



(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)



1-0041100

(51)^{2020.01} C23C 2/02; C23C 2/12; C23C 2/06

(13) B

(21) 1-2020-04142

(22) 22/10/2018

(86) PCT/IB2018/058185 22/10/2018

(87) WO2019/123033 27/06/2019

(30) PCT/IB2017/058107 19/12/2017 IB

(45) 25/09/2024 438

(43) 25/09/2020 390

(73) ARCELORMITTAL (LU)

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

(72) BORDIGNON, Michel (FR); STAUDTE, Jonas (DE).

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

(54) NỀN THÉP ĐƯỢC PHỦ NHÚNG NÓNG VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT NỀN THÉP NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến nền thép được phủ nhúng nóng và phương pháp sản xuất nền thép được phủ nhúng nóng này.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến nền thép được phủ nhúng nóng và phương pháp sản xuất nền thép được phủ nhúng nóng này. Sáng chế đặc biệt thích hợp để ứng dụng trong ngành công nghiệp ô tô.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Để giảm khối lượng của xe, đã biết cách sử dụng thép có độ bền cao để sản xuất xe ô tô. Ví dụ, để sản xuất các bộ phận kết cấu, các tính chất cơ học của thép này cần phải được cải thiện. Đã biết cách bổ sung các nguyên tố tạo hợp kim để cải thiện các tính chất cơ học của thép. Do vậy, đã tạo ra và sử dụng thép có độ bền cao hoặc thép có độ bền siêu cao bao gồm thép có hiệu ứng chuyển pha do biến dạng dẻo (Transformation Induced Plasticity - TRIP), thép hai pha (Dual Phase - DP), thép hợp kim thấp có độ bền cao (High-Strength Low Alloyed – HSLA), các tấm làm từ các thép này có các tính chất cơ học cao.

Thông thường, các thép này có lớp phủ kim loại để cải thiện các đặc tính như độ bền chống ăn mòn, khả năng thấm phosphat, v.v.. Các lớp phủ kim loại này có thể được lắng phủ bằng cách phủ nhúng nóng sau khi ủ các tấm thép này. Tuy nhiên, đối với các thép này, trong quá trình ủ được thực hiện trên dây chuyền ủ liên tục, các nguyên tố tạo hợp kim có ái lực lớn hơn với oxy (so với sắt) như Mangan (Mn), Nhôm (Al), Silic (Si) hoặc Crom (Cr) oxy hóa và dẫn đến sự tạo ra lớp oxit trên bề mặt. Các oxit này, ví dụ, là mangan oxit (MnO) hoặc silic oxit (SiO₂) có thể có mặt dưới dạng màng liên tục trên bề mặt của tấm thép hoặc dưới dạng hạch kết hoặc các mảng nhỏ nằm rải rác. Chúng ngăn ngừa sự bám dính thích hợp của lớp phủ kim loại cần được phủ và có thể dẫn đến việc có các vùng mà trong đó không có lớp phủ trên thành phẩm hoặc các vấn đề liên quan đến sự bong lớp phủ.

Đơn yêu cầu cấp patent JP2000212712 bộc lộ phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm bao chứa P với lượng lớn hơn hoặc bằng 0,02% khối lượng và/hoặc Mn với lượng lớn hơn hoặc bằng 0,2% khối lượng, trong đó tấm thép này được nung nóng và

được ủ trong môi trường không oxy hóa và sau đó, được nhúng vào bể mạ chứa Al để thực hiện việc mạ, lớp phủ này được cấu thành bởi một hoặc nhiều loại được chọn trong số các hợp chất kim loại trên cơ sở Ni, Co, Sn và Cu với lượng quy chuyển ra định lượng kim loại nằm trong khoảng $1\text{-}200\text{ mg.m}^{-2}$, dính vào bề mặt của tấm thép trước khi ủ.

Tuy nhiên, các tấm thép được trích dẫn trong đơn yêu cầu cấp patent trên đây là các tấm thép cacbon thấp, còn được gọi là các tấm thép thường, bao gồm thép IF (Interstitial Free), tức là thép không có yếu tố xen kẽ, hoặc thép BH, tức là thép biến cứng do nung. Thực vậy, trong các ví dụ, các tấm thép chứa C, Si, Al với các lượng rất thấp nên lớp phủ này bám dính vào các thép này. Ngoài ra, chỉ các lớp phủ lót chứa Ni, Co và Cu được thử nghiệm.

Do vậy, cần phải tìm cách cải thiện độ thấm ướt và độ bám dính của thép có độ bền cao và thép có độ bền cực cao, tức là nền thép chứa lượng nhất định các nguyên tố hợp kim hóa.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó mục đích của sáng chế là đề xuất nền thép được phủ có thành phần hóa học bao gồm các nguyên tố hợp kim hóa, trong đó khả năng thấm ướt và khả năng bám dính của lớp phủ được cải thiện một cách đáng kể. Mục đích khác của sáng chế là đề xuất phương pháp sản xuất nền kim loại được phủ nêu trên mà dễ thực hiện.

Mục đích này đạt được bằng cách tạo ra nền kim loại được phủ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13 yêu cầu bảo hộ.

Mục đích khác của sáng chế đạt được bằng cách đề xuất phương pháp sản xuất nền thép được phủ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 đến 27 yêu cầu bảo hộ.

Ngoài ra, sáng chế cũng mô tả việc sử dụng nền thép được phủ theo điểm 18 yêu cầu bảo hộ.

Các dấu hiệu và ưu điểm khác của sáng chế sẽ trở nên dễ hiểu nhờ phần mô tả chi tiết sáng chế dưới đây.

Mô tả chi tiết sáng chế

Thuật ngữ sau được xác định:

- “% khối lượng” là tỷ lệ phần trăm tính theo khối lượng.

Sáng chế đề cập đến nền thép được phủ nhúng nóng có lớp phủ Sn được phủ trực tiếp bởi lớp phủ trên cơ sở kẽm hoặc nhôm, trong đó nền thép này có thành phần hóa học sau, tính theo phần trăm khối lượng:

$$0,10 \leq C \leq 0,4\%,$$

$$1,2 \leq Mn \leq 6,0\%,$$

$$0,3 \leq Si \leq 2,5\%,$$

$$Al \leq 2,0\%,$$

và tùy ý, một hoặc nhiều nguyên tố như

$$P < 0.1\%,$$

$$Nb \leq 0,5\%,$$

$$B \leq 0,005\%,$$

$$Cr \leq 1,0\%,$$

$$Mo \leq 0,50\%,$$

$$Ni \leq 1,0\%,$$

$$Ti \leq 0,5\%,$$

lượng còn lại của sắt và các tạp chất không thể tránh khỏi trong quá trình sản xuất, nền thép này còn chứa Sn với lượng nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 0,01% khối lượng trong vùng tính từ bề mặt nền thép đến 10 μ m.

Mặc dù không bị ràng buộc bởi lý thuyết bất kỳ, nhưng tin rằng nền thép có bề mặt được cải biến rất nhiều, đặc biệt là trong quá trình ủ tái kết tinh. Cụ thể, tin rằng Sn phân tách trong vùng 10 μ m trong lớp bề mặt của nền thép bởi cơ chế Gibbs làm giảm sức căng bề mặt của nền thép. Ngoài ra, màng mỏng Sn đơn lớp vẫn có mặt trên nền thép. Do vậy, dường như các oxit chọn lọc có mặt dưới dạng các nốt sần trên bề mặt nền thép thay vì lớp oxit chọn lọc liên tục cho phép khả năng thấm ướt cao và khả năng bám dính lớp của phủ cao.

Về thành phần hoá học của thép, lượng cacbon nằm trong khoảng từ 0,10 đến 0,4% khối lượng. Nếu hàm lượng cacbon dưới 0,10%, có nguy cơ là độ bền kéo không đủ, ví dụ thấp hơn 900MPa. Ngoài ra, nếu vi cấu trúc của thép có chứa austenit còn lại, không thể thu được độ ổn định của nó mà cần thiết để đạt được độ giãn dài đủ. Trên 0,4% C, khả năng hàn bị giảm vì các vi cấu trúc có độ dai thấp thấp được tạo ra trong các vùng bị ảnh hưởng bởi nhiệt hoặc trong vùng nóng chảy của mỗi hàn điểm. Theo phương án được ưu tiên, hàm lượng cacbon nằm trong khoảng từ 0,15 đến 0,4% và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,18 đến 0,4%, điều này cho phép có thể đạt được độ bền kéo lớn hơn 1180 MPa.

Mangan là nguyên tố làm cứng dung dịch rắn, góp phần để thu được độ bền kéo cao, ví dụ lớn hơn 900 MPa. Tác dụng như vậy thu được khi hàm lượng Mn ít nhất là 1,2% khối lượng. Tuy nhiên, trên 6,0%, việc bổ sung Mn có thể góp phần vào việc tạo ra cấu trúc có các vùng tách biệt quá rõ nét, điều này có thể tác động bất lợi đến các tính chất cơ học của mỗi hàn. Tốt hơn là, hàm lượng mangan nằm trong khoảng từ 2,0 đến 5,1% và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 2,0 đến 3,0% để đạt được các tác dụng này.

Silic phải được bao gồm với lượng nằm trong khoảng từ 0,3 đến 2,5%, Tốt hơn là, nằm trong khoảng từ 0,5 đến 1,1 hoặc nằm trong khoảng từ 1,1 đến 3,0%, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 1,1 đến 2,5% và có lợi nếu nằm trong khoảng từ 1,1 đến 2,0% khối lượng để đạt được sự kết hợp cần thiết giữa các tính chất cơ học và khả năng hàn: silic làm giảm khả năng kết tủa của cacbua trong quá trình ủ sau khi cán nguội tấm, do độ tan thấp của nó trong xementit và do thực tế là nguyên tố này làm tăng hoạt tính của cacbon trong austenit.

Nhôm phải được bao gồm với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 2,0%, Tốt hơn là, lớn hơn hoặc bằng 0,5% và tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 0,6%. Đối với sự ổn định của austenit còn lại, nhôm có ảnh hưởng khá giống với ảnh hưởng của silic. Tốt hơn là, khi lượng Al lớn hơn hoặc bằng 1,0%, lượng Mn lớn hơn hoặc bằng 3,0%.

Thép có thể tùy ý chứa các nguyên tố như P, Nb, B, Cr, Mo, Ni và Ti, để đạt được việc hóa cứng kết tủa.

P được xem là nguyên tố cần thu được từ quá trình luyện thép. Nó có thể có mặt với lượng $< 0,1\%$ khối lượng.

Titan và Niobi cũng là các nguyên tố có thể được sử dụng tùy ý để đạt được

việc hóa cứng và tăng bền bằng cách tạo ra các kết tủa. Tuy nhiên, khi hàm lượng Nb hoặc Ti lớn hơn 0,50%, có nguy cơ là sự kết tủa quá mức có thể làm giảm độ dai, điều này cần phải tránh. Tốt hơn là, lượng Ti nằm trong khoảng từ 0,040% đến 0,50% khối lượng hoặc nằm trong khoảng từ 0,030% đến 0,130% khối lượng. Tốt hơn là, lượng titan nằm trong khoảng từ 0,060% đến 0,40% và ví dụ nằm trong khoảng từ 0,060% đến 0,110% khối lượng. Tốt hơn là, lượng Nb nằm trong khoảng từ 0,070% đến 0,50% khối lượng hoặc nằm trong khoảng từ 0,040 đến 0,220%. Tốt hơn là, lượng niobi nằm trong khoảng từ 0,090% đến 0,40% và có lợi nếu nằm trong khoảng từ 0,090% đến 0,20% khối lượng.

Thép cũng có thể tùy ý chứa Bo với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,005%. Do sự phân tách tại biên hạt, B làm giảm năng lượng ở biên hạt và do vậy có lợi cho việc tăng khả năng chịu hóa giòn của kim loại lỏng.

Crom có thể làm chậm quá trình tạo ra ferit tiền eutectic ở bước làm mát sau khi giữ ở nhiệt độ tối đa trong chu trình ủ, cho phép đạt được độ bền ở mức cao hơn. Do vậy, vì lý do chi phí và để ngăn ngừa việc hóa cứng quá mức, hàm lượng crom nhỏ hơn hoặc bằng 1,0%.

Molipđen với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,5% có hiệu quả trong việc làm tăng khả năng hóa cứng và làm ổn định austenit còn lại do nguyên tố này làm chậm quá trình phân hủy austenit.

Thép có thể tùy ý chứa niken, với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 1,0% để cải thiện độ dai.

Tốt hơn là, nền thép chứa Sn với lượng nhỏ hơn 0,005% và có lợi nếu nhỏ hơn 0,001% khối lượng trong vùng tính từ bề mặt nền thép lên đến 10 μ m.

Tốt hơn là, lớp Sn có mức độ phủ nằm trong khoảng từ 0,3 đến 200mg.m⁻², tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,3 đến 150mg.m⁻², có lợi nếu nằm trong khoảng từ 0,3 đến 100mg.m⁻² và, ví dụ nằm trong khoảng từ 0,3 đến 50mg.m⁻².

Tốt hơn là, vi cấu trúc của nền thép này chứa ferit, austenit còn lại và tùy ý martensit và/hoặc bainit.

Tốt hơn là, ứng suất kéo của nền thép lớn hơn 500MPa, tốt nhất là nằm trong khoảng từ 500 đến 2000 MPa. Có lợi nếu, độ giãn dài lớn hơn 5% và tốt hơn là, nằm trong khoảng từ 5 đến 50%.

Theo phương án được ưu tiên, lớp phủ trên cơ sở nhôm chứa Si với lượng nhỏ hơn 15%, Fe với lượng nhỏ hơn 5,0%, tùy ý từ 0,1 đến 8,0% Mg và tùy ý từ 0,1 đến 30,0% Zn, phần còn lại là Al.

Theo phương án được ưu tiên khác, lớp phủ trên cơ sở kẽm chứa 0,01-8,0% Al, tùy ý 0,2-8,0% Mg, phần còn lại là Zn. Tốt hơn nữa là, lớp phủ trên cơ sở kẽm chứa Al với lượng nằm trong khoảng từ 0,15 đến 0,40% khối lượng, phần còn lại là Zn.

Bể nóng chảy cũng có thể chứa các tạp chất không thể tránh khỏi và các nguyên tố còn sót lại từ các thỏi thép nạp vào hoặc từ hành trình của nền thép trong bể nóng chảy. Ví dụ, các tạp chất tùy ý được chọn từ Sr, Sb, Pb, Ti, Ca, Mn, Sn, La, Ce, Cr, Zr hoặc Bi, hàm lượng theo khối lượng của mỗi nguyên tố bổ sung là dưới 0,3% khối lượng. Các nguyên tố còn sót lại từ các thỏi thép nạp vào hoặc từ hành trình của nền thép trong bể nóng chảy có thể là sắt với hàm lượng lên đến 5,0%, Tốt hơn là, lên đến 3,0% khối lượng.

Sáng chế cũng đề cập đến phương pháp sản xuất nền thép được phủ nhúng nóng bao gồm bộ phận nung nóng, bộ phận ủ nóng đều, bộ phận làm nguội, tùy ý bộ phận làm cân bằng, bao gồm các bước sau:

- A. chuẩn bị nền thép có thành phần hóa học theo sáng chế,
- B. lắng phủ lớp phủ chứa Sn,
- C. ủ tái kết tinh nền thép đã được phủ trước thu được ở bước B) bao gồm các công đoạn sau đây:
 - i. nung nóng nền thép đã được phủ trước trong bộ phận nung nóng có môi trường A1 chứa H_2 với lượng nhỏ hơn 8% thể tích và ít nhất một khí trơ có điểm sương DP1 nhỏ hơn hoặc bằng $-45^\circ C$,
 - ii. việc ủ nóng đều nền thép trong bộ phận ủ nóng đều có môi trường A2 chứa H_2 với lượng nhỏ hơn 30% thể tích và ít nhất một khí trơ có điểm sương DP2 nhỏ hơn hoặc bằng $-45^\circ C$,
 - iii. làm nguội nền thép này trong bộ phận làm nguội,
 - iv. tùy ý, làm cân bằng nền thép này trong bộ phận làm cân bằng và
- D. phủ nhúng nóng bằng lớp phủ trên cơ sở kẽm hoặc nhôm.

Mặc dù không bị ràng buộc bởi lý thuyết bất kỳ, nhưng tin rằng nếu môi trường này chứa trên 8% thể tích và/hoặc DP lớn hơn -45°C , dường như nước được tạo ra trong khi ủ tái kết tinh do lượng thiếc giảm. Tin rằng nước phản ứng với sắt trong thép để tạo ra sắt oxit phủ lên phủ trên nền thép. Do vậy, có nguy cơ không kiểm soát được quá trình oxy hoá chọn lọc và do vậy các oxit chọn lọc có mặt dưới dạng lớp liên tục trên nền thép làm giảm đáng kể khả năng thấm ướt.

Tốt hơn là, ở bước B), lớp phủ chứa Sn được lắng phủ bằng cách mạ điện, mạ không dùng điện, xementit hóa, phủ lăn hoặc lắng phủ trong chân không. Tốt hơn là, lớp phủ Sn được lắng phủ bằng phương pháp mạ điện.

Tốt hơn là, ở bước B), lớp phủ chứa Sn có mức độ phủ nằm trong khoảng từ 0,6 đến 300mg.m^{-2} , Tốt hơn là, nằm trong khoảng từ 6 đến 180mg.m^{-2} và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 6 đến 150mg.m^{-2} . Ví dụ, lớp phủ chứa Sn có mức độ phủ là 120mg.m^{-2} và tốt hơn nữa là 30mg.m^{-2} .

Tốt hơn là, ở bước C.i), nền thép đã được phủ trước được nung nóng từ nhiệt độ môi trường đến nhiệt độ T1 nằm trong khoảng từ 700 đến 900°C .

Có lợi nếu, ở bước C.i), việc ủ nóng đều được thực hiện trong môi trường chứa khí trơ và H_2 với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 7%, tốt hơn nữa là nhỏ hơn 3% thể tích, có lợi nếu nhỏ hơn hoặc bằng 1% thể tích và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,1%.

Theo phương án được ưu tiên, việc nung nóng bao gồm bộ phận nung nóng sơ bộ.

Tốt hơn là, ở bước C.ii), nền thép đã được phủ trước được ủ nóng đều ở nhiệt độ T2 nằm trong khoảng từ 700 đến 900°C .

Ví dụ, ở bước C.ii), lượng H_2 nhỏ hơn hoặc bằng 20% thể tích, tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 10% thể tích và có lợi nếu nhỏ hơn hoặc bằng 3% thể tích.

Có lợi nếu, ở các bước C.i) và C.ii), DP1 và DP2 độc lập với nhau nhỏ hơn hoặc bằng -50°C và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng -60°C . Ví dụ, DP1 và DP2 có thể bằng hoặc khác nhau.

Tốt hơn là, ở bước C.iii), nền thép đã được phủ trước được làm nguội từ T2 đến nhiệt độ T3 nằm trong khoảng từ 400 đến 500°C , T3 là nhiệt độ của bể.

Có lợi nếu, việc làm nguội được thực hiện trong môi trường A3 chứa H_2 với lượng nhỏ hơn 30% thể tích và khí trơ có điểm sương DP3 nhỏ hơn hoặc bằng -30°C .

Tuỳ ý, làm cân bằng nền thép từ nhiệt độ T3 đến nhiệt độ T4 nằm trong khoảng từ 400 đến 700°C trong bộ phận làm cân bằng có môi trường A4 chứa H₂ với lượng nhỏ hơn 30% thể tích và khí trơ có điểm sương DP4 nhỏ hơn hoặc bằng - 30°C.

Tốt hơn là, trong tất cả các bước từ C.i) đến C.iv), ít nhất một khí trơ được chọn trong số: nitơ, argon và heli. Ví dụ, việc ủ tái kết tinh được thực hiện trong lò bao gồm lò đốt trực tiếp (DFF - direct flame furnace) và lò ống bức xạ nhiệt (RTF - radiant tube furnace), hoặc trong lò ống bức xạ nhiệt hoàn toàn (full RTF). Theo phương án được ưu tiên, việc ủ tái kết tinh được thực hiện trong lò ống bức xạ nhiệt hoàn toàn.

Ngoài ra, sáng chế cũng mô tả việc sử dụng nền thép được phủ nhúng nóng theo sáng chế để sản xuất bộ phận của xe ô tô.

Sáng chế sẽ được giải thích dựa vào các thử nghiệm được tiến hành để dùng làm ví dụ thực hiện sáng chế. Phạm vi của sáng chế không bị giới hạn ở các ví dụ này.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các tấm thép dưới đây có thành phần sau được sử dụng:

Tấm thép	C (% khối lượng)	Si (% khối lượng)	Mn (% khối lượng)	Cr (% khối lượng)	Al (% khối lượng)
1*	0,151	1,33	2,27	0,21	0,08
2*	0,20	2,2	2,2	-	0,5
3*	0,12	0,5	5	-	1,8
4	0,104	0,10	1,364	0,46	1,26
5	0,6	0,25	23	-	0,1
6	0,7	0,05	18	-	2

*: theo sáng chế.

Một số mẫu thử nghiệm được phủ bằng thiếc (Sn) được lắng phủ bằng cách mạ điện. Sau đó, tất cả các mẫu thử nghiệm được ủ trong lò ống bức xạ nhiệt hoàn toàn ở nhiệt độ 800°C trong môi trường chứa nitơ và tùy ý hydro trong thời gian 1 phút. Sau đó, các mẫu thử nghiệm này được phủ nhúng nóng bằng lớp phủ kẽm.

Mức độ thấm ướt được phân tích bằng mắt thường và kính hiển vi quang học. 0 có nghĩa là lớp phủ được lắng phủ liên tục; 1 có nghĩa là lớp phủ bám dính tốt trên tấm thép ngay cả khi quan sát được rất ít điểm không được phủ; 2 có nghĩa là quan sát được nhiều điểm không được phủ và 3 có nghĩa là quan sát được các vùng lớn không được phủ trong lớp phủ hoặc không có lớp phủ trên thép này.

Sau cùng, mức độ bám dính của lớp phủ được phân tích bằng cách uốn mẫu ở góc 135° đối với các Thép 1 và 4, góc 90° đối với Thép 6 và góc 180° đối với mẫu thử nghiệm 5. Sau đó, băng dính được dính lên các mẫu trước khi được bóc ra để xác định xem lớp phủ có bị bong ra hay không. 0 có nghĩa là lớp phủ không bị bong ra, tức là không có lớp phủ nào có mặt trên băng dính, 1 có nghĩa là một số phần của lớp phủ đã bị bong ra, tức là một số phần của lớp phủ có mặt trên băng dính và 2 có nghĩa là toàn bộ hoặc gần như toàn bộ lớp phủ có mặt trên băng dính. Khi độ thấm ướt là 3, nếu không có lớp phủ nào có mặt trên thép, thì không có sự bám dính của lớp phủ.

Các kết quả được thể hiện trong bảng dưới đây:

Các thử nghiệm	Thép	Lớp phủ sơ bộ Sn (mg/m ²)	Ủ		Phủ nhúng nóng	Mức độ thấm ướt	Độ bám dính của lớp phủ
			Khí	DP (°C)			
1	1	0	5% H ₂ /N ₂	-60	kẽm	3	ND
2	4	0	5% H ₂ /N ₂	-60	kẽm	3	ND
3*	1	35	N ₂	-60	kẽm	0	0
4	4	35	N ₂	-60	kẽm	1	2
5	1	35	5% H ₂ /N ₂	-30	kẽm	3	ND
6	1	35	5% H ₂ /N ₂	-40	kẽm	3	ND
7*	1	35	5% H ₂ /N ₂	-50	kẽm	0	0
8	4	35	5% H ₂ /N ₂	-50	kẽm	2	1
9*	1	35	5% H ₂ /N ₂	-60	kẽm	0	0
10	4	35	5% H ₂ /N ₂	-60	kẽm	1	2
11	5	150	5% H ₂ /N ₂	-65	kẽm	3	ND
11	6	150	5% H ₂ /N ₂	-65	kẽm	3	ND
12*	2	150	5% H ₂ /N ₂	-65	kẽm	1	0
13*	3	150	5% H ₂ /N ₂	-65	kẽm	1	0
14*	1	150	5% H ₂ /N ₂	-60	kẽm	0	0

15*	2	150	5% H ₂ /N ₂	-60	kẽm	1	0
16*	3	150	5% H ₂ /N ₂	-60	kẽm	1	0
17	4	150	5% H ₂ /N ₂	-60	kẽm	1	2
18	5	150	5% H ₂ /N ₂	-60	kẽm	3	ND
19	6	150	5% H ₂ /N ₂	-60	kẽm	3	ND

*: theo sáng chế. ND: không được thực hiện.

Tất cả các mẫu thử nghiệm theo sáng chế đều có độ thấm ướt cao và độ bám dính lớp của phủ cao.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Nền thép được phủ nhúng nóng có lớp phủ Sn được phủ trực tiếp lên trên bởi lớp phủ trên cơ sở kẽm hoặc nhôm, trong đó nền thép này có thành phần hoá học sau, tính theo phần trăm khối lượng:

$$0,10 \leq C \leq 0,4\%,$$

$$1,2 \leq Mn \leq 6,0\%,$$

$$0,3 \leq Si \leq 2,5\%,$$

$$0,5 \leq Al \leq 2,0\%,$$

và tùy ý, một hoặc nhiều nguyên tố như

$$P < 0,1\%,$$

$$Nb \leq 0,5\%,$$

$$B \leq 0,005\%,$$

$$Cr \leq 1,0\%,$$

$$Mo \leq 0,50\%,$$

$$Ni \leq 1,0\%,$$

$$Ti \leq 0,5\%,$$

phần còn lại là sắt và các tạp chất không thể tránh khỏi trong quá trình sản xuất, nền thép này còn chứa Sn với lượng nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 0,01% khối lượng trong vùng tính từ bề mặt nền thép đến 10 μ m, trong đó lớp Sn mỏng có mức độ phủ nằm trong khoảng từ 0,3 đến 100mg.m⁻².

2. Nền thép được phủ nhúng nóng theo điểm 1, trong đó khi lượng Al lớn hơn hoặc bằng 1,0%, thì lượng Mn lớn hơn hoặc bằng 3,0%.

3. Nền thép được phủ nhúng nóng theo điểm 2, trong đó nền thép này chứa Sn với lượng nhỏ hơn 0,005% khối lượng.

4. Nền thép được phủ nhúng nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó lớp phủ trên cơ sở kẽm chứa từ 0,01 đến 8,0% khối lượng Al, tùy ý từ 0,2 đến 8,0% khối lượng Mg, phần còn lại là Zn.

5. Nền thép được phủ nhúng nóng theo điểm 4, trong đó lớp phủ trên cơ sở kẽm chứa 0,15 đến 0,40% khối lượng Al, phần còn lại là Zn.
6. Nền thép được phủ nhúng nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó lớp phủ trên cơ sở nhôm chứa Si với lượng nhỏ hơn 15%, Fe với lượng nhỏ hơn 5,0%, tùy ý từ 0,1 đến 8,0% Mg và tùy ý từ 0,1 đến 30,0% Zn, phần còn lại là Al.
7. Nền thép được phủ nhúng nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó nền thép này chứa Si với lượng nằm trong khoảng từ 1,1 đến 3,0% khối lượng.
8. Nền thép được phủ nhúng nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó nền thép này chứa Si với lượng nằm trong khoảng từ 0,5 đến 1,1% khối lượng.
9. Nền thép được phủ nhúng nóng theo điểm 1, trong đó nền thép này chứa Al với lượng lớn hơn 0,6% khối lượng.
10. Nền thép được phủ nhúng nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó vi cấu trúc của nền thép này bao gồm ferit, austenit dư và tùy ý martensit và/hoặc bainit.
11. Phương pháp sản xuất nền thép được phủ nhúng nóng bao gồm bộ phận nung nóng, bộ phận ủ nóng đều, bộ phận làm nguội, tùy ý bộ phận làm cân bằng, trong đó phương pháp này bao gồm các bước sau:
 - A. chuẩn bị nền thép có thành phần hoá học theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1, 2 hoặc từ 7 đến 9,
 - B. lắng phủ lớp phủ chứa Sn,
 - C. ủ tái kết tinh nền thép đã được phủ trước đó thu được ở bước B) bao gồm các công đoạn sau:
 - i. nung nóng nền thép đã được phủ trước đó trong bộ phận nung nóng có môi trường Al chứa H_2 với lượng nhỏ hơn 8% thể tích và ít nhất một khí trơ có điểm sương DP1 nhỏ hơn hoặc bằng $-45^\circ C$,

ii. ủ nóng đều nền thép trong bộ phận ủ nóng đều có môi trường A2 chứa H_2 với lượng nhỏ hơn 30% thể tích và ít nhất một khí trơ có điểm sương DP2 nhỏ hơn hoặc bằng $-45^\circ C$,

iii. làm nguội nền thép này trong bộ phận làm nguội,

iv. tùy ý, làm cân bằng nền thép này trong bộ phận làm cân bằng, và

D. phủ nhúng nóng bằng lớp phủ trên cơ sở kẽm hoặc nhôm.

12. Phương pháp theo điểm 11, trong đó ở bước B), lớp phủ chứa Sn được lắng phủ bằng cách mạ điện, mạ không dùng điện, xementit hóa, phủ lăn, hoặc lắng phủ trong chân không.

13. Phương pháp theo điểm 11 hoặc 12, trong đó ở bước B), lớp phủ chứa Sn có mức độ phủ nằm trong khoảng từ 0,6 đến 300 $mg.m^{-2}$.

14. Phương pháp theo điểm 13, trong đó lớp phủ chứa Sn có mức độ phủ nằm trong khoảng từ 6 đến 180 $mg.m^{-2}$.

15. Phương pháp theo điểm 14, trong đó lớp phủ chứa Sn có mức độ phủ nằm trong khoảng từ 6 đến 150 $mg.m^{-2}$.

16. Phương pháp theo điểm 11 hoặc 12, trong đó ở bước C.i), nền thép đã được phủ trước đó được nung nóng từ nhiệt độ môi trường đến nhiệt độ T1 nằm trong khoảng từ 700 đến 900 $^\circ C$.

17. Phương pháp theo điểm 11 hoặc 12, trong đó ở bước C.i), H_2 có mặt với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 7% thể tích.

18. Phương pháp theo điểm 17, trong đó ở bước C.i), H_2 có mặt với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 3% thể tích.

19. Phương pháp theo điểm 18, trong đó ở bước C.i), H_2 có mặt với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 1% thể tích.

20. Phương pháp theo điểm 19, trong đó ở bước C.i), H_2 có mặt với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,1% thể tích trong khi nung nóng.

21. Phương pháp theo điểm 11 hoặc 12, trong đó ở bước C.ii), nền thép đã được phủ trước đó được ủ nóng đều ở nhiệt độ T2 nằm trong khoảng từ 700 đến 900 $^\circ C$.

22. Phương pháp theo điểm 11 hoặc 12, trong đó ở các bước C.i) và C.ii), DP1 và DP2 độc lập với nhau nhỏ hơn hoặc bằng -50°C .
23. Phương pháp theo điểm 22, trong đó ở các bước C.i) và C.ii), DP1 và DP2 độc lập với nhau nhỏ hơn hoặc bằng -60°C .
24. Phương pháp theo điểm 11 hoặc 12, trong đó ở bước C.i) và C.ii), ít nhất một khí trơ được chọn trong số các khí: nitơ, argon và heli.