



(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)



1-0053809

(51)^{2022.01} C23C 2/40; B32B 15/01; C21D 8/02; (13) B
C22C 18/04; C22C 21/02; C22C 21/10;
C22C 38/02; C22C 38/04; C22C 38/06;
C22C 38/44; C22C 38/48; C22C 38/50;
C22C 38/54; C22C 38/58; C23C 2/02;
C23C 2/06; C23C 2/12; C23C 2/26;
B21D 22/02; B23K 103/04

(21) 1-2022-08150

(22) 23/11/2017

(62) 1-2019-02525

(86) PCT/IB2017/057370 23/11/2017

(87) WO 2018/096487 31/05/2018

(30) PCT/IB2016/057100 24/11/2016 IB

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/07/2023 424A

(73) ARCELORMITTAL (LU)

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

(72) HENRION Thomas (FR); JACOLOT Ronan (FR); BEAUVAIS Martin (FR).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT THÉP TẤM ĐƯỢC CÁN NÓNG VÀ MẠ, THÉP
TẤM ĐƯỢC CÁN NÓNG VÀ MẠ, CHI TIẾT THÉP MẠ ĐƯỢC DẬP NÓNG VÀ
PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT NÓ

(21) 1-2022-08150

(57) Phương pháp sản xuất thép tấm được cán nóng và mạ có độ dày nằm trong khoảng từ 1,8mm đến 5mm, bao gồm các bước tạo ra bán thành phẩm có thành phần bao gồm: $0,04\% \leq C \leq 0,38\%$, $0,40\% \leq Mn \leq 3\%$, $0,005\% \leq Si \leq 0,70\%$, $0,005\% \leq Al \leq 0,1\%$, $0,001\% \leq Cr \leq 2\%$, $0,001\% \leq Ni \leq 2\%$, $0,001\% \leq Ti \leq 0,2\%$, $Nb \leq 0,1\%$, $B \leq 0,010\%$, $0,0005\% \leq N \leq 0,010\%$, $0,0001\% \leq S \leq 0,05\%$, $0,0001\% \leq P \leq 0,1\%$, $Mo \leq 0,65\%$, $W \leq 0,30\%$, $Ca \leq 0,006\%$, cán nóng với nhiệt độ cán thành phẩm FRT, để thu được sản phẩm thép được cán nóng có độ dày nằm trong khoảng từ 1,8mm đến 5mm, tiếp đó làm nguội xuống nhiệt độ cuộn $T_{\text{cuộn}}$ thỏa mãn biểu thức: $450^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{cuộn}} \leq T_{\text{cuộn tối đa}}$ với $T_{\text{cuộn tối đa}} = 650 - 140\sqrt{fy}$, $T_{\text{cuộn tối đa}}$ được tính theo độ C và fy là phần austenit ngay trước khi cuộn, và cuộn để thu được nền thép đã được cán nóng, tẩy rửa và phủ nền thép đã được cán nóng này bằng Al hoặc hợp kim Al bởi việc nhúng nóng liên tục trong bể mạ, để tạo ra thép tấm được cán nóng và mạ là thép tấm được cán nóng và có lớp mạ Al hoặc hợp kim Al, có độ dày nằm trong khoảng từ 10 đến 33 μm , trên cả hai mặt của thép tấm được cán nóng này. Thép tấm được cán nóng và mạ, chi tiết thép mạ được dập nóng và phương pháp sản xuất nó cũng được đề xuất.

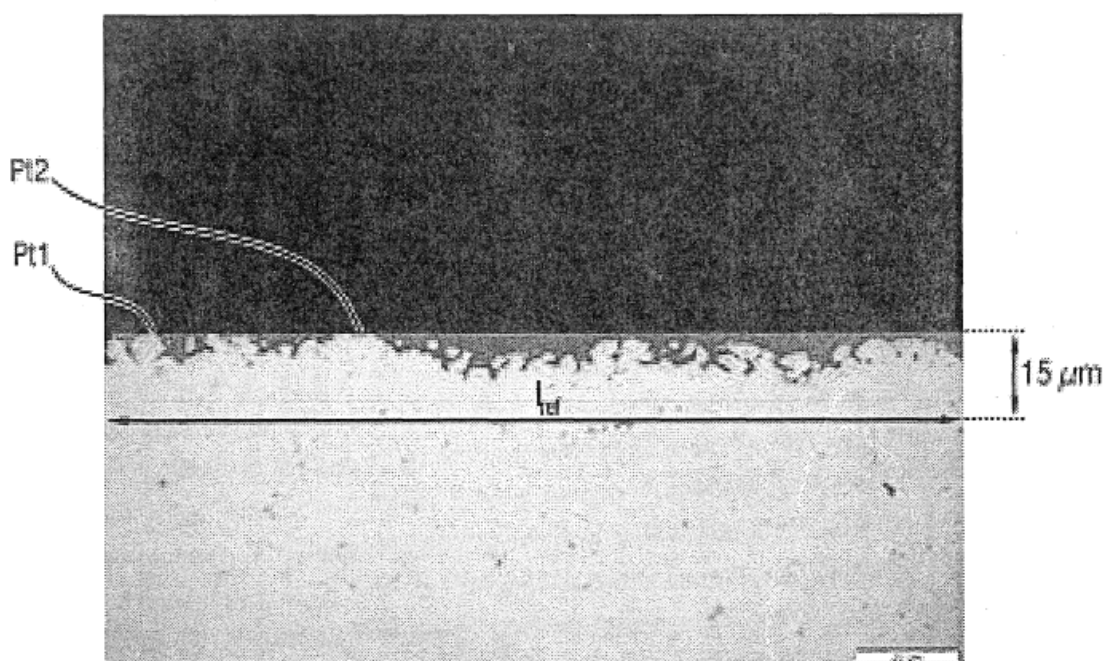


FIG.2

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thép tấm được cán nóng và mạ dùng để dập nóng, có độ dày nằm trong khoảng từ 1,8mm đến 5mm, có độ bám dính của lớp mạ rất tốt sau khi dập nóng, và đến chi tiết thép mạ được dập nóng, trong đó ít nhất một phần của nó có độ dày nằm trong khoảng từ 1,8mm đến 5mm, có độ bám dính của lớp mạ rất tốt. Sáng chế cũng đề cập đến phương pháp sản xuất thép tấm được cán nóng và mạ dùng để dập nóng có độ dày nằm trong khoảng từ 1,8mm đến 5mm, và phương pháp sản xuất chi tiết thép mạ được dập nóng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Do việc sử dụng các loại thép có độ bền cao trong các ứng dụng ô tô ngày càng gia tăng, nên nhu cầu về các loại thép có cả độ bền cao lẫn khả năng dễ tạo hình tốt ngày càng nhiều. Các đòi hỏi ngày càng gia tăng về yêu cầu giảm trọng lượng và an toàn thúc đẩy việc nghiên cứu sâu rộng về các loại thép mới để dùng cho ô tô có thể có được khả năng dễ uốn và độ bền cao.

Do vậy, một vài loại thép có cấp độ khác nhau về độ bền đã được đề xuất. Trong những năm gần đây, việc sử dụng thép mạ trong các quy trình dập nóng để tạo hình các chi tiết đã trở nên quan trọng, đặc biệt là trong lĩnh vực sản xuất ô tô.

Các thép tấm dùng để tạo ra các chi tiết này bằng cách dập nóng, có độ dày nói chung nằm trong khoảng từ 0,7 đến 2mm, được tạo ra nhờ việc cán nóng và cán nguội tiếp.

Hơn thế nữa, có nhu cầu ngày càng tăng đối với các thép tấm dùng để dập nóng có độ dày lớn hơn 1,8mm, và thậm chí tới 3mm, lên đến 5mm. Ví dụ, các thép tấm như vậy là được mong muốn để sản xuất các chi tiết thân hoặc tay treo, mà cho tới hiện nay, chúng thường được sản xuất bằng cách dập nguội,

hoặc để sản xuất các chi tiết được tạo ra bằng cách dập nóng các phôi được cán thích hợp (TRB: Tailor rolled blank).

Tuy nhiên, các thép tấm được mạ dùng để dập nóng có độ dày lớn hơn 3mm không thể sản xuất được bằng phương pháp cán nguội. Thực vậy, các dây chuyền cán nguội hiện nay không phù hợp để sản xuất các thép tấm được cán nguội như vậy. Hơn nữa, việc sản xuất các thép tấm mạ được cán nguội có độ dày nằm trong khoảng từ 1,8mm đến 5mm liên quan đến việc áp dụng hệ số cán nguội thấp, gây bất lợi cho quá trình tái kết tinh cần thiết trong bước ủ tiếp theo sau khi cán nguội. Do vậy, thép tấm mạ được cán nguội có độ dày nằm trong khoảng từ 1,8mm đến 5mm sẽ có độ phẳng không đủ, dẫn đến các khuyết tật sai lệch trong quá trình sản xuất phôi hàn thích hợp.

Do đó, nhiều giải pháp để sản xuất các thép tấm có độ dày cao bằng cách cán nóng đã được đề xuất. Ví dụ, JP 2010-43323 đề cập đến quy trình sản xuất các thép tấm được cán nóng dùng để dập nóng, có độ dày lớn hơn 1,6mm.

Tuy nhiên, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng, khi sản xuất các thép tấm được mạ bằng cách cán nóng, độ bám dính của lớp mạ trên bề mặt của chi tiết thép sau khi dập nóng là không đạt yêu cầu, dẫn đến sự bám dính kém của lớp sơn trên chi tiết đã được dập nóng này. Độ bám dính của lớp sơn, ví dụ, được đánh giá thông qua thử nghiệm về độ bám dính của sơn ướt.

Hơn thế nữa, trong một số trường hợp cụ thể, việc không thể kiểm soát được một cách chính xác độ dày của lớp mạ trước và sau khi dập nóng, khiến cho độ dày của lớp mạ được tạo ra không nằm trong khoảng độ dày đã định. Khoảng độ dày được mong muốn này nói chung nằm trong khoảng từ 10 μ m đến 33 μ m, ví dụ, nằm trong các khoảng từ 10 đến 20 μ m, từ 15 đến 33 μ m hoặc từ 20 đến 33 μ m. Việc không kiểm soát được độ dày của lớp mạ này dẫn đến khả năng dễ hàn kém.

Hơn nữa, như được giải thích chi tiết hơn ở dưới, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng độ bám dính của lớp mạ có thể được cải thiện trong một số trường hợp làm chậm quá trình tẩy rửa, tuy nhiên vẫn không cải thiện được khả năng kiểm soát độ dày của lớp mạ này. Thay vào đó, trong những trường hợp

này, việc kiểm soát độ dày của lớp mạ, và kéo theo khả năng dễ hàn, thậm chí còn xấu đi, và năng suất của dây chuyền giảm.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, sáng chế nhằm mục đích tạo ra thép tấm được cán nóng và mạ có độ dày nằm trong khoảng từ 1,8mm đến 5mm và phương pháp sản xuất nó, cho phép cải thiện độ bám dính của lớp mạ sau khi đập nóng, đồng thời cho phép kiểm soát độ dày của lớp mạ của thép tấm được cán nóng và mạ nằm trong khoảng đã định, đặc biệt là nằm trong khoảng từ 10 đến 33 μ m.

Sáng chế cũng nhằm mục đích tạo ra chi tiết thép mạ được đập nóng, trong đó ít nhất một phần của nó có độ dày nằm trong khoảng từ 1,8mm đến 5mm, có độ bám dính của lớp mạ được cải thiện, và phương pháp sản xuất nó. Sáng chế cuối cùng nhằm mục đích đề xuất quy trình không bị giảm năng suất của dây chuyền tẩy rửa.

Nhằm mục đích này, sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất thép tấm được cán nóng và mạ có độ dày nằm trong khoảng từ 1,8mm đến 5mm, phương pháp này bao gồm các bước:

- tạo ra bán thành phẩm thép có thành phần bao gồm các nguyên tố, tính theo phần trăm khối lượng:

$$0,04\% \leq C \leq 0,38\%$$

$$0,40\% \leq Mn \leq 3\%$$

$$0,005\% \leq Si \leq 0,70\%$$

$$0,005\% \leq Al \leq 0,1\%$$

$$0,001\% \leq Cr \leq 2\%$$

$$0,001\% \leq Ni \leq 2\%$$

$$0,001\% \leq Ti \leq 0,2\%$$

$$Nb \leq 0,1\%$$

$$B \leq 0,010\%$$

$$0,0005\% \leq N \leq 0,010\%$$

$$0,0001\% \leq S \leq 0,05\%$$

$$0,0001\% \leq P \leq 0,1\%$$

$$Mo \leq 0,65 \%$$

$$W \leq 0,30\%$$

$$Ca \leq 0,006\%$$

lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ việc nấu luyện,

- cán nóng bán thành phẩm này với nhiệt độ cán thành phẩm FRT (Final Rolling Temperature), để tạo ra sản phẩm thép được cán nóng có độ dày nằm trong khoảng từ 1,8mm đến 5mm, tiếp đó

- làm nguội sản phẩm thép được cán nóng này xuống nhiệt độ cuộn $T_{\text{cuộn}}$ và cuộn sản phẩm thép được cán nóng này ở nhiệt độ cuộn $T_{\text{cuộn}}$ để tạo ra nền thép đã được cán nóng, trong đó nhiệt độ cuộn $T_{\text{cuộn}}$ thoả mãn biểu thức:

$$450^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{cuộn}} \leq T_{\text{cuộn tối đa}},$$

trong đó, $T_{\text{cuộn tối đa}}$ là nhiệt độ cuộn tối đa được tính theo công thức:

$$T_{\text{cuộn tối đa}} = 650 - 140 \times f_y,$$

$T_{\text{cuộn tối đa}}$ được tính theo độ C và f_y là phần austenit trong sản phẩm thép đã được cán nóng này ngay trước khi cuộn,

- tẩy rửa nền thép đã được cán nóng này,

- phủ nền thép đã được cán nóng này bằng Al hoặc hợp kim Al bởi việc nhúng nóng liên tục trong bể mạ, để tạo ra thép tấm được cán nóng và mạ là thép tấm được cán nóng và có lớp mạ Al hoặc hợp kim Al, có độ dày nằm trong khoảng từ 10 đến 33 μm , trên cả hai mặt của thép tấm được cán nóng này.

Theo một phương án, Hàm lượng Ni tối đa là 0,1%.

Theo phương án này, thành phần thép bao gồm các nguyên tố, tính theo phần trăm khối lượng:

$$0,04\% \leq C \leq 0,38\%$$

$$0,40\% \leq Mn \leq 3\%$$

$$0,005\% \leq Si \leq 0,70\%$$

$$0,005\% \leq Al \leq 0,1\%$$

$$0,001\% \leq Cr \leq 2\%$$

$$0,001\% \leq Ni \leq 0,1\%$$

$$0,001\% \leq \text{Ti} \leq 0,2\%$$

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

$$\text{B} \leq 0,010\%$$

$$0,0005\% \leq \text{N} \leq 0,010\%$$

$$0,0001\% \leq \text{S} \leq 0,05\%$$

$$0,0001\% \leq \text{P} \leq 0,1\%$$

$$\text{Mo} \leq 0,65 \%$$

$$\text{W} \leq 0,30\%$$

$$\text{Ca} \leq 0,006\%,$$

lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ việc nấu luyện.

Tốt hơn là, thành phần thép bao gồm các nguyên tố, tính theo phần trăm khối lượng:

$$0,04\% \leq \text{C} \leq 0,38\%$$

$$0,5\% \leq \text{Mn} \leq 3\%$$

$$0,005\% \leq \text{Si} \leq 0,5\%$$

$$0,005\% \leq \text{Al} \leq 0,1\%$$

$$0,001\% \leq \text{Cr} \leq 1\%$$

$$0,001\% \leq \text{Ni} \leq 0,1\%$$

$$0,001\% \leq \text{Ti} \leq 0,2\%$$

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

$$\text{B} \leq 0,010\%$$

$$0,0005\% \leq \text{N} \leq 0,010\%$$

$$0,0001\% \leq \text{S} \leq 0,05\%$$

$$0,0001\% \leq \text{P} \leq 0,1\%$$

$$\text{Mo} \leq 0,10 \%$$

$$\text{Ca} \leq 0,006\%$$

lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ việc nấu luyện,

Tốt hơn là, nhiệt độ cán thành phẩm FRT nằm trong khoảng từ 840°C đến 1000°C.

Theo một phương án, thành phần thép thỏa mãn biểu thức: $0,075\% \leq C \leq 0,38\%$.

Theo một phương án cụ thể, thép có thành phần hoá học, tính theo phần trăm khối lượng:

$$0,040\% \leq C \leq 0,100\%$$

$$0,80\% \leq Mn \leq 2,0\%$$

$$0,005\% \leq Si \leq 0,30\%$$

$$0,010\% \leq Al \leq 0,070\%$$

$$0,001\% \leq Cr \leq 0,10\%$$

$$0,001\% \leq Ni \leq 0,10\%$$

$$0,03\% \leq Ti \leq 0,08\%$$

$$0,015\% \leq Nb \leq 0,1\%$$

$$0,0005\% \leq N \leq 0,009\%$$

$$0,0001\% \leq S \leq 0,005\%$$

$$0,0001\% \leq P \leq 0,030\%$$

$$Mo \leq 0,10\%$$

$$Ca \leq 0,006\%$$

lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ việc nấu luyện.

Theo một phương án cụ thể khác, thép có thành phần hoá học, tính theo phần trăm khối lượng:

$$0,062\% \leq C \leq 0,095\%$$

$$1,4\% \leq Mn \leq 1,9\%$$

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

$$0,020\% \leq Al \leq 0,070\%$$

$$0,02\% \leq Cr \leq 0,1\%$$

$$\text{trong đó, } 1,5\% \leq (C + Mn + Si + Cr) \leq 2,7\%$$

$$3,4 \times N \leq Ti \leq 8 \times N$$

$$0,04\% \leq Nb \leq 0,06\%$$

$$\text{trong đó, } 0,044\% \leq (Nb + Ti) \leq 0,09\%$$

$$0,0005\% \leq B \leq 0,004\%$$

$$0,001\% \leq N \leq 0,009\%$$

$$0,0005\% \leq S \leq 0,003\%$$

$$0,001\% \leq P \leq 0,020\%$$

$$\text{và tùy ý } 0,0001\% \leq Ca \leq 0,006\%,$$

lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ việc nấu luyện.

Theo một phương án cụ thể khác, thép có thành phần hoá học, tính theo phần trăm khối lượng:

$$0,15\% \leq C \leq 0,38\%$$

$$0,5\% \leq Mn \leq 3\%$$

$$0,10\% \leq Si \leq 0,5\%$$

$$0,005\% \leq Al \leq 0,1\%$$

$$0,01\% \leq Cr \leq 1\%$$

$$0,001\% \leq Ti \leq 0,2\%$$

$$0,0005\% \leq B \leq 0,010\%$$

$$0,0005\% \leq N \leq 0,010\%$$

$$0,0001\% \leq S \leq 0,05\%$$

$$0,0001\% \leq P \leq 0,1\%$$

lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ việc nấu luyện.

Theo một phương án cụ thể khác, thép có thành phần hoá học, tính theo phần trăm khối lượng:

$$0,24\% \leq C \leq 0,38\%$$

$$0,40\% \leq Mn \leq 3\%$$

$$0,10\% \leq Si \leq 0,70\%$$

$$0,015\% \leq Al \leq 0,070\%$$

$$0,001\% \leq Cr \leq 2\%$$

$$0,25\% \leq Ni \leq 2\%$$

$$0,015\% \leq Ti \leq 0,1\%$$

$$0\% \leq Nb \leq 0,06\%$$

$$0,0005\% \leq B \leq 0,0040\%$$

$$0,003\% \leq N \leq 0,010\%$$

$$0,0001\% \leq S \leq 0,005\%$$

$$0,0001\% \leq P \leq 0,025\%,$$

các hàm lượng titan và nito thoả mãn biểu thức:

$$Ti/N > 3,42,$$

các hàm lượng cacbon, mangan, crom và silic thoả mãn biểu thức:

$$2,6C + \frac{Mn}{5,3} + \frac{Cr}{13} + \frac{Si}{15} \geq 1,1\%,$$

thành phần hoá học này tùy ý còn bao gồm một hoặc các nguyên tố sau:

$$0,05\% \leq Mo \leq 0,65\%$$

$$0,001\% \leq W \leq 0,30\%$$

$$0,0005\% \leq Ca \leq 0,005\%,$$

lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ việc nấu luyện.

Tốt hơn là, sau khi tẩy rửa và trước khi mạ, tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt trong vùng bề mặt của nền thép đã được cán nóng nhỏ hơn 30%, vùng bề mặt này được xác định là vùng mở rộng từ điểm trên của bề mặt nền thép đã được cán nóng đâm sâu xuống 15μm.

Tốt hơn là, thép tấm được cán nóng này có độ sâu oxy hoá giữa các hạt nhỏ hơn 4μm.

Theo một phương án, bề mạ chứa, tính theo phần trăm khối lượng, từ 8% tới 11% silic và từ 2% tới 4% sắt, phần còn lại là nhôm hoặc hợp kim nhôm và các tạp chất khó tránh khỏi từ quá trình sản xuất.

Theo một phương án khác, bề mạ chứa, tính theo phần trăm khối lượng, từ 0,1% tới 10% magie, từ 0,1% tới 20% nhôm, lượng còn lại là Zn hoặc hợp kim Zn, các nguyên tố bổ sung tùy ý như Si, Sb, Pb, Ti, Ca, Mn, Sn, La, Ce, Cr, Ni, Zr và/hoặc Bi, và các tạp chất khó tránh khỏi từ quá trình sản xuất.

Theo một phương án khác, bề mạ chứa, tính theo phần trăm khối lượng, từ 2,0% tới 24,0% kẽm, từ 7,1% tới 12,0% silic, tùy ý từ 1,1% tới 8,0% magie, và các nguyên tố bổ sung tùy ý được chọn từ Pb, Ni, Zr hoặc Hf, hàm lượng của mỗi nguyên tố bổ sung này không lớn hơn 0,3%, lượng còn lại là nhôm và các tạp chất khó tránh khỏi và các nguyên tố tồn dư, tỷ lệ Al/Zn lớn hơn 2,9.

Theo một phương án khác, bề mạ chứa, tính theo phần trăm khối lượng, từ 4,0% tới 20,0% kẽm, từ 1% tới 3,5% silic, tùy ý từ 1,0% tới 4,0% magie, và các nguyên tố bổ sung tùy ý được chọn từ Pb, Ni, Zr hoặc Hf, hàm lượng của mỗi nguyên tố bổ sung này không lớn hơn 0,3%, lượng còn lại là nhôm và các tạp chất khó tránh khỏi và các nguyên tố tồn dư, tỷ lệ Zn/Si nằm trong khoảng từ 3,2 đến 8,0.

Theo một phương án khác, bề mạ chứa, tính theo phần trăm khối lượng, từ 2,0% tới 24,0% kẽm, từ 1,1% tới 7,0% silic, tùy ý từ 1,1% tới 8,0% magie khi hàm lượng silic nằm trong khoảng từ 1,1 đến 4,0%, và các nguyên tố bổ sung tùy ý được chọn từ Pb, Ni, Zr hoặc Hf, hàm lượng của mỗi nguyên tố bổ sung này không lớn hơn 0,3%, lượng còn lại là nhôm và các tạp chất khó tránh khỏi và các nguyên tố tồn dư, tỷ lệ Al/Zn lớn hơn 2,9.

Theo một phương án, phương án này còn bao gồm, sau khi mạ thép tấm được cán nóng bằng Al hoặc hợp kim Al, bước làm lắng phủ lớp mạ Zn trên lớp mạ Al hoặc hợp kim Al nhờ quá trình thấm cacbon, nhờ quá trình mạ điện phân hoặc nhờ quá trình lắng phủ bốc hơi tốc độ âm, lớp mạ Zn có độ dày nhỏ hơn hoặc bằng 1,1 μm .

Tốt hơn là, việc tẩy rửa được thực hiện trong trong bể HCl trong thời gian nằm trong khoảng từ 15 đến 65 giây.

Theo một phương án, thép tấm được cán nóng này có cấu trúc gồm ferit và peclit.

Sáng chế cũng đề cập đến phương pháp sản xuất thép tấm được cán nóng và mạ có độ dày nằm trong khoảng từ 1,8mm đến 5mm, phương pháp này bao gồm các bước:

- tạo ra bán thành phẩm thép có thành phần bao gồm các nguyên tố, tính theo phần trăm khối lượng:

$$\text{hoặc là } 0,24\% \leq C \leq 0,38\% \text{ và } 0,40\% \leq \text{Mn} \leq 3\%$$

$$\text{hoặc } 0,38\% \leq C \leq 0,43\% \text{ và } 0,05\% \leq \text{Mn} \leq 0,40\%$$

$$0,10\% \leq \text{Si} \leq 0,70\%$$

$$0,015\% \leq \text{Al} \leq 0,070\%$$

$$0,001\% \leq \text{Cr} \leq 2\%$$

$$0,25\% \leq \text{Ni} \leq 2\%$$

$$0,015\% \leq \text{Ti} \leq 0,1\%$$

$$0\% \leq \text{Nb} \leq 0,06\%$$

$$0,0005\% \leq \text{B} \leq 0,0040\%$$

$$0,003\% \leq \text{N} \leq 0,010\%$$

$$0,0001\% \leq \text{S} \leq 0,005\%$$

$$0,0001\% \leq \text{P} \leq 0,025\%,$$

các hàm lượng titan và nito thỏa mãn biểu thức:

$$\text{Ti/N} > 3,42,$$

các hàm lượng cacbon, mangan, crom và silic thỏa mãn biểu thức:

$$2,6C + \frac{\text{Mn}}{5,3} + \frac{\text{Cr}}{13} + \frac{\text{Si}}{15} \geq 1,1\%,$$

thành phần hoá học này tùy ý còn bao gồm một hoặc các nguyên tố sau:

$$0,05\% \leq \text{Mo} \leq 0,65\%$$

$$0,001\% \leq \text{W} \leq 0,30\%$$

$$0,0005\% \leq \text{Ca} \leq 0,005\%,$$

lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ việc nấu luyện,

- cán nóng bán thành phẩm thép này với nhiệt độ cán thành phẩm FRT nằm trong khoảng từ 840°C đến 1000°C, để tạo ra sản phẩm thép được cán nóng có độ dày nằm trong khoảng từ 1,8mm đến 5mm, tiếp đó

- làm nguội sản phẩm thép được cán nóng này xuống nhiệt độ cuộn $T_{\text{cuộn}}$ và cuộn sản phẩm thép được cán nóng này ở nhiệt độ cuộn $T_{\text{cuộn}}$ để thu được nền thép đã được cán nóng, nhiệt độ cuộn $T_{\text{cuộn}}$ thỏa mãn biểu thức:

$$450^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{cuộn}} \leq 495^{\circ}\text{C},$$

- tẩy rửa nền thép đã được cán nóng này,

- phủ nền thép đã được cán nóng này bằng Al hoặc hợp kim Al bởi việc nhúng nóng liên tục trong bể mạ, để tạo ra thép tấm được cán nóng và mạ là thép tấm được cán nóng và có lớp mạ Al hoặc hợp kim Al có độ dày nằm trong khoảng từ 10 đến 33μm trên cả hai mặt của thép tấm được cán nóng này.

Tốt hơn là, sau khi tẩy rửa và trước khi mạ, tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt trong vùng bề mặt của nền thép đã được cán nóng nhỏ hơn 30%, vùng bề mặt này được xác định là vùng mở rộng từ điểm trên của bề mặt nền thép đã được cán nóng đâm sâu xuống 15µm.

Tốt hơn là, thép tấm được cán nóng này có độ sâu oxy hoá giữa các hạt nhỏ hơn 4 µm.

Theo một phương án, thép tấm được cán nóng này có cấu trúc gồm ferit và peclic.

Sáng chế cũng đề cập đến thép tấm được cán nóng và mạ, bao gồm:

- thép tấm được cán nóng có độ dày nằm trong khoảng từ 1,8mm đến 5mm, thành phần bao gồm các nguyên tố, tính theo phần trăm khối lượng:

$$0,04\% \leq C \leq 0,38\%$$

$$0,40\% \leq Mn \leq 3\%$$

$$0,005\% \leq Si \leq 0,70\%$$

$$0,005\% \leq Al \leq 0,1\%$$

$$0,001\% \leq Cr \leq 2\%$$

$$0,001\% \leq Ni \leq 2\%$$

$$0,001\% \leq Ti \leq 0,2\%$$

$$Nb \leq 0,1\%$$

$$B \leq 0,010\%$$

$$0,0005\% \leq N \leq 0,010\%$$

$$0,0001\% \leq S \leq 0,05\%$$

$$0,0001\% \leq P \leq 0,1\%$$

$$Mo \leq 0,65\%$$

$$W \leq 0,30\%$$

$$Ca \leq 0,006\%,$$

lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ việc nấu luyện,

thép tấm được cán nóng này có độ sâu oxy hoá giữa các hạt nhỏ hơn 4µm,

- lớp mạ Al hoặc hợp kim Al, có độ dày nằm trong khoảng từ 10 đến 33 μm , trên cả hai mặt của thép tấm được cán nóng này.

Theo một phương án, thành phần thép thỏa mãn biểu thức: $\text{Ni} \leq 0,1\%$.

Theo phương án này, thành phần thép ưu tiên bao gồm, tính theo phần trăm khối lượng:

$$0,04\% \leq \text{C} \leq 0,38\%$$

$$0,5\% \leq \text{Mn} \leq 3\%$$

$$0,005\% \leq \text{Si} \leq 0,5\%$$

$$0,005\% \leq \text{Al} \leq 0,1\%$$

$$0,001\% \leq \text{Cr} \leq 1\%$$

$$0,001\% \leq \text{Ni} \leq 0,1\%$$

$$0,001\% \leq \text{Ti} \leq 0,2\%$$

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

$$\text{B} \leq 0,010\%$$

$$0,0005\% \leq \text{N} \leq 0,010\%$$

$$0,0001\% \leq \text{S} \leq 0,05\%$$

$$0,0001\% \leq \text{P} \leq 0,1\%$$

$$\text{Mo} \leq 0,10\%$$

$$\text{Ca} \leq 0,006\%$$

lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ việc nấu luyện,

Theo một phương án, thành phần thép thỏa mãn biểu thức: $0,075\% \leq \text{C} \leq 0,38\%$.

Theo một phương án cụ thể, thép có thành phần hoá học, tính theo phần trăm khối lượng:

$$0,040\% \leq \text{C} \leq 0,100\%$$

$$0,80\% \leq \text{Mn} \leq 2,0\%$$

$$0,005\% \leq \text{Si} \leq 0,30\%$$

$$0,010\% \leq \text{Al} \leq 0,070\%$$

$$0,001\% \leq \text{Cr} \leq 0,10\%$$

$$0,001\% \leq \text{Ni} \leq 0,10\%$$

$$0,03\% \leq \text{Ti} \leq 0,08\%$$

$$0,015\% \leq \text{Nb} \leq 0,1\%$$

$$0,0005\% \leq \text{N} \leq 0,009\%$$

$$0,0001\% \leq \text{S} \leq 0,005\%$$

$$0,0001\% \leq \text{P} \leq 0,030\%$$

$$\text{Mo} \leq 0,10\%$$

$$\text{Ca} \leq 0,006\%$$

lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ việc nấu luyện.

Theo một phương án cụ thể khác, thép có thành phần hoá học, tính theo phần trăm khối lượng:

$$0,062\% \leq \text{C} \leq 0,095\%$$

$$1,4\% \leq \text{Mn} \leq 1,9\%$$

$$0,2\% \leq \text{Si} \leq 0,5\%$$

$$0,020\% \leq \text{Al} \leq 0,070\%$$

$$0,02\% \leq \text{Cr} \leq 0,1\%$$

$$\text{trong đó, } 1,5\% \leq (\text{C} + \text{Mn} + \text{Si} + \text{Cr}) \leq 2,7\%$$

$$3,4 \times \text{N} \leq \text{Ti} \leq 8 \times \text{N}$$

$$0,04\% \leq \text{Nb} \leq 0,06\%$$

$$\text{trong đó, } 0,044\% \leq (\text{Nb} + \text{Ti}) \leq 0,09\%$$

$$0,0005\% \leq \text{B} \leq 0,004\%$$

$$0,001\% \leq \text{N} \leq 0,009\%$$

$$0,0005\% \leq \text{S} \leq 0,003\%$$

$$0,001\% \leq \text{P} \leq 0,020\%$$

$$\text{và tùy ý } 0,0001\% \leq \text{Ca} \leq 0,006\%,$$

lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ việc nấu luyện.

Theo một phương án cụ thể khác, thép có thành phần hoá học, tính theo phần trăm khối lượng:

$$0,15\% \leq \text{C} \leq 0,38\%$$

$$0,5\% \leq \text{Mn} \leq 3\%$$

$$0,10\% \leq \text{Si} \leq 0,5\%$$

$$0,005\% \leq \text{Al} \leq 0,1\%$$

$$0,01\% \leq \text{Cr} \leq 1\%$$

$$0,001\% \leq \text{Ti} \leq 0,2\%$$

$$0,0005\% \leq \text{B} \leq 0,010\%$$

$$0,0005\% \leq \text{N} \leq 0,010\%$$

$$0,0001\% \leq \text{S} \leq 0,05\%$$

$$0,0001\% \leq \text{P} \leq 0,1\%$$

lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ việc nấu luyện.

Theo một phương án cụ thể khác, thép có thành phần hoá học, tính theo phần trăm khối lượng:

$$0,24\% \leq \text{C} \leq 0,38\%$$

$$0,40\% \leq \text{Mn} \leq 3\%$$

$$0,10\% \leq \text{Si} \leq 0,70\%$$

$$0,015\% \leq \text{Al} \leq 0,070\%$$

$$0,001\% \leq \text{Cr} \leq 2\%$$

$$0,25\% \leq \text{Ni} \leq 2\%$$

$$0,015\% \leq \text{Ti} \leq 0,1\%$$

$$0\% \leq \text{Nb} \leq 0,06\%$$

$$0,0005\% \leq \text{B} \leq 0,0040\%$$

$$0,003\% \leq \text{N} \leq 0,010\%$$

$$0,0001\% \leq \text{S} \leq 0,005\%$$

$$0,0001\% \leq \text{P} \leq 0,025\%,$$

các hàm lượng titan và nito thoả mãn biểu thức:

$$\text{Ti/N} > 3,42,$$

các hàm lượng cacbon, mangan, crom và silic thoả mãn biểu thức:

$$2,6\text{C} + \frac{\text{Mn}}{5,3} + \frac{\text{Cr}}{13} + \frac{\text{Si}}{15} \geq 1,1\%,$$

thành phần hoá học này tuỳ ý còn bao gồm một hoặc các nguyên tố sau:

$$0,05\% \leq \text{Mo} \leq 0,65\%$$

$$0,001\% \leq \text{W} \leq 0,30\%$$

$$0,0005\% \leq \text{Ca} \leq 0,005\%,$$

lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ việc nấu luyện.

Tốt hơn là, lớp mạ này là lớp liên kim loại có độ dày tối đa là $15\mu\text{m}$, tức là nhỏ hơn hoặc bằng $15\mu\text{m}$.

Theo một phương án, thép tấm được cán nóng và mạ này còn có, trên mỗi mặt, lớp mạ Zn có độ dày nhỏ hơn hoặc bằng $1,1\mu\text{m}$.

Theo một phương án, thép tấm được cán nóng này có cấu trúc ferit-peclic, tức là cấu trúc gồm ferit và peclic.

Sáng chế cũng đề cập đến thép tấm được cán nóng và mạ bao gồm:

- thép tấm được cán nóng có độ dày nằm trong khoảng từ 1,8mm đến 5mm, thành phần bao gồm các nguyên tố, tính theo phần trăm khối lượng:

$$\text{hoặc là } 0,24\% \leq \text{C} \leq 0,38\% \text{ và } 0,40\% \leq \text{Mn} \leq 3\%$$

$$\text{hoặc } 0,38\% \leq \text{C} \leq 0,43\% \text{ và } 0,05\% \leq \text{Mn} \leq 0,40\%$$

$$0,10\% \leq \text{Si} \leq 0,70\%$$

$$0,015\% \leq \text{Al} \leq 0,070\%$$

$$0,001\% \leq \text{Cr} \leq 2\%$$

$$0,25\% \leq \text{Ni} \leq 2\%$$

$$0,015\% \leq \text{Ti} \leq 0,1\%$$

$$0\% \leq \text{Nb} \leq 0,06\%$$

$$0,0005\% \leq \text{B} \leq 0,0040\%$$

$$0,003\% \leq \text{N} \leq 0,010\%$$

$$0,0001\% \leq \text{S} \leq 0,005\%$$

$$0,0001\% \leq \text{P} \leq 0,025\%,$$

các hàm lượng titan và nitơ thoả mãn biểu thức:

$$\text{Ti/N} > 3,42,$$

các hàm lượng cacbon, mangan, crom và silic thoả mãn biểu thức:

$$2,6\text{C} + \frac{\text{Mn}}{5,3} + \frac{\text{Cr}}{13} + \frac{\text{Si}}{15} \geq 1,1\%,$$

thành phần hoá học này tùy ý còn bao gồm một hoặc các nguyên tố sau:

$$0,05\% \leq \text{Mo} \leq 0,65\%$$

$$0,001\% \leq W \leq 0,30\%$$

$$0,0005\% \leq Ca \leq 0,005\%,$$

lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ việc nấu luyện, thép tấm được cán nóng này có độ sâu oxy hoá giữa các hạt nhỏ hơn $4\mu\text{m}$,

- lớp mạ Al hoặc hợp kim Al, có độ dày nằm trong khoảng từ 10 đến $33\mu\text{m}$, trên cả hai mặt của thép tấm được cán nóng này.

Tốt hơn là, lớp mạ này là lớp liên kim loại có độ dày tối đa là $15\mu\text{m}$, tức là nhỏ hơn hoặc bằng $15\mu\text{m}$.

Theo một phương án, thép tấm được cán nóng và mạ này còn có, trên mỗi mặt, lớp mạ Zn có độ dày nhỏ hơn hoặc bằng $1,1\mu\text{m}$.

Theo một phương án, thép được cán nóng này có cấu trúc ferit-peclic, tức là cấu trúc gồm ferit và peclic.

Sáng chế cũng đề cập đến phương pháp sản xuất chi tiết thép mạ được dập nóng, bao gồm các bước:

- tạo ra thép tấm được cán nóng và mạ theo sáng chế hoặc được sản xuất bởi phương pháp theo sáng chế,
- cắt thép tấm được cán nóng và mạ này để thu được phôi,
- nung nóng phôi này trong lò tới nhiệt độ T_c để thu được phôi đã được nung nóng,
- chuyển phôi đã được nung nóng này vào khuôn và dập nóng phôi đã được nung nóng này trong khuôn, để nhờ đó tạo ra phôi được dập nóng,
- làm nguội phôi đã được dập nóng này tới nhiệt độ nhỏ hơn 400°C để thu được chi tiết thép mạ được dập nóng.

Theo một phương án, sau khi cắt thép tấm được cán nóng và mạ này để tạo ra phôi và trước khi phôi này được nung nóng tới nhiệt độ T_c , phôi này được hàn vào một phôi khác được làm bằng thép có thành phần bao gồm các nguyên tố, tính theo phần trăm khối lượng:

$$0,04\% \leq C \leq 0,38\%$$

$$0,40\% \leq Mn \leq 3\%$$

$$0,005\% \leq Si \leq 0,70\%$$

$$0,005\% \leq \text{Al} \leq 0,1\%$$

$$0,001\% \leq \text{Cr} \leq 2\%$$

$$0,001\% \leq \text{Ni} \leq 2\%$$

$$0,001\% \leq \text{Ti} \leq 0,2\%$$

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

$$\text{B} \leq 0,010\%$$

$$0,0005\% \leq \text{N} \leq 0,010\%$$

$$0,0001\% \leq \text{S} \leq 0,05\%$$

$$0,0001\% \leq \text{P} \leq 0,1\%$$

$$\text{Mo} \leq 0,65 \%$$

$$\text{W} \leq 0,30\%$$

$$\text{Ca} \leq 0,006 \%$$

lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ việc nấu luyện.

Tốt hơn là, phôi này có thành phần thỏa mãn biểu thức: $\text{Ni} \leq 0,1\%$.

Theo một phương án khác, sau khi cắt thép tấm được cán nóng và mạ này để tạo ra phôi và trước khi phôi này được nung nóng tới nhiệt độ T_c , phôi này được hàn vào một phôi khác được làm bằng thép có thành phần bao gồm các nguyên tố, tính theo phần trăm khối lượng:

$$\text{hoặc là } 0,24\% \leq \text{C} \leq 0,38\% \text{ và } 0,40\% \leq \text{Mn} \leq 3\%$$

$$\text{hoặc } 0,38\% \leq \text{C} \leq 0,43\% \text{ và } 0,05\% \leq \text{Mn} \leq 0,40\%$$

$$0,10\% \leq \text{Si} \leq 0,70\%$$

$$0,015\% \leq \text{Al} \leq 0,070\%$$

$$0,001\% \leq \text{Cr} \leq 2\%$$

$$0,25\% \leq \text{Ni} \leq 2\%$$

$$0,015\% \leq \text{Ti} \leq 0,1\%$$

$$0\% \leq \text{Nb} \leq 0,06\%$$

$$0,0005\% \leq \text{B} \leq 0,0040\%$$

$$0,003\% \leq \text{N} \leq 0,010\%$$

$$0,0001\% \leq \text{S} \leq 0,005\%$$

$$0,0001\% \leq \text{P} \leq 0,025\%,$$

các hàm lượng titan và nito thoả mãn biểu thức:

$$\text{Ti/N} > 3,42,$$

các hàm lượng cacbon, mangan, crom và silic thoả mãn biểu thức:

$$2,6C + \frac{\text{Mn}}{5,3} + \frac{\text{Cr}}{13} + \frac{\text{Si}}{15} \geq 1,1\%,$$

thành phần hoá học này tùy ý còn bao gồm một hoặc các nguyên tố sau:

$$0,05\% \leq \text{Mo} \leq 0,65\%$$

$$0,001\% \leq \text{W} \leq 0,30\%$$

$$0,0005\% \leq \text{Ca} \leq 0,005\%,$$

lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ việc nấu luyện.

Sáng chế cũng đề cập đến chi tiết thép mạ được dập nóng, bao gồm ít nhất một phần có độ dày nằm trong khoảng từ 1,8mm đến 5mm, chi tiết thép mạ được dập nóng này có lớp mạ Al hoặc hợp kim Al, lớp mạ này có tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt nhỏ hơn hoặc bằng 3%.

Theo một phương án, chi tiết này được làm bằng thép có thành phần bao gồm các nguyên tố, tính theo phần trăm khối lượng:

$$0,04\% \leq \text{C} \leq 0,38\%$$

$$0,40\% \leq \text{Mn} \leq 3\%$$

$$0,005\% \leq \text{Si} \leq 0,70\%$$

$$0,005\% \leq \text{Al} \leq 0,1\%$$

$$0,001\% \leq \text{Cr} \leq 2\%$$

$$0,001\% \leq \text{Ni} \leq 2\%$$

$$0,001\% \leq \text{Ti} \leq 0,2\%$$

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

$$\text{B} \leq 0,010\%$$

$$0,0005\% \leq \text{N} \leq 0,010\%$$

$$0,0001\% \leq \text{S} \leq 0,05\%$$

$$0,0001\% \leq \text{P} \leq 0,1\%$$

$$\text{Mo} \leq 0,65\%$$

$$\text{W} \leq 0,30\%$$

$$\text{Ca} \leq 0,006\%,$$

lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ việc nấu luyện.

Theo một phương án, thành phần của thép trong chi tiết thỏa mãn biểu thức: $\text{Ni} \leq 0,1\%$.

Theo một phương án khác, chi tiết này được làm bằng thép có thành phần bao gồm các nguyên tố, tính theo phần trăm khối lượng:

$$\text{hoặc là } 0,24\% \leq \text{C} \leq 0,38\% \text{ và } 0,40\% \leq \text{Mn} \leq 3\%$$

$$\text{hoặc } 0,38\% \leq \text{C} \leq 0,43\% \text{ và } 0,05\% \leq \text{Mn} \leq 0,40\%$$

$$0,10\% \leq \text{Si} \leq 0,70\%$$

$$0,015\% \leq \text{Al} \leq 0,070\%$$

$$0,001\% \leq \text{Cr} \leq 2\%$$

$$0,25\% \leq \text{Ni} \leq 2\%$$

$$0,015\% \leq \text{Ti} \leq 0,1\%$$

$$0\% \leq \text{Nb} \leq 0,06\%$$

$$0,0005\% \leq \text{B} \leq 0,0040\%$$

$$0,003\% \leq \text{N} \leq 0,010\%$$

$$0,0001\% \leq \text{S} \leq 0,005\%$$

$$0,0001\% \leq \text{P} \leq 0,025\%,$$

các hàm lượng titan và nitơ thỏa mãn biểu thức:

$$\text{Ti/N} > 3,42,$$

các hàm lượng cacbon, mangan, crom và silic thỏa mãn biểu thức:

$$2,6\text{C} + \frac{\text{Mn}}{5,3} + \frac{\text{Cr}}{13} + \frac{\text{Si}}{15} \geq 1,1\%,$$

thành phần hoá học này tùy ý còn bao gồm một hoặc các nguyên tố sau:

$$0,05\% \leq \text{Mo} \leq 0,65\%$$

$$0,001\% \leq \text{W} \leq 0,30\%$$

$$0,0005\% \leq \text{Ca} \leq 0,005\%,$$

lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ việc nấu luyện.

Sáng chế cũng mô tả việc sử dụng chi tiết thép mạ được dập nóng theo sáng chế hoặc được sản xuất bởi phương pháp theo sáng chế để sản xuất các

chi tiết thân hoặc khung mộc hoặc tay treo dùng cho các phương tiện có động cơ

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Tiếp theo, sáng chế sẽ được mô tả một cách chi tiết hơn và được minh họa bằng các ví dụ không nhằm giới hạn sáng chế, dựa vào các hình vẽ kèm theo:

- Fig.1 là hình vẽ mặt cắt của chi tiết thép mạ được cán nóng, minh họa việc đánh giá độ bám dính của lớp mạ sau khi dập nóng,

- Fig.2 là hình vẽ mặt cắt của nền thép đã được cán nóng, trước khi mạ và dập nóng, minh họa việc xác định tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt ở bề mặt của nền thép đã được cán nóng.

Mô tả chi tiết sáng chế

Thuật ngữ "sản phẩm, nền, tấm hoặc chi tiết thép được cán nóng" phải được hiểu là sản phẩm, nền, tấm hoặc chi tiết được cán nóng mà không được cán nguội.

Sáng chế này liên quan đến thép tấm được cán nóng mà không được cán nguội tiếp.

Các nền hoặc tấm được cán nóng này là khác với các nền hoặc tấm được cán nguội ở các dấu hiệu sau: nói chung, các bước cán nguội và cán nóng tạo ra sự phá huỷ đáng kể xung quanh các hạt pha thứ hai do sự khác nhau về hành vi lưu biến giữa nền và các hạt pha thứ hai này (oxit, sulfua, nitrua, carbua, v.v.). Trong trường hợp cán nguội, các lỗ rỗng có thể tạo mầm và phát triển xung quanh xementit, carbua hoặc peclic. Hơn thế nữa, các hạt này có thể bị phân mảnh. Sự phá huỷ này có thể quan sát được trên các tấm đã được cắt và được gia công bằng phương pháp đánh bóng bằng chùm tia ion (Ion Beam Polishing). Phương pháp này cho phép tránh được các yếu tố bất lợi nhờ việc dòng kim loại trong quá trình đánh bóng cơ học có thể lấp đầy một phần hoặc toàn bộ các lỗ rỗng có mặt. Việc quan sát tiếp theo về sự có mặt của các lỗ

rỗng có mặt được thực hiện nhờ kính hiển vi điện tử quét. Khi so sánh với thép tấm được cán nóng đã được cán trong phạm vi austenit, sự phá huỷ cục bộ được quan sát thấy xung quanh hoặc trong các hạt xementit có thể đặc biệt được quy cho là do việc cán nguội bởi vì các hạt này không có mặt ở bước cán nóng. Do vậy, sự phá huỷ quan sát được trong hoặc xung quanh xementit, carbua hoặc peclic trong một tấm được cán, là một dấu hiệu chứng tỏ rằng thép tấm này đã được cán nguội.

Ngoài ra, nền thép đã được cán nóng sẽ quyết định sản phẩm thép được cán nóng được tạo ra khi thực hiện phương pháp sản xuất trước bước mạ bất kỳ, và thép tấm được cán nóng và mạ sẽ quyết định sản phẩm thu được từ phương pháp sản xuất này, bao gồm bước mạ. Do đó, thép tấm được cán nóng và mạ tạo ra sau khi mạ nền thép đã được cán nóng, và bao gồm sản phẩm thép và lớp mạ trên cả hai mặt của sản phẩm thép này.

Nhằm phân biệt giữa sản phẩm thép của thép tấm được cán nóng và mạ (tức là, không có lớp mạ) với nền thép đã được cán nóng trước khi mạ, thì sản phẩm thép của thép tấm được cán nóng và mạ sẽ được gọi dưới đây là “thép tấm được cán nóng”.

Nền thép đã được cán nóng nói chung được tạo ra từ bán thành phẩm thép đã được nung nóng, cán nóng tới độ dày được mong muốn, được làm nguội xuống nhiệt độ cuộn $T_{\text{cuộn}}$, được cuộn ở nhiệt độ cuộn $T_{\text{cuộn}}$, và được tẩy rửa để loại bỏ gỉ sắt.

Sau đó, các nền thép đã được cán nóng này có thể được mạ để tạo ra các thép tấm được cán nóng và mạ, chúng có thể sẽ được cắt, nung nóng trong lò, dập nóng và được làm nguội xuống nhiệt độ trong phòng để thu được cấu trúc mong muốn.

Các tác giả sáng chế đã nghiên cứu vấn đề về sự thiếu bám dính của lớp mạ sau khi dập nóng, và đã phát hiện ra rằng sự thiếu bám dính hầu như xảy ra ở các phần của tấm nằm trong vùng lõi và trục dọc của cuộn thép trong quá trình cuộn.

Các tác giả sáng chế cũng đã nghiên cứu hiện tượng này và đã phát hiện ra rằng sự thiếu bám dính của lớp mạ sau khi dập nóng là do sự oxy hóa giữa các hạt xảy ra trong khi cuộn.

Đặc biệt là, ngay trước khi cuộn, thép bao gồm pha austenit. Sau khi cuộn, một phần austenit này sẽ chuyển hóa thành ferit và peclic, đồng thời sinh nhiệt. Sự sinh nhiệt này dẫn đến làm tăng nhiệt độ trong nền thép được cuộn, nhất là trong vùng lõi và trục của cuộn thép này.

Lõi của cuộn thép này được xác định là phần của nền (hoặc tấm) kéo dài dọc theo hướng dọc của nền này, từ đầu thứ nhất nằm cách 30% chiều dài tổng thể của nền, tới đầu thứ hai nằm cách 70% chiều dài tổng thể của nền này. Ngoài ra, vùng trục được xác định là vùng chính giữa dọc theo trục giữa của nền, có chiều rộng bằng 60% chiều rộng tổng thể của nền.

Trong vùng lõi và trục này, trong khi cuộn, các vòng quấn tiếp giáp nhau, và áp suất riêng phần của oxy phải sao cho chỉ các nguyên tố dễ oxy hóa hơn so với sắt, đặc biệt là silic, mangan hoặc crom được oxy hóa.

Biểu đồ pha sắt-oxy ở 1 at (100 kPa) cho thấy rằng sắt oxit được tạo ra ở nhiệt độ cao, tức là wustit (FeO), không bền ở nhiệt độ thấp hơn 570°C , và chuyển hóa, ở trạng thái cân bằng nhiệt động, sang hai pha khác: hematit (Fe_2O_3) và magnetit (Fe_3O_4). Ngược lại, nếu gia tăng nhiệt độ ở một số phần của cuộn thép trong khi cuộn, nhất là trong vùng lõi và trục của cuộn thép, để sao cho nhiệt độ vượt quá 570°C , thì hematit và magnetit sẽ chuyển hóa sang wustit, một trong số các sản phẩm của sự phân huỷ này là oxy.

Oxy tạo ra từ phản ứng này sẽ kết hợp với các nguyên tố hơn dễ oxy hóa hơn so với sắt, đặc biệt là silic, mangan, crom và nhôm, chúng có mặt ở bề mặt của nền thép.

Các oxit này hình thành tự nhiên ở ranh giới giữa các hạt, thay vì khuếch tán đồng nhất trong nền. Kết quả là, sự oxy hóa tập trung rõ rệt ở ranh giới giữa các hạt. Sự oxy hóa này dưới đây sẽ còn được gọi là sự oxy hoá giữa các hạt.

Do vậy, ở phần cuối của cuộn thép, sẽ có sự oxy hoá giữa các hạt, ở bề mặt và sâu xuống một độ sâu nhất định, mà có thể sâu đến $17\mu\text{m}$.

Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng sự oxy hoá giữa các hạt mạnh mẽ trong nền thép đã được cán nóng, và do đó cũng tức là trong thép tấm được cán nóng, dẫn đến sự bám dính kém của lớp mạ sau khi dập nóng. Thực vậy, sau khi mạ, khi thép tấm này được nung nóng để dập nóng, cacbon khuếch tán vào lớp mạ và sẽ gặp phải các oxit nằm giữa các hạt, đặc biệt là các oxit mangan và silic. Sự khuếch tán này của cacbon sẽ dẫn đến các phản ứng giữa SiO_2 và C, giữa MnO và C, và giữa Mn_2SiO_4 và C, để tạo ra cacbon oxit. Các cacbon oxit này di chuyển và được hòa tan cho đến khi hoá rắn lớp mạ cuối, khi chúng cùng nhau tạo thành các túi, tạo nên các lỗ rỗng trong lớp mạ, và do vậy lớp mạ có độ bám dính kém.

Tác động của sự oxy hoá giữa các hạt đến độ bám dính của lớp mạ là đặc biệt đáng kể đối với các thép tấm được cán nóng, chúng không được cán nguội sau khi cuộn, khác hẳn với các thép tấm được cán nguội. Thực vậy, trong quá trình sản xuất các tấm được cán nguội, sự oxy hoá giữa các hạt có thể có ở bề mặt của nền, trước khi cán nguội, sẽ xảy ra trong khi cán nguội toàn bộ tấm để làm giảm độ dày. Do đó, độ sâu oxy hoá giữa các hạt của tấm được cán nguội, trước khi dập nóng, giảm đáng kể so với độ sâu oxy hoá giữa các hạt của thép tấm được cán nóng.

Sự oxy hoá giữa các hạt có thể được làm giảm hoặc thậm chí được loại trừ, trước khi mạ, bằng cách tẩy rửa kỹ nền thép, ví dụ, trong bể HCl trong thời gian 375 giây.

Tuy nhiên, việc tẩy rửa kỹ đòi hỏi tốc độ dòng rất thấp, là điều không phù hợp với việc sản xuất công nghiệp.

Hơn thế nữa, việc tẩy rửa kỹ này tạo ra một bề mặt được phát triển rất đặc biệt, ở bề mặt của nền thép. Bề mặt được phát triển này xác định tổng diện tích bề mặt của nền thép, sẽ tiếp xúc với bề mạ trong khi mạ.

Bề mặt được phát triển đặc biệt này dẫn đến sự hoà tan sắt mạnh mẽ hơn từ bề mặt thép trong khi mạ nhúng nóng trong bể mạ, dẫn đến sự phát triển

của lớp liên kim loại, mà cuối cùng không chỉ giới hạn duy nhất ở vùng có lớp mạ liền kề với thép tấm, mà kéo dài đến bề mặt của lớp mạ. Kết quả là, độ dày của lớp mạ không thể kiểm soát được trong khoảng độ dày được mong muốn. Lớp liên kim loại được tạo ra từ hợp chất ở trạng thái rắn cấu thành từ các nguyên tố kim loại theo hệ số tỷ lệ lượng xác định, có cấu trúc tinh thể, trong đó các nguyên tử chiếm giữ các vị trí cụ thể.

Do đó, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng việc ngăn chặn hoặc hạn chế sự oxy hoá giữa các hạt trong khi cuộn cho phép sản xuất thép tấm được cán nóng và mạ có độ dày nằm trong khoảng từ 1,8mm đến 5mm có độ bám dính của lớp mạ được cải thiện sau khi dập nóng đồng thời cho phép kiểm soát độ dày của lớp mạ này nằm trong khoảng đã định, đặc biệt là nằm trong khoảng từ 10 đến 33 μ m, và đồng thời vẫn đảm bảo hiệu suất ở dây chuyền tẩy rửa công nghiệp.

Thành phần của thép là sao cho thép này có thể được dập nóng để tạo ra chi tiết có độ bền kéo lớn hơn hoặc bằng 500MPa, hoặc lớn hơn hoặc bằng 1000MPa, hoặc lớn hơn hoặc bằng 1350MPa, hoặc lớn hơn hoặc bằng 1680MPa.

Thành phần của thép theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế được mô tả dưới đây.

Liên quan đến thành phần hoá học của thép, cacbon đóng một vai trò quan trọng về khả năng thấm tôi và độ bền kéo đạt được sau khi dập nóng, nhờ tác dụng của nó đối với độ cứng của martensit.

Với hàm lượng nhỏ hơn 0,04%, không thể đạt được độ bền kéo lớn hơn 500MPa sau khi dập trong các bất kỳ điều kiện làm nguội nào. Với hàm lượng lớn hơn 0,38%, kết hợp với các nguyên tố khác của thành phần theo khía cạnh thứ nhất này, độ bám dính của lớp mạ sau khi dập nóng không thỏa đáng. Mặc dù không muốn gắn liền với lý thuyết, song hàm lượng C lớn hơn 0,38% có thể dẫn đến sự hình thành đáng kể của cacbon oxit trong quá trình nung nóng thép tấm trước khi dập nóng, làm trầm trọng thêm tác động tiêu cực của sự oxy hoá

giữa các hạt đến độ bám dính của lớp mạ. Hơn thế nữa, với hàm lượng lớn hơn 0,38%, khả năng chống nứt chậm và độ dai của thép giảm.

Hàm lượng C phụ thuộc vào độ bền kéo TS được mong muốn của chi tiết được dập nóng, được tạo ra bằng cách dập nóng thép tấm này. Đặc biệt là, với hàm lượng cacbon nằm trong khoảng từ 0,06% đến 0,38% tính theo khối lượng, độ bền kéo TS của các chi tiết được dập nóng được tạo ra thông qua quá trình austenit hóa hoàn toàn và dập, tiếp đó là làm giàu mactensit, thực tế chỉ phụ thuộc vào hàm lượng cacbon và liên quan đến hàm lượng cacbon theo công thức:

$$TS \text{ (MPa)} = 3220(C\%) + 908,$$

trong đó, C% chỉ hàm lượng cacbon, tính theo phần trăm khối lượng.

Theo một phương án, hàm lượng C lớn hơn hoặc bằng 0,75%.

Ngoài vai trò khử oxy, mangan có ảnh hưởng quan trọng đến khả năng dễ tôi cứng, đặc biệt khi hàm lượng của nó ít nhất là 0,40%, hàm lượng C tối đa là 0,38%. Với hàm lượng lớn hơn 3%, sự bền vững của austenit do Mn là quá mức, nó dẫn đến sự hình thành của cấu trúc dải quá rõ rệt. Theo một phương án, hàm lượng Mn nhỏ hơn hoặc bằng 2,0%.

Silic được bổ sung vào với hàm lượng ít nhất là 0,005% để giúp cho việc khử oxy thép lỏng và góp phần làm cứng thép. Tuy nhiên, hàm lượng của nó phải được giới hạn để tránh sự hình thành quá mức của các silic oxit. Ngoài ra, hàm lượng silic phải được giới hạn để tránh sự quá bền vững của austenit. Do đó, hàm lượng silic nhỏ hơn hoặc bằng 0,70%, ví dụ, nhỏ hơn hoặc bằng 0,5%. Tốt hơn là, hàm lượng Si này ít nhất là 0,10%.

Nhôm có thể được bổ sung vào làm chất khử oxy, hàm lượng Al nhỏ hơn hoặc bằng 0,1%, và lớn hơn 0,005%, nói chung lớn hơn hoặc bằng 0,010%. Tốt hơn là, hàm lượng Al nhỏ hơn hoặc bằng 0,070%.

Tùy ý, thành phần thép bao gồm crom, vonfram và/hoặc bo, để làm tăng khả năng dễ tôi cứng của thép.

Đặc biệt là, Cr có thể được bổ sung vào để làm tăng khả năng dễ tôi cứng của thép và góp phần đạt được độ bền kéo TS được mong muốn sau khi

dập nóng. Khi Cr được bổ sung vào, thì hàm lượng của nó lớn hơn hoặc bằng 0,01%, tối đa 2%. Nếu việc bổ sung chủ động Cr không được thực hiện, thì hàm lượng Cr có thể thấp đến 0,001%.

W có thể được bổ sung vào để làm tăng khả năng dễ tôi cứng và khả năng thấm tôi của thép bởi việc tạo ra vonfram carbua. Khi W được bổ sung vào, thì hàm lượng của nó lớn hơn hoặc bằng 0,001%, và nhỏ hơn hoặc bằng 0,30%.

Khi B được bổ sung vào, thì hàm lượng của nó lớn hơn 0,0002%, và tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,0005%, tối đa 0,010%. Tốt hơn, nếu hàm lượng B nhỏ hơn hoặc bằng 0,005%.

Tối đa 0,1% niobi và/hoặc tối đa 0,2% titan tùy ý được bổ sung vào để tạo ra sự biến cứng phân tán.

Khi Nb được bổ sung vào, thì tốt hơn nếu hàm lượng của nó ít nhất là 0,01%. Đặc biệt, khi hàm lượng Nb nằm trong khoảng từ 0,01% đến 0,1%, thì các kết tủa carbonitrua Nb(CN) đông cứng mịn tạo ra trong austenit hoặc trong ferit trong khi cán nóng. Tốt hơn, nếu hàm lượng Nb nhỏ hơn hoặc bằng 0,06%. Tốt hơn nữa là, hàm lượng Nb nằm trong khoảng từ 0,03% đến 0,05%.

Khi Ti được bổ sung vào, thì tốt hơn nếu hàm lượng của nó ít nhất là 0,015%, tối đa 0,2%. Khi hàm lượng Ti nằm trong khoảng từ 0,015% đến 0,2%, thì sự kết tủa ở nhiệt độ rất cao xảy ra ở dạng TiN và sau đó, ở nhiệt độ thấp hơn, trong austenit ở dạng TiC mịn, dẫn đến sự hóa rắn. Hơn thế nữa, khi titan được bổ sung vào ngoài bo, thì titan ngăn ngừa sự kết hợp của bo với nitơ, để nitơ kết hợp với titan. Do đó, tốt hơn nếu hàm lượng titan lớn hơn 3,42N. Tuy nhiên, hàm lượng Ti cần phải duy trì nhỏ hơn hoặc bằng 0,2%, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,1%, để tránh sự kết tủa của các kết tủa TiN thô. Nếu việc bổ sung chủ động Ti không được thực hiện, thì Ti có mặt dưới dạng tạp chất với hàm lượng ít nhất là 0,001%.

Molypden có thể được bổ sung vào với hàm lượng tối đa 0,65%. Khi Mo được bổ sung vào, thì tốt hơn nếu hàm lượng của nó ít nhất là 0,05%, ví dụ, nhỏ hơn hoặc bằng 0,10%. Tốt hơn, nếu Mo được bổ sung vào cùng với Nb

và Ti, để tạo ra các đồng kết tủa rất bền ở nhiệt độ cao, và hạn chế sự phát triển hạt austenit khi nung nóng. Hiệu quả tối ưu đạt được khi hàm lượng Mo nằm trong khoảng từ 0,15% đến 0,25%.

Niken có mặt dưới dạng tạp chất với hàm lượng có thể thấp đến 0,001%, và thấp hơn hoặc bằng 0,1%.

Lưu huỳnh, phospho và nitơ và nói chung có mặt trong thành phần thép dưới dạng các tạp chất.

Hàm lượng nitơ ít nhất là 0,0005%. Hàm lượng nitơ chỉ tối đa là 0,010%, nhằm tránh sự kết tủa của các kết tủa TiN thô.

Khi với hàm lượng quá mức, lưu huỳnh và phospho làm giảm độ dẻo. Do đó, hàm lượng của chúng được giới hạn lần lượt ở mức 0,05% và 0,1%.

Tốt hơn là, hàm lượng S tối đa là 0,03%. Việc tạo hàm lượng S rất thấp, tức là thấp hơn 0,0001%, là rất tốn kém, và không có lợi ích bất kỳ nào. Do đó, hàm lượng S nói chung lớn hơn hoặc bằng 0,0001%.

Tốt hơn là, hàm lượng phospho tối đa là 0,05%, tốt hơn nữa là tối đa 0,025%. Việc tạo hàm lượng P rất thấp, tức là thấp hơn 0,0001%, là rất tốn kém. Do đó, hàm lượng P nói chung lớn hơn hoặc bằng 0,0001%.

Thép này có thể được xử lý để cầu hóa các sulfua bằng canxi, có tác dụng cải thiện góc uốn, do việc cầu hóa MnS. Do đó, thành phần thép có thể chứa ít nhất 0,0001% Ca, tối đa 0,006%.

Lượng còn lại của thành phần thép là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ việc nấu luyện.

Theo phương án thứ nhất, thép có thành phần hoá học, tính theo phần trăm khối lượng:

$$0,040\% \leq C \leq 0,100\%$$

$$0,80\% \leq Mn \leq 2,0\%$$

$$0,005\% \leq Si \leq 0,30\%$$

$$0,010\% \leq Al \leq 0,070\%$$

$$0,001\% \leq Cr \leq 0,10\%$$

$$0,001\% \leq Ni \leq 0,10\%$$

$$0,03\% \leq \text{Ti} \leq 0,08\%$$

$$0,015\% \leq \text{Nb} \leq 0,1\%$$

$$0,0005\% \leq \text{N} \leq 0,009\%$$

$$0,0001\% \leq \text{S} \leq 0,005\%$$

$$0,0001\% \leq \text{P} \leq 0,030\%$$

$$\text{Mo} \leq 0,10\%$$

$$\text{Ca} \leq 0,006\%$$

lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ việc nấu luyện.

Với thành phần này, các chi tiết thép có, sau khi dập nóng, độ bền kéo ít nhất là 500MPa, có thể được tạo ra.

Theo phương án thứ hai, thép có thành phần hoá học, tính theo phần trăm khối lượng:

$$0,062\% \leq \text{C} \leq 0,095\%$$

$$1,4\% \leq \text{Mn} \leq 1,9\%$$

$$0,2\% \leq \text{Si} \leq 0,5\%$$

$$0,020\% \leq \text{Al} \leq 0,070\%$$

$$0,02\% \leq \text{Cr} \leq 0,1\%$$

$$\text{trong đó, } 1,5\% \leq (\text{C} + \text{Mn} + \text{Si} + \text{Cr}) \leq 2,7\%$$

$$3,4 \times \text{N} \leq \text{Ti} \leq 8 \times \text{N}$$

$$0,04\% \leq \text{Nb} \leq 0,06\%$$

$$\text{trong đó, } 0,044\% \leq (\text{Nb} + \text{Ti}) \leq 0,09\%$$

$$0,0005\% \leq \text{B} \leq 0,004\%$$

$$0,001\% \leq \text{N} \leq 0,009\%$$

$$0,0001\% \leq \text{S} \leq 0,003\%$$

$$0,0001\% \leq \text{P} \leq 0,020\%$$

$$\text{và tùy ý } 0,0001\% \leq \text{Ca} \leq 0,006\%,$$

lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ việc nấu luyện.

Với thành phần này, các chi tiết thép có, sau khi dập nóng, độ bền kéo ít nhất là 1000MPa, có thể được tạo ra.

Theo phương án thứ ba, thép có thành phần hoá học, tính theo phần trăm khối lượng:

$$0,15\% \leq C \leq 0,38\%$$

$$0,5\% \leq \text{Mn} \leq 3\%$$

$$0,10\% \leq \text{Si} \leq 0,5\%$$

$$0,005\% \leq \text{Al} \leq 0,1\%$$

$$0,01\% \leq \text{Cr} \leq 1\%$$

$$0,001\% \leq \text{Ti} \leq 0,2\%$$

$$0,0005\% \leq \text{B} \leq 0,08\%$$

$$0,0005\% \leq \text{N} \leq 0,010\%$$

$$0,0001\% \leq \text{S} \leq 0,05\%$$

$$0,0001\% \leq \text{P} \leq 0,1\%$$

lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ việc nấu luyện.

Với thành phần này, các chi tiết thép có, sau khi đập nóng, độ bền kéo ít nhất là 1350MPa, có thể được tạo ra.

Thành phần của thép theo khía cạnh thứ hai của sáng chế được mô tả dưới đây.

Hàm lượng C nằm trong khoảng từ 0,24% đến 0,38% nếu hàm lượng Mn nằm trong khoảng từ 0,40% đến 3%. Cacbon đóng một vai trò quan trọng về khả năng thấm tôi và độ bền kéo đạt được sau khi đập nóng, nhờ tác dụng của nó đối với độ cứng của martensit. Hàm lượng ít nhất là 0,24% cho phép đạt được độ bền kéo TS ít nhất là 1800MPa sau khi đập nóng, mà không cần thêm vào các nguyên tố đất hiếm. Với hàm lượng lớn hơn 0,38%, khi hàm lượng Mn nằm trong khoảng từ 0,40% đến 3%, thì khả năng chống nứt chậm và độ dai của thép giảm. Tốt hơn, nếu hàm lượng C nằm trong khoảng từ 0,32% đến 0,36% khi hàm lượng Mn nằm trong khoảng từ 0,40% đến 3%.

Hàm lượng C cao nằm trong khoảng từ 0,38% đến 0,43% có thể được áp dụng khi hàm lượng Mn được giảm để nằm trong khoảng từ 0,05% đến 0,40%. Việc giảm hàm lượng Mn do vậy được bù đắp bởi việc tăng hàm lượng C đồng thời vẫn đảm bảo việc cải thiện khả năng chống ăn mòn dưới ứng suất.

Ngoài vai trò khử oxy, mangan có ảnh hưởng quan trọng đến khả năng dễ tôi cứng.

Khi hàm lượng C nằm trong khoảng từ 0,24% đến 0,38%, hàm lượng Mn phải ít nhất là 0,40% và nhỏ hơn hoặc bằng 3%. Hàm lượng Mn ít nhất là 0,40% là cần thiết để đạt được nhiệt độ M_s , là nhiệt độ bắt đầu chuyển hóa austenit sang mactensit khi làm nguội đủ thấp để đạt được độ bền mong muốn (độ bền kéo TS ít nhất là 1800MPa theo phương án này).

Với hàm lượng lớn hơn 3%, sự bền vững của austenit nhờ Mn là quá mức, nó dẫn đến sự hình thành của cấu trúc dải quá rõ rệt. Tốt hơn, nếu hàm lượng Mn nhỏ hơn hoặc bằng 2,0%.

Theo cách khác, hàm lượng Mn có thể được giảm xuống nằm trong khoảng từ 0,05% đến 0,40% nếu hàm lượng C được tăng lên nằm trong khoảng từ 0,38% đến 0,43%. Việc giảm hàm lượng Mn cho phép đạt được khả năng chống ăn mòn dưới ứng suất cao.

Tốt hơn, nếu hàm lượng Mn và C được xác định cùng với hàm lượng Cr.

Khi hàm lượng C nằm trong khoảng từ 0,32% đến 0,36%, thì hàm lượng Mn nằm trong khoảng từ 0,40% đến 0,80% và hàm lượng Cr nằm trong khoảng từ 0,05% đến 1,20% cho phép đạt được độ bền chống nứt chậm cao.

Khi hàm lượng C nằm trong khoảng từ 0,24% đến 0,38%, hàm lượng Mn nằm trong khoảng từ 1,50% đến 3%, thì khả năng dễ hàn điểm là đặc biệt thỏa đáng.

Khi hàm lượng C nằm trong khoảng từ 0,38% đến 0,43%, hàm lượng Mn nằm trong khoảng từ 0,05% đến 0,40%, và tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,09% đến 0,11%, thì khả năng chống ăn mòn dưới ứng suất được tăng cao.

Các khoảng thành phần này cho phép đạt được nhiệt độ M_s nằm trong khoảng từ 320°C đến 370°C, điều đó đảm bảo độ bền rất cao của các chi tiết được đập nóng.

Silic được bổ sung vào với hàm lượng nằm trong khoảng từ 0,10% đến 0,70% tính theo khối lượng. Hàm lượng ít nhất là 0,10% tạo ra sự đông cứng

bổ sung và giúp cho việc khử oxy thép lỏng. Tuy nhiên, hàm lượng của nó phải được giới hạn để tránh sự hình thành quá mức của các silic oxit. Ngoài ra, hàm lượng silic phải được giới hạn để tránh sự quá bền vững của austenit. Do đó, hàm lượng silic nhỏ hơn hoặc bằng 0,70%.

Khi hàm lượng C nằm trong khoảng từ 0,24% đến 0,38%, thì tốt hơn nếu hàm lượng Si ít nhất là 0,50% để tránh sự ram mactensit mới có thể xảy ra khi thép nằm trong khuôn sau khi chuyển hóa mactensit.

Nhôm có thể được bổ sung vào làm chất khử oxy, hàm lượng Al nhỏ hơn hoặc bằng 0,070%, và lớn hơn hoặc bằng 0,015%. Với lượng lớn hơn 0,070%, các aluminat thô có thể được tạo ra trong khi chế tạo, làm giảm khả năng dễ uốn. Tốt hơn là, hàm lượng Al là thấp nằm trong khoảng từ 0,020% đến 0,060%.

Tùy ý, thành phần thép bao gồm crom và/hoặc vonfram để làm tăng khả năng dễ tôi cứng của thép.

Crom làm tăng khả năng dễ tôi cứng của thép và góp phần đạt được độ bền kéo TS được mong muốn sau khi dập nóng. Khi Cr được bổ sung vào, thì hàm lượng của nó lớn hơn hoặc bằng 0,01%, tối đa 2%. Nếu việc bổ sung chủ động Cr không được thực hiện, thì hàm lượng Cr có thể thấp đến 0,001%.

Khi hàm lượng C nằm trong khoảng từ 0,24% đến 0,38%, thì tốt hơn nếu hàm lượng Cr nằm trong khoảng từ 0,30% đến 0,50%. Khi hàm lượng Mn nằm trong khoảng từ 1,50% đến 3%, việc bổ sung Cr là tùy ý, thì khả năng dễ tôi cứng đạt được thông qua việc bổ sung Mn vào là đủ.

Khi hàm lượng C nằm trong khoảng từ 0,38% đến 0,43%, thì hàm lượng Cr lớn hơn 0,5%, và tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,950% đến 1,050%, là được ưu tiên, để làm tăng khả năng chống ăn mòn dưới ứng suất.

Ngoài các điều kiện đã được xác định ở trên, các hàm lượng C, Mn, Cr và Si còn phải thỏa mãn biểu thức:

$$2,6C + \frac{Mn}{5,3} + \frac{Cr}{13} + \frac{Si}{15} \geq 1,1\%$$

Trong điều kiện này, phần mactensit tự ram do việc ram mactensit có thể xuất hiện khi chi tiết nằm trong khuôn rất hạn chế, khiến cho phần mactensit mới rất cao cho phép đạt được độ bền kéo ít nhất là 1800MPa.

W có thể được bổ sung vào để làm tăng khả năng dễ tôi cứng và khả năng thấm tôi của thép bởi việc tạo ra vonfram carbua. Khi W được bổ sung vào, thì hàm lượng của nó lớn hơn hoặc bằng 0,001%, và nhỏ hơn hoặc bằng 0,30%.

B được bổ sung vào với hàm lượng lớn hơn 0,0005%, tối đa 0,0040%. B làm tăng khả năng dễ tôi cứng. Do việc khuếch tán ở ranh giới giữa các hạt, B ngăn ngừa sự phân ly giữa các hạt của P.

Tối đa 0,06% niobi và/hoặc tối đa 0,1% titan tùy ý được bổ sung vào để tạo ra sự biến cứng phân tán.

Khi Nb được bổ sung vào, thì tốt hơn nếu hàm lượng của nó ít nhất là 0,01%. Đặc biệt, khi hàm lượng Nb nằm trong khoảng từ 0,01% đến 0,06%, thì các kết tủa carbonitrua Nb(CN) đông cứng mịn tạo ra trong austenit hoặc trong ferit trong khi cán nóng. Nb do vậy hạn chế sự phát triển của các hạt austenit trong quá trình nung nóng trước khi dập. Tuy nhiên, hàm lượng Nb nhỏ hơn hoặc bằng 0,06%. Thực vậy, với hàm lượng lớn hơn 0,06%, tải trọng lăn có thể trở nên quá cao. Tốt hơn là, hàm lượng Nb nằm trong khoảng từ 0,03% đến 0,05%.

Ti được bổ sung vào với hàm lượng ít nhất là 0,015%, tối đa 0,1%. Khi hàm lượng Ti nằm trong khoảng từ 0,015% đến 0,1%, kết tủa ở nhiệt độ rất cao xảy ra ở dạng TiN và sau đó, ở nhiệt độ thấp hơn, trong austenit ở dạng TiC mịn, dẫn đến sự hóa rắn. Hơn thế nữa, titan ngăn ngừa sự kết hợp của bo với nitơ, để nitơ kết hợp với titan. Do đó, hàm lượng titan lớn hơn 3,42N. Tuy nhiên, hàm lượng Ti cần phải duy trì nhỏ hơn hoặc bằng 0,1%, để tránh sự kết tủa của các kết tủa TiN thô. Tốt hơn là, hàm lượng Ti nằm trong khoảng từ 0,020% đến 0,040% để tạo ra các nitrua mịn hạn chế sự phát triển của các hạt austenit trong quá trình nung nóng trước khi dập.

Molypden có thể được bổ sung vào với hàm lượng tối đa 0,65%. Khi Mo được bổ sung vào, thì tốt hơn nếu hàm lượng của nó ít nhất là 0,05%. Mo is tốt hơn là được bổ sung vào cùng với Nb và Ti, để tạo ra các đồng kết tủa rất bền ở nhiệt độ cao, và hạn chế sự phát triển hạt austenit khi nung nóng. Hiệu quả tối ưu đạt được khi hàm lượng Mo nằm trong khoảng từ 0,15% đến 0,25%.

Niken được bổ sung vào để làm tăng khả năng chống nứt chậm của thép, với hàm lượng nằm trong khoảng từ 0,25% đến 2%.

Hàm lượng nitơ ít nhất là 0,003% để đạt được sự kết tủa của TiN, Nb(CN) và/hoặc (Ti,Nb)(CN), hạn chế sự phát triển của các hạt austenit, như đã giải thích ở trên. Hàm lượng nitơ chỉ tối đa là 0,010%, nhằm tránh sự kết tủa của các kết tủa TiN thô.

Khi với hàm lượng quá mức, lưu huỳnh và phospho làm giảm độ dẻo. Do đó, hàm lượng của chúng được giới hạn lần lượt ở mức 0,005% và 0,025%.

Hàm lượng S tối đa là 0,005% để hạn chế sự kết tủa của các sulfua. Việc tạo hàm lượng S rất thấp, tức là thấp hơn 0,0001%, là rất tốn kém, và không có lợi ích bất kỳ nào. Do đó, hàm lượng S nói chung lớn hơn hoặc bằng 0,0001%.

Hàm lượng phospho tối đa là 0,025%, nhờ vậy hạn chế sự phân ly của P ở ranh giới hạt austenit. Việc tạo hàm lượng P rất thấp, tức là thấp hơn 0,0001%, là rất tốn kém. Do đó, hàm lượng P nói chung lớn hơn hoặc bằng 0,0001%.

Thép này có thể được xử lý để cầu hóa các sulfua bằng canxi, có tác dụng cải thiện góc uốn nhờ ự cầu hoá MnS. Do đó, thành phần thép có thể chứa ít nhất là 0,0005% Ca, tối đa 0,005%.

Lượng còn lại của thành phần thép là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ việc nấu luyện.

Như đã giải thích ở trên, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng sự thiếu bám dính của lớp mạ của một chi tiết thép, được tạo ra bằng cách dập nóng thép tấm được cán nóng và mạ, là do sự oxy hoá giữa các hạt có trên bề

mặt của thép tấm được cán nóng và mạ, trước khi dập nóng, và với một chiều dày nhất định.

Trước tiên, các tác giả sáng chế đã tìm kiếm một tiêu chuẩn đối với một chi tiết thép mạ được dập nóng để đảm bảo độ bám dính thoả đáng của lớp mạ.

Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng chất lượng bám dính của lớp mạ có thể được đánh giá bằng cách xác định tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt trong lớp mạ này.

Tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt trong lớp mạ được xác định trên chi tiết thép được dập nóng, tức là sau khi dập nóng và được làm nguội xuống nhiệt độ trong phòng.

Tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt trong lớp mạ được xác định bằng cách quan sát năm mặt cắt khác nhau của mẫu dưới kính hiển vi quang học, với độ phóng đại 1000 lần. Mỗi mặt cắt này có độ dài l_{ref} , nó được chọn để đặc tả lớp mạ này theo cách đại diện. Độ dài l_{ref} được chọn là $150\mu m$.

Như được minh họa trên Fig.1, đối với mỗi mặt cắt, việc phân tích hình ảnh được thực hiện, bằng phương pháp phân tích hình ảnh, ví dụ, phần mềm Olympus Stream Essentials®, để xác định tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt trong lớp mạ trên mặt cắt này. Cuối cùng, các ranh giới trên và dưới B_1 và B_2 của lớp mạ được xác định. Đặc biệt, ranh giới trên theo đường viền của lớp mạ, ở bề mặt chung tiếp giáp với môi trường bao quanh, và ranh giới dưới chia tách vật liệu này với lớp mạ. Sau đó, toàn bộ bề mặt bị chiếm chỗ bởi lớp mạ này, kể cả các lỗ rỗng P, nằm giữa các ranh giới trên và dưới được xác định, và bề mặt bị chiếm chỗ bởi các lỗ rỗng nằm giữa các ranh giới trên và dưới được đánh giá (các vùng màu xám trên Fig.1). Tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt trong lớp mạ của mặt cắt khi xem xét tiếp đó được tính toán dưới dạng tỷ lệ giữa bề mặt bị chiếm chỗ bởi các lỗ rỗng và toàn bộ bề mặt bị chiếm chỗ bởi lớp mạ (nhân 100).

Cuối cùng, tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt trong lớp mạ được xác định là trị số trung bình của năm trị số thu được như vậy.

Độ bám dính của lớp mạ được xem là thỏa đáng nếu như tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt trong lớp mạ nhỏ hơn hoặc bằng 3%. Trái lại, nếu tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt trong lớp mạ lớn hơn 3%, độ bám dính của lớp mạ được xem là không thỏa đáng.

Hơn thế nữa, các tác giả sáng chế đã xác định được hai tiêu chuẩn cần phải thỏa mãn, đối với nền thép đã được cán nóng và thép tấm được cán nóng này một cách tương ứng, để đảm bảo rằng độ dày của lớp mạ có thể kiểm soát được nằm trong khoảng đã định, đặc biệt là nằm trong khoảng từ 10 đến 33 μm , ví dụ, nằm trong khoảng từ 20 đến 33 μm hoặc nằm trong khoảng từ 10 đến 20 μm , và sau khi dập, độ bám dính của lớp mạ này sẽ thỏa đáng.

Tiêu chuẩn thứ nhất là liên quan tới trạng thái bề mặt của nền thép đã được cán nóng, sau khi tẩy rửa và trước khi mạ.

Đặc biệt là, như đã giải thích ở trên, bề mặt được phát triển của nền thép đã được cán nóng ngay trước khi mạ phải được kiểm soát để tránh sự hoà tan sắt mạnh từ bề mặt thép và sự phát triển không được kiểm soát của lớp liên kim loại trong khi nhúng nóng trong bể mạ, mà sẽ có thể dẫn đến việc không thể kiểm soát độ dày của lớp mạ nằm trong khoảng đã định.

Thực vậy, sự oxy hoá giữa các hạt của nền thép đã được cán nóng có thể được làm giảm bởi việc tẩy rửa kỹ, để cho phép làm giảm sự oxy hoá giữa các hạt thép tấm được cán nóng này. Tuy nhiên, do việc tẩy rửa kỹ này, nền thép có thể có trạng thái bề mặt (tức là, bề mặt được phát triển) không tương thích với việc kiểm soát độ dày của lớp mạ.

Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng để đảm bảo rằng độ dày của lớp mạ sẽ nằm trong khoảng đã định, tức là nằm trong khoảng từ 10 đến 33 μm , thì độ dày của lớp liên kim loại đã tạo ra trong khi mạ phải duy trì ở mức thấp hơn 15 μm , và để đạt được độ dày của lớp liên kim loại thấp hơn 15 μm , thì tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt trong vùng bề mặt của nền thép đã được cán nóng, sau khi tẩy rửa bất kỳ và trước khi mạ, phải nhỏ hơn 30%. Độ dày của lớp liên kim loại được nêu chỉ độ dày lớp liên kim loại của lớp mạ của thép tấm được cán nóng và mạ.

Tiêu chuẩn về tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt phải được đáp ứng đặc biệt ở vùng nền thép đã được cán nóng nằm trong vùng lõi và trục của cuộn thép trong khi cuộn.

Như được minh họa trên Fig.2, vùng bề mặt được xác định là vùng mở rộng từ điểm trên của bề mặt nền thép đã được cán nóng đâm sâu xuống $15\mu\text{m}$. Tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt trong vùng bề mặt được xác định từ năm mặt cắt riêng biệt đại diện cho nền thép đã được cán nóng, mỗi mặt cắt có độ dài l_{ref} là $150\mu\text{m}$. Tốt hơn, nếu các mặt cắt này được lấy từ mẫu được lấy từ vùng lõi và trục của cuộn thép. Trên mỗi mặt cắt, vùng bề mặt mẫu được xác định bằng phương pháp phân tích ảnh, ví dụ, bằng phần mềm Olympus Stream Essentials®, là vùng hình chữ nhật có phía trên của nó hai điểm cao hơn Pt1 và Pt2 của profin bề mặt của mặt cắt, và phía dưới của nó cách phía trên $15\mu\text{m}$. Do đó, mỗi vùng bề mặt mẫu có độ dài l_{ref} $150\mu\text{m}$ và độ sâu $15\mu\text{m}$.

Đối với mỗi mặt cắt, các vùng của vùng bề mặt mẫu không chứa thép được xác định, và toàn bộ bề mặt của các vùng này được xác định. Tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt trong vùng bề mặt mẫu sau đó được tính toán là tỷ lệ giữa toàn bộ các vùng bề mặt không chứa thép và toàn bộ vùng bề mặt mẫu, nhân 100. Cuối cùng, tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt của nền thép đã được cán nóng và tẩy rửa được xác định là trị số trung bình của năm trị số thu được như vậy.

Tiêu chuẩn thứ hai là độ sâu oxy hoá giữa các hạt tối đa của thép tấm được cán nóng, tức là của sản phẩm thép này sau khi mạ. Thực vậy, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng để đạt được độ bám dính thoả đáng của lớp mạ sau khi dập nóng, thì độ sâu oxy hoá giữa các hạt của thép tấm được cán nóng phải thấp hơn $4\mu\text{m}$.

Tiêu chuẩn này phải được đáp ứng đặc biệt ở vùng thép tấm được cán nóng và mạ nằm ở vùng lõi và trục của cuộn thép trong khi cuộn.

Độ sâu oxy hoá giữa các hạt được xác định trên thép tấm được cán nóng và mạ, tức là sau khi mạ.

Độ sâu oxy hoá giữa các hạt được xác định là độ dày của vùng thép tấm được cán nóng này, tính từ bề mặt thép tấm được cán nóng (tức là, từ bề mặt

chung giữa lớp mạ và thép tấm được cán nóng) vào phía bên trong của thép tấm được cán nóng này, theo phương vuông góc với bề mặt này, trong đó sự oxy hoá giữa các hạt được quan sát.

Đặc biệt là, sự oxy hoá giữa các hạt này được quan sát bằng kính hiển vi quang học với độ phóng đại 1000 lần, trên năm mặt cắt khác nhau, mỗi mặt cắt này có độ dài l_{ref} 150 μ m, từ mẫu được lấy từ vùng lõi và trục của cuộn thép. Trên mỗi mặt cắt, độ sâu oxy hoá giữa các hạt tối đa được đo. Cuối cùng, độ sâu oxy hoá giữa các hạt được xác định là trị số trung bình của năm trị số thu được như vậy.

Do đó, để đảm bảo rằng, sau khi mạ, độ dày của lớp mạ có thể kiểm soát được nằm trong khoảng đã định và sau khi dập nóng, độ bám dính của lớp mạ sẽ thoả đáng, tức là tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt trong lớp mạ sẽ nhỏ hơn hoặc bằng 3%, thì hai điều kiện dưới đây phải được đáp ứng:

- tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt trong vùng bề mặt của nền thép đã được cán nóng, sau khi tẩy rửa và trước khi mạ, phải nhỏ hơn 30%, và
- độ sâu oxy hoá giữa các hạt của thép tấm được cán nóng này, sau khi tẩy rửa và mạ, phải thấp hơn 4 μ m.

Các sản phẩm thép được cán nóng có thể được sản xuất bằng cách đúc thép có thành phần như được đề cập ở trên để tạo ra bán thành phẩm thép, nung nóng lại bán thành phẩm thép này ở nhiệt độ $T_{nung\ nóng\ lại}$ nằm trong khoảng từ 1150°C đến 1300°C, và cán nóng bán thành phẩm thép đã được nung nóng lại này, với nhiệt độ cán thành phẩm FRT, để thu được sản phẩm thép được cán nóng. Nhiệt độ $T_{nung\ nóng\ lại}$, ví dụ, nằm trong khoảng từ 1150°C đến 1240°C.

Nhiệt độ cán thành phẩm FRT nói chung nằm trong khoảng từ 840°C đến 1000°C.

Việc làm giảm độ dày khi cán nóng được làm thích ứng sao cho sản phẩm thép được cán nóng này có độ dày nằm trong khoảng từ 1,8mm đến 5mm, ví dụ, nằm trong khoảng từ 3mm đến 5mm.

Sau đó, sản phẩm thép được cán nóng này được làm nguội trên trên bàn vận hành để đạt nhiệt độ cuộn $T_{\text{cuộn}}$, và được cuộn để thu được nền thép đã được cán nóng.

Nhiệt độ cuộn $T_{\text{cuộn}}$ được chọn để tránh hoặc ít nhất là giảm thiểu sự oxy hoá giữa các hạt.

Đặc biệt là, nhiệt độ cuộn $T_{\text{cuộn}}$ được chọn sao cho độ sâu oxy hoá giữa các hạt của nền thép đã được cán nóng thấp hơn $5\mu\text{m}$. Thực vậy, nếu độ sâu oxy hoá giữa các hạt của nền thép đã được cán nóng thấp hơn $5\mu\text{m}$, thì độ sâu oxy hoá giữa các hạt của thép tấm được cán nóng này, sau khi mạ, sẽ ở mức thấp hơn $4\mu\text{m}$. Tốt hơn nữa là, nhiệt độ cuộn $T_{\text{cuộn}}$ được chọn sao cho sự oxy hoá giữa các hạt không xảy ra.

Với thành phần thép theo khía cạnh thứ nhất, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng để đạt được độ sâu oxy hoá giữa các hạt của thép tấm được cán nóng này nhỏ hơn $4\mu\text{m}$, thì nhiệt độ cuộn $T_{\text{cuộn}}$ phải thấp hơn nhiệt độ cuộn tối đa $T_{\text{cuộn tối đa}}$, nó tùy thuộc vào phần austenit ngay trước khi cuộn, được ký hiệu là f_y .

Thực vậy, phần austenit f_y cao ngay trước khi cuộn sẽ dẫn đến việc chuyển hoá đáng kể của austenit trong khi cuộn, do đó làm tăng mạnh về nhiệt độ, đặc biệt là trong cuộn thép và vùng trục của thép tấm trong khi cuộn. Trái lại, nếu phần austenit f_y ngay trước khi cuộn thấp, thì sự chuyển hoá của austenit sẽ không xảy ra hoặc xảy ra ít trong khi cuộn, khiến cho sự gia tăng về nhiệt độ của thép tấm sẽ giảm.

Kết quả là, nhiệt độ cuộn tối đa $T_{\text{cuộn tối đa}}$ có chức năng làm giảm phần austenit f_y ngay trước khi cuộn.

Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng, để đạt được độ sâu oxy hoá giữa các hạt trong thép tấm được cán nóng nhỏ hơn $4\mu\text{m}$, thì nhiệt độ cuộn tối đa $T_{\text{cuộn tối đa}}$ phải thoả mãn công thức:

$$T_{\text{cuộn tối đa}} = 650 - 140 \times f_y$$

trong đó, $T_{\text{cuộn tối đa}}$ tính theo độ C, và f_y là phần austenit trong thép ngay trước khi cuộn, nằm trong khoảng từ 0 (tương ứng to 0% of austenit) và 1 (tương

ứng với 100% austenit). Do đó, nhiệt độ cuộn tối đa $T_{\text{cuộn tối đa}}$ nằm trong khoảng từ 510°C đến 650°C.

Do vậy, nhiệt độ cuộn $T_{\text{cuộn}}$ phải thoả mãn biểu thức:

$$T_{\text{cuộn}} \leq 650 - 140 \times f_y$$

Phần austenit f_y trong thép ngay trước khi cuộn có thể được xác định bằng kỹ thuật không phá huỷ phi tiếp xúc điện từ (EM), bằng cách sử dụng thiết bị dò từ tính của thép tấm này.

Nguyên lý của kỹ thuật này đã được mô tả, ví dụ, trong ấn phẩm: “Online electromagnetic monitoring of austenite transformation in hot strip rolling and its application to process optimization”, A.V. Marmulev et al., Revue de Métallurgie 110, pp.205-213 (2013), dựa trên cơ sở sự khác nhau về các đặc tính từ của austenit, có tính thuận từ, và các đặc tính từ của ferit, peclic, bainit và mactensit là các pha sắt từ.

Thiết bị để xác định phần austenit f_y đã được mô tả, ví dụ, trong US 2003/0038630 A1.

Phần austenit f_y ngay trước khi cuộn tùy thuộc vào thành phần thép, đặc biệt nhất là hàm lượng C, nhiệt độ cán thành phẩm FRT, và quy trình làm nguội giữa nhiệt độ cán thành phẩm FRT và nhiệt độ cuộn $T_{\text{cuộn}}$.

Cụ thể, hàm lượng C của thép càng lớn, thì phần austenit f_y trong thép tấm ngay trước khi cuộn càng lớn. Do đó, với tất cả các thông số còn lại tương đương, khi hàm lượng C càng lớn, thì nhiệt độ cuộn tối đa $T_{\text{cuộn tối đa}}$ càng thấp. Đặc biệt là, nếu hàm lượng C của thép lớn hơn hoặc bằng 0,075%, thì phần austenit trong nền thép duy trì ở mức lớn hơn 0,5, khiến cho nhiệt độ cuộn $T_{\text{cuộn tối đa}}$ thấp hơn 580°C.

Nhiệt độ cuộn tối đa $T_{\text{cuộn tối đa}}$ có thể được xác định, đối với thép có thành phần và độ dày nhất định, trên một dây chuyền nhất định, nhiệt độ cán thành phẩm FRT không đổi, bằng cách xác định phần austenit trong sản phẩm thép trong khi làm nguội từ nhiệt độ cán thành phẩm FRT, và bằng cách so sánh, trong khi làm nguội, nhiệt độ T của nền với với trị số $650 - 140 f_y'(T)$, $f_y'(T)$ là phần austenit của nền thép ở nhiệt độ T trong khi làm nguội.

Nhiệt độ cuộn tối đa $T_{\text{cuộn tối đa}}$ là nhiệt độ mà ở đó $T \leq 650 - 140 \cdot f_y'(T)$.

Nói chung, tốt hơn nếu nhiệt độ cuộn này thấp hơn 580°C , tốt hơn nữa là thấp hơn 570°C .

Tuy nhiên, nhiệt độ cuộn này cần phải duy trì ở mức lớn hơn 450°C , để tránh sự gia tăng không mong muốn về các đặc tính cơ học của mà có thể là do nhiệt độ cuộn thấp.

Trong các điều kiện này, sự oxy hoá giữa các hạt trong nền thép đã được cán nóng bị hạn chế, khiến cho độ sâu oxy hoá giữa các hạt của thép tấm được cán nóng này sau khi mạ sẽ thấp hơn $4\mu\text{m}$.

Với thành phần thép theo khía cạnh thứ hai, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng để đạt được độ sâu oxy hoá giữa các hạt của thép tấm được cán nóng này nhỏ hơn $4\mu\text{m}$, thì nhiệt độ cuộn $T_{\text{cuộn}}$ phải được hạn giới hạn hơn nữa so với các thành phần theo khía cạnh thứ nhất, và thiết lập ở trị số nhỏ hơn hoặc bằng 495°C .

Các nguyên tắc được đưa ra ở trên để đảm bảo việc có được đồng thời độ bám dính của lớp mạ và độ dày của lớp mạ nằm trong khoảng đã định. Tuy nhiên, do sự có mặt của Ni lớn hơn hoặc bằng $0,25\%$, nên đồng thời không thể có được năng suất cao của dây chuyền tẩy rửa. Thực vậy, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng sự có mặt của Ni lớn hơn $0,25\%$ tạo ra sự bám dính cao rỉ sắt ở máy cán dải nóng. Sự có mặt của rỉ sắt như vậy, bám dính nhiều vào bề mặt, làm suy giảm khả năng tẩy mạ của thép tấm. Rỉ sắt này có thể được loại bỏ bằng cách tẩy rửa kỹ, tuy nhiên sẽ làm giảm mạnh hiệu suất ở dây chuyền tẩy rửa. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng việc làm giảm nhiệt độ cuộn thấp hơn hoặc bằng $T_{\text{cuộn tối đa}} = 495^\circ\text{C}$ có thể giúp làm giảm lượng rỉ sắt đã tạo ra trên bản vận hành ở máy cán dải nóng. Do đó, lượng niken kim loại được tạo ra ở bề mặt chung giữa rỉ sắt và thép được làm giảm, điều này cuối cùng tạo điều kiện thuận lợi cho việc phá vỡ và tẩy rửa rỉ sắt ở dây chuyền tẩy rửa, và do đó cho phép quy trình có được năng suất cao của dây chuyền tẩy rửa này.

Sau khi cuộn, nền thép đã được cán nóng này được tẩy rửa. Do độ sâu oxy hoá giữa các hạt bị thu nhỏ, nên các điều kiện tẩy rửa không ảnh hưởng đến độ bám dính của lớp mạ sau khi dập nóng hoặc đến độ dày của lớp mạ này.

Đặc biệt là, ngay cả khi việc tẩy rửa nhẹ được thực hiện, thì do độ sâu oxy hoá giữa các hạt nhỏ trước khi tẩy rửa, nên độ sâu oxy hoá giữa các hạt trong thép tấm được cán nóng sau khi tẩy rửa và mạ trong mọi trường hợp sẽ nhỏ hơn $4\mu\text{m}$ khiến cho cacbon oxit sẽ không hoặc ít được tạo ra trong quá trình nung nóng trước khi tạo hình nóng, và độ bám dính của lớp mạ sau khi dập nóng sẽ không bị ảnh hưởng.

Ngoài ra, ngay cả khi việc tẩy rửa kỹ được thực hiện, do độ sâu oxy hoá giữa các hạt trước khi tẩy rửa nhỏ, nên tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt trong vùng bề mặt của nền thép đã được cán nóng sau khi tẩy rửa sẽ duy trì ở mức nhỏ hơn 30%. Do đó, không có sự hoà tan sắt mạnh từ bề mặt thép và sự phát triển không được kiểm soát của lớp liên kim loại sẽ không xảy ra trong khi mạ nhúng nóng thép tấm trong bể mạ, và độ dày của lớp mạ có thể kiểm soát được với độ dày được mong muốn.

Việc tẩy rửa, ví dụ, được thực hiện trong bể HCl, với thời gian nằm trong khoảng từ 15 đến 65 giây.

Do đó, nền thép đã được cán nóng, sau khi được tẩy rửa, đã được tạo ra như vậy thoả mãn tiêu chuẩn thứ nhất đã nêu trên, tức là có tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt trong vùng bề mặt nhỏ hơn 30%. Ngoài ra, thép tấm đã được cán nóng và tẩy rửa không có hoặc có ít sự oxy hoá giữa các hạt, điều đó cho phép thoả mãn tiêu chuẩn thứ hai được xác định ở trên, tức là tạo ra độ sâu oxy hoá giữa các hạt nhỏ hơn $4\mu\text{m}$ trong thép tấm được cán nóng sau khi mạ.

Sau khi tẩy rửa, nền thép đã được cán nóng và tẩy rửa có thể được phủ dầu hoặc có thể được phủ màng hữu cơ, ví dụ, màng Easyfilm[®] HPE, để bảo vệ tạm thời bề mặt của tấm.

Sau đó, nền thép đã được cán nóng và tẩy rửa được mạ nhúng nóng liên tục trong bể mạ, có Al hoặc hợp kim Al, để tạo ra thép tấm được cán nóng và mạ.

Ví dụ, lớp mạ này có thể là lớp mạ Al-Si. Một bề mạ tiêu biểu dùng để mạ Al-Si nói chung có thành phần của nó bao gồm, tính theo phần trăm khối lượng, từ 8% tới 11% silic, từ 2% tới 4% sắt, phần còn lại là nhôm hoặc hợp kim nhôm, và các tạp chất khó tránh khỏi từ quá trình sản xuất. Các nguyên tố hợp kim có mặt cùng với nhôm bao gồm stronti và/hoặc canxi, với hàm lượng của mỗi nguyên tố này nằm trong khoảng từ 15 đến 30ppm.

Theo một ví dụ khác, lớp mạ này có thể là lớp mạ Zn-Al-Mg. Một bề mạ tiêu biểu dùng để mạ Zn-Al-Mg có thành phần bao gồm, tính theo phần trăm khối lượng, từ 0,1% tới 10% magie, từ 0,1% tới 20% nhôm, lượng còn lại là Zn hoặc hợp kim Zn, các nguyên tố bổ sung tùy ý như Si, Sb, Pb, Ti, Ca, Mn, Sn, La, Ce, Cr, Ni, Zr và/hoặc Bi, và các tạp chất khó tránh khỏi từ quá trình sản xuất.

Ví dụ, bề mạ chứa từ 0,5% tới 8% nhôm, từ 0,3% tới 3,3% magie, lượng còn lại là Zn hoặc hợp kim Zn, các nguyên tố bổ sung tùy ý như Si, Sb, Pb, Ti, Ca, Mn, Sn, La, Ce, Cr, Ni, Zr và/hoặc Bi, và các tạp chất khó tránh khỏi từ quá trình sản xuất.

Theo một ví dụ khác, lớp mạ này là lớp mạ Al-Zn-Si-Mg.

Ví dụ thứ nhất về bề mạ dùng để mạ Al-Zn-Si-Mg có thành phần bao gồm, tính theo phần trăm khối lượng, từ 2,0% tới 24,0% kẽm, từ 7,1% tới 12,0% silic, tùy ý từ 1,1% tới 8,0% magie, và các nguyên tố bổ sung tùy ý được chọn từ Pb, Ni, Zr hoặc Hf, hàm lượng của mỗi nguyên tố bổ sung này không lớn hơn 0,3%, lượng còn lại là nhôm và các tạp chất khó tránh khỏi và các nguyên tố tồn dư, tỷ lệ Al/Zn lớn hơn 2,9.

Ví dụ thứ hai về bề mạ dùng để mạ Al-Zn-Si-Mg có thành phần bao gồm, tính theo phần trăm khối lượng, từ 4,0% tới 20,0% kẽm, từ 1% tới 3,5% silic, tùy ý từ 1,0% tới 4,0% magie, và các nguyên tố bổ sung tùy ý được chọn từ Pb, Ni, Zr hoặc Hf, hàm lượng của mỗi nguyên tố bổ sung này không lớn hơn 0,3%, lượng còn lại là nhôm và các tạp chất khó tránh khỏi và các nguyên tố tồn dư, tỷ lệ Zn/Si nằm trong khoảng từ 3,2 đến 8,0.

Ví dụ thứ ba về bề mạ dùng để mạ Al-Zn-Si-Mg có thành phần bao gồm, tính theo phần trăm khối lượng, từ 2,0% tới 24,0% kẽm, từ 1,1% tới 7,0% silic, tùy ý từ 1,1% tới 8,0% magie khi hàm lượng silic nằm trong khoảng từ 1,1 đến 4,0%, và các nguyên tố bổ sung tùy ý được chọn từ Pb, Ni, Zr hoặc Hf, hàm lượng của mỗi nguyên tố bổ sung này không lớn hơn 0,3%, lượng còn lại là nhôm và các tạp chất khó tránh khỏi và các nguyên tố tồn dư, tỷ lệ Al/Zn lớn hơn 2,9.

Sau khi mạ lớp mạ bằng cách nhúng nóng, thép tấm đã được mạ thường được thổi bằng các vòi phun khí trên cả hai mặt của thép tấm đã được mạ này, và sau đó thép tấm đã được mạ này được làm nguội.

Thép tấm được cán nóng và mạ đã tạo ra như vậy là thép tấm được cán nóng và, có trên cả hai mặt của thép tấm được cán nóng này, lớp mạ Al hoặc hợp kim Al.

Thép tấm được cán nóng này nói chung có cấu trúc ferit-peclic, tức là cấu trúc gồm ferit và peclic.

Độ dày của lớp mạ Al hoặc hợp kim Al, trên cả hai mặt của thép tấm được cán nóng này, nằm trong khoảng từ 10 μ m đến 33 μ m.

Theo phương án thứ nhất, độ dày của lớp mạ này được kiểm soát để nằm trong khoảng từ 20 μ m đến 33 μ m.

Theo phương án thứ hai, độ dày của lớp mạ này được kiểm soát để nằm trong khoảng từ 10 μ m đến 20 μ m.

Theo phương án thứ ba, độ dày của lớp mạ được kiểm soát để nằm trong khoảng từ 15 μ m đến 25 μ m.

Sau khi mạ, độ sâu oxy hoá giữa các hạt trong thép tấm được cán nóng duy trì ở mức nhỏ hơn 4 μ m, nói chung nhỏ hơn 3 μ m nhờ việc tẩy rửa. Độ sâu này kéo dài từ bề mặt thép tấm được cán nóng (tức là, bề mặt ngăn cách thép tấm được cán nóng này với lớp mạ) vào phía bên trong của thép tấm này.

Hơn nữa, do có tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt thấp trong vùng bề mặt của nền thép đã được cán nóng trước khi mạ, nên ngay cả sau khi tẩy rửa, độ dày của lớp mạ này vẫn nằm trong khoảng đã định, đặc biệt là nằm trong

khoảng từ 10 μ m đến 33 μ m, trên cả hai mặt của thép tấm được cán nóng và mạ này, và ở mọi vị trí trên cả hai mặt của thép tấm được cán nóng và mạ này.

Thép tấm được cán nóng và mạ này được dự liệu cho việc dập nóng.

Sau cùng, thép tấm được cán nóng và mạ này được cắt để thu được phôi. Tùy ý, phôi này có thể được hàn vào phôi thứ hai, để nhờ đó tạo ra phôi hàn thích hợp (TWB) có phôi thứ nhất được cắt từ thép tấm được cán nóng và mạ theo sáng chế và phôi thứ hai. Phôi thứ hai này cũng có thể được tạo ra từ thép tấm được cán nóng và mạ theo sáng chế, hoặc có thể là phôi được cắt từ thép tấm được cán nguội và mạ. Đặc biệt là, phôi thứ nhất, có độ dày nằm trong khoảng từ 1,8mm đến 5mm, có thể được hàn vào phôi thứ hai có độ dày khác và/hoặc làm từ thép có thành phần khác. Tốt hơn, nếu phôi thứ hai này được làm bằng thép có thành phần bao gồm các nguyên tố, tính theo phần trăm khối lượng:

$$0,04\% \leq C \leq 0,38\%$$

$$0,40\% \leq Mn \leq 3\%$$

$$0,005\% \leq Si \leq 0,70\%$$

$$0,005\% \leq Al \leq 0,1\%$$

$$0,001\% \leq Cr \leq 2\%$$

$$0,001\% \leq Ni \leq 2\%$$

$$0,001\% \leq Ti \leq 0,2\%$$

$$Nb \leq 0,1\%$$

$$B \leq 0,010\%$$

$$0,0005\% \leq N \leq 0,010\%$$

$$0,0001\% \leq S \leq 0,05\%$$

$$0,0001\% \leq P \leq 0,1\%$$

$$Mo \leq 0,65 \%$$

$$W \leq 0,30\%$$

$$Ca \leq 0,006 \%$$

lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ việc nấu luyện.

Phôi thứ hai này cũng có thể được làm bằng thép có thành phần bao gồm các nguyên tố, tính theo phần trăm khối lượng:

$$\text{hoặc là } 0,24\% \leq C \leq 0,38\% \text{ và } 0,40\% \leq Mn \leq 3\%$$

$$\text{hoặc } 0,38\% \leq C \leq 0,43\% \text{ và } 0,05\% \leq Mn \leq 0,40\%$$

$$0,10\% \leq Si \leq 0,70\%$$

$$0,015\% \leq Al \leq 0,070\%$$

$$0,001\% \leq Cr \leq 2\%$$

$$0,25\% \leq Ni \leq 2\%$$

$$0,015\% \leq Ti \leq 0,1\%$$

$$0\% \leq Nb \leq 0,06\%$$

$$0,0005\% \leq B \leq 0,0040\%$$

$$0,003\% \leq N \leq 0,010\%$$

$$0,0001\% \leq S \leq 0,005\%$$

$$0,0001\% \leq P \leq 0,025\%,$$

các hàm lượng titan và nito thoả mãn biểu thức:

$$Ti/N > 3,42,$$

các hàm lượng cacbon, mangan, crom và silic thoả mãn biểu thức:

$$2,6C + \frac{Mn}{5,3} + \frac{Cr}{13} + \frac{Si}{15} \geq 1,1\%,$$

thành phần hoá học này tùy ý còn bao gồm một hoặc các nguyên tố sau:

$$0,05\% \leq Mo \leq 0,65\%$$

$$0,001\% \leq W \leq 0,30\%$$

$$0,0005\% \leq Ca \leq 0,005\%,$$

lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ việc nấu luyện.

Nhằm đơn giản hoá, thuật ngữ “phôi” dưới đây sẽ được dùng để chỉ phôi được tạo ra từ thép tấm được cán nóng và mạ theo sáng chế, hoặc phôi hàn thích hợp bao gồm phôi này.

Sau đó, phôi này được xử lý nhiệt trong lò trước khi dập nóng, và được dập nóng để tạo ra chi tiết thép mạ được dập nóng.

Đặc biệt là, phôi được nung nóng trong lò tới nhiệt độ T_c để khiến cho có thể đạt được sự chuyển hoá ít nhất một phần thành austenit trong nền thép. Nhiệt độ này, ví dụ, nằm trong khoảng từ 860°C đến 950°C , và nói chung nằm trong khoảng từ 880°C đến 950°C , nhờ vậy phôi đã được nung nóng được tạo ra.

Sau đó, phôi đã được nung nóng này được lấy ra khỏi lò và được chuyển từ lò vào khuôn, ở đó nó bị biến dạng nhiệt (dập nóng), nhằm mục đích tạo ra dạng hình học mong muốn của chi tiết để tạo ra phôi đã được dập nóng. Phôi đã được dập nóng này được làm nguội xuống 400°C với tốc độ làm nguội V_r mà tốt hơn nếu lớn hơn $10^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, tốt hơn nữa là lớn hơn $30^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, nhờ đó tạo ra chi tiết thép mạ được dập nóng.

Chi tiết thép mạ được dập nóng đã được tạo ra như vậy có độ bám dính của lớp mạ thoả đáng.

Đặc biệt là, tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt trong lớp mạ của chi tiết thép mạ được dập nóng này nhỏ hơn hoặc bằng 3%.

Ngoài ra, sau khi sơn, ví dụ, bằng cách phun, độ bám dính của lớp sơn là thoả đáng. Độ bám dính này cụ thể có thể được đánh giá bởi thử nghiệm sơn ướt theo tiêu chuẩn ISO 2409:2007. Độ bám dính sơn ướt này được xem là tốt nếu kết quả của thử nghiệm bám dính sơn ướt này nhỏ hơn hoặc bằng 2, và tồi nếu kết quả của thử nghiệm bám dính sơn ướt này lớn hơn 2.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các thép tấm được cán nóng và mạ được sản xuất bằng cách đúc các bán thành phẩm có thành phần được mô tả trong Bảng 1, tính theo phần trăm khối lượng:

Bảng 1

Thép	C (%)	Mn (%)	Si (%)	Al (%)	Cr (%)	Ni (%)	Ti (%)	Nb (%)	B (%)	N (%)	S (%)	P (%)	Mo (%)	W (%)	Ca (%)
A	0,23	1,13	0,24	0,037	0,159	0,013	0,036	0,001	0,0016	0,005	0,0017	0,015	0,003	0,003	0,0016
B	0,06	1,64	0,022	0,024	0,027	0,016	0,067	0,048	-	0,005	0,004	0,016	0,003	0,002	0,0015
C	0,36	1,24	0,226	0,032	0,111	0,105	0,034	0,001	0,0032	0,006	0,0014	0,015	0,021	0,004	0,0021

D	0,344	0,61	0,541	0,030	0,354	0,417	0,034	0,038	0,0039	0,005	0,0004	0,008	0,205	0,003	0,0006
E	0,07	1,62	0,36	0,040	0,09	0,012	0,021	0,051	0,0030	0,006	0,0010	0,012	-	0,003	0,0004

Hàm lượng Ni được đưa ra Bảng 1 đối với các loại thép A, B và E tương ứng với sự có mặt của Ni dưới dạng tồn dư (hoặc tạp chất).

Bán thành phẩm được cán nóng tới độ dày th, với nhiệt độ cán thành phẩm FRT.

Sản phẩm thép được cán nóng này được làm nguội xuống nhiệt độ cuộn $T_{\text{cuộn}}$ và được cuộn ở nhiệt độ cuộn $T_{\text{cuộn}}$, để thu được nền thép đã được cán nóng.

Sau đó, nền thép đã được cán nóng được tẩy rửa trong bể HCl, trong thời gian $t_{\text{tẩy rửa}}$. Sau khi tẩy rửa, mẫu được lấy từ vùng lõi và trục của nền thép đã được cán nóng, và đối với mỗi mẫu, tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt trong vùng bề mặt được xác định theo phương pháp được mô tả ở trên.

Sau đó, nền thép đã được cán nóng được mạ nhúng nóng. Bảng 2 thể hiện thành phần bề mạ được sử dụng để nhúng nóng mẫu. Độ dày lớp mạ nằm trong khoảng từ 20 đến 33 μm trên cả hai mặt của tấm là được mong muốn.

Bảng 2

Lớp mạ	Si (%)	Fe (%)	Zn (%)	Mg (%)	Al (%) + các tạp chất
α	9	3	$\leq 0,1$	$\leq 0,1$	88
β	3,4	1,4	15,6	1,8	77,8

Sau khi mạ nhúng nóng, một số tấm được cán nóng và mạ được tiến hành mạ lớp mạ 0,7 μm Zn trên lớp mạ hợp kim Al nhờ quá trình mạ điện phân.

Sau khi mạ, mẫu được lấy từ vùng lõi và trục của các tấm, và đối với mỗi mẫu, độ sâu oxy hoá giữa các hạt được xác định theo phương pháp được mô tả ở trên. Ngoài ra, độ dày của lớp mạ và độ dày của lớp liên kim loại được xác định.

Các thép tấm được cán nóng và mạ đã được tạo ra như vậy được cắt để tạo ra phôi. Các phôi này được cắt từ vùng lõi và trục của các thép tấm được cán nóng và mạ được nung nóng trong lò tới nhiệt độ 920°C trong thời gian t_c .

Thời gian t_c này bao gồm việc nung nóng pha tới nhiệt độ đã định và giữ pha ở nhiệt độ này. Sau đó, phôi đã được nung nóng này được chuyển vào khuôn, được dập nóng và được làm nguội xuống nhiệt độ trong phòng.

Từ mỗi chi tiết mạ được dập nóng, mẫu được lấy, và độ bám dính của lớp mạ được đánh giá bằng cách xác định tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt trong lớp mạ theo phương pháp được mô tả ở trên. Hơn thế nữa, độ dày của lớp mạ được đo.

Cuối cùng, lớp sơn được lắng phủ điện phân $20\mu\text{m}$ được phủ trên một mặt của mỗi chi tiết, và sự bám dính của lớp sơn trên các chi tiết được đánh giá bằng thử nghiệm về độ bám dính của sơn ướt theo tiêu chuẩn ISO 2409:2007. Sự bám dính sơn được xem là tốt nếu kết quả của thử nghiệm này nhỏ hơn hoặc bằng 2, hoặc tồi nếu kết quả của thử nghiệm này lớn hơn 2.

Trong tất cả các ví dụ, bề rộng của các thép tấm bằng 1m.

Các điều kiện sản xuất (thành phần thép, độ dày t sau khi cán nóng, nhiệt độ cán thành phẩm FRT, phần austenit ngay trước khi cuộn f_y và nhiệt độ cuộn tối đa $T_{\text{cuộn tối đa}}$, nhiệt độ cuộn $T_{\text{cuộn}}$, thời gian tẩy rửa $t_{\text{tẩy rửa}}$ và thời gian nung nóng t_c) đối với mỗi phần được thể hiện trong Bảng 3.

Bảng 3

Mẫu	Thép	Lớp mạ	Mạ điện lớp mạ Zn	th (mm)	FRT (°C)	f _y	T _{cuộn tối đa} (°C)	T _{cuộn} (°C)	t _{tẩy rửa} (s)	t _c (s)
<u>1</u>	A	α	Không	3,3	875	0,65	559	<u>585</u>	25	600
<u>2</u>	A	α	Không	3,3	875	0,65	559	<u>655</u>	45	600
<u>3</u>	A	α	Không	3,3	875	0,65	559	<u>585</u>	45	600
<u>4</u>	A	α	Không	3,3	875	0,65	559	<u>585</u>	375	600
5	A	α	Không	3,3	850	0,61	565	540	375	600
6	A	α	Không	3,3	850	0,59	567	515	16	600
7	A	α	Không	3,3	850	0,59	567	515	21	600
8	A	α	Không	3,3	885	0,87	528	520	28	600
9	A	α	Không	3,3	885	0,87	528	520	35	600
10	A	α	Không	3,3	905	0,88	527	510	26	600
11	A	α	Không	3,3	905	0,88	527	510	23	600
12	A	α	Không	3,3	865	0,61	565	533	63	600
13	A	α	Không	3,3	905	0,87	528	519	22	600
14	A	α	Không	3,3	904	0,87	528	515	15	600
15	A	α	Không	3,3	867	0,64	560	554	52	600
16	A	α	Không	3,3	861	0,64	560	548	24	600
17	A	α	Không	3,3	851	0,85	531	476	45	600
18	A	α	Không	3,3	857	0,83	534	504	60	600
<u>19</u>	B	α	Không	2,6	845	0,1	636	<u>655</u>	41	520
20	B	α	Không	2,6	905	0,1	636	555	25	520
21	B	α	Không	2,6	845	0,1	636	555	60	520
<u>22</u>	C	α	Không	3,2	905	0,8	538	<u>655</u>	21	600
<u>23</u>	D	α	Không	3,2	875	0,9	495	<u>531</u>	28	600
24	D	α	Không	3,2	872	0,9	495	495	38	600
<u>25</u>	D	α	Không	3,2	874	0,9	495	<u>581</u>	20	600
26	E	α	Không	3,3	880	0,5	580	545	24	600
<u>27</u>	A	β	Không	3,1	885	0,65	559	<u>655</u>	25	600
28	A	β	Không	3,1	885	0,84	532	515	21	600
29	A	α	Có	3,3	862	0,62	563	515	22	600

Trong bảng này, các giá trị được gạch chân là không theo sáng chế.

Các đặc tính được đo trên mỗi nền thép đã được cán nóng, tấm hoặc chi tiết (tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt SV_{SS} trong vùng bề mặt của nền thép đã được cán nóng, độ sâu oxy hoá giữa các hạt D₁₀ của thép tấm được cán nóng,

độ dày của lớp mạ C_t , độ dày IM_t của lớp liên kim loại, và tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt trong lớp mạ của chi tiết được dập nóng $SP_{mạ}$, và chất lượng bám dính lớp sơn, tốt hoặc tồi) được thể hiện trong Bảng 4.

Bảng 4

Mẫu	SV_{ss} (%)	D_{IO} (μm)	C_t (μm)	IM_t (μm)	$SP_{mạ}$ < 3%?	Sự bám dính sơn
<u>1</u>	18,1	<u>5</u>	27,5	11,4	<u>Không</u>	Tồi
<u>2</u>	17,1	<u>10</u>	30,52	8,6	<u>Không</u>	Tồi
<u>3</u>	17,5	<u>4</u>	27,9	11,2	<u>Không</u>	Tồi
<u>4</u>	<u>37,1</u>	NA	<u>37,6</u>	<u>37,6</u>	Có	Tốt
5	5,7	0	31,8	10,9	Có	Tốt
6	18,2	0	31,2	12,8	Có	Tốt
7	11	0	29	11	Có	Tốt
8	15,3	0	29,6	12	Có	Tốt
9	19,9	0	24,3	10,4	Có	Tốt
10	nd	2	23	10,4	Có	Tốt
11	11,5	2	21,3	11,7	Có	Tốt
12	10,8	0	21,9	10,3	Có	Tốt
13	14,2	2	26,9	12,6	Có	Tốt
14	14,4	0	28,4	10,5	Có	Tốt
15	20,2	0	23,5	10,2	Có	Tốt
16	13,9	0	22,7	10,9	Có	Tốt
17	13	0	26,5	9,9	Có	Tốt
18	16	0	27,2	11,1	Có	Tốt
<u>19</u>	nd	<u>9</u>	28,2	8,7	<u>Không</u>	Tồi
20	nd	0	22,6	11,8	Có	Tốt
21	nd	0	26,8	10,3	Có	Tốt
<u>22</u>	nd	<u>12</u>	30	10	<u>Không</u>	Tồi
<u>23</u>	nd	<u>8</u>	27,6	10,1	<u>Không</u>	Tồi
24	nd	0	24,9	9,9	Có	Tốt
<u>25</u>	nd	<u>9</u>	28,4	11,5	<u>Không</u>	Tồi
26	7,0	0	27,1	11	Có	Tốt
<u>27</u>	nd	<u>13</u>	23	7	<u>Không</u>	Tồi
28	nd	2	28,1	10,7	Có	Tốt
29	nd	0	26,2	11,1	Có	Tốt

Trong bảng 4, nd viết tắt cho “không xác định được”, và NA chỉ “không thể áp dụng được”.

Các mẫu 1-4, 19, 22, 23, 25 và 27 được sản xuất với nhiệt độ cuộn không theo sáng chế. Đặc biệt là, các mẫu 1-4, 19, 22, 23, 25 và 27 được cuộn ở nhiệt độ lớn hơn nhiệt độ cuộn tối đa $T_{\text{cuộn tối đa}}$, dẫn đến có độ sâu oxy hoá giữa các hạt lớn trước khi tẩy rửa.

Các mẫu 1-3, 19, 22, 23, 25 và 27 được tẩy rửa trong các điều kiện bình thường, tức là trong thời gian nằm trong khoảng từ 15 đến 65 giây. Với các điều kiện nhiệt độ cuộn và tẩy rửa, độ sâu oxy hoá giữa các hạt của thép tấm (được đo sau khi mạ) của các mẫu 1-3 19, 22, 23, 25 và 27 lớn hơn hoặc bằng $4\mu\text{m}$, tức là lớn hơn độ sâu oxy hóa tối đa có thể chấp nhận được.

Do vậy, sau khi đập nóng, tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt trong lớp mạ lớn hơn 3%, và sự bám dính sơn tồi.

Ngoài ra, Ví dụ 23, được làm từ thép E chứa 0,417% Ni, được cuộn ở nhiệt độ 531°C . Kết quả là, một lượng lớn rỉ sắt, bám dính lên bề mặt, có mặt trên thép tấm trước khi tẩy rửa và sau khi tẩy rửa. Việc loại bỏ rỉ sắt này sẽ đòi hỏi việc tẩy rửa kỹ, tuy nhiên có thể làm giảm đáng kể hiệu suất tẩy rửa.

Các kết quả tương tự có thể thu được bằng cách sử dụng nhiệt độ cuộn thấp hơn 531°C nhưng lớn hơn 495°C . Mẫu 4 được tẩy rửa kỹ, trong thời gian 375 giây. Với các điều kiện nhiệt độ cuộn và tẩy rửa này, ngay cả khi thép tấm được cán nóng này không có sự oxy hoá giữa các hạt sau khi mạ, thì tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt trong vùng bề mặt của nền thép trước khi mạ vẫn rất cao (37,1%). Do đó, sự phát triển không được kiểm soát của lớp liên kim loại xảy ra trong khi mạ nhúng nóng, khiến cho độ dày của lớp mạ không thể kiểm soát được để nằm trong khoảng từ 20 tới $33\mu\text{m}$, độ dày của lớp mạ đối với mẫu 4 là $37,6\mu\text{m}$.

Trái lại, Mẫu 5 được tẩy rửa kỹ, với cùng thời gian như Mẫu 4, nhưng, khác với Mẫu 4, nó được sản xuất với nhiệt độ cuộn theo sáng chế. Do đó, trước khi tẩy rửa, nền thép đã được cán nóng không có hoặc ít có sự oxy hoá giữa các hạt, khiến cho, sau khi tẩy rửa, tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt trong

vùng bề mặt của nền thép là thấp (5%), trái ngược với Mẫu 4. Do đó, độ dày của lớp mạ có thể kiểm soát được nằm trong khoảng từ 20 tới $33\mu\text{m}$. Việc so sánh các mẫu 4 và 5 do vậy minh họa các điều kiện sản xuất theo sáng chế cho phép đạt được độ bám dính của lớp mạ được cải thiện sau khi dập nóng, và sự bám dính lớp sơn thỏa đáng đồng thời cho phép kiểm soát độ dày của lớp mạ.

Ngoài ra, việc so sánh các mẫu 5 và 6, chúng được tẩy rửa kỹ (Mẫu 5) hoặc sơ qua (Mẫu 6) cho thấy rằng, trong điều kiện nhiệt độ cuộn được chọn theo sáng chế, mức độ tẩy rửa không ảnh hưởng đến độ bám dính của lớp mạ và không ảnh hưởng đến việc kiểm soát độ dày của lớp mạ.

Những kết quả này thể hiện rằng, trong quy trình của sáng chế, mức độ tẩy rửa có thể được giảm bớt mà không làm suy giảm độ bám dính của lớp mạ sau khi dập nóng. Do vậy, quy trình theo sáng chế không nhất thiết đòi hỏi việc tẩy rửa kỹ. Do đó, quy trình theo sáng chế cho phép tạo ra thép tấm được cán nóng và mạ có độ dày nằm trong khoảng từ 1,8mm đến 5mm có độ bám dính của lớp mạ được cải thiện sau khi dập nóng, đồng thời cho phép kiểm soát độ dày của lớp mạ của thép tấm được cán nóng và mạ nằm trong khoảng đã định, đặc biệt là nằm trong khoảng từ 10 đến $33\mu\text{m}$, và không làm giảm hiệu suất ở dây chuyền tẩy rửa.

Các mẫu 5 tới 18, 20, 21, 24, 26, 28 và 29 thể hiện rằng khi thép tấm được cán nóng và mạ được sản xuất bởi phương pháp theo sáng chế, thì thép tấm được cán nóng này không có hoặc ít có sự oxy hoá giữa các hạt, khiến cho tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt trong lớp mạ của chi tiết được dập nóng $SP_{\text{mạ}}$ là thấp, và sự bám dính sơn là tốt. Ngoài ra, độ sâu oxy hoá giữa các hạt trước khi tẩy rửa là thấp, khiến cho tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt trong vùng bề mặt của nền thép trước khi mạ là thấp. Kết quả là, độ dày của lớp mạ có thể kiểm soát được nằm trong khoảng từ 20 tới $33\mu\text{m}$.

Đặc biệt là, mẫu 24 được làm từ thép D, có thành phần theo khía cạnh thứ hai của sáng chế. Nhiệt độ cuộn nhỏ hơn hoặc bằng 495°C . Với nhiệt độ cuộn này, thép tấm được cán nóng không có hoặc ít có sự oxy hoá giữa các hạt, tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt trong lớp mạ của chi tiết được dập nóng $SP_{\text{mạ}}$ là

thấp, và sự bám dính sơn tốt. Ngoài ra, độ sâu oxy hoá giữa các hạt trước khi tẩy rửa là thấp, khiến cho tỷ lệ phân trăm lỗ rỗng bề mặt trong vùng bề mặt của nền thép trước khi mạ là thấp. Kết quả là, độ dày của lớp mạ có thể kiểm soát được nằm trong khoảng từ 20 tới 33 μ m. Hơn thế nữa, thời gian tẩy rửa có thể được giảm để đạt được năng suất cao của dây chuyền tẩy rửa.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp sản xuất thép tấm được cán nóng và mạ có độ dày nằm trong khoảng từ 1,8mm đến 5mm, phương pháp này bao gồm các bước:

- tạo ra bán thành phẩm thép có thành phần bao gồm các nguyên tố, tính theo phần trăm khối lượng:

$$0,24\% \leq C \leq 0,38\%$$

$$0,40\% \leq Mn \leq 3\%$$

$$0,10\% \leq Si \leq 0,70\%$$

$$0,015\% \leq Al \leq 0,070\%$$

$$0,001\% \leq Cr \leq 2\%$$

$$0,25\% \leq Ni \leq 2\%$$

$$0,015\% \leq Ti \leq 0,1\%$$

$$0\% \leq Nb \leq 0,06\%$$

$$0,0005\% \leq B \leq 0,0040\%$$

$$0,003\% \leq N \leq 0,010\%$$

$$0,0001\% \leq S \leq 0,005\%$$

$$0,0001\% \leq P \leq 0,025\%,$$

các hàm lượng titan và nito thỏa mãn biểu thức:

$$Ti/N > 3,42,$$

các hàm lượng cacbon, mangan, crom và silic thỏa mãn biểu thức:

$$2,6C + \frac{Mn}{5,3} + \frac{Cr}{13} + \frac{Si}{15} \geq 1,1\%,$$

thành phần hoá học này tùy ý còn bao gồm một hoặc các nguyên tố sau:

$$0,05\% \leq Mo \leq 0,65\%$$

$$0,001\% \leq W \leq 0,30\%$$

$$0,0005\% \leq Ca \leq 0,005\%,$$

lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ việc nấu luyện,

- cán nóng bán thành phẩm thép này với nhiệt độ cán thành phẩm FRT nằm trong khoảng từ 840°C đến 1000°C, để tạo ra sản phẩm thép được cán nóng có độ dày nằm trong khoảng từ 1,8mm đến 5mm, tiếp đó
- làm nguội sản phẩm thép được cán nóng này xuống nhiệt độ cuộn $T_{\text{cuộn}}$ và cuộn sản phẩm thép được cán nóng này ở nhiệt độ cuộn $T_{\text{cuộn}}$ để thu được nền thép đã được cán nóng, nhiệt độ cuộn $T_{\text{cuộn}}$ thoả mãn biểu thức:

$$450^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{cuộn}} \leq 495^{\circ}\text{C},$$

- tẩy rửa nền thép đã được cán nóng này,
- phủ nền thép đã được cán nóng này bằng Al hoặc hợp kim Al bởi việc nhúng nóng liên tục trong bể mạ, để tạo ra thép tấm được cán nóng và mạ là thép tấm được cán nóng và có lớp mạ Al hoặc hợp kim Al có độ dày nằm trong khoảng từ 10 đến 33 μm trên cả hai mặt của thép tấm được cán nóng này.

2. Phương pháp sản xuất thép tấm được cán nóng và mạ theo điểm 1, trong đó sau khi tẩy rửa và trước khi mạ, tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt trong vùng bề mặt của nền thép đã được cán nóng nhỏ hơn 30%, vùng bề mặt này được xác định là vùng mở rộng từ điểm trên của bề mặt nền thép đã được cán nóng đâm sâu xuống 15 μm , tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt là tỷ lệ giữa toàn bộ vùng bề mặt không chứa thép và toàn bộ vùng bề mặt, nhân 100, được xác định là trị số trung bình của năm trị số thu được trên năm mặt cắt khác nhau.

3. Phương pháp sản xuất thép tấm được cán nóng và mạ theo điểm 1 hoặc 2, trong đó thép tấm được cán nóng này có độ sâu oxy hoá giữa các hạt nhỏ hơn 4 μm ,

độ sâu oxy hoá giữa các hạt được xác định là độ dày của vùng thép tấm được cán nóng này, tính từ bề mặt thép tấm được cán nóng vào phía bên trong của thép tấm được cán nóng này, theo phương vuông góc với bề mặt này, trong đó sự oxy hoá giữa các hạt được quan sát,

độ sâu oxy hoá giữa các hạt được quan sát bằng kính hiển vi quang học với độ phóng đại 1000 lần, trên năm mặt cắt khác nhau, mỗi mặt cắt này có độ dài l_{ref}

150 μ m, từ mẫu được lấy từ vùng lõi và trục của cuộn thép, sao cho trên mỗi mặt cắt, độ sâu oxy hoá giữa các hạt tối đa được đo, độ sâu oxy hoá giữa các hạt được xác định là trị số trung bình của năm trị số thu được như vậy.

4. Phương pháp sản xuất thép tấm được cán nóng và mạ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 3, trong đó bề mạ chứa, tính theo phần trăm khối lượng, từ 8% tới 11% silic và từ 2% tới 4% sắt, phần còn lại là nhôm hoặc hợp kim nhôm và các tạp chất khó tránh khỏi từ quá trình sản xuất.

5. Phương pháp sản xuất thép tấm được cán nóng và mạ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 3, trong đó bề mạ chứa, tính theo phần trăm khối lượng, từ 2,0% tới 24,0% kẽm, từ 7,1% tới 12,0% silic, tùy ý từ 1,1% tới 8,0% magie, và các nguyên tố bổ sung tùy ý được chọn từ Pb, Ni, Zr hoặc Hf, hàm lượng của mỗi nguyên tố bổ sung này không lớn hơn 0,3%, lượng còn lại là nhôm và các tạp chất khó tránh khỏi và các nguyên tố tồn dư, tỷ lệ Al/Zn lớn hơn 2,9.

6. Phương pháp sản xuất thép tấm được cán nóng và mạ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 3, trong đó bề mạ chứa, tính theo phần trăm khối lượng, từ 4,0% tới 20,0% kẽm, từ 1% tới 3,5% silic, tùy ý từ 1,0% tới 4,0% magie, và các nguyên tố bổ sung tùy ý được chọn từ Pb, Ni, Zr hoặc Hf, hàm lượng của mỗi nguyên tố bổ sung này không lớn hơn 0,3%, lượng còn lại là nhôm và các tạp chất khó tránh khỏi và các nguyên tố tồn dư, tỷ lệ Zn/Si nằm trong khoảng từ 3,2 đến 8,0.

7. Phương pháp sản xuất thép tấm được cán nóng và mạ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 3, trong đó bề mạ chứa, tính theo phần trăm khối lượng, từ 2,0% tới 24,0% kẽm, từ 1,1% tới 7,0% silic, tùy ý từ 1,1% tới 8,0% magie khi hàm lượng silic nằm trong khoảng từ 1,1 đến 4,0%, và các nguyên tố bổ sung tùy ý được chọn từ Pb, Ni, Zr hoặc Hf, hàm lượng của mỗi nguyên tố bổ sung

này không lớn hơn 0,3%, lượng còn lại là nhôm và các tạp chất khó tránh khỏi và các nguyên tố tồn dư, tỷ lệ Al/Zn lớn hơn 2,9.

8. Phương pháp sản xuất thép tấm được cán nóng và mạ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 7, còn bao gồm, sau khi mạ thép tấm được cán nóng này bằng Al hoặc hợp kim Al, bước làm lắng phủ lớp mạ Zn trên lớp mạ Al hoặc hợp kim Al nhờ quá trình thấm cacbon, nhờ quá trình mạ điện phân hoặc nhờ quá trình lắng phủ bốc hơi tốc độ âm, lớp mạ Zn có độ dày nhỏ hơn hoặc bằng 1,1 μ m.

9. Thép tấm được cán nóng và mạ, bao gồm:

- thép tấm được cán nóng có độ dày nằm trong khoảng từ 1,8mm đến 5mm, trong đó thép này có thành phần bao gồm các nguyên tố, tính theo phần trăm khối lượng:

$$0,24\% \leq C \leq 0,38\%$$

$$0,40\% \leq Mn \leq 3\%$$

$$0,10\% \leq Si \leq 0,70\%$$

$$0,015\% \leq Al \leq 0,070\%$$

$$0,001\% \leq Cr \leq 2\%$$

$$0,25\% \leq Ni \leq 2\%$$

$$0,015\% \leq Ti \leq 0,1\%$$

$$0\% \leq Nb \leq 0,06\%$$

$$0,0005\% \leq B \leq 0,0040\%$$

$$0,003\% \leq N \leq 0,010\%$$

$$0,0001\% \leq S \leq 0,005\%$$

$$0,0001\% \leq P \leq 0,025\%,$$

các hàm lượng titan và nito thỏa mãn biểu thức:

$$Ti/N > 3,42,$$

các hàm lượng cacbon, mangan, crom và silic thỏa mãn biểu thức:

$$2,6C + \frac{Mn}{5,3} + \frac{Cr}{13} + \frac{Si}{15} \geq 1,1\%,$$

thành phần hoá học này tùy ý còn bao gồm một hoặc các nguyên tố sau:

$$0,05\% \leq Mo \leq 0,65\%$$

$$0,001\% \leq W \leq 0,30\%$$

$$0,0005\% \leq Ca \leq 0,005\%,$$

lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ việc nấu luyện, thép tấm được cán nóng này có độ sâu oxy hoá giữa các hạt nhỏ hơn 4 μm , độ sâu oxy hoá giữa các hạt được xác định là độ dày của vùng thép tấm được cán nóng này, tính từ bề mặt thép tấm được cán nóng vào phía bên trong của thép tấm được cán nóng này, theo phương vuông góc với bề mặt này, trong đó sự oxy hoá giữa các hạt được quan sát, độ sâu oxy hoá giữa các hạt được quan sát bằng kính hiển vi quang học với độ phóng đại 1000 lần, trên năm mặt cắt khác nhau, mỗi mặt cắt này có độ dài l_{ref} 150 μm , từ mẫu được lấy từ vùng lõi và trục của cuộn thép, sao cho trên mỗi mặt cắt, độ sâu oxy hoá giữa các hạt tối đa được đo, độ sâu oxy hoá giữa các hạt được xác định là trị số trung bình của năm trị số thu được như vậy,

- lớp mạ Al hoặc hợp kim Al, có độ dày nằm trong khoảng từ 10 đến 33 μm , trên cả hai mặt của thép tấm được cán nóng này.

10. Thép tấm được cán nóng và mạ theo điểm 9, trong đó lớp mạ là lớp liên kim loại có độ dày nhỏ hơn hoặc bằng 15 μm .

11. Thép tấm được cán nóng và mạ theo điểm 9 hoặc 10, trong đó thép tấm được cán nóng và mạ còn có, trên mỗi mặt, lớp mạ Zn có độ dày nhỏ hơn hoặc bằng 1,1 μm .

12. Phương pháp sản xuất chi tiết thép mạ được dập nóng, bao gồm các bước:

- tạo ra thép tấm được cán nóng và mạ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 9 tới 11 hoặc thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 8, nhờ đó tạo ra thép tấm được cán nóng và mạ,
- cắt thép tấm được cán nóng và mạ này để thu được phôi,
- nung nóng phôi này trong lò tới nhiệt độ T_c để thu được phôi đã được nung nóng,
- chuyển phôi đã được nung nóng này vào khuôn và dập nóng phôi đã được nung nóng này trong khuôn, để nhờ đó tạo ra phôi được dập nóng,
- làm nguội phôi đã được dập nóng này tới nhiệt độ nhỏ hơn 400°C để thu được chi tiết thép mạ được dập nóng.

13. Phương pháp sản xuất chi tiết thép mạ được dập nóng theo điểm 12, trong đó sau khi cắt thép tấm được cán nóng và mạ này để tạo ra phôi và trước khi phôi này được nung nóng tới nhiệt độ T_c , phôi này được hàn vào một phôi khác được làm bằng thép có thành phần bao gồm các nguyên tố, tính theo phần trăm khối lượng:

$$0,04\% \leq C \leq 0,38\%$$

$$0,40\% \leq \text{Mn} \leq 3\%$$

$$0,005\% \leq \text{Si} \leq 0,70\%$$

$$0,005\% \leq \text{Al} \leq 0,1\%$$

$$0,001\% \leq \text{Cr} \leq 2\%$$

$$0,001\% \leq \text{Ni} \leq 2\%$$

$$0,001\% \leq \text{Ti} \leq 0,2\%$$

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

$$\text{B} \leq 0,010\%$$

$$0,0005\% \leq \text{N} \leq 0,010\%$$

$$0,0001\% \leq \text{S} \leq 0,05\%$$

$$0,0001\% \leq \text{P} \leq 0,1\%$$

$$\text{Mo} \leq 0,65\%$$

$$\text{W} \leq 0,30\%$$

$$\text{Ca} \leq 0,006 \%$$

lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ việc nấu luyện.

14. Phương pháp sản xuất chi tiết thép mạ được dập nóng theo điểm 12, trong đó sau khi cắt thép tấm được cán nóng và mạ này để tạo ra phôi và trước khi phôi này được nung nóng tới nhiệt độ T_c , phôi này được hàn vào một phôi khác được làm bằng thép có thành phần bao gồm các nguyên tố, tính theo phần trăm khối lượng:

$$\text{hoặc là } 0,24\% \leq C \leq 0,38\% \text{ và } 0,40\% \leq \text{Mn} \leq 3\%$$

$$\text{hoặc } 0,38\% \leq C \leq 0,43\% \text{ và } 0,05\% \leq \text{Mn} \leq 0,40\%$$

$$0,10\% \leq \text{Si} \leq 0,70\%$$

$$0,015\% \leq \text{Al} \leq 0,070\%$$

$$0,001\% \leq \text{Cr} \leq 2\%$$

$$0,25\% \leq \text{Ni} \leq 2\%$$

$$0,015\% \leq \text{Ti} \leq 0,1\%$$

$$0\% \leq \text{Nb} \leq 0,06\%$$

$$0,0005\% \leq \text{B} \leq 0,0040\%$$

$$0,003\% \leq \text{N} \leq 0,010\%$$

$$0,0001\% \leq \text{S} \leq 0,005\%$$

$$0,0001\% \leq \text{P} \leq 0,025\%,$$

các hàm lượng titan và niơ thoả mãn biểu thức:

$$\text{Ti/N} > 3,42,$$

các hàm lượng cacbon, mangan, crom và silic thoả mãn biểu thức:

$$2,6C + \frac{\text{Mn}}{5,3} + \frac{\text{Cr}}{13} + \frac{\text{Si}}{15} \geq 1,1\%$$

thành phần hoá học này tuỳ ý còn bao gồm một hoặc các nguyên tố sau:

$$0,05\% \leq \text{Mo} \leq 0,65\%$$

$$0,001\% \leq \text{W} \leq 0,30\%$$

$$0,0005\% \leq \text{Ca} \leq 0,005\%,$$

lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ việc nấu luyện.

15. Chi tiết thép mạ được dập nóng, bao gồm ít nhất một phần có độ dày nằm trong khoảng từ 1,8mm đến 5mm, chi tiết thép mạ được dập nóng này có lớp mạ Al hoặc hợp kim Al, lớp mạ này có tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt nhỏ hơn hoặc bằng 3%, phần này được làm bằng thép có thành phần bao gồm các nguyên tố, tính theo phần trăm khối lượng:

$$0,24\% \leq C \leq 0,38\%$$

$$0,40\% \leq Mn \leq 3\%$$

$$0,10\% \leq Si \leq 0,70\%$$

$$0,015\% \leq Al \leq 0,070\%$$

$$0,001\% \leq Cr \leq 2\%$$

$$0,25\% \leq Ni \leq 2\%$$

$$0,015\% \leq Ti \leq 0,1\%$$

$$0\% \leq Nb \leq 0,06\%$$

$$0,0005\% \leq B \leq 0,0040\%$$

$$0,003\% \leq N \leq 0,010\%$$

$$0,0001\% \leq S \leq 0,005\%$$

$$0,0001\% \leq P \leq 0,025\%,$$

các hàm lượng titan và nito thỏa mãn biểu thức:

$$Ti/N > 3,42,$$

các hàm lượng cacbon, mangan, crom và silic thỏa mãn biểu thức:

$$2,6C + \frac{Mn}{5,3} + \frac{Cr}{13} + \frac{Si}{15} \geq 1,1\%,$$

thành phần hoá học này tùy ý còn bao gồm một hoặc các nguyên tố sau:

$$0,05\% \leq Mo \leq 0,65\%$$

$$0,001\% \leq W \leq 0,30\%$$

$$0,0005\% \leq Ca \leq 0,005\%,$$

lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ việc nấu luyện,

tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt trong lớp mạ được xác định bằng cách quan sát năm mặt cắt khác nhau của mẫu dưới kính hiển vi quang học, với độ phóng đại 1000 lần, mỗi mặt cắt này có độ dài l_{ref} là $150\mu m$,

tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt trong lớp mạ của mặt cắt khi xem xét được tính toán dưới dạng tỷ lệ giữa bề mặt bị chiếm chỗ bởi các lỗ rỗng và toàn bộ bề mặt bị chiếm chỗ bởi lớp mạ, nhân 100,

tỷ lệ phần trăm lỗ rỗng bề mặt trong lớp mạ được xác định là trị số trung bình của năm trị số thu được như vậy.

1/1

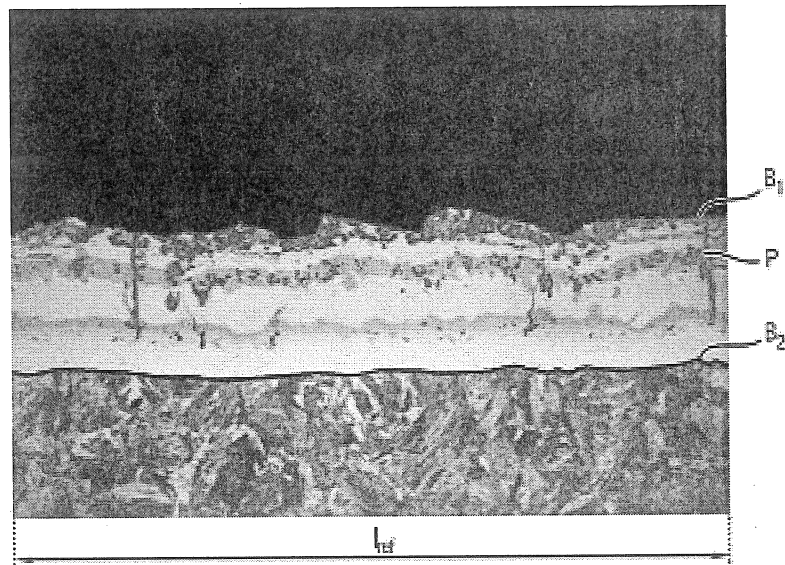


FIG.1

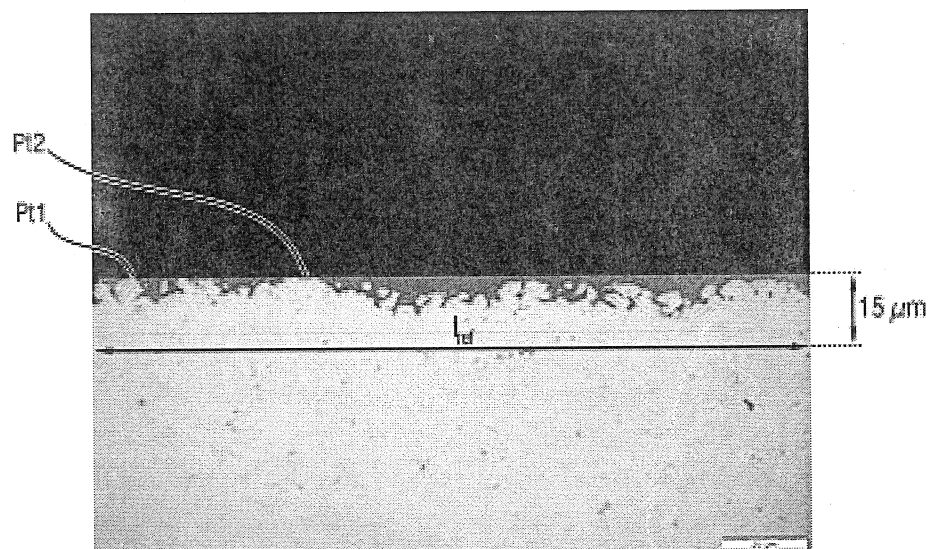


FIG.2