



(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)



1-0037443

(51)^{2020.01} C23C 2/02; C23C 14/16; C23C 2/06; (13) B
C25D 3/22; C23C 28/02; C25D 1/00;
C25D 3/12; C23C 14/00; C23C 2/40

(21) 1-2020-01770

(22) 19/10/2018

(86) PCT/IB2018/058154 19/10/2018

(87) WO 2019/082035 02/05/2019

(30) PCT/IB2017/001282 24/10/2017 WO

(45) 27/11/2023 428

(43) 25/09/2020 390A

(73) ARCELORMITTAL (LU)

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

(72) CHAKRABORTY, Anirban (IN); GHASSEMI-ARMAKI, Hassan (US).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT THÉP TẤM CÓ LỚP PHỦ, THÉP TẤM CÓ LỚP PHỦ VÀ MÔI HÀN ĐIỂM

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất thép tấm có lớp phủ. Thép tấm có lớp phủ được tạo ra bởi phương pháp này và môi hàn điểm của ít nhất hai tấm kim loại có ít nhất một tấm là thép tấm này cũng được đề xuất.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất thép tấm có lớp phủ. Sáng chế này đặc biệt phù hợp để sản xuất xe ô tô.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các lớp phủ chủ yếu chứa kẽm thường được sử dụng vì chúng cho phép tạo ra 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 thép tiếp xúc với môi trường ăn mòn. Hiệu ứng rào chắn không phụ thuộc vào bản chất của lớp phủ và nền. Trái lại, sự bảo vệ kiểu ăn mòn catốt dựa trên thực tế là kẽm là một kim loại không quý bằng thép. Do vậy, nếu sự ăn mòn xảy ra, thì kẽm bị ăn mòn trước thép. Sự bảo vệ kiểu catốt là cần thiết ở những nơi thép tiếp xúc trực tiếp với môi trường ăn mòn, như các mép cắt nơi kẽm bao quanh sẽ bị ăn mòn trước thép.

Tuy nhiên, khi các bước nung nóng được thực hiện đối với thép tấm có lớp phủ kẽm như vậy, ví dụ, tôi cứng bằng cách ép hoặc hàn, các vết nứt đã xuất hiện trong thép mà lan ra từ mặt phân cách thép/lớp phủ. Thực vậy, đôi khi, có sự giảm các tính chất cơ học do sự có mặt của các vết nứt trong thép tấm có lớp phủ sau công đoạn nêu trên. 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 sự có mặt của ứng suất kéo; 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).

US2012100391 mô tả phương pháp sản xuất thép tấm mạ kẽm bằng cách nhúng nóng có chất lượng mạ, độ bám dính lớp mạ và khả năng dễ hàn điểm tốt, phương pháp này bao gồm các bước:

- phủ thép tấm nền bằng Ni với hàm lượng chất phủ (C_{Ni}) nằm trong khoảng 0,1-1,0g/m²;
- nung nóng thép tấm có lớp phủ Ni này trong môi trường khử;
- làm nguội thép tấm đã được nung nóng này xuống nhiệt độ (X_S) là nhiệt độ mà thép tấm này được cấp vào bề mặt; và
- cấp và nhúng thép tấm đã được làm nguội này trong bể mạ có nồng độ Al hữu hiệu (C_{Al}) nằm trong khoảng 0,11-0,14% khối lượng và nhiệt độ (T_p) nằm trong khoảng 440-460°C, trong đó nhiệt độ (X_S) là nhiệt độ mà ở đó thép tấm này được cấp vào bể mạ thỏa mãn mối quan hệ sau: $C_{Ni} \cdot (X_S - T_p) / 2C_{Al} = 5-100$.

Cũng được đề cập đến là thép tấm mạ kẽm bằng cách nhúng nóng trong đó pha hợp kim là pha hợp kim Fe-Zn chiếm 1-20% diện tích mặt cắt ngang của lớp mạ.

Tuy nhiên, với phương pháp trên, việc mạ được thực hiện trong bể mạ chứa 0,11 tới 0,14% khối lượng Al và lớp ức chế là rất yếu và các pha liên kim loại Fe-Zn đã được tạo ra. Ở quy mô công nghiệp, phương pháp này khó áp dụng do khả năng dễ hàn điểm phụ thuộc vào việc kiểm soát các thông số, bao gồm hàm lượng của Ni trong lớp phủ, nồng độ Al của bể mạ, và mức chênh lệch giữa nhiệt độ của bể mạ và nhiệt độ là nhiệt độ mà ở đó thép tấm này được cấp vào bể mạ. Ngoài ra, khả năng dễ hàn điểm đã được thực hiện được đánh giá dựa trên cơ sở tuổi thọ của điện cực, tức là số lượng điểm hàn liên tục theo thời gian khi đường kính của mắt điểm hàn đã đạt mức $4\sqrt{t}$ (t: độ dày của thép tấm) được xác định. Nó hoàn toàn không đề cập đến việc làm giảm sự có mặt của các vết nứt trong thép tấm có lớp phủ sau khi hàn điểm.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, mục đích của sáng chế là đề xuất thép tấm được phủ bằng lớp phủ kim loại mà không có vấn đề về LME. Nó nhằm mục đích đề xuất một phương pháp khả thi, đặc biệt là dễ thực hiện để tạo ra một chi tiết mà không có vấn đề về LME sau khi tạo hình và/hoặc hàn.

Mục đích này đạt được nhờ việc đề xuất phương pháp như được xác định theo điểm 1 Yêu cầu bảo hộ. Phương pháp này cũng có thể có các dấu hiệu bất kỳ như được xác định theo các điểm 2 tới 18 Yêu cầu bảo hộ.

Một mục đích khác của sáng chế đạt được nhờ việc đề xuất thép tấm như được xác định theo điểm 19 Yêu cầu bảo hộ. Thép tấm này cũng có thể có các dấu hiệu bất kỳ như được xác định theo các điểm 20 tới 25 Yêu cầu bảo hộ.

Một mục đích khác của sáng chế đạt được nhờ việc đề xuất mối hàn điểm như được xác định theo điểm 26 Yêu cầu bảo hộ. Mối hàn điểm này cũng có thể có các dấu hiệu bất kỳ như được xác định theo các điểm 27 tới 29 Yêu cầu bảo hộ.

Cuối cùng, một mục đích khác của sáng chế đạt được nhờ việc sử dụng thép tấm hoặc tổ hợp theo sáng chế.

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 chi tiết sáng chế

Thuật ngữ “thép” hoặc “thép tấm” được dùng để chỉ thép tấm, cuộn thép hoặc tấm thép có thành phần sao cho chi tiết làm bằng nó có độ bền kéo tối đa 2500MPa và tốt hơn nữa nếu tối đa là 2000MPa. Ví dụ, độ bền kéo này cao hơn hoặc bằng 500MPa, tốt hơn nếu cao hơn hoặc bằng 980MPa, có lợi nếu cao hơn hoặc bằng 1180MPa và thậm chí cao hơn hoặc bằng 1470MPa.

Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất thép tấm có lớp phủ bao gồm các bước sau:

- A. chuẩn bị lớp phủ lót của thép tấm bằng lớp phủ thứ nhất chứa sắt và niken,
- B. xử lý nhiệt thép tấm có lớp phủ lót này ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 600 đến 1000°C,
- C. phủ thép tấm thu được ở bước B) bằng lớp phủ thứ hai chủ yếu chứa kẽm.

Mặc dù không muốn gắn liền với lý thuyết bất kỳ, song một dấu hiệu cơ bản của sáng chế là kết lắng lớp phủ thứ nhất làm bằng sắt và niken trên tấm thép trước khi xử lý nhiệt do trong quá trình xử lý nhiệt này, một mặt, Ni khuếch tán về phía tấm thép cho phép tạo lớp hợp kim Fe-Ni. Mặt khác, một lượng Ni vẫn có mặt ở mặt phân cách giữa thép và lớp phủ ngăn không cho kẽm lỏng thấm vào

thép trong các bước nung nóng bất kỳ, ví dụ, bước hàn. Do vậy, bằng cách áp dụng phương pháp theo sáng chế, có thể tạo ra được một lớp bảo vệ có khả năng chống LME.

Lớp phủ thứ nhất làm bằng sắt và niken được kết lắng theo phương pháp kết lắng bất kỳ đã biết đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này. Nó có thể được kết lắng bởi phương pháp kết lắng chân không hoặc phương pháp mạ điện. Tốt hơn là, nó được kết lắng bởi phương pháp mạ điện.

Tốt hơn là, ở bước A), lớp phủ thứ nhất chứa sắt với lượng nằm trong khoảng từ 10% đến 75%, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 25 đến 65% và có lợi nếu nằm trong khoảng từ 40 đến 60% khối lượng.

Tốt hơn là, ở bước A), lớp phủ thứ nhất chứa niken với lượng nằm trong khoảng từ 25 đến 90%, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 35 đến 75% và có lợi nếu nằm trong khoảng từ 40 đến 60% khối lượng.

Theo một phương án được ưu tiên, ở bước A), lớp phủ thứ nhất làm bằng sắt và niken.

Tốt hơn là, ở bước A), lớp phủ thứ nhất có độ dày bằng hoặc lớn hơn 0,5 μ m. Tốt hơn nữa là, lớp phủ thứ nhất có độ dày nằm trong khoảng từ 0,8 đến 5,0 μ m và có lợi nếu nằm trong khoảng từ 1,0 đến 2,0 μ m.

Tốt hơn là, ở bước A), thành phần của thép tấm tính theo khối lượng bao gồm:

$$0,10 < C < 0,40\%,$$

$$1,5 < Mn < 3,0\%,$$

$$0,7 < Si < 2,0\%,$$

$$0,05 < Al < 1,0\%,$$

$$0,75 < (Si+Al) < 3,0\%,$$

và trên cơ sở hoàn toàn tùy ý, một hoặc nhiều nguyên tố như

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

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

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

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

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

$Ti \leq 0,5\%$,

lượng còn lại của thành phần này là của sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ quy trình sản xuất.

Tốt hơn là, ở bước B), việc xử lý nhiệt là việc ủ liên tục. Ví dụ, việc ủ liên tục này bao gồm việc nung nóng, ủ nóng và bước làm nguội. Nó cũng có thể bao gồm bước nung nóng sơ bộ.

Có lợi là, việc xử lý nhiệt được thực hiện trong môi trường chứa 1 tới 30% H_2 có điểm sương nằm trong khoảng từ -10 đến $-60^\circ C$. Ví dụ, môi trường này chứa 1 tới 10% H_2 có điểm sương nằm trong khoảng từ $-40^\circ C$ đến $-60^\circ C$.

Có lợi là, ở bước C), lớp thứ hai chứa kẽm với lượng lớn hơn 50%, tốt hơn nữa là lớn hơn 75% và có lợi là chứa kẽm với lượng lớn hơn 90%. Lớp thứ hai này có thể được kết lắng theo phương pháp kết lắng bất kỳ đã biết đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này. Nó có thể được kết lắng bằng cách phủ nhúng nóng, bằng cách kết lắng chân không hoặc bằng cách mạ điện.

Ví dụ, lớp phủ chủ yếu chứa kẽm này bao gồm 0,01 tới 8,0% Al, tùy ý, 0,2 tới 8,0% Mg, lượng còn lại là của Zn.

Tốt hơn là, lớp phủ chủ yếu chứa kẽm này được kết lắng bằng cách mạ nhúng nóng. Theo phương án này, bể mạ nóng chảy này có thể còn chứa các tạp chất khó tránh khỏi và các nguyên tố tồn dư từ các thời liệu cấp hoặc từ hành trình của tấm thép trong bể mạ nóng chảy này. Ví dụ, các tạp chất tùy ý này được chọn trong số Sr, Sb, Pb, Ti, Ca, Mn, Sn, La, Ce, Cr, Zr hoặc Bi, hàm lượng tính theo khối lượng của mỗi nguyên tố bổ sung này là thấp hơn 0,3% khối lượng. Các nguyên tố tồn dư từ các thời liệu cấp hoặc từ hành trình của tấm thép trong bể mạ nóng chảy này có thể là sắt với hàm lượng tối đa 5,0%, tốt hơn là 3,0% khối lượng.

Theo một phương án được ưu tiên, lớp thứ hai làm bằng kẽm. Khi lớp phủ này được kết lắng bằng cách mạ nhúng nóng, hàm lượng phần trăm của Al nằm trong khoảng từ 0,15 đến 0,40% khối lượng trong bể mạ. Ngoài ra, sắt có mặt trong lớp phủ thứ nhất phản ứng với nhôm để tạo ra lớp ức chế Fe_2Al_3 và do đó tạo đặc tính thấm ướt dễ phản ứng trong quá trình mạ nhúng nóng.

Bằng phương pháp theo sáng chế, thép tấm có lớp phủ bằng lớp hợp kim khuếch tán chứa sắt và niken, lớp phủ này mà được phủ ngay trên đó bởi một lớp chủ yếu chứa kẽm được tạo ra. Điều được tin chắc là lớp hợp kim đã được khuếch tán có tác dụng như một lớp chắn có khả năng chống LME và cải thiện độ bám dính của lớp phủ.

Tốt hơn là, thép tấm này có vi cấu trúc bao gồm 1 tới 50% austenit tồn dư, 1 tới 60% mactensit và tùy ý ít nhất một nguyên tố được chọn từ: bainit, ferit, xementit và peclit. Trong trường hợp đó, mactensit này có thể đã được ram hoặc không được ram.

Theo một phương án được ưu tiên, thép tấm này có vi cấu trúc bao gồm 5 tới 25% austenit tồn dư.

Tốt hơn là, thép tấm này có vi cấu trúc bao gồm 1 tới 60% và tốt hơn nữa là 10 tới 60% mactensit đã được ram.

Có lợi là, thép tấm này có vi cấu trúc bao gồm 10 tới 40% bainit, bainit này có 10 tới 20% bainit thấp, 0 tới 15% bainit cao và 0 tới 5% bainit không cacbua.

Tốt hơn là, thép tấm này có vi cấu trúc bao gồm 1 tới 25% ferit .

Tốt hơn là, thép tấm này có vi cấu trúc bao gồm 1 tới 15% mactensit không được ram.

Để sản xuất một số chi tiết của ô tô, việc lắp ráp bằng cách hàn hai tấm kim loại sau khi sản xuất thép tấm là đã biết. Do vậy, mỗi hàn điểm được tạo ra trong khi hàn ít nhất hai tấm kim loại, mỗi hàn này liên kết giữa ít nhất hai tấm kim loại.

Để tạo ra mỗi hàn điểm theo sáng chế, việc hàn được thực hiện với cường độ hiệu dụng nằm trong khoảng từ 3kA đến 15kA và lực tác động lên điện cực nằm trong khoảng từ 150 đến 850daN với đường kính mặt làm việc của điện cực nằm trong khoảng từ 4 đến 10mm.

Do vậy, mỗi hàn điểm của ít nhất hai tấm kim loại, bao gồm thép tấm có lớp phủ theo sáng chế, được tạo ra, mỗi hàn này có số lượng vết nứt có kích thước lớn hơn 100µm ít hơn 3 trong đó vết nứt dài nhất có độ dài nhỏ hơn 500µm.

Tốt hơn là, tấm kim loại thứ hai là tấm thép hoặc tấm nhôm. Tốt hơn nữa là, tấm kim loại thứ hai là thép tấm theo sáng chế.

Theo một phương án khác, mỗi hàn điểm này bao gồm tấm kim loại thứ ba là tấm thép hoặc tấm nhôm. Ví dụ, tấm kim loại thứ ba này là thép tấm theo sáng chế.

Thép tấm hoặc mỗi hàn điểm theo sáng chế có thể được sử dụng cho việc sản xuất các chi tiết của ô tô.

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

Đối với tất cả các mẫu, các tấm thép được sử dụng có thành phần hóa học tính theo phần trăm khối lượng như sau: C=0,37%, Mn=1,9% khối lượng, Si=1,9% khối lượng, Cr=0,35% khối lượng, Al=0,05% khối lượng và Mo=0,1% khối lượng.

Các mẫu thử nghiệm 1 và 2 được chuẩn bị bằng cách lắng phủ lớp phủ thứ nhất chứa 45% Fe, lượng còn lại là của Ni. Tiếp đó, việc ủ liên tục được thực hiện trong môi trường gồm 5% H₂ và 95% N₂ có điểm sương là -45°C. Thép tấm có lớp phủ lót này được nung nóng ở nhiệt độ 900°C. Cuối cùng, lớp phủ kẽm được kết lắng bằng cách mạ nhúng nóng, bể mạ kẽm chứa 0,2% Al. Nhiệt độ bể mạ là 460°C.

Nhằm mục đích so sánh, mẫu thử nghiệm 3 được chuẩn bị bằng cách kết lắng lớp phủ kẽm bằng cách mạ điện sau khi ủ liên tục tấm thép nêu trên.

Tính bền LME của các mẫu thử nghiệm 1 tới 3 được đánh giá. Kết thúc đối với mỗi thử nghiệm, hai tấm thép có lớp phủ được hàn vào nhau bằng cách hàn điểm điện trở. Loại điện cực là ISO Type B có đường kính 16mm; lực tác động của điện cực là 5kN và lưu lượng nước là 1,5g/phút, chu trình hàn được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1. Tiến trình hàn

Thời gian hàn	Xung	Xung (theo chu trình)	Thời gian làm nguội (theo chu trình)	Thời gian giữ (theo chu trình)
Chu trình	2	12	2	10

Số lượng vết nứt dài hơn 100 μ m sau đó được đánh giá nhờ sử dụng kính hiển vi quang học cũng như kính hiển vi điện tử quét SEM (Scanning Electron Microscopy) như được liệt kê trong bảng 2.

Bảng 2. Chi tiết các vết nứt LME sau khi hàn điểm (điều kiện xếp chồng hai lớp)

Thử nghiệm	Lớp phủ thứ nhất	Độ dày (μ m)	Lớp phủ thứ hai	Độ dày (μ m)	Số lượng vết nứt (> 100 μ m) trên một mối hàn điểm	Độ dài của vết nứt dài nhất (μ m)
Thử nghiệm 1*	Fe - (55%)Ni	1	Zn (GI)	7	0	0
Thử nghiệm 2*	Fe - (55%)Ni	2	Zn (GI)	7	0	0
Thử nghiệm 3	-	-	Zn (EG)	7	3	760

*: theo sáng chế.

Các mẫu thử nghiệm của sáng chế đều có tính bền LME là rất tốt so với mẫu thử nghiệm 3.

Tiếp đó, đối với mỗi thử nghiệm, ba tấm thép có lớp phủ được hàn vào nhau bằng cách hàn điểm điện trở với kết cấu xếp chồng ba lớp. Số lượng vết nứt dài hơn 100 μ m sau đó được đánh giá nhờ sử dụng kính hiển vi quang học cũng

như kính hiển vi điện tử quét SEM (Scanning Electron Microscopy) như được thể hiện trong bảng 3.

Bảng 3. Chi tiết các vết nứt LME sau khi hàn điểm (điều kiện xếp chồng ba lớp)

Thử nghiệm	Số lượng vết nứt ($> 100\mu\text{m}$) trên một mối hàn điểm	Độ dài của vết nứt dài nhất (μm)
Thử nghiệm 1*	1	250
Thử nghiệm 2*	1	450
Thử nghiệm 3	7	850

*: theo sáng chế.

Các mẫu thử nghiệm của sáng chế đều có tính bền LME là rất tốt so với mẫu thử nghiệm 3.

Cuối cùng, các mẫu thử nghiệm 1 và 2 được uốn với góc 90° như sau. Một băng dính tiếp đó được dán lên và được bóc ra để kiểm tra độ bám dính của lớp phủ vào thép nền. Độ bám dính của lớp phủ của các mẫu thử nghiệm là rất tốt.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp sản xuất thép tấm có lớp phủ bao gồm các bước sau:
 - A. chuẩn bị lớp phủ lót của thép tấm bằng lớp phủ thứ nhất chứa sắt và niken,
 - B. xử lý nhiệt thép tấm có lớp phủ lót này ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 600 đến 1000°C,
 - C. phủ thép tấm thu được ở bước B) bằng lớp phủ thứ hai chủ yếu chứa kẽm.
2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ở bước A), lớp phủ thứ nhất chứa sắt với lượng nằm trong khoảng từ 10% đến 75% khối lượng.
3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó ở bước A), lớp phủ thứ nhất chứa sắt với lượng nằm trong khoảng từ 25 đến 65% khối lượng.
4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 3, trong đó ở bước A), lớp phủ thứ nhất chứa sắt với lượng nằm trong khoảng từ 40 đến 60% khối lượng.
5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 4, trong đó ở bước A), lớp phủ thứ nhất chứa niken với lượng nằm trong khoảng từ 25 đến 90% khối lượng.
6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó ở bước A), lớp phủ thứ nhất chứa niken với lượng nằm trong khoảng từ 35 đến 75% khối lượng.
7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó ở bước A), lớp phủ thứ nhất chứa niken với lượng nằm trong khoảng từ 40 đến 60% khối lượng.
8. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 7, trong đó ở bước A), lớp phủ thứ nhất làm bằng sắt và niken.

9. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 8, trong đó ở bước A), lớp phủ thứ nhất có độ dày bằng hoặc lớn hơn $0,5\mu\text{m}$.

10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó ở bước A), lớp phủ thứ nhất có độ dày nằm trong khoảng từ $0,8$ đến $5,0\mu\text{m}$.

11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó ở bước A), lớp phủ thứ nhất có độ dày nằm trong khoảng từ $1,0$ đến $2,0\mu\text{m}$.

12. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 11, trong đó ở bước A), thành phần của thép tấm bao gồm:

$$0,10 < C < 0,40\%,$$

$$1,5 < \text{Mn} < 3,0\%,$$

$$0,7 < \text{Si} < 2,0\%,$$

$$0,05 < \text{Al} < 1,0\%$$

$$0,75 < (\text{Si} + \text{Al}) < 3,0\%$$

và trên cơ sở hoàn toàn tùy ý, một hoặc nhiều nguyên tố như

$$\text{Nb} \leq 0,5\%,$$

$$\text{B} \leq 0,005\%,$$

$$\text{Cr} \leq 1,0\%,$$

$$\text{Mo} \leq 0,50\%,$$

$$\text{Ni} \leq 1,0\%$$

$$\text{Ti} \leq 0,5\%,$$

lượng còn lại của thành phần này là của sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ quy trình sản xuất.

13. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 12, trong đó ở bước C), lớp thứ hai chứa kẽm với lượng lớn hơn 50%.

14. Phương pháp theo điểm 13, trong đó ở bước C), lớp thứ hai chứa kẽm với lượng lớn hơn 75%.

15. Phương pháp theo điểm 14, trong đó ở bước C), lớp thứ hai chứa kẽm với lượng lớn hơn 90%.
16. Phương pháp theo điểm 15, trong đó ở bước C), lớp thứ hai làm bằng kẽm.
17. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 16, trong đó ở bước B), việc xử lý nhiệt là việc ủ liên tục.
18. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 17, trong đó ở bước B), bước xử lý nhiệt được thực hiện trong môi trường chứa 1 tới 30% H_2 có điểm sương nằm trong khoảng từ -10 đến $-60^\circ C$.
19. Thép tấm được tạo ra bởi phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 18 có lớp phủ bằng lớp hợp kim khuếch tán chứa sắt và niken, lớp phủ này mà được phủ ngay trên đó bởi một lớp chủ yếu chứa kẽm.
20. Thép tấm theo điểm 19, trong đó vi cấu trúc của thép này bao gồm 1 tới 50% austenit tồn dư, 1 tới 60% mactensit và tùy ý ít nhất một nguyên tố được chọn từ: bainit, ferit, xementit và peclit.
21. Thép tấm theo điểm 20, trong đó vi cấu trúc của thép này bao gồm 5 tới 25% austenit tồn dư.
22. Thép tấm theo điểm 20 hoặc 21, trong đó vi cấu trúc của thép này bao gồm 1 tới 60% mactensit đã được ram.
23. Thép tấm theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 20 tới 22, trong đó vi cấu trúc của thép này bao gồm 10 tới 40% bainit.

24. Thép tấm theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 20 tới 23, trong đó vi cấu trúc của thép này bao gồm 1 tới 25% ferit.

25. Thép tấm theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 20 tới 24, trong đó vi cấu trúc của thép này bao gồm 1 tới 15% mactensit không được ram.

26. Mỗi hàn điểm của ít nhất hai tấm kim loại có ít nhất một tấm là thép tấm theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 19 tới 25 hoặc có thể được tạo ra bởi phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 18, mỗi hàn này có số lượng vết nứt có kích thước lớn hơn 100 μ m ít hơn 3 trong đó vết nứt dài nhất có độ dài nhỏ hơn 500 μ m.

27. Mỗi hàn điểm theo điểm 26, trong đó tấm kim loại thứ hai là tấm thép hoặc tấm nhôm.

28. Mỗi hàn điểm theo điểm 27, trong đó tấm kim loại thứ hai là thép tấm theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 19 tới 25 hoặc có thể được tạo ra bởi phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 18.

29. Mỗi hàn điểm theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 26 tới 28, trong đó nó có tấm kim loại thứ ba là tấm thép hoặc tấm nhôm.