ra không mạ và cũng đã phát hiện ra rằng trong vùng mà lượng chất trợ dung đã kết tủa là nhỏ, tính thấm ướt của thép cần được mạ với kẽm nóng chảy có thể được tăng cường bằng cách cho phép bề mặt kẽm nhúng nóng chứa Mg, Ti, hoặc V. Hơn nữa, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng chất trợ dung góp phần vào tính thấm ướt bị suy giảm trong khoảng thời gian từ khi thép được đưa vào xử lý bằng chất trợ dung và sau đó bước xử lý làm khô đến khi thép được ngâm trong bề mặt kẽm nhúng nóng và cũng đã phát hiện ra các điều kiện sản xuất làm giảm thiểu sự suy giảm của chúng.

Phương pháp sau đây đã được thiết lập thông qua các nghiên cứu nêu trên: phương pháp sản xuất có khả năng đạt được thép mạ kẽm nhúng nóng với chất lượng bề mặt ưu việt mà không gây ra chỗ không mạ cụ thể là trong trường hợp sử dụng bề mặt kẽm nhúng nóng với hàm lượng Pb nhỏ.

Sáng chế đã được hoàn thành trên cơ sở của các phát hiện nêu trên và các nghiên cứu tiếp theo. Các ý chính của sáng chế được mô tả như dưới đây.

[1] Phương pháp sản xuất thép mạ kẽm nhúng nóng bao gồm việc đưa bề mặt của thép cần được mạ vào xử lý bằng chất trợ dung và xử lý làm khô và sau đó đưa thép cần được mạ vào xử lý ngâm bề mặt kẽm nhúng nóng bằng cách ngâm thép cần được mạ trong bể mạ kẽm có hợp phần chứa Zn với lượng là 97,5% theo khối lượng hoặc lớn hơn, Fe với lượng là 1,5% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, Pb với lượng là 0,10% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, Cd với lượng là 0,01% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, và Mg với lượng nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,05% theo khối lượng.

[2] Theo phương pháp sản xuất thép mạ kẽm nhúng nóng được quy định trong Mục [1], hợp phần của bề mạ kẽm còn chứa một hoặc hai nguyên tố được chọn từ Ti với lượng nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,05% theo khối lượng và V với lượng nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,05% theo khối lượng.

[3] Theo phương pháp sản xuất thép mạ kẽm nhúng nóng được quy định trong Mục [1] hoặc [2], hợp phần của bề mạ kẽm còn chứa Al nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,02% theo khối lượng và thỏa mãn $([Mg] + [Ti] + [V]) / 2 \geq [Al]$ (trong đó [Mg], [Ti], [V], và [Al] là hàm lượng của mỗi nguyên tố).

[4] Theo phương pháp sản xuất thép mạ kẽm nhúng nóng được quy định trong mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [3], trong việc xử lý bằng chất trợ dung, tỷ lệ mol của kẽm clorua so với amoni clorua được chứa trong dung dịch chất trợ dung nằm trong khoảng từ 1:1 đến 1:4, tổng nồng độ mol của kẽm clorua và amoni clorua được chứa trong dung dịch chất trợ dung nằm trong khoảng từ 3 mol/L đến 10 mol/L, nồng độ của kẽm clorua là 600 g/L hoặc nhỏ hơn, và nhiệt độ của dung dịch chất trợ dung nằm trong khoảng từ 40°C đến 85°C.

[5] Theo phương pháp sản xuất thép mạ kẽm nhúng nóng được quy định trong mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [4], khi thực hiện xử lý làm khô sau khi xử lý bằng chất trợ dung, phương trình sau đây được thỏa mãn:

$$FE = 9,6 \times \exp(-2500/T) \times RH \times t^{0,5} \leq 0,85 \quad (1)$$

trong đó, T là nhiệt độ môi trường xung quanh (K) của môi trường trong đó thép cần được mạ giữ trong khoảng thời gian từ khi thép cần được mạ đi ra khỏi bồn chứa chất trợ dung sau khi xử lý bằng chất trợ dung đến khi thép cần được mạ đi vào lò sấy, RH là độ ẩm tương đối của môi trường (%) của môi trường trong đó thép cần được mạ giữ trong khoảng thời gian từ khi thép cần được mạ đi ra khỏi bồn chứa chất trợ dung sau khi xử lý bằng chất trợ dung vào khi thép cần được mạ đi vào lò sấy, và t là thời gian ổn định (phút) từ khi thép cần được mạ đi ra khỏi bồn chứa chất trợ dung sau khi xử lý bằng chất trợ dung đến khi thép cần được mạ đi vào lò sấy.

[6] Theo phương pháp sản xuất thép mạ kẽm nhúng nóng được quy định trong mục bất kỳ trong số các Mục từ [1] đến [5], trong bước xử lý làm khô, nhiệt độ của môi

trường trong lò sấy là 180°C hoặc thấp hơn, nhiệt độ ngưng tụ của môi trường trong lò sấy cao hơn (nhiệt độ bề mặt của thép đi vào lò sấy -10°C , nhiệt độ tối đa đạt được của bề mặt thép trong quá trình làm khô nằm trong khoảng từ 80°C đến 140°C , và thời gian ổn định của thép trong lò sấy là 600 giây hoặc nhỏ hơn.

[7] Thép mạ kẽm nhúng nóng được sản xuất bằng phương pháp sản xuất thép mạ kẽm nhúng nóng được quy định trong mục bất kỳ trong số các Mục từ [1] đến [6].

Hiệu quả có lợi của sáng chế

Theo sáng chế, phương pháp và thép sau đây có thể được đề xuất: phương pháp sản xuất thép mạ kẽm nhúng nóng mà không gây ra chỗ không mạ ngay cả trong trường hợp mà nồng độ của Pb được chứa trong bề mạ kẽm nhúng nóng rất thấp và thép mạ kẽm nhúng nóng này.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Fig.1 thể hiện mối liên hệ giữa phần mol của amoni clorua và góc tiếp xúc.

Mô tả chi tiết sáng chế

Thông thường, việc xử lý "mạ kẽm nhúng nóng theo mẻ" được thực hiện đối với thép bằng cách sử dụng kẽm nóng chảy được thực hiện theo thứ tự xử lý tẩy gỉ, xử lý bằng chất trợ dung, xử lý làm khô, và ngâm bề mạ kẽm nhúng nóng. Việc xử lý tẩy dầu được thực hiện trước khi xử lý tẩy gỉ trong một số trường hợp. Bước rửa bằng nước được thực hiện sau khi xử lý tẩy dầu và xử lý tẩy gỉ khi cần trong một số trường hợp. Ở đây, việc xử lý bằng chất trợ dung là bước để tránh sự oxy hóa của thép bằng cách phủ lên bề mặt của thép chất trợ dung sau khi tẩy gỉ và để làm sạch bề mặt thép bằng cách phân hủy chất trợ dung trong quá trình ngâm bề mạ kẽm nhúng nóng để thúc đẩy sự tạo thành của lớp mạ kẽm. Để gắn chất trợ dung vào bề mặt thép, dung dịch chất trợ dung mà là dung dịch chứa nước được điều chế bằng cách hòa tan chất trợ dung trong nước được điều chế và thép được ngâm trong dung dịch chất trợ dung hoặc dung dịch chất trợ dung được phủ trực tiếp lên bề mặt thép. Phương pháp sản xuất thép mạ kẽm nhúng nóng theo sáng chế tiếp theo các chi tiết và thứ tự việc xử lý nêu trên về nguyên tắc. Phương pháp sản xuất thép mạ kẽm nhúng nóng theo sáng chế còn có các đặc tính kỹ thuật được mô tả dưới đây.

Sáng chế khác biệt ở chỗ bước xử lý ngâm bề mạ kẽm nhúng nóng được thực hiện theo phương pháp sao cho thép cần được mạ được ngâm trong bể mạ kẽm chứa Zn với lượng là 97,5% theo khối lượng hoặc lớn hơn, Fe với lượng là 1,5% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, Pb với lượng là 0,10% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, Cd với lượng là 0,01% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, và Mg với lượng nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,05% theo khối lượng làm hợp phần. Các lý do về các hạn chế của sáng chế được mô tả dưới đây. Ngẫu nhiên, phần trăm khối lượng sau đây đơn giản được gọi là % trong một số trường hợp.

Pb: 0,10% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, Cd: 0,01% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn

Theo sáng chế, bề mạ kẽm nhúng nóng trong đó thép cần được mạ được xử lý bằng chất trợ dung được ngâm là bể mạ kẽm chứa Pb với lượng là 0,10% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn và Cd với lượng là 0,01% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn làm hợp phần sao cho Pb và Cd nằm trong khoảng được quy định bởi chỉ thị RoHS. Ở đây, trong trường hợp sử dụng phôi kẽm hạng cao đặc biệt được quy định trong JIS H 2107 (1999) nêu trên, thông thường, Pb là 0,003% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn và Cd là 0,002% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn và, dĩ nhiên, các giới hạn phát hiện nhỏ hơn các nồng độ hoặc nồng độ thấp này không phải là tất cả vấn đề.

Mg: từ 0,001% đến 0,05% theo khối lượng

Sáng chế khác biệt ở chỗ bề mạ kẽm chứa Mg. Các tác giả sáng chế trước hết đã nghiên cứu tính thấm ướt thép có chất trợ dung được gắn trên đó với bề mạ kẽm nhúng nóng. Cụ thể, các tác giả sáng chế đã lắp thiết bị thử nghiệm dùng cho phương pháp Wilhelmy (phương pháp mạ), mà được sử dụng để đánh giá tính thấm ướt của hợp kim hàn, và đã thực hiện các thử nghiệm bằng các phương pháp dưới đây. Phương pháp Wilhelmy là một trong những phương pháp có khả năng xác định góc tiếp xúc của chất lỏng, khi mật độ và sức căng bề mặt của chất lỏng đã biết, theo phương pháp sao cho mẫu dạng tấm được ngâm trong chất lỏng với độ sâu nhất định và được đo trọng lượng (khối lượng). Trong các thử nghiệm, để làm mẫu đánh giá tính thấm ướt với kẽm nóng chảy, mỗi tấm thép (50mm × 20mm, sau đây được gọi là mẫu theo sáng chế về nghiên

cứu tính thấm ướt) có các bề mặt nhẵn và độ dày là 0,5mm được gia công từ tấm nguyên bản cho các ống hàn điện trở điện; được tẩy dầu; được tẩy gỉ; được rửa sạch bằng nước; sau đó được ngâm trong một trong các dung dịch chất trợ dung tương ứng, chứa kẽm clorua và amoni clorua, có các nồng độ khác nhau; được kéo lên; và sau đó được làm khô. Sau đó, một phần của mẫu mà được kéo dài 10mm từ đầu phía dưới của mẫu này được ngâm trong bể mạ kẽm nhúng nóng trong khoảng thời gian 20 giây ở trạng thái sao cho mẫu được treo lên cân điện tử. Trọng lượng của mẫu được ghi trong khoảng thời gian đó. Do trọng lượng đã thay đổi trong khi lượng mẫu nhất định được ngâm trong khoảng thời gian 20 giây (một phần bề mặt của mẫu mà ở trên bề mặt của bể đã bị oxy hóa thành sắt oxit và do đó đã trở nên khó được thấm ướt dần dần), góc tiếp xúc tối thiểu được tính từ trọng lượng tối đa thể hiện tính thấm ướt tối đa (cụ thể, góc tiếp xúc được xác định từ " $\gamma \times L \times \cos\theta = F + S \times h \times \rho \times g$ ", trong đó γ là sức căng bề mặt, L là chu vi của mẫu dạng rắn, θ là góc tiếp xúc, F là lực đo được (lực tác dụng lên mẫu), $F = (\text{trọng lượng đo được} - \text{trọng lượng mẫu}) \times g$, S là diện tích mặt cắt ngang của mẫu, h là độ sâu ngâm mẫu, ρ là mật độ của chất lỏng (kẽm nóng chảy), và g gia tốc trọng trường). Thông thường, góc tiếp xúc là 90 độ hoặc nhỏ hơn tương ứng với trạng thái thấm ướt và thể hiện tính thấm ướt tốt. Ngẫu nhiên, kẽm tinh chế và kẽm điện phân được sử dụng lần lượt là kẽm tinh chế và Kẽm điện phân A, được thể hiện trong bảng 1.

Do đó, ở trạng thái mà chất trợ dung được giả thiết là được gắn đủ vào thép, cụ thể khi nồng độ của chất trợ dung được sử dụng trong việc xử lý bằng chất trợ dung, tức là, tổng nồng độ mol của kẽm clorua và amoni clorua được chứa trong dung dịch chất trợ dung là 3 mol/L hoặc lớn hơn, cả bề kẽm điện phân không chứa Pb và bề kẽm tinh chế chứa Pb đã biểu lộ tính thấm ướt đầy đủ. Tuy nhiên, khi chất trợ dung được giả thiết là được gắn không đủ vào thép, tức là, tổng nồng độ mol của kẽm clorua và amoni clorua được chứa trong dung dịch chất trợ dung là 1 mol/L hoặc nhỏ hơn, bề kẽm điện phân và bề kẽm tinh chế khác nhau về trạng thái và bề kẽm điện phân bị giảm nhanh chóng về tính thấm ướt. Có đề xuất rằng sự khác nhau về tính thấm ướt khi lượng chất trợ dung kết tủa là nhỏ làm cho sự khác nhau về tần suất không mạ giữa bề kẽm điện

phân và bề kẽm tinh chế trong sản xuất thực tế. Do đó, tính thấm ướt của các mẫu có chất trợ dung được gắn không đủ trên đó với các bề mạ kẽm nhúng nóng được nghiên cứu tiếp từ trường hợp không xử lý bằng chất trợ dung với trường hợp mà tổng nồng độ mol của kẽm clorua và amoni clorua được chứa trong dung dịch chất trợ dung là 1 mol/L. Do đó, cho phép bề mạ kẽm chứa Mg được cải thiện tính thấm ướt. Hơn nữa, việc chứa Ti hoặc V cũng đã cải thiện tính thấm ướt như được mô tả dưới đây.

Theo sáng chế, Mg là nguyên tố mà oxy hóa được nhiều hơn Zn và Fe, biểu lộ tác dụng chống ăn mòn tránh sự tạo ra oxit của Zn bằng cách phủ lên bề mặt của bề kẽm nóng chảy lớp oxit mỏng, và tránh sự oxy hóa bề mặt của tấm thép được ngâm trong bề kẽm để đảm bảo tính thấm ướt. Khi hàm lượng của Mg nhỏ hơn 0,001% theo khối lượng, không có tác dụng rõ ràng được công nhận. Khi hàm lượng của Mg lớn hơn 0,05% theo khối lượng, tác dụng bị bão hòa. Do đó, Mg được giới hạn nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,05% theo khối lượng.

Theo sáng chế, hợp phần của bề mạ kẽm có thể còn chứa một hoặc cả hai Ti hoặc V đối với mục đích tăng cường tính thấm ướt.

Ti: từ 0,001% đến 0,05% theo khối lượng

Ti cải thiện tính thấm ướt của thép cần được mạ có chất trợ dung được gắn không đầy đủ trên đó với bề mạ kẽm nhúng nóng. Ti là nguyên tố mà oxy hóa được nhiều hơn Zn và Fe và tránh sự oxy hóa bề mặt của tấm thép được ngâm trong bề mạ kẽm nhúng nóng để đảm bảo tính thấm ướt. Tuy nhiên, khi bề mạ kẽm nhúng nóng chứa riêng Ti, lớp oxit được tạo ra trên bề mặt của bề mạ kẽm nhúng nóng. Lớp oxit tiếp tục tăng lên theo thời gian. Do đó, theo sáng chế, Ti được chứa cùng với Mg mà biểu lộ tác dụng chống ăn mòn. Khi hàm lượng của Ti nhỏ hơn 0,001% theo khối lượng, không có tác dụng rõ ràng được công nhận. Khi hàm lượng của Ti lớn hơn 0,05% theo khối lượng, tác dụng của chúng bị bão hòa. Do đó, Ti tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,05% theo khối lượng.

V: từ 0,001% đến 0,05% theo khối lượng

V cải thiện tính thấm ướt của thép cần được mạ có chất trợ dung được gắn không đầy đủ trên đó với bề mạ kẽm nhúng nóng. V là nguyên tố mà oxy hóa được nhiều hơn

Zn và Fe và tránh sự oxy hóa bề mặt của tấm thép được ngâm trong bể mạ kẽm nhúng nóng để đảm bảo tính thấm ướt. Tuy nhiên, khi bể mạ kẽm nhúng nóng chứa riêng V, lớp oxit được tạo ra trên bề mặt của bể mạ kẽm nhúng nóng. Lớp oxit tiếp tục tăng lên theo thời gian. Do đó, theo sáng chế, V được chứa cùng với Mg mà biểu lộ tác dụng chống ăn mòn. Khi hàm lượng của V nhỏ hơn 0,001% theo khối lượng, không có tác dụng rõ ràng được công nhận. Khi hàm lượng của V lớn hơn 0,05% theo khối lượng, tác dụng của chúng bị bão hòa. Do đó, V tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,05% theo khối lượng.

Theo sáng chế, hợp phần của bể mạ kẽm có thể còn chứa Al đối với mục đích tăng cường vẻ bề ngoài của lớp phủ.

Al: từ 0,001% đến 0,02% theo khối lượng và $([Mg] + [Ti] + [V]) / 2 \geq [Al]$ (trong đó [Mg], [Ti], và [V] là hàm lượng của mỗi nguyên tố) được thỏa mãn.

Mặc dù Al không có tác dụng cải thiện tính thấm ướt của thép cần được mạ có chất trợ dung được gắn không đầy đủ trên đó với bể mạ kẽm nhúng nóng, nhưng Al làm bóng bề mặt của lớp mạ và do đó có tác dụng tăng cường vẻ bề ngoài của lớp mạ bóng. Al là nguyên tố mà oxy hóa được nhiều hơn Zn và Fe và biểu lộ tác dụng chống ăn mòn tránh sự tạo ra oxit của Zn bằng cách phủ bề mặt của bể mạ kẽm nhúng nóng với lớp oxit mỏng. Tuy nhiên, Al là nguyên tố có thể liên kết mạnh với Fe. Khi chứa lượng lớn Al, Al biểu lộ sự tăng lên về pha hợp kim của Fe và Zn gây ra chỗ không mạ. Khi hàm lượng của Al nhỏ hơn 0,001% theo khối lượng, không có tác dụng làm bóng rõ ràng được công nhận. Khi hàm lượng của Al lớn hơn 0,02% theo khối lượng, tác dụng được bão hòa. Hơn nữa, khi hàm lượng của Al lớn hơn một nửa tổng các hàm lượng của Mg, Ti, và V, tác dụng cải thiện tính thấm ướt có thể bị suy giảm. Từ trên, khi chứa Al, hàm lượng của Al nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,02% theo khối lượng và $([Mg] + [Ti] + [V]) / 2 \geq [Al]$ (trong đó [Mg], [Ti], [V], và [Al] là hàm lượng của mỗi nguyên tố) được thỏa mãn. Khi không chứa Ti, việc tính toán được thực hiện bằng cách đặt [Ti] bằng 0. Khi không chứa V và Al, [V] và [Al] được xử lý tương tự.

Về hợp phần của bể mạ kẽm nhúng nóng, bể mạ kẽm chứa Zn với lượng 97,5% theo khối lượng hoặc lớn hơn, Fe với lượng 1,5% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, và các

tạp chất không tránh được như được quy định trong JIS ngoài các nguyên tố được đề cập ở trên. Đối với Fe, tiếp tục mạ thép làm tăng lượng Fe bị hòa tan trong bể mạ kẽm nhúng nóng. Hàm lượng Fe lớn hơn 0,1% theo khối lượng gây ra sự nổi của hợp kim Fe-Zn (được gọi là vảy sắt đáy) và do đó hàm lượng của Fe tốt hơn là được kiểm soát đến 0,1% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn.

Theo sáng chế, bể mạ kẽm có hợp phần nêu trên có thể thu được thép mạ kẽm nhúng nóng tốt không có chỗ không mạ mà không chứa nguyên tố khác. Ngẫu nhiên, một hoặc nhiều nguyên tố hơn được chọn từ Sb, Bi, Sn, Ni, Cu, và Si có thể được chứa khi cần đối với mục đích đạt được các đặc tính khác với tính thấm ướt.

Theo sáng chế, việc xử lý ngâm bể mạ kẽm nhúng nóng được thực hiện bằng cách sử dụng bể mạ kẽm nhúng nóng, mà có hợp phần nêu trên.

Về các điều kiện, khác với bể mạ kẽm, để xử lý ngâm bể mạ kẽm nhúng nóng, việc xử lý có thể được thực hiện bằng phương pháp đã biết. Theo sáng chế, việc mạ có thể được thực hiện thậm chí bằng cách sử dụng phôi kẽm hạng cao đặc biệt chứa Pb với lượng là 0,003% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn và Cd với lượng là 0,002% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn.

Nhiệt độ của bể mạ kẽm tốt hơn là nằm trong khoảng từ 440°C đến 470°C theo quan điểm về sản xuất và chất lượng ổn định. Khi nhiệt độ của bể mạ kẽm thấp hơn 440°C, khả năng đóng rắn của bể mạ kẽm do sự thăng giáng nhiệt độ là cao. Khi nhiệt độ của bể mạ kẽm cao hơn 470°C, sự tăng lên của pha hợp kim sắt-kẽm là nhanh chóng, lớp mạ kẽm giòn, và khó kiểm soát độ dày của lớp mạ kẽm.

Sau khi ngâm bể mạ kẽm, trọng lượng lớp phủ có thể được điều chỉnh bằng cách phun không khí, hơi hoặc tương tự vào thép cần được mạ khi hoặc sau khi thép cần được mạ được kéo lên khỏi bể mạ kẽm. Sau đó, thép cần được mạ có thể được làm nguội bằng không khí hoặc nước ấm.

Tiếp theo, các điều kiện, khác với bước xử lý ngâm bể mạ kẽm nhúng nóng, trong việc xử lý mạ kẽm nhúng nóng (xử lý tẩy gỉ, xử lý bằng chất trợ dung, xử lý làm khô, và xử lý ngâm bể mạ kẽm nhúng nóng) được mô tả.

Xử lý tẩy gỉ

Về bước xử lý tẩy gỉ, phương pháp đã biết được sử dụng là xử lý tẩy gỉ cho thép có thể được sử dụng. Ví dụ, phương pháp sau đây có thể được sử dụng: phương pháp trong đó thép được ngâm trong dung dịch axit clohydric chứa nước chứa chất kìm hãm đến khi các vảy được loại bỏ khỏi bề mặt thép khi được chứng thực bằng mắt thường. Bước tẩy dầu và bước rửa bằng nước có thể được thực hiện trước bước xử lý tẩy gỉ khi cần.

Xử lý bằng chất trợ dung

Theo sáng chế, bước xử lý bằng chất trợ dung tốt hơn là được thực hiện theo phương pháp sao cho tỷ lệ mol của kẽm clorua so với amoni clorua được chứa trong dung dịch chất trợ dung nằm trong khoảng từ 1:1 đến 1:4, tổng số mol của kẽm clorua và amoni clorua được chứa trong dung dịch chất trợ dung nằm trong khoảng từ 3 mol/L đến 10 mol/L về nồng độ mol, nồng độ của kẽm clorua là 600 g/L hoặc nhỏ hơn, và nhiệt độ của dung dịch chất trợ dung nằm trong khoảng từ 40°C đến 85°C.

Chất trợ dung để mạ kẽm nhúng nóng là muối kép hoặc hỗn hợp của kẽm clorua và amoni clorua. Trong công đoạn thực tế, kẽm clorua tránh sự phân hủy và sự tổn hao của amoni clorua bởi nhiệt để kéo dài thời gian hiệu dụng của chất trợ dung. Amoni clorua là chất hiệu quả nhất làm sạch bề mặt thép. Do đó, khi hoặc một trong số các chất này có lượng rất nhỏ, tác dụng làm sạch bề mặt thép có thể bị giảm đáng kể.

Các tác giả sáng chế đã nghiên cứu mối liên hệ giữa tỷ lệ của kẽm clorua so với amoni clorua trong các dung dịch chất trợ dung và tính thấm ướt. Cụ thể, các góc tiếp xúc tối thiểu của các dung dịch chất trợ dung có nồng độ không đổi là 3 mol/L và các tỷ lệ mol khác của kẽm clorua với amoni clorua được xác định bằng phương pháp Wilhelmy (phương pháp mạ). Do đó, như được sử dụng trong Fig.1, rõ ràng là khi tỷ lệ mol (tỷ lệ được sử dụng trong Fig.1) của kẽm clorua với amoni clorua trong chất trợ dung để mạ kẽm nhúng nóng nằm trong khoảng từ 1:1 đến 1:4, góc tiếp xúc tối thiểu là nhỏ và tính thấm ướt là ưu việt. Ví dụ, trong Fig.1, khi tỷ lệ của kẽm clorua với amoni clorua nằm trong khoảng từ 1:1 đến 1:4, góc tiếp xúc tối thiểu đặc biệt nhỏ, khoảng 55° hoặc nhỏ hơn (vùng đường chấm chấm). Rõ ràng là khoảng này đặc biệt được ưu tiên. Do đó, tỷ lệ mol của kẽm clorua to amoni clorua trong chất trợ dung để mạ kẽm nhúng

nóng tốt hơn là nằm trong khoảng từ 1:1 đến 1:4.

Nồng độ của dung dịch chất trợ dung có ảnh hưởng đến lượng chất trợ dung kết tủa. Theo sáng chế, tổng nồng độ mol của kẽm clorua và amoni clorua được chứa trong dung dịch chất trợ dung tốt hơn là nằm trong khoảng từ 3 mol/L đến 10 mol/L. Khi tổng của chúng là 3 mol/L, việc mạ có thể được thực hiện mà không gây ra chỗ không mạ ngay cả nếu vùng mà lượng chất trợ dung đã kết tủa có mặt là nhỏ cục bộ. Khi nồng độ của dung dịch chất trợ dung càng cao, thì lượng chất trợ dung đã kết tủa càng lớn. Tuy nhiên, khi tổng lớn hơn 10 mol/L, lượng của chúng được bão hòa và dung dịch chất trợ dung đã tăng lên về độ nhớt và khó xử lý. Do đó, nồng độ của dung dịch chất trợ dung tốt hơn là nằm trong khoảng từ 3 mol/L đến 10 mol/L. Nồng độ của dung dịch chất trợ dung tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 5 mol/L đến 10 mol/L bởi vì lượng chất trợ dung đã kết tủa thay đổi.

Lượng chất trợ dung đã kết tủa tốt hơn là lớn theo quan điểm về tính thấm ướt. Kẽm clorua là chất làm giảm sự phân hủy và sự tổn hao của amoni clorua do nhiệt độ kéo dài thời gian hiệu dụng của chất trợ dung trong công đoạn thực tế. Tuy nhiên, kẽm clorua không bị phân hủy do nhiệt và do đó cuối cùng được chuyển thành kẽm oxit, để tạo ra vảy sắt trên cùng nổi trên bề mặt của bể kẽm nóng chảy. Vảy sắt trên cùng bám dính vào bề mặt của thép khi thép được ngâm trong bể kẽm nóng chảy và được kéo lên từ bể này, do đó làm suy giảm chất lượng mạ. Sự loại bỏ thường xuyên vảy sắt trên cùng làm cho chi phí tăng lên. Do đó, nồng độ của kẽm clorua tốt hơn là 600 g/L hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là 350 g/L hoặc nhỏ hơn.

Chất trợ dung có thể được sử dụng theo sáng chế chứa ít nhất kẽm clorua và amoni clorua nêu trên. Muối kép của các hợp chất này có thể được sử dụng thay vì kẽm clorua thuần túy và amoni clorua thuần túy. Tổng số kẽm clorua và amoni clorua đóng vai trò là thành phần chính.

Hơn nữa, các chất phụ gia như clorua, muối, hợp chất tan được trong nước, và chất hoạt động bề mặt khác có thể được chứa trừ khi tác dụng theo sáng chế bị suy giảm. Cụ thể, chất hoạt động bề mặt tốt hơn là được chứa vì lượng dung dịch chất trợ dung được gắn vào thép là đồng đều và do đó tác dụng tiết kiệm chất trợ dung có thể

được mong đợi. Theo sáng chế, các ví dụ về chất hoạt động bề mặt bao gồm các chất hoạt động bề mặt anion, các chất hoạt động bề mặt cation, các chất hoạt động bề mặt lưỡng tính, và các chất hoạt động bề mặt không ion. Được ưu tiên cho các thành phần của chất trợ dung là các chất phụ gia này được thiết lập là 0% theo khối lượng và kẽm clorua, amoni clorua nêu trên và phần còn lại, mà là các tạp chất không tránh được, được thiết lập đến 100% theo khối lượng.

Theo sáng chế, lượng chất trợ dung đã kết tủa là tổng các lượng kẽm clorua và amoni clorua được chứa trong chất trợ dung và không bao gồm khối lượng của chất phụ gia khác.

Theo sáng chế, chất trợ dung được phủ lên bề mặt thép theo phương pháp sao cho dung dịch của chúng được phun lên hoặc được phủ bề mặt thép hoặc sau khi được ngâm trong bể chất trợ dung, thép được làm khô tự nhiên hoặc nhân tạo. Theo sáng chế, dung dịch chứa nước được điều chế bằng cách hòa tan chất trợ dung trong nước có thể được sử dụng làm dung dịch chất trợ dung để mạ kẽm nhúng nóng. Nước, mà đóng vai trò làm dung môi, có thể là dung môi thường được sử dụng trong các bước xử lý bằng chất trợ dung. Trong trường hợp áp dụng việc ngâm, khi nồng độ của chất trợ dung trong bể là quá thấp, lượng chất trợ dung đã kết tủa đủ không thể đạt được. Khi nồng độ của chất trợ dung trong bể quá cao, độ nhớt trong bể chất trợ dung là cao và gây ra các sự cố bám dính hoặc các sự cố làm khô. Do đó, theo sáng chế, nồng độ của chất trợ dung trong bể để mạ kẽm nhúng nóng có thể được thiết lập thích hợp đến mức độ tránh vấn đề nêu trên.

Xử lý làm khô

Theo sáng chế, khi thực hiện xử lý làm khô sau khi xử lý bằng chất trợ dung, phương trình sau đây tốt hơn là được thỏa mãn:

$$FE = 9,6 \times \exp(-2500/T) \times RH \times t^{0,5} \leq 0,85 \quad (1)$$

Trong Phương trình (1), T là nhiệt độ môi trường xung quanh (K) của môi trường trong đó thép cần được mạ giữ trong khoảng thời gian từ khi thép cần được mạ đi ra khỏi bồn chứa chất trợ dung sau khi xử lý bằng chất trợ dung đến khi thép cần được mạ đi vào lò sấy, RH là độ ẩm tương đối của môi trường (%) của môi trường trong đó thép cần được

mạ giữ trong khoảng thời gian từ khi thép cần được mạ đi ra bồn chứa chất trợ dung sau khi xử lý bằng chất trợ dung đến khi thép cần được mạ đi vào lò sấy, và t là thời gian ổn định (phút) từ khi thép cần được mạ đi ra khỏi bồn chứa chất trợ dung sau khi xử lý bằng chất trợ dung đến khi thép cần được mạ đi vào lò sấy.

Chất trợ dung là chất bảo vệ bề mặt thép khỏi bị oxy hóa. Tuy nhiên, dung dịch chất trợ dung chứa amoni clorua, do đó biểu lộ tính axit yếu, và thúc đẩy sự hòa tan của thép, tức là, sắt. Chất trợ dung cũng được sử dụng để loại bỏ sắt được hòa tan trong chất trợ dung và do đó sự suy giảm của chất trợ dung do sự hòa tan của sắt tiếp diễn phụ thuộc vào điều kiện môi trường từ bước xử lý bằng chất trợ dung đến bước xử lý làm khô. Do đó, bước làm khô tốt hơn là được thực hiện ngay sau khi xử lý bằng chất trợ dung.

Trị số của FE được xác định bởi phương trình (1) là chỉ số về mức độ suy giảm của chất trợ dung. Theo sáng chế, khi trị số FE là 0,85 hoặc nhỏ hơn, sự suy giảm của chất trợ dung được giảm thiểu và có thể thu được thép mạ tốt.

Việc làm nóng dung dịch chất trợ dung trong bồn chứa chất trợ dung là phương pháp có hiệu quả trong việc thúc đẩy sự làm khô của dung dịch chất trợ dung. Trong trường hợp làm nóng dung dịch chất trợ dung, nhiệt độ của dung dịch chất trợ dung tốt hơn là nằm trong khoảng từ 40°C đến 85°C theo quan điểm về sự ổn định giữ nhiệt độ và các chi phí làm nóng.

Xử lý làm khô là bước làm bay hơi nước trong dung dịch chất trợ dung sau khi xử lý bằng chất trợ dung và tạo ra lớp chất trợ dung ổn định trên bề mặt của thép đồng đều. Việc làm khô có thể được thực hiện trong, ví dụ, lò sấy. Nếu thép được để trong thời gian dài ở trạng thái không được làm khô, bề mặt thép bị hòa tan trong dung dịch chất trợ dung và chất trợ dung bị suy giảm, do đó kìm hãm hoạt động của chất trợ dung. Có ví dụ rằng khí thải đốt cháy hoặc không khí được đưa vào lò sấy. Sự ngưng tụ sương tốt hơn là được tránh bằng cách kiểm soát nhiệt độ ngưng tụ trong lò sấy. Trong trường hợp nhiệt độ của dung dịch chất trợ dung bị tăng lên quá mức hoặc thời gian lưu trong lò quá dài, thì sự hòa tan của thép tiếp diễn. Trong trường hợp nhiệt độ của chúng tiếp tục được tăng lên, sự phân hủy của chất trợ dung bắt đầu. Do đó, theo sáng chế,

bước xử lý làm khô tốt hơn là được thực hiện theo phương pháp sao cho nhiệt độ của môi trường trong lò sấy là 180°C hoặc thấp hơn, nhiệt độ ngưng tụ của môi trường trong lò sấy không cao hơn (nhiệt độ bề mặt của thép đi vào lò sấy - 10°C), nhiệt độ tối đa đạt được của bề mặt thép trong quá trình làm khô nằm trong khoảng từ 80°C đến 140°C , và thời gian ổn định của thép trong lò sấy là 600 giây hoặc nhỏ hơn.

Lý do tại sao, trong bước xử lý làm khô sau khi xử lý bằng chất trợ dung, nhiệt độ của môi trường trong lò sấy là 180°C hoặc thấp hơn là để tránh sự nóng chảy của của chất trợ dung và sự hòa tan của thép. Lý do tại sao nhiệt độ ngưng tụ của môi trường trong lò sấy không cao hơn (nhiệt độ bề mặt của thép đi vào lò sấy - 10°C) là để tránh làm chậm trễ trong việc làm khô chất trợ dung và làm khô hiệu quả chất trợ dung. Lý do tại sao nhiệt độ tối đa đạt được của bề mặt thép trong quá trình làm khô nằm trong khoảng từ 80°C đến 140°C và thời gian ổn định của thép trong lò sấy là 600 giây hoặc nhỏ hơn là để làm khô đầy đủ chất trợ dung và để tránh sự hòa tan của thép. Khi nhiệt độ tối đa đạt được thấp hơn 80°C , chất trợ dung không thể được làm khô đầy đủ và chỗ không mạ có khả năng xảy ra. Lý do cho điều này là không rõ ràng nhưng có thể là do bề mặt thép bị hòa tan và do đó hoạt động làm sạch của chất trợ dung không thể thu được bởi vì nước tinh thể còn lại trong chất trợ dung, chất trợ dung hấp thụ độ ẩm theo sự giảm về nhiệt độ, và trạng thái khô không được duy trì đầy đủ. Theo quan điểm về chi phí làm nóng, nhiệt độ tối đa của thép trong quá trình làm khô tốt hơn là 120°C hoặc thấp hơn.

Có thể thu được thép mạ kẽm nhúng nóng theo sáng chế được bằng phương pháp sản xuất thép mạ kẽm nhúng nóng nêu trên. Trọng lượng lớp phủ của phương pháp mạ kẽm nhúng nóng trên bề mặt của thép mạ kẽm nhúng nóng thu được tốt hơn là nằm trong khoảng từ 300 g/m^2 đến 700 g/m^2 . Khi trọng lượng lớp phủ mạ kẽm là 300 g/m^2 hoặc lớn hơn, khả năng chống ăn mòn đầy đủ có thể được đảm bảo. Tuy nhiên, khi trọng lượng lớp phủ mạ kẽm lớn hơn 700 g/m^2 thì khiến cho chi phí tăng lên. Do đó, trọng lượng lớp phủ mạ kẽm là 700 g/m^2 hoặc nhỏ hơn. Theo quan điểm về hiệu quả môi trường, đối với các thành phần của lớp phủ trên bề mặt thép, các thành phần của lớp mạ kẽm nhúng nóng, được ưu tiên là tổng số Zn và Fe là 99,9% hoặc lớn hơn, Pb là

0,01% hoặc nhỏ hơn, và Cd là 0,005% hoặc nhỏ hơn trên cơ sở khối lượng.

Ngẫu nhiên, thép (thép được mạ) theo sáng chế không bị giới hạn cụ thể và có thể là thép bất kỳ được đưa vào xử lý mạ kẽm nhúng nóng được gọi là "mạ kẽm nhúng nóng theo mẻ", mà được thực hiện đối với các ống thép, các kết cấu thép, và tương tự. Việc xử lý mạ kẽm nhúng nóng theo sáng chế là khác với việc xử lý mạ kẽm nhúng nóng liên tục nêu trên, mà được thực hiện đối với các tấm thép (các dải thép cụ thể), và do đó không dành cho các tấm thép này.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1

Thép mạ kẽm nhúng nóng theo sáng chế được mô tả dưới đây trên cơ sở các ví dụ sử dụng các ống thép. Sáng chế không bị giới hạn với các ví dụ dưới đây. Trong các ví dụ dưới đây, các Bảng 2-1 và 2-2 được gọi là Bảng 2.

Các ống thép mạ kẽm nhúng nóng được sản xuất thông qua các bước dưới đây. Các ống thép cần được mạ được tẩy dầu (125A, chiều dài là 5,5m, và 11 ống cho mỗi điều kiện) được tẩy gỉ, nhờ đó các vảy cán bề mặt (các lớp oxit được tạo ra trong quá trình cán nóng trên các bề mặt của các ống thép) được loại bỏ. Dung dịch tẩy gỉ là dung dịch chứa nước axit clohydric 12-phần trăm khối lượng chứa chất kìm hãm có nhiệt độ chất lỏng là 30°C và thời gian ngâm là 60 phút. Sau khi được tẩy gỉ, các ống thép được rửa bằng nước và được đưa vào xử lý bằng chất trợ dung, xử lý làm khô, và ngâm bề mạ kẽm nhúng nóng.

Các dung dịch chất trợ dung các dung dịch chứa nước của hỗn hợp của kẽm clorua và amoni clorua và được sử dụng chủ yếu là dung dịch có tỷ lệ mol của kẽm clorua với amoni clorua là 1:1. Tổng nồng độ mol của kẽm clorua và amoni clorua được chứa trong mỗi dung dịch chất trợ dung, nồng độ của kẽm clorua trong đó, và nhiệt độ của dung dịch chất trợ dung được thay đổi như được thể hiện trong Bảng 2. Mỗi ống thép được ngâm trong một trong các dung dịch chất trợ dung tương ứng nêu trên trong khoảng thời gian 30 giây và sau đó được kéo lên.

Thời gian từ khi mỗi ống thép được đưa ra khỏi bồn chứa chất trợ dung đến khi ống thép được đưa vào lò sấy được đo và được kết hợp với các kết quả đo nhiệt độ và

độ ẩm tương đối phía trước lò sấy, sau đó là tính toán trị số FE bằng Phương trình (1) theo sáng chế.

Với bước xử lý làm khô, nhiệt độ của môi trường trong lò sấy, nhiệt độ ngưng tụ trong lò sấy, nhiệt độ tối đa đạt được của bề mặt ống thép, và nhiệt độ bề mặt tối đa của ống thép (nhiệt độ tối đa của thép ($^{\circ}\text{C}$)) như được thể hiện trong Bảng 2. Nhiệt độ bề mặt của ống thép đi vào lò sấy là 35°C .

Với bước xử lý ngâm bề mặt mạ kẽm nhúng nóng, các bề mặt mạ kẽm chứa tám loại từ A đến H của kẽm điện phân, không có Pb và Cd, chứa lượng nhỏ của các nguyên tố được sử dụng và kẽm tinh chế được sử dụng làm ví dụ thông thường. Các hợp phần hóa học của chúng được thể hiện trong Bảng 1. Nhiệt độ của mỗi bề mặt mạ kẽm và thời gian ngâm lần lượt là 450°C và 90 giây, hoặc lần lượt là 470°C và 150 giây. Sau khi ống thép được kéo lên từ bể mạ kẽm, sự quá mức của kẽm nóng chảy được loại bỏ bằng cách lau, sau đó là làm nguội bằng nước.

Với các ống thép mạ kẽm nhúng nóng được sản xuất trong các điều kiện nêu trên, bề mặt của mỗi lớp mạ kẽm được quan sát chi tiết và có hay không có chỗ không mạ, số lượng các điểm không được mạ trung bình, và trạng thái bề mặt của lớp mạ kẽm bị ảnh hưởng bởi sự bám dính của vảy sắt trên cùng được đánh giá. Cụ thể, khoảng mười ống thép mạ kẽm nhúng nóng được sản xuất trong mỗi điều kiện nêu trên, ống thép mạ kẽm nhúng nóng đặc khẳng định là có hoặc nhiều điểm không được mạ được đánh giá là “không đạt” và do đó tỷ lệ hỏng được tính toán. Tỷ lệ hỏng lớn hơn 10% được đánh giá là không chấp nhận được. Với số lượng các điểm không được mạ trung bình cho mỗi ống thép mạ kẽm nhúng nóng, mà số lượng 0 được đánh giá là A, số lượng một hoặc hai được đánh giá là B, số lượng từ ba đến năm được đánh giá là C, và số lượng là sáu hoặc lớn hơn được đánh giá là D, và mức D là không chấp nhận được. Với trạng thái bề mặt của lớp mạ kẽm, lớp mạ kẽm với trạng thái bề mặt tốt được đánh giá là A, lớp mạ kẽm chỉ có một mảnh vảy sắt trên cùng có đường kính nhỏ hơn 10mm, tức là, độ nhám nhẹ được đánh giá là B, lớp mạ kẽm có một hoặc nhiều các mảnh vảy sắt trên cùng có đường kính là 10mm hoặc lớn hơn hoặc hai hoặc nhiều các mảnh vảy sắt trên cùng có đường kính nhỏ hơn 10mm, tức là, độ nhám trung bình được đánh giá là C, và

lớp mạ kẽm có mười hoặc nhiều các mảnh vảy sắt trên cùng có đường kính là 10mm hoặc nhiều hơn, tức là, độ nhám nặng được đánh giá là D. A, B, và C là chấp nhận được. Khi tỷ lệ hỏng lớn hơn 10% (không chấp nhận được), trạng thái bề mặt của lớp mạ kẽm không được kiểm tra.

Với các ống thép mạ kẽm nhúng nóng thu được, trọng lượng lớp phủ mạ kẽm nhúng nóng trên bề mặt của thép và các thành phần của lớp mạ kẽm nhúng nóng của mỗi ống thép được đánh giá. Trọng lượng lớp phủ của mạ kẽm nhúng nóng được đánh giá theo phương pháp sao cho lớp mạ kẽm của ống thép được cắt được hòa tan và trọng lượng lớp phủ được tính từ diện tích được hòa tan và tổn hao trọng lượng do sự tan ra. Các thành phần của lớp mạ kẽm nhúng nóng được xác định theo phương pháp sao cho lớp mạ kẽm được hòa tan tương tự, sau đó là sử dụng phương pháp phổ phát xạ plasma ghép cặp cảm ứng.

Bảng 1

Bề kẽm	Hợp phần hóa học (phần trăm khối lượng)											Ghi chú
	Zn	Fe	Pb	Cd	Cu	In	Sn	Al	Mg	Ti	V	
Kẽm điện phân A	Phần còn lại	0,04	<0,01	<0,001	<0,01	<0,005	<0,01	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Ví dụ so sánh
Kẽm điện phân B	Phần còn lại	0,03	<0,01	<0,001	0,01	<0,005	<0,01	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	Ví dụ so sánh
Kẽm điện phân C	Phần còn lại	0,04	<0,01	<0,001	<0,01	<0,005	<0,01	<0,001	0,011	<0,001	<0,001	Ví dụ theo sáng chế
Kẽm điện phân D	Phần còn lại	0,05	<0,01	<0,001	<0,01	<0,005	<0,01	<0,001	0,023	<0,001	<0,001	Ví dụ theo sáng chế
Kẽm điện phân E	Phần còn lại	0,04	<0,01	<0,001	<0,01	<0,005	<0,01	<0,001	0,004	0,014	<0,001	Ví dụ theo sáng chế
Kẽm điện phân F	Phần còn lại	0,04	<0,01	<0,001	<0,01	<0,005	<0,01	<0,001	0,009	<0,001	0,010	Ví dụ theo sáng chế
Kẽm điện phân G	Phần còn lại	0,03	<0,01	<0,001	<0,01	<0,005	<0,01	<0,001	0,012	0,009	0,008	Ví dụ theo sáng chế
Kẽm điện phân H	Phần còn lại	0,04	<0,01	<0,001	<0,01	<0,005	<0,01	0,005	0,008	0,005	0,013	Ví dụ theo sáng chế
Kẽm tinh chế	Phần còn lại	0,03	1,2	0,09	0,01	0,03	0,03	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Ví dụ thông thường

Bảng 2-1

Điều kiện số.	Bề mạ kẽm	Tỷ lệ mol của các chất trợ dung được sử dụng (Kẽm clorua với amoni clorua)	Nồng độ của dung dịch trợ dung (mol/L)	Nồng độ của kẽm clorua (g/L)	Nhiệt độ của dung dịch trợ dung (°C)	Trị FE	Các điều kiện làm khô						Các điều kiện mạ		Trọng lượng lớp phủ của ông thép (g/m ²)	Các thành phần của lớp phủ trên bề mặt ông thép		
							Nhiệt độ sấy (°C)	Nhiệt độ của lò sấy (°C)	Nhiệt độ của thép đi vào (°C)	Nhiệt độ tối đa của thép (°C)	Thời gian ổn định trong lò (giây)	Nhiệt độ của bề mạ kẽm (°C)	Thời gian ngâm (giây)	Zn+Fe Pb (%) (khối lượng)		Cd (%) (khối lượng)		
1	Kẽm phân A điện	1:1	3	204,5	55	0,40	160	10	35	115	300	450	90	343	99,98	<0,01	<0,001	
2	Kẽm phân B điện	1:1	3	204,5	55	0,40	160	10	35	115	300	450	90	321	99,98	<0,01	<0,001	
3	Kẽm phân C điện	1:1	3	204,5	55	0,40	160	10	35	115	300	450	90	333	99,98	<0,01	<0,001	
4	Kẽm phân D điện	1:1	3	204,5	55	0,40	180	10	35	120	300	450	90	352	99,98	<0,01	<0,001	
5	Kẽm phân E điện	1:1	3	204,5	55	0,40	180	10	35	120	300	450	90	351	99,97	<0,01	<0,001	
6	Kẽm phân F điện	1:1	3	204,5	55	0,40	180	10	35	120	300	450	90	342	99,96	<0,01	<0,001	
7	Kẽm phân G điện	1:1	3	204,5	55	0,40	180	10	35	120	300	450	90	334	99,95	<0,01	<0,001	
8	Kẽm phân H điện	1:1	3	204,5	55	0,40	180	10	35	120	300	450	90	362	99,96	<0,01	<0,001	
9	Kẽm chế tinh	1:1	3	204,5	55	0,40	180	10	35	120	300	450	90	386	99,33	0,56	0,04	
10	Kẽm phân C điện	1:1	2	136,3	55	0,40	160	10	35	115	300	450	90	327	99,98	<0,01	<0,001	
11	Kẽm phân C điện	1:1	5	340,8	55	0,40	180	10	35	120	300	450	90	348	99,98	<0,01	<0,001	
12	Kẽm phân D điện	1:1	5	340,8	55	0,40	180	10	35	120	300	450	90	328	99,98	<0,01	<0,001	
13	Kẽm phân H điện	1:1	5	340,8	55	0,40	180	10	35	120	300	450	90	319	99,95	<0,01	<0,001	
14	Kẽm phân C điện	1:1	7	477,1	55	0,40	180	10	35	120	300	450	90	364	99,98	<0,01	<0,001	
15	Kẽm phân C điện	1:1	10	681,6	55	0,40	180	10	35	120	300	450	90	346	99,98	<0,01	<0,001	

16	Kẽm phân C	điện 1:1	14	954,2	55	0,40	180	10	35	120	300	450	90	335	99,97	<0,01	<0,001
17	Kẽm phân C	điện 1:2	5	227,2	55	0,40	180	10	35	120	300	450	90	352	99,98	<0,01	<0,001
18	Kẽm phân C	điện 1:3	5	170,4	55	0,40	180	10	35	120	300	450	90	341	99,98	<0,01	<0,001
19	Kẽm phân C	điện 1:4	5	136,3	55	0,40	180	10	35	120	300	450	90	332	99,98	<0,01	<0,001
20	Kẽm phân C	điện 1:2	10	454,4	55	0,40	180	10	35	120	300	450	90	367	99,98	<0,01	<0,001
21	Kẽm phân C	điện 1:3	10	340,8	55	0,40	180	10	35	120	300	450	90	346	99,98	<0,01	<0,001
22	Kẽm phân C	điện 1:4	10	272,6	55	0,40	180	10	35	120	300	450	90	365	99,98	<0,01	<0,001
23	Kẽm phân C	điện 1:1	5	340,8	25	0,40	180	10	25	120	300	450	90	324	99,97	<0,01	<0,001
24	Kẽm phân C	điện 1:1	5	340,8	55	0,94	180	10	35	120	300	450	90	339	99,98	<0,01	<0,001
25	Kẽm phân C	điện 1:1	5	340,8	55	0,40	210	10	35	140	300	450	90	401	99,98	<0,01	<0,001
26	Kẽm phân C	điện 1:1	5	340,8	55	0,40	180	35	35	120	300	450	90	349	99,98	<0,01	<0,001
27	Kẽm phân C	điện 1:1	5	340,8	55	0,40	180	10	35	70	200	450	90	312	99,98	<0,01	<0,001
28	Kẽm phân C	điện 1:1	5	340,8	55	0,40	160	10	35	140	720	450	90	395	99,97	<0,01	<0,001
29	Kẽm phân C	điện 1:1	5	340,8	55	0,40	160	10	35	115	300	470	150	612	99,98	<0,01	<0,001
30	Kẽm phân G	điện 1:1	5	340,8	55	0,40	160	10	35	115	300	470	150	624	99,96	<0,01	<0,001

* Các mục nằm ngoài sáng chế được gạch dưới.

Bảng 2-2

Điều kiện số.	Đánh giá việc mạ			Đánh giá	Ghi chú
	Tỷ lệ hỏng trong 10 mẫu	Số lượng các điểm không được mạ	Trạng thái bề mặt		
1	50	D	-	B	Ví dụ so sánh
2	60	D	-	B	Ví dụ so sánh
3	10	B	A	A	Ví dụ theo sáng chế
4	10	B	A	A	Ví dụ theo sáng chế
5	0	A	A	A	Ví dụ theo sáng chế
6	0	A	A	A	Ví dụ theo sáng chế
7	0	A	A	A	Ví dụ theo sáng chế
8	10	B	A	A	Ví dụ theo sáng chế
9	0	A	A	A	Ví dụ thông thường
10	10	B	A	A	Ví dụ theo sáng chế
11	0	A	A	A	Ví dụ theo sáng chế
12	0	A	A	A	Ví dụ theo sáng chế
13	0	A	A	A	Ví dụ theo sáng chế
14	0	A	B	A	Ví dụ theo sáng chế
15	0	A	C	A	Ví dụ theo sáng chế
16	0	A	C	A	Ví dụ theo sáng chế
17	0	A	A	A	Ví dụ theo sáng chế
18	0	A	A	A	Ví dụ theo sáng chế
19	0	A	A	A	Ví dụ theo sáng chế
20	0	A	B	A	Ví dụ theo sáng chế
21	0	A	A	A	Ví dụ theo sáng chế
22	0	A	A	A	Ví dụ theo sáng chế
23	10	B	A	A	Ví dụ theo sáng chế
24	10	B	A	A	Ví dụ theo sáng chế
25	10	B	A	A	Ví dụ theo sáng chế
26	10	B	A	A	Ví dụ theo sáng chế
27	10	B	A	A	Ví dụ theo sáng chế
28	10	C	A	A	Ví dụ theo sáng chế
29	0	A	A	A	Ví dụ theo sáng chế
30	0	A	A	A	Ví dụ theo sáng chế

(*1)

(*2)

(*3)

(*4)

*1: Khi ngay cả một điểm được mạ có mặt trong, mẫu được đánh giá là “không đạt” để tính tỷ lệ hỏng (tỷ lệ hỏng của 10% hoặc nhỏ hơn là chấp nhận được).

*2: Số lượng các điểm không được mạ trung bình trong các mẫu được mạ:

0: A

1 đến 2: B

3 đến 5: C

6 hoặc lớn hơn: D

*3: Độ nhám bề mặt lớp phủ do gấn vảy sắt trên cùng hoặc tương tự:

Tốt: A

Nhẹ (đường kính nhỏ hơn 10mm và một điểm): B

Trung bình (ít nhất một điểm có đường kính 10mm hoặc lớn hơn, hoặc hai điểm hoặc nhiều hơn có đường kính nhỏ hơn 10mm): C

Nặng (đường kính 10mm hoặc lớn hơn và mười điểm hoặc nhiều hơn): D

*4: Chấp nhận được: A, Không chấp nhận được: B

Trong các ống thép mạ kẽm nhúng nóng mẫu (các số từ 3 đến 8 và từ 10 đến 30) của các ví dụ theo sáng chế, xuất hiện chỗ không mạ là 10% hoặc nhỏ hơn và đánh giá tổng thể là chấp nhận được như là trường hợp với ví dụ thông thường (số 9) sử dụng kẽm tinh chế. Điều này nghĩa là khi bề mạ kẽm theo sáng chế chứa Mg, chỗ không mạ

không xuất hiện ngay cả trong điều kiện mà chỗ không mạ xuất hiện trong bể mạ kẽm của ví dụ so sánh mà có Mg nồng độ thấp và nồng độ Pb thấp và việc mạ có thể được thực hiện như là trường hợp với ví dụ thông thường, mà chứa Pb. Mặt khác, các ống thép mạ kẽm nhúng nóng mẫu (Các số 1 và 2) của các ví dụ so sánh là không chấp nhận được.

Các ví dụ theo sáng chế không có hoặc ít chỗ không mạ và tất cả là chấp nhận được. Tuy nhiên, các ví dụ so sánh là không chấp nhận được và kém theo chỗ không mạ.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Như được mô tả ở trên, theo sáng chế, thép mạ kẽm nhúng nóng có thể được sản xuất bằng phương pháp sản xuất trong đó tính thấm ướt đủ tốt với kẽm nóng chảy được đảm bảo ngay cả khi nồng độ của Pb được chứa trong bể mạ kẽm nhúng nóng rất thấp.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp sản xuất thép mạ kẽm nhúng nóng, phương pháp này bao gồm:

bước đưa bề mặt của thép để được mạ vào xử lý bằng chất trợ dung và xử lý làm khô, trong đó trong bước xử lý bằng chất trợ dung, tỷ lệ mol của kẽm clorua so với amoni clorua được chứa trong dung dịch chất trợ dung nằm trong khoảng từ 1:1 đến 1:4, tổng nồng độ mol của kẽm clorua và amoni clorua được chứa trong dung dịch chất trợ dung nằm trong khoảng từ 3 mol/L đến 10 mol/L, nồng độ của kẽm clorua là 600 g/L hoặc nhỏ hơn, và nhiệt độ của dung dịch chất trợ dung nằm trong khoảng từ 40°C đến 85°C, và sau đó:

bước đưa thép mạ vào xử lý ngâm trong bể mạ kẽm nhúng nóng bằng cách ngâm thép mạ trong bể mạ kẽm có hợp phần chứa Zn với lượng là 97,5% theo khối lượng hoặc lớn hơn, Fe với lượng là 1,5% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, Pb với lượng là 0,10% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, Cd với lượng là 0,01% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, và Mg với lượng nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,05% theo khối lượng.

2. Phương pháp sản xuất thép mạ kẽm nhúng nóng theo điểm 1, trong đó hợp phần trong bể mạ kẽm còn chứa một hoặc hai nguyên tố được chọn từ Ti với lượng nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,05% theo khối lượng và V với lượng nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,05% theo khối lượng.

3. Phương pháp sản xuất thép mạ kẽm nhúng nóng theo điểm 1 hoặc 2, trong đó hợp phần trong bể mạ kẽm còn chứa Al với lượng nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,02% theo khối lượng và thỏa mãn $([Mg] + [Ti] + [V]) / 2 \geq [Al]$ (trong đó [Mg], [Ti], [V], và [Al] là hàm lượng của mỗi nguyên tố).

4. Phương pháp sản xuất thép mạ kẽm nhúng nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó khi thực hiện bước xử lý làm khô sau khi xử lý bằng chất trợ dung, phương trình sau đây được thỏa mãn:

$$FE = 9,6 \times \exp(-2500/T) \times RH \times t^{0,5} \leq 0,85 \quad (1)$$

trong đó T là nhiệt độ môi trường xung quanh (K) của môi trường trong đó thép cần được mạ giữ trong khoảng thời gian từ khi thép cần được mạ đi ra khỏi bồn chứa chất trợ dung sau khi xử lý bằng chất trợ dung đến khi thép cần được mạ đi vào lò sấy, RH

là độ ẩm tương đối của môi trường (%) trong đó thép cần được mạ được giữ trong khoảng thời gian từ khi thép cần được mạ đi ra khỏi bồn chứa chất trợ dung sau khi xử lý bằng chất trợ dung cho đến khi thép cần được mạ đi vào lò sấy, và t là thời gian ổn định (phút) từ khi thép cần được mạ đi ra khỏi bồn chứa chất trợ dung sau khi xử lý bằng chất trợ dung cho đến khi thép cần được mạ đi vào lò sấy.

5. Phương pháp sản xuất thép mạ kẽm nhúng nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó trong bước xử lý làm khô, nhiệt độ của môi trường trong lò sấy là 180°C hoặc thấp hơn, nhiệt độ ngưng tụ của môi trường trong lò sấy không cao hơn (nhiệt độ bề mặt của thép đi vào lò sấy -10°C), nhiệt độ tối đa đạt được của bề mặt thép trong quá trình làm khô nằm trong khoảng từ 80°C đến 140°C , và thời gian ổn định của thép trong lò sấy là 600 giây hoặc nhỏ hơn.

1 / 1

FIG. 1

