



(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)



1-0049204

(51)^{2021.01} C22C 38/00; C22C 38/38; C21D 9/46

(13) B

(21) 1-2022-04630

(22) 08/02/2021

(86) PCT/IB2021/050994 08/02/2021

(87) WO2021/176285 10/09/2021

(30) PCT/IB2020/051750 02/03/2020 IB

(45) 25/07/2025 448

(43) 25/11/2022 416A

(73) ArcelorMittal (LU)

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

(72) INACIO DA ROSA Gregory (BR); ZHAO Lijia (CN); FAN Dongwei (CN);
DRILLET Josée (FR).

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

(54) TẤM THÉP CÁN NGUỘI VÀ MẠ KẼM CÓ ĐỘ BỀN CAO VÀ QUY TRÌNH
TẠO RA NÓ

(21) 1-2022-04630

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nguội và được mạ có thành phần bao gồm, theo phần trăm trọng lượng: C 0,15-0,25%, Mn 2,4-3,5%, Si 0,30-0,90%, Cr 0,30-0,70%, Mo 0,05-0,35%, Al 0,001-0,09%, Ti 0,01-0,06, B 0,0010-0,0040%, Nb 0,01-0,05%, $P \leq 0,020\%$, $S \leq 0,010\%$ đến $N \leq 0,008\%$, phần còn lại của chế phẩm là sắt và các tạp chất không thể tránh khỏi do nấu chảy, và có vi cấu trúc bao gồm, trong phần bề mặt, từ 80% đến 90% martensit, phần cân bằng còn lại là ferit và bainit.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nguội và được mạ có độ bền cao và phương pháp để thu được tấm thép này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Giảm trọng lượng xe để giảm lượng khí thải CO₂ là một thách thức lớn trong ngành công nghiệp ô tô. Việc tiết kiệm trọng lượng này phải đi đôi với các yêu cầu an toàn. Để đáp ứng những yêu cầu này, nhu cầu ngày càng tăng về thép cường độ rất cao với độ bền kéo cao hơn 1450MPa đã dẫn đến ngành sản xuất thép liên tục phát triển các loại thép mới

Những loại thép này thường được phủ một lớp phủ kim loại cải thiện các đặc tính như chống ăn mòn. Các lớp phủ kim loại có thể được lắng đọng bằng cách mạ kẽm ngâm nóng sau khi ủ các tấm thép. Để có được khả năng hàn điểm được cải thiện, lớp phủ ngâm nóng có thể được tiếp theo bằng cách xử lý hợp kim để thu được một tấm thép mạ kẽm, sao cho sắt của tấm thép khuếch tán về phía lớp mạ kẽm để thu được hợp kim kim kẽm-sắt trên thép tờ giấy.

Công bố đơn quốc tế WO2019188190 liên quan đến một tấm thép mạ kẽm hoặc mạ kẽm độ bền cao, có độ bền kéo cao hơn 1470MPa. Để có được mức độ bền kéo như vậy, hàm lượng cacbon của tấm thép bao gồm từ 0,200% trọng lượng đến 0,280% trọng lượng, điều này có thể làm giảm khả năng hàn của tấm thép. Hơn nữa, tránh được sự hình thành ferit và bainit, có tổng lượng của cả hai với ngọc trai nhỏ hơn 2%, để đảm bảo mức độ bền kéo tốt. Để làm như vậy, bước ngâm sau khi cán nguội phải được thực hiện ở nhiệt độ trên Ac₃.

Công bố đơn quốc tế WO2016199922 liên quan đến một tấm thép mạ kẽm độ bền cao với độ bền kéo cao hơn 1470MPa. Lượng cacbon cao từ 0,25% đến 0,70% cho phép đạt được mức độ bền kéo cao này. Nhưng khả năng hàn của tấm thép có thể bị giảm. Sau bước hợp kim hóa, tấm thép phải được làm nguội một cách có kiểm soát, để có được hơn 10% Austenit được giữ lại vào cuối quá trình làm nguội. Sau bước làm nguội này, tấm thép mạ kẽm phải trải qua một bước tôi luyện để thu được martensit đã được tôi luyện, để thúc đẩy quá trình biến đổi bainit và làm cho cacbon tập trung thành austenit được giữ lại, để có được vi cấu trúc cuối cùng mong muốn: từ 10% đến 60% austenit còn lại, ít hơn 5% martensit tôi ở nhiệt độ cao, ít hơn 5% martensit tôi ở nhiệt độ thấp, ít hơn 10% martensit tươi, ít hơn 15% ferit, dưới 10% pearlit, phần cân bằng còn lại là bainit. Các bước làm mát và tôi có kiểm soát này làm phức tạp quá trình sản xuất.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, mục đích của sáng chế là giải quyết vấn đề nêu trên và tạo ra một tấm thép mạ kẽm có độ bền kéo trên hoặc bằng 1450MPa và có thể dễ dàng gia công theo quy trình thông thường.

Theo một phương án được ưu tiên của sáng chế, cường độ chảy YS cao hơn hoặc bằng 1050MPa.

Đối tượng của sáng chế này đạt được bằng cách tạo ra một tấm thép theo điểm 1, tấm thép cũng có thể bao gồm các đặc tính theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 2 đến 5. Một đối tượng khác đạt được bằng cách tạo ra phương pháp theo điểm 6, phương pháp này cũng có thể bao gồm các đặc tính theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 8.

Mô tả chi tiết sáng chế

Giờ đây, sáng chế sẽ được mô tả chi tiết và được minh họa bằng các ví dụ mà không bị giới hạn.

Sau đây, Ac3 chỉ nhiệt độ mà trên đó vi cấu trúc là austenit hoàn toàn, Ac1 chỉ nhiệt độ mà trên đó austenit bắt đầu hình thành.

Thành phần của thép theo sáng chế bây giờ sẽ được mô tả, hàm lượng được biểu thị bằng phần trăm trọng lượng.

Hàm lượng cacbon nằm trong khoảng từ 0,15% đến 0,25% để đảm bảo độ bền đạt yêu cầu. Nếu hàm lượng cacbon quá cao, khả năng hàn của tấm thép không đủ. Mức hàm lượng cacbon dưới 0,15% không làm cho nó có thể đạt được độ bền kéo đủ lớn.

Hàm lượng mangan nằm trong khoảng từ 2,4% đến 3,5% để đảm bảo độ bền đạt yêu cầu và hạn chế sự biến đổi bainitic. Thêm vào đó, trên 3,5%, nguy cơ phân tách trung tâm tăng lên gây hại cho độ dẻo. Một lượng ít nhất 2,4% mangan là bắt buộc để tạo ra độ bền và độ cứng của tấm thép cũng như ổn định austenit. Tốt hơn là, hàm lượng mangan nằm trong khoảng từ 2,5% đến 3,2%.

Theo sáng chế, hàm lượng silic is nằm trong khoảng từ 0,30% đến 0,90%. Silic là nguyên tố tham gia vào quá trình đông cứng trong dung dịch rắn. Bổ sung silic ít nhất 0,30% làm cho nó có thể có đủ độ cứng của ferit và bainit. Trên 0,90%, các oxit silic hình thành trên bề mặt, làm suy giảm khả năng phủ phủ của thép. Hơn nữa, silic có thể làm giảm khả năng hàn. Theo một phương án được ưu tiên, hàm lượng silic bao gồm từ 0,30% đến 0,70%. Theo một phương án được ưu tiên khác, hàm lượng silic bao gồm từ 0,30% đến 0,50%.

Theo sáng chế, hàm lượng crom nằm trong khoảng từ 0,30% đến 0,70%. Crom là nguyên tố tham gia phản ứng cứng trong dung dịch rắn. Mức hàm lượng crom dưới 0,30% không làm cho nó có thể đạt được độ bền kéo đủ lớn. Hàm lượng crom phải thấp hơn hoặc bằng 0,70% để có được độ giãn dài đạt yêu cầu khi đứt và hạn chế chi phí.

Theo sáng chế, hàm lượng molypden là nằm trong khoảng từ 0,05% đến 0,35%. Việc bổ sung molypden ít nhất 0,05% giúp cải thiện độ cứng của thép và hạn chế sự biến đổi bainitic trước và trong khi phủ ngâm nóng. Trên 0,35%, việc bổ sung

molybden là tốn kém và không hiệu quả nếu xét đến các đặc tính được yêu cầu. Tốt hơn là, hàm lượng molybden là nằm trong khoảng từ 0,05% đến 0,20%.

Theo sáng chế, hàm lượng nhôm là nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,09% vì nó là một nguyên tố rất hiệu quả để khử oxy cho thép ở pha lỏng trong quá trình chế tạo. Hàm lượng nhôm thấp hơn 0,09% để tránh các vấn đề ôxy hóa và hình thành ferit trong quá trình làm mát sau khi ngâm tới hạn. Tốt hơn là, lượng nhôm nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,06%.

Titan được thêm vào với lượng nằm trong khoảng từ 0,01% đến 0,06% để tăng cường kết tủa và bảo vệ boron chống lại sự hình thành BN.

Theo sáng chế, hàm lượng bo là nằm trong khoảng từ 0,0010% đến 0,0040%. Là molybden, bo sẽ cải thiện độ cứng của thép.

Hàm lượng bo thấp hơn 0,0040% để tránh rủi ro làm vỡ phiến trong quá trình đúc liên tục. Niobi được thêm vào với lượng nằm trong khoảng từ 0,01% đến 0,05% để tinh chế các hạt austenit trong quá trình cán nóng và để tăng cường kết tủa.

Phần còn lại của thành phần thép là sắt và các tạp chất từ quá trình nấu chảy. Về mặt này, P, S và N ít nhất được coi là các nguyên tố còn lại là tạp chất không thể tránh khỏi. Hàm lượng của chúng nhỏ hơn 0,010% đối với S, nhỏ hơn 0,020% đối với P và nhỏ hơn 0,008% đối với N.

Vi cấu trúc của tấm thép cán nguội và được mạ theo sáng chế sẽ được mô tả ở đây.

Sau khi cán nguội, tấm thép cán nguội được gia nhiệt đến nhiệt độ ngâm $T_{\text{ngâm}}$ và được duy trì ở nhiệt độ nói trên trong một thời gian giữ $t_{\text{ngâm}}$, cả hai đều được chọn để thu được, vào cuối quá trình ngâm tới hạn này, một tấm thép có vi cấu trúc chứa từ 85% đến 95% austenit và từ 5% đến 15% ferit.

Một phần của austenit được chuyển thành bainit sau khi làm mát sau khi ngâm tới hạn, trong quá trình phủ ngâm nóng.

Trong bước làm mát ở nhiệt độ phòng sau bước mạ kẽm, austenit chuyển thành martensit. Tấm thép cán nguội và được mạ có vi cấu trúc cuối cùng chứa, ở phần bề mặt, từ 80% đến 90% martensit, phần cân bằng còn lại là ferit và bainit.

80% đến 90% martensit này đảm bảo mức độ bền kéo tốt. Martensit này bao gồm martensit được tôi tự động và martensit tươi.

Tổng của ferit và bainit là nằm trong khoảng từ 10% đến 20% để đảm bảo rằng bước mạ kẽm thành công.

Theo một phương án được ưu tiên của sáng chế, ferit là lớn hơn hoặc bằng 5%. Theo một phương án được ưu tiên khác của sáng chế, bainit là lớn hơn hoặc bằng 5%.

Tấm thép cán nguội và được mạ theo sáng chế có cường độ kéo TS trên hoặc bằng 1450 MPa. Theo một phương án được ưu tiên của sáng chế, cường độ chảy YS cao hơn hoặc bằng 1050 MPa. TS và YS được đo theo tiêu chuẩn ISO 6892-1 của ISO.

Tấm thép theo sáng chế có thể được sản xuất bằng bất kỳ phương pháp sản xuất thích hợp nào và người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này có thể xác định được phương pháp này. Tuy nhiên, ưu tiên sử dụng phương pháp theo sáng chế bao gồm các bước sau:

Bán sản phẩm có thể được cán nóng thêm, được tạo ra thành phần thép được mô tả ở trên. Bán sản phẩm được gia nhiệt đến nhiệt độ bao gồm từ 1150°C đến 1300°C, do đó, để có thể dễ dàng cán nóng, với nhiệt độ cán nóng cuối cùng FRT bao gồm từ 850°C đến 950°C.

Thép cán nóng sau đó được làm nguội và cuộn ở nhiệt độ $T_{\text{cuộn}}$ trong khoảng từ 250°C đến 650°C.

Sau khi cuộn, tấm được ngâm để loại bỏ quá trình oxy hóa.

Tấm thép được ủ đến nhiệt độ ủ T_A nằm trong khoảng từ 500°C đến 650°C và duy trì ở nhiệt độ này T_A trong thời gian giữ t_A để cải thiện khả năng cán nguội.

Sau khi ủ, tấm có thể được ngâm để loại bỏ quá trình oxy hóa.

Sau đó, tấm thép được cán nguội với tỷ lệ giảm từ 20% đến 80%, để thu được tấm thép cán nguội, có độ dày có thể, ví dụ, từ 0,7mm đến 3mm, hoặc thậm chí tốt hơn trong phạm vi 0,8mm đến 2mm. Tỷ lệ giảm cán nguội tốt hơn nên nằm trong khoảng từ 20% đến 80%. Dưới 20%, sự kết tinh lại trong quá trình xử lý nhiệt tiếp theo không được ưu tiên, điều này có thể làm giảm độ dẻo của tấm thép cán nguội và được mạ. Trên 80%, lực cần thiết để biến dạng trong quá trình cán nguội sẽ quá cao.

Sau đó, tấm thép cán nguội được tái gia nhiệt đến nhiệt độ ngâm $T_{\text{ngâm}}$ nằm trong khoảng từ A_{c1} đến A_{c3} và được duy trì ở nhiệt độ $T_{\text{ngâm}}$ này trong thời gian giữ $t_{\text{ngâm}}$ nằm trong khoảng từ 30 giây và 200 giây để thu được, vào cuối quá trình ngâm tới hạn này, một vi cấu trúc chứa từ 85% đến 95% austenit và từ 5% đến 15% ferit.

Sau đó, tấm thép cán nguội được làm nguội đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 440°C đến 480°C để tấm đạt đến nhiệt độ gần với bề phủ, trước khi được phủ bằng cách ngâm liên tục trong bể kẽm ở nhiệt độ T_{Zn} nằm trong khoảng từ 450°C đến 480°C. Sau đó, tấm thép phủ ngâm nóng tái gia nhiệt đến nhiệt độ mạ T_{GA} nằm trong khoảng từ 510°C đến 550°C, và được duy trì ở nhiệt độ T_{GA} này trong thời gian giữ t_{GA} nằm trong khoảng từ 10 giây đến 30 giây.

Sau đó, tấm thép được làm nguội đến nhiệt độ phòng để thu được tấm thép cán nguội và mạ kẽm.

Theo một phương án được ưu tiên của sáng chế, bước ủ của tấm thép cán nóng được thực hiện theo từng mẻ trong môi trường tro, ở nhiệt độ xử lý nhiệt T_A nằm trong khoảng từ 500°C đến 650°C và duy trì ở $T_{\text{Nhiệt độ}}$ này trong thời gian giữ t_A nằm trong khoảng từ 1800 giây đến 36000 giây.

Theo một phương án được ưu tiên khác của sáng chế, bước ủ tấm thép cán nóng được thực hiện bằng cách ủ liên tục, ở nhiệt độ xử lý nhiệt T_A nằm trong khoảng từ 550°C đến 650°C và duy trì ở $T_{\text{Nhiệt độ}}$ này trong thời gian giữ t_A nằm trong khoảng từ 30 giây đến 100 giây.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sáng chế bây giờ sẽ được minh họa bằng các ví dụ sau đây, các ví dụ này không nhằm làm hạn chế sáng chế.

2 loại, thành phần được tập hợp trong bảng 1, được đúc ở dạng bán sản phẩm và gia công thành tấm thép theo các thông số quy trình được thu thập trong bảng 2.

Bảng 1 - Thành phần

Các chế phẩm được thử nghiệm được tập hợp trong bảng sau đây, trong đó hàm lượng nguyên tố được biểu thị bằng phần trăm khối lượng.

Thép	C	Mn	Si	Cr	Mo	Al	Ti	B	Nb	P	S	N	Ac1(°C)	Ac3 (°C)
A	0,18	2,8	0,49	0,41	0,10	0,04	0,03	0,0022	0,02	0,01	0,002	0,004	735	805
B	0,15	2,6	0,45	0,48	0,03	0,01	0,03	0,0020	0,013	0,01	0,002	0,004	715	820

Thép A là theo sáng chế. Thép B là không thuộc sáng chế

Giá trị gạch chân: không tương ứng với sáng chế

Đối với một loại thép nhất định, Ac1 và Ac3 được đo thông qua các thử nghiệm đo độ giãn nở và phân tích kim loại học.

Bảng 2 - Các thông số quy trình

Bán sản phẩm thép, dưới dạng đúc, được gia nhiệt đến 1200°C, cán nóng với nhiệt độ cán hoàn thiện FRT là 910°C, được cuộn ở nhiệt độ $T_{\text{cuộn}}$ là 550°C. Đầu tiên, một số tấm thép được ủ đến nhiệt độ T_A là 600°C, và được duy trì ở nhiệt độ T_A nói trên trong một thời gian giữ t_A trước khi được ngâm. Tấm thép sau đó được cán nguội với tỷ lệ giảm 45%. Các tấm thép cán nguội được làm nóng lại đến nhiệt độ ngâm $T_{\text{ngâm}}$ và duy trì ở nhiệt độ nói trên trong quá trình $t_{\text{ngâm}}$, và được phủ bằng lớp phủ ngâm nóng trong bể kẽm ở nhiệt độ T_{Zn} 460°C, tiếp theo là quá trình mạ, với nhiệt độ mạ TGA bao gồm từ 510°C đến 550°C và duy trì ở nhiệt độ nói trên trong thời gian t_{GA} là 20 giây. Các điều kiện cụ thể sau đây đã được áp dụng:

Thử nghiệm	Thép	Ủ	Ngâm		Mạ
		$T_A(^{\circ}\text{C})$	$T_{\text{ngâm}}(^{\circ}\text{C})$	$t_{\text{ngâm}}(\text{s})$	$T_{\text{GA}}(^{\circ}\text{C})$
1	A	600	790	180	540
2	A	600	790	138	520
<u>3</u>	A	600	<u>843</u>	138	520
<u>4</u>	A	600	<u>810</u>	138	520
<u>5</u>	<u>B</u>	=	790	180	520

Giá trị gạch chân: không tương ứng với sáng chế

Các tấm thép cán nguội được phân tích sau khi ngâm và các thành phần vi cấu trúc tương ứng được thu thập trong bảng 3,

Bảng 3: Vi cấu trúc của tấm thép cán nguội sau khi ngâm

Thử nghiệm	Austenit (%)	Ferit (%)
1	94	6
2	94	6
<u>3</u>	<u>100</u>	<u>0</u>
<u>4</u>	<u>100</u>	<u>0</u>
<u>5</u>	90	10

Giá trị gạch chân: không tương ứng với sáng chế

Để định lượng vi cấu trúc này khi kết thúc quá trình ngâm, các tấm thép được làm nguội sau khi ngâm để biến đổi 100% austenit thành martensit, austenit không ổn định ở nhiệt độ phòng. Do đó, lượng martensit tương ứng với lượng austenit ở cuối quá trình ngâm. Lượng martensit và ferit sau đó được định lượng thông qua phân tích hình ảnh.

Sau đó, các tấm thép cán nguội và được mạ được phân tích và các thành phần vi cấu trúc tương ứng và các đặc tính tương ứng được thu thập trong bảng 4 và 5.

Bảng 4: Vi cấu trúc của tấm thép cán nguội và được mạ

Thử nghiệm	Martensit (%)	Ferit + Bainit (%)	Ferit (%)	Bainit (%)
1	85	15	5	10
2	89	11	5	6
<u>3</u>	<u>98</u>	<u>2</u>	0	2
<u>4</u>	<u>92</u>	<u>8</u>	0	8
<u>5</u>	<u>75</u>	<u>25</u>	15	10

Giá trị gạch chân: không tương ứng với sáng chế

Các phần bề mặt được xác định thông qua phương pháp sau: một mẫu được cắt từ tấm thép cán nguội và mạ kẽm, đánh bóng và khắc bằng thuốc thử (Nital), để lộ vi cấu trúc. Việc xác định phần bề mặt của từng cấu tử được thực hiện bằng phân tích hình ảnh qua kính hiển vi quang học: martensit có độ tương phản tối hơn so với ferit và bainit. Bainit được định lượng bằng cách đo sự khác biệt của các phần martensit của mẫu được dập tắt sau khi ngâm và của mẫu được làm nguội sau khi mạ. Bainit được xác định nhờ các cacbit bên trong bainit này.

Bảng 5: Tính chất của tấm thép cán nguội và được mạ

Thử nghiệm	TS (MPa)	YS (MPa)	Thành công của GA
1	1522	1095	Có
2	1634	1055	Có
<u>3</u>	1519	1163	<u>Không</u>
<u>4</u>	1611	1096	<u>Không</u>
<u>5</u>	<u>1363</u>	<u>954</u>	Có

Giá trị gạch chân: TS hoặc YS không đủ hoặc không thực hiện được bước mạ.

Sự thành công của bước mạ kẽm được kiểm tra bằng cách đo lượng sắt trong lớp phủ. Thép được mạ kẽm nếu hàm lượng sắt trong lớp phủ từ 7% đến 12%.

Các Ví dụ cho thấy rằng tấm thép theo sáng chế, cụ thể là Ví dụ 1 và 2 là tấm thép duy nhất thể hiện tất cả các đặc tính cơ học được nhắm mục tiêu với sự thành công của quá trình mạ kẽm, nhờ vào thành phần và vi cấu trúc cụ thể của chúng. Các tính chất cơ học được đảm bảo nhờ có martensit từ 80% đến 90%. Bước mạ kẽm được đảm bảo nhờ sự hiện diện của ferit và bainit với tổng số bao gồm từ 10% đến 20%.

Trong Thử nghiệm 3 và 4, thép A được nung trên nhiệt độ $T_{\text{ngâm}}$ đảm bảo từ 85% đến 95% austenit và từ 5% đến 15% ferit ở cuối quá trình ngâm, do đó tạo thành quá nhiều austenit và không đủ ferit. Điều này dẫn đến sự hình thành ít hơn 10% tổng lượng ferit và bainit ở cuối lớp phủ ngâm nóng, cản trở bước mạ kẽm.

Trong Thử nghiệm 5, sự vắng mặt của molybden, là một nguyên tố cứng làm chậm quá trình chuyển đổi bainitic, dẫn đến sự hình thành 25% tổng số ferit và bainit ở cuối lớp phủ ngâm nóng. Khi đó, martensit hình thành trong bước làm nguội cuối cùng nhỏ hơn 80% dẫn đến giá trị cơ tính thấp.

Yêu cầu bảo hộ

1. Tấm thép cán nguội và được mạ có thành phần hóa học bao gồm, tính theo % trọng lượng:

C: 0,15-0,25%
Mn: 2,4 -3,5%
Si: 0,30-0,90%
Cr: 0,30-0,70%
Mo: 0,05-0,35%
Al: 0,001-0,09%
Ti: 0,01-0,06%
B: 0,0010-0,0040%
Nb 0,01-0,05%
 $P \leq 0,020\%$
 $S \leq 0,010\%$
 $N \leq 0,008\%$

phần còn lại của thành phần là sắt và các tạp chất không thể tránh khỏi do quá trình nấu chảy, tấm thép có cấu trúc vi mô bao gồm, ở phần bề mặt:

- từ 80% đến 90% martensit,

- phần cân bằng còn lại là ferit và bainit,

trong đó ferit là lớn hơn hoặc bằng 5%,

trong đó bainit là lớn hơn hoặc bằng 5%,

trong đó độ bền kéo của tấm thép là lớn hơn hoặc bằng 1450MPa.

2. Tấm thép cán nguội và được mạ theo điểm 1, trong đó hàm lượng silic là nằm trong khoảng từ 0,30% đến 0,70%.

3. Quy trình sản xuất tấm thép cán nguội và được mạ theo điểm 1, quy trình này bao gồm các bước liên tục sau đây:

- đúc thép để thu được bán sản phẩm, bán sản phẩm này có thành phần theo điểm 1,
- tái gia nhiệt phiến đến nhiệt độ $T_{\text{tái gia nhiệt}}$ nằm trong khoảng từ 1150°C đến 1300°C,
- cán nóng phiến đã được tái gia nhiệt với nhiệt độ cán cuối cùng nằm trong khoảng từ 850°C đến 950°C, sao cho thu được tấm thép cán nóng, tiếp đó
- làm nguội tấm thép này đến nhiệt độ cuộn $T_{\text{cuộn}}$ nằm trong khoảng từ 250°C đến 650°C, tiếp đó
- cuộn tấm thép ở nhiệt độ $T_{\text{cuộn}}$ này sao cho thu được tấm thép đã được cuộn, tiếp đó
- ngâm tấm thép,
- ủ tấm thép đến nhiệt độ ủ T_A nằm trong khoảng từ 500°C đến 650°C và duy trì tấm thép ở nhiệt độ này T_A trong thời gian giữ t_A ,
- tùy ý ngâm tấm thép,
- cán nguội tấm thép cán nóng với tỷ lệ giảm nằm trong khoảng từ 20% đến 80%, để thu được tấm thép cán nguội,
- gia nhiệt tấm thép đã cán nguội đến nhiệt độ ngâm $T_{\text{ngâm}}$ nằm trong khoảng từ A_{c1} đến A_{c3} và duy trì tấm thép ở nhiệt độ này $T_{\text{ngâm}}$ trong thời gian giữ $t_{\text{ngâm}}$ nằm trong khoảng từ 30 giây đến 200 giây, để thu được từ 85% đến 95% austenit và từ 5% đến 15% ferit,
- làm mát tấm thép đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 440°C đến 480°C,

- phủ tấm thép bằng cách đìm liên tục trong bể kẽm ở nhiệt độ T_{Zn} nằm trong khoảng từ 450°C đến 480°C ,
- tái gia nhiệt tấm thép đến nhiệt độ mạ T_{GA} nằm trong khoảng từ 510°C và 550°C , và duy trì tấm thép ở nhiệt độ này T_{GA} trong thời gian giữ t_{GA} nằm trong khoảng từ 10 giây và 30 giây
- làm mát tấm thép đã được tái gia nhiệt đến nhiệt độ trong phòng để thu được tấm thép cán nguội và được mạ.

4. Quy trình sản xuất tấm thép cán nguội và được mạ theo điểm 3, trong đó bước ủ tấm thép cán nóng nêu trên được thực hiện theo mẻ trong môi trường tro, ở nhiệt độ ủ T_A nằm trong khoảng từ 500°C đến 650°C , thời khoảng t_A ở nhiệt độ ủ này là nằm trong khoảng từ 1800 giây đến 36000 giây.

5. Quy trình sản xuất tấm thép cán nguội và được mạ theo điểm 3, trong đó bước ủ tấm thép cán nóng nêu trên được thực hiện bằng cách ủ liên tục, ở nhiệt độ ủ T_A nằm trong khoảng từ 550°C đến 650°C , thời khoảng t_A ở nhiệt độ ủ này là nằm trong khoảng từ 30 giây đến 100 giây.