



(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)



1-0038342

(51)^{2020.01} C21D 8/12; C22C 38/04; C22C 38/06; (13) B
C22C 38/02

(21) 1-2021-01129

(22) 09/09/2019

(86) PCT/IB2019/057571 09/09/2019

(87) WO2020/058801 26/03/2020

(30) PCT/IB2018/057246 20/09/2018 IB

(45) 25/01/2024 430

(43) 26/07/2021 400

(73) ARCELORMITTAL (LU)

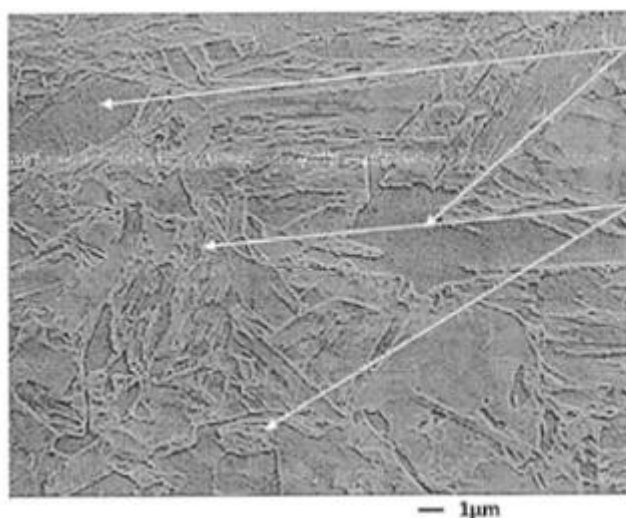
24-26, Boulevard d'Avranches, L-1160 Luxembourg, Luxembourg

(72) SARKAR, Sujay (IN).

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

(54) TẤM THÉP ĐƯỢC CÁN NÓNG VÀ QUY TRÌNH SẢN XUẤT TẤM THÉP NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép được cán nóng có thành phần hóa học chứa các nguyên tố sau, tính theo tỷ lệ phần trăm khối lượng: $0,15\% \leq C \leq 0,20\%$, $0,50\% \leq Mn \leq 2,00\%$, $0,25\% \leq Si \leq 1,25\%$, $0,10\% \leq Al \leq 1,00\%$, với $1,00\% \leq (Al+Si) \leq 2,00\%$, $0,001\% \leq Cr \leq 0,250\%$, $P \leq 0,02\%$, $S \leq 0,005\%$, $N \leq 0,008\%$, và tùy ý một hoặc nhiều nguyên tố sau: $0,005\% \leq Mo \leq 0,250\%$, $0,005\% \leq V \leq 0,250\%$, $0,0001\% \leq Ca \leq 0,003\%$ và $0,001\% \leq Ti \leq 0,025\%$, phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi, và trong đó tấm thép này có vi cấu trúc chứa ferrit và bainit ở hàm lượng tổng số cao hơn 5% đến nhỏ hơn 20% tính theo tỷ lệ diện tích bề mặt, phần còn lại này cấu thành từ martensit được ram. Sáng chế cũng đề cập đến quy trình sản xuất tấm thép được cán nóng này.



Ferrit và Bainit

Martensit được ram

— 1μm

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép được cán nóng, có độ bền chảy nằm trong khoảng từ 780MPa đến 1000MPa, độ bền kéo nằm trong khoảng từ 950MPa đến 1150MPa, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 980MPa đến 1150MPa, và hệ số giãn nở lỗ cao hơn 45%, có thể được sử dụng để sản xuất các chi tiết kết cấu của xe cơ giới.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Việc giảm trọng lượng của xe để làm giảm phát thải khí CO₂ là thách thức chính trong ngành công nghiệp sản xuất xe cơ giới. Việc giảm trọng lượng của xe này phải đi đôi với các yêu cầu an toàn. Thép có độ bền cao thế hệ mới được liên tục phát triển bởi ngành công nghiệp chế tạo thép để đáp ứng các yêu cầu này. Do thép có độ bền cao được sử dụng ngày càng nhiều trong các xe cơ giới, nên có nhu cầu ngày càng tăng về thép cả độ bền được gia tăng và hệ số giãn nở lỗ được cải thiện. Do đó, một số loại thép có độ bền khác nhau đã được đề xuất.

EP1138796 đề cập đến tấm thép được cán nóng có độ bền kéo cao hơn 1000MPa, thích hợp để sản xuất các chi tiết của xe cơ giới. Quy trình sản xuất tấm thép được cán nóng này cần sử dụng các nguyên tố hợp kim đắt tiền bắt buộc, như molybden do tác dụng hóa cứng của nó, cho phép thu được cấu trúc bainit hoàn toàn và đặc tính cơ học cao, và vanadi cho phép thu được nitrua và carbua mịn và độ bền kéo cao.

WO2018108653 đề cập đến tấm thép phẳng được cán nóng có độ bền kéo nằm trong khoảng từ 800MPa đến 1500MPa, độ bền chảy cao hơn 700MPa, độ giãn nằm trong khoảng từ 7% đến 25% và hệ số giãn nở lỗ cao hơn 20%. Tấm thép martensit được cán nóng này được sản xuất bằng quy trình tôi và phân tách pha trong đó tấm thép trước tiên được làm nguội ở khoảng nhiệt độ trong đó quá trình biến đổi martensit không hoàn toàn. Sau đó, tấm thép được gia nhiệt lại ở khoảng nhiệt độ trong đó cacbon được phân tách pha, tức là khuếch tán từ martensit và làm giàu austenit để làm ổn định nó. Sau đó, tấm thép được làm nguội đến nhiệt độ phòng. Do đó, tấm thép thành phẩm chứa martensit được phân tách pha, martensit mới và austenit còn dư. Tuy nhiên, để thực hiện quy trình này cần có thiết bị và dây chuyền sản xuất chuyên dụng.

WO2012130434 đề cập đến quy trình xử lý nhiệt biến đổi trên toàn bộ chiều rộng của thép được phủ có pha kếp hoặc vi cấu trúc martensit, để thu được tấm kim loại có đặc tính cơ học thích hợp trên toàn bộ chiều rộng của của dải kim loại này. Tuy nhiên, phương pháp này cần thiết bị sản xuất chuyên dụng. Hơn nữa, bước xử lý nhiệt được cục bộ hóa có thể tạo ra ứng suất dư và các vấn đề về độ phẳng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề cập đến tấm thép được cán nóng có độ bền cao mà không cần bổ sung lượng lớn nguyên tố đắt tiền. Sáng chế cũng đề cập đến quy trình sản xuất tấm thép được cán nóng bằng cách sử dụng dây truyền sản xuất thông thường với chi phí sản xuất thấp.

Do đó, sáng chế đề cập đến tấm thép phẳng được cán nóng có độ bền cao, tấm thép này có độ bền chảy nằm trong khoảng từ 780MPa đến 1000MPa, độ bền kéo TS nằm trong khoảng từ 950MPa đến 1150MPa, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 980MPa đến 1150MPa, độ giãn tổng số cao hơn 8%, và hệ số giãn nở lỗ cao hơn 45%.

Sáng chế cũng đề cập đến tấm thép có khả năng chống lại hiện tượng hình thành và lan truyền vết nứt cao, do đó có thể ngăn ngừa hiện tượng nứt vỡ bất kỳ của các chi tiết được chế tạo từ tấm thép. Cụ thể, sáng chế đề cập đến tấm thép phẳng được cán nóng có năng lượng nứt vỡ Charpy V cao hơn 50J/cm² ở nhiệt độ 20°C.

Sáng chế đề cập đến tấm thép được cán nóng có thành phần hóa học chứa các nguyên tố sau, tính theo tỷ lệ phần trăm khối lượng: $0,15\% \leq C \leq 0,20\%$, $0,50\% \leq Mn \leq 2,00\%$, $0,25\% \leq Si \leq 1,25\%$, $0,10\% \leq Al \leq 1,00\%$, với $1,00 \leq (Al + Si) \leq 2,00$, $0,001\% \leq Cr \leq 0,250\%$, $P \leq 0,02\%$, $S \leq 0,005$, $N \leq 0,008\%$ và tùy ý một hoặc nhiều nguyên tố sau: $0,005\% \leq Mo \leq 0,250\%$, $0,005\% \leq V \leq 0,250\%$, $0,0001\% \leq Ca \leq 0,0030\%$ đến $0,001\% \leq Ti \leq 0,025\%$, phần còn lại là sắt và các tạp chất không thể tránh khỏi, và trong đó tấm thép này có vi cấu trúc chứa ferrit và bainit ở hàm lượng tổng số cao hơn 5% đến nhỏ hơn 20% tính theo tỷ lệ diện tích bề mặt, phần còn lại này cấu thành từ martensit được ram.

Theo phương án ưu tiên, tấm thép theo sáng chế có hàm lượng silic nằm trong khoảng từ 0,40% đến 0,90%.

Theo một phương án ưu tiên khác, tấm thép theo sáng chế có hàm lượng nhôm nằm trong khoảng từ 0,30% đến 0,90%.

Theo một phương án ưu tiên khác, tấm thép theo sáng chế có tổng hàm lượng của nhôm và silic nằm trong khoảng từ 1,20% đến 2,00%.

Tấm thép được cán nóng theo sáng chế có độ bền chảy YS nằm trong khoảng từ 780MPa đến 1000MPa và độ bền kéo TS nằm trong khoảng từ 950MPa đến 1150MPa, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 980MPa đến 1150MPa.

Theo sáng chế, tấm thép theo sáng chế có độ giãn tổng số cao hơn 8%.

Theo sáng chế, tấm thép theo sáng chế có hệ số giãn nở lỗ cao hơn 45%.

Theo sáng chế, tấm thép theo sáng chế có năng lượng Charpy V cao hơn 50J/cm² ở nhiệt độ 20°C.

Chiều dày của tấm thép theo sáng chế nằm trong khoảng từ 1,8mm đến 4,5mm, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 1,8mm đến 3,5mm.

Tấm thép được cán nóng theo sáng chế bao gồm lớp ferrit ở bề mặt với chiều dày nhỏ hơn 5% chiều dày của tấm thép được cán nóng này.

Tấm thép được cán nóng theo sáng chế y được phủ bằng kẽm hoặc hợp kim trên cơ sở kẽm.

Theo phương án thứ nhất, lớp phủ trên cơ sở kẽm chứa Al ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 0,01% đến 8,0% khối lượng, tùy ý Mg ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 0,2% đến 8,0% khối lượng, phần còn lại là Zn.

Theo phương án thứ hai, lớp phủ trên cơ sở kẽm chứa Al ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 0,15% đến 0,40% khối lượng, phần còn lại là Zn.

Sáng chế cũng đề cập đến quy trình sản xuất tấm thép được cán nóng nêu trên, bao gồm các bước sau:

- chế tạo thép bán thành phẩm có thành phần như nêu trên, sau đó

- cán nóng thép bán thành phẩm nêu trên ở nhiệt độ cán cuối cùng nằm trong khoảng từ 875°C đến 950°C , để thu được tấm thép, sau đó

- làm nguội tấm thép nêu trên ở tốc độ làm nguội V_{R1} cao hơn $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, để thu được tấm thép đã được làm nguội, sau đó

- cuộn ở nhiệt độ T_{coil} nhỏ hơn 160°C , và nhỏ hơn M_f , để thu được tấm thép đã được cuộn, sau đó

- xử lý nhiệt tấm thép đã được cuộn nêu trên đến nhiệt độ xử lý nhiệt θ_A trong thời gian t_A , θ_A và t_A có mối liên hệ theo công thức $P_A = \theta_A (22 + \log_{10} t_A)$, nằm trong khoảng từ 15400 đến 17500, θ_A được tính theo $^{\circ}\text{K}$, t_A được tính theo giờ.

Theo phương án thứ nhất, bước xử lý nhiệt của quy trình sản xuất theo sáng chế được thực hiện theo mẻ trong môi trường khí trơ hoặc môi trường khí HNX, ở nhiệt độ xử lý nhiệt θ_A nằm trong khoảng từ 400°C đến 475°C , thời gian t_A ở nhiệt độ xử lý nhiệt này nằm trong khoảng từ 10 giờ đến 25 giờ.

Theo phương án thứ hai, bước xử lý nhiệt được thực hiện trên dây chuyền xử lý nhiệt liên tục, đến nhiệt độ xử lý nhiệt θ_A nằm trong khoảng từ 500°C đến 600°C , thời gian t_A ở nhiệt độ xử lý nhiệt này nằm trong khoảng từ 40 giây đến 100 giây, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 50 giây đến 100 giây.

Theo phương án ưu tiên theo sáng chế, thông số P_A nằm trong khoảng từ 15500 đến 17000.

Quy trình sản xuất theo sáng chế còn bao gồm bước tẩy sau bước cuộn và trước bước xử lý nhiệt.

Quy trình sản xuất theo sáng chế còn bao gồm bước tẩy sau bước xử lý nhiệt.

Theo phương án thứ nhất, bước làm nguội được thực hiện bằng nước làm nguội ở tốc độ làm nguội V_{R1} cao hơn $75^{\circ}\text{C}/\text{giây}$.

Theo phương án thứ hai, bước làm nguội được thực hiện ở tốc độ làm nguội V_{R1} , cho đến khi đạt được nhiệt độ trung gian T_i , nằm trong khoảng từ 500°C đến 550°C , sau đó, bắt đầu từ T_i ,

- bước làm nguội bổ sung bằng không khí được thực hiện trong thời gian t_2 nằm trong khoảng từ 1 giây đến 5 giây, sau đó

- tấm thép được làm nguội ở tốc độ làm nguội V_{R2} cao hơn $40^\circ\text{C}/\text{giây}$.

Theo phương án ưu tiên, bước làm nguội bổ sung bằng không khí này được thực hiện trong thời gian t_2 nằm trong khoảng từ 2 giây đến 3 giây.

Tấm thép theo sáng chế có thể được sử dụng để sản xuất các chi tiết kết cấu của xe cơ giới.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn trong phần mô tả dưới đây cùng các hình vẽ kèm theo.

Fig.1 là đồ thị thể hiện thành phần của thép theo sáng chế, mức độ gia tăng hệ số giãn nở lỗ HER dưới dạng hàm số của thông số xử lý nhiệt $P_A = \theta_A (22 + \log_{10} t_A)$.

Fig.2 là đồ thị thể hiện thành phần của thép theo sáng chế, mức độ gia tăng độ bền kéo dưới dạng hàm số của thông số P_A .

Fig.3 là hình ảnh thể hiện vi cấu trúc của tấm thép được cán nóng theo sáng chế.

Fig.4 là hình ảnh thể hiện vi cấu trúc của tấm thép được cán nóng không sáng chế.

Fig.5 là hình ảnh thể hiện vi cấu trúc của tấm thép được cán nóng theo một phương án của sáng chế, trong đó tấm thép này chứa lớp ferrit trên bề mặt của nó.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong phần mô tả dưới đây, độ bền chảy YS, độ bền kéo TS và độ giãn tổng số của tấm thép được xác định theo tiêu chuẩn JIS Z2241. Hệ số giãn nở lỗ HER được xác định theo tiêu chuẩn ISO 16630:2009.

Để đạt được đặc tính vi cấu trúc và đặc tính cơ học mong muốn, thành phần hóa học và các thông số quy trình có tầm quan trọng đáng kể. Tấm thép được cán nóng theo

sáng chế có thành phần hóa học chứa các nguyên tố sau, tính theo tỷ lệ phần trăm khối lượng:

- $0,15\% \leq C \leq 0,20\%$: khi hàm lượng cacbon nhỏ hơn 0,15%, thì độ bền kéo bằng 950MPa có thể không đạt được. Khi hàm lượng cacbon cao hơn 0,20%, thì độ bền chảy và độ bền kéo tương ứng có thể vượt quá 1000MPa và 1150MPa, và độ giãn tổng số có thể nhỏ hơn 8%.

- $0,50\% \leq Mn \leq 2,00\%$: khi hàm lượng mangan nhỏ hơn 0,50%, thì khả năng tôi của thép bị giảm và tổng hàm lượng của phân đoạn ferrit và bainit bề mặt có thể chắc chắn không nhỏ hơn 20%, do đó độ bền kéo có thể nhỏ hơn 950MPa. Khi hàm lượng mangan cao hơn 2,00%, thì nguy cơ phân tách pha trung tâm có thể xuất hiện và dẫn đến làm giảm độ bền chảy, độ bền kéo và hệ số giãn nở lỗ.

- $0,25\% \leq Si \leq 1,25\%$: Silic là nguyên tố được sử dụng để khử oxy hóa trong trạng thái lỏng và đạt được hiện tượng hóa cứng dung dịch. Khi hàm lượng Si nhỏ hơn 0,25%, thì khả năng tôi của thép bị giảm. Tuy nhiên, khi hàm lượng Si vượt quá 1,25%, thì động học của quá trình hình thành carbua bị giảm. Do đó, hàm lượng ferrit có thể cao hơn 20%, và độ bền kéo có thể nhỏ hơn 950MPa. Theo phương án ưu tiên, hàm lượng silic nằm trong khoảng từ 0,40% đến 0,90%

- $0,10\% \leq Al \leq 1,00\%$: nhôm là nguyên tố được bổ sung để góp phần khử oxy hóa hữu hiệu trong trạng thái lỏng và làm ổn định cấu trúc ferrit. Khi hàm lượng nhôm nhỏ hơn 0,10%, thì tổng hàm lượng của phân đoạn ferrit và bainit bề mặt của tấm thép được cán nóng có thể nhỏ hơn 5%, do đó độ giãn tổng số của tấm thép này có thể nhỏ hơn 8%. Khi hàm lượng nhôm vượt quá 1,00%, thì ferrit có thể được tạo ra quá nhiều trong bước làm nguội, do đó độ bền chảy và độ bền kéo mong muốn theo sáng chế có thể không đạt được. Theo phương án ưu tiên, hàm lượng nhôm nằm trong khoảng từ 0,30% đến 0,90%.

- $1,00 \leq Al+Si \leq 2,00$: khi tổng hàm lượng của silic và nhôm nằm trong khoảng từ 1,00% đến 2,00%, thì có thể thu được vi cấu trúc chứa nhiều hơn 5% và nhỏ hơn 20% ferrit và bainit, do đó thu được độ dẻo và độ giãn được gia tăng. Theo phương án ưu tiên, tổng hàm lượng của silic và nhôm nằm trong khoảng từ 1,20% đến 2,00%, để tăng cường hình thành lớp ferrit ở các bề mặt chính của tấm thép. Lớp ferrit có thể giúp thu được bán

kính cong chia cho chiều dày tấm nhỏ hơn 1 theo hướng cán và nhỏ hơn 1,5 theo hướng ngang.

- $P \leq 0,02\%$: khi hàm lượng phospho vượt quá 0,02%, thì hiện tượng phân tách pha ở vị trí ranh giới có thể xuất hiện và độ giãn của tấm thép có thể bị giảm. Hơn nữa, khi hàm lượng phospho vượt quá 0,02%, thì phospho có thể gây ra hiện tượng hóa giòn khi tấm thép đã được cuộn được xử lý bằng bước xử lý nhiệt tiếp theo. Tốt hơn nếu, hàm lượng phospho cao hơn 0,0005% do việc đạt được hàm lượng phospho ở mức nhỏ hơn là rất tốn kém trong quy trình sản xuất thép, mà không thu được lợi ích đáng kể tương ứng liên quan đến đặc tính cơ học.

- $S \leq 0,005\%$: Hàm lượng lưu huỳnh được giới hạn ở 0,005% để làm giảm hình thành sulfua mà có thể làm giảm độ dẻo của tấm thép. Tốt hơn nếu, hàm lượng lưu huỳnh cao hơn 0,0005% do việc đạt được hàm lượng lưu huỳnh ở mức nhỏ hơn trong quy trình sản xuất thép là rất tốn kém, mà không thu được lợi ích đáng kể tương ứng liên quan đến đặc tính cơ học.

- $N \leq 0,008\%$: khi hàm lượng nitơ vượt quá 0,008%, một số nguyên tố có thể kết tủa ở trạng thái lỏng hoặc trạng thái rắn dưới dạng nitrua hoặc carbonitrua. Các chất kết tủa thô phải được ngăn ngừa do chúng làm giảm độ dẻo của tấm thép được cán nóng này. Tốt hơn nếu, hàm lượng nitơ cao hơn 0,001%. Tuy nhiên, việc giảm hàm lượng nitơ đến nhỏ hơn 0,001% là rất tốn kém và không cải thiện đáng kể đặc tính cơ học.

- $0,001\% \leq Cr \leq 0,250\%$: Crom cải thiện khả năng tôi. Khi hàm lượng Cr nhỏ hơn 0,001%, thì khả năng tôi không đạt được. Khi hàm lượng Cr vượt quá 0,250%, thì nguy cơ hiện tượng phân tách pha vi cấu trúc và cấu trúc lớn tăng, do đó độ bền kéo có thể nhỏ hơn 950MPa.

- $0,005\% \leq Mo \leq 0,250\%$: Molybden có thể được bổ sung dưới dạng nguyên tố tùy ý để làm tăng khả năng tôi, tức là có thu được cấu trúc martensit dễ dàng hơn trong bước làm nguội. Khi hàm lượng Mo nhỏ hơn 0,005%, such effective effect on is không đạt được. Tuy nhiên, do molybden là nguyên tố đắt tiền, nên hàm lượng của molybden được giới hạn đến 0,250%, sao cho quy trình sản xuất tấm thép có hiệu quả về mặt chi phí.

- $0,005\% \leq V \leq 0,250\%$: Vanadi có thể được bổ sung dưới dạng nguyên tố tùy ý để thu được tấm thép có độ dai cao sau bước xử lý nhiệt theo mẻ. Tuy nhiên, khi làm lượng V cao hơn 0,250% thì không có hiệu quả về mặt chi phí.

- $0,0001\% \leq Ca \leq 0,0030\%$: Canxi cũng có thể được bổ sung dưới dạng nguyên tố tùy ý. Việc bổ sung Ca ở trạng thái lỏng có thể tạo ra oxit hoặc oxysulfua mịn. Các hạt này đóng vai trò là các mầm để tạo ra titan nitrua/carbonitrua kết tủa mịn trong giai đoạn tiếp theo. Việc giảm kích cỡ của carbonitrua có thể tạo ra hệ số giãn nở lỗ được cải thiện.

- $0,001\% \leq Ti \leq 0,025\%$: Titan cũng có thể được bổ sung dưới dạng nguyên tố tùy ý: khi hàm lượng Titan cao hơn 0,025%, thì titan dễ bị kết tủa trong pha lỏng ở dạng titan nitrua thô và làm giảm độ dẻo của tấm thép. Tuy nhiên, việc giảm hàm lượng titan ở mức nhỏ hơn 0,001% là khó trên quy mô công nghiệp và không tạo ra hiệu ứng bổ sung liên quan đến đặc tính cơ học.

Phần còn lại của tấm thép theo sáng chế là sắt và các tạp chất không thể tránh khỏi thu được từ quá trình nóng chảy.

Vi cấu trúc của tấm thép được cán nóng theo sáng chế sẽ được mô tả chi tiết dưới đây.

Theo sáng chế, tổng hàm lượng của ferrit và bainit cao hơn 5% đến chắc chắn nhỏ hơn 20%. Khi tổng hàm lượng của ferrit và bainit chắc chắn không nhỏ hơn 20%, thì độ bền chảy và độ bền kéo giảm và không thể đạt được trị số tối thiểu tương ứng của độ bền chảy và độ bền kéo bằng 780MPa và 950Mpa. Hơn nữa, hệ số giãn nở lỗ sẽ thấp. Khi tổng hàm lượng của ferrit và bainit nhỏ hơn 5%, thì độ dẻo của tấm thép bị giảm.

Phần còn lại của vi cấu trúc cấu thành từ martensit được ram. Theo sáng chế, martensit được ram là martensit tái sinh chứa cementit kết tủa có thể được kết tụ ở các nhiệt độ nhiệt tối cao nhất. Các đặc tính của martensit được ram tương ứng với giai đoạn 3 của quá trình tôi martensit được mô tả chi tiết trong tài liệu A. Constant, G. Henry, J.C. Charbonnier: "*Principes de bases des traitements thermiques, thermomécaniques et thermochimiques des aciers*", PYC Edition, 1992, pp. 190-191.

Theo sáng chế, tấm thép được sản xuất bằng quy trình cán nóng. Tấm thép thu được có hai bề mặt chính đối diện và song song, tấm thép cũng có các mép có thể được gọi là các bề mặt thứ cấp. Theo một phương án, tấm thép được cán nóng này bao gồm lớp ferrit ở các bề mặt chính của nó, với chiều dày nhỏ hơn 5% chiều dày của tấm thép được cán nóng này.

Quy trình sản xuất tấm thép được cán nóng sẽ được mô tả chi tiết dưới đây.

Thép bán thành phẩm có thể tiếp tục được cán nóng, được chế tạo với thành phần thép mô tả nêu trên. Thép bán thành phẩm có thể được chế tạo ở dạng thỏi hoặc phiến thu được bằng phương pháp đúc liên tục, với chiều dày thường khoảng 200mm. Theo cách khác, thép bán thành phẩm cũng có thể được chế tạo ở dạng phiến mỏng, với chiều dày khoảng khoảng vài chục mm, hoặc tấm, thu được bằng phương pháp đúc thẳng giữa các con lăn hướng trục. Thép bán thành phẩm được gia nhiệt đến nhiệt độ cao hơn 1150°C, để có thể dễ dàng cán nóng, ở nhiệt độ cán nóng cuối cùng nằm trong khoảng từ 875°C đến 950°C. Bước cán nóng ở nhiệt độ nhỏ hơn 875°C tăng cường hình thành austenit, và sau đó hình thành quá mức ferrit trong bước làm nguội và làm giảm khả năng tạo hình. Khi nhiệt độ cán nóng vượt quá 950°C, thì xu hướng hình thành vẩy gia tăng, do đó chất lượng bề mặt của sản phẩm thấp.

Sau đó, tấm thép được cán nóng được làm nguội ở tốc độ làm nguội V_{RI} ít nhất bằng 50°C/giây để ngăn ngừa hình thành ferrit, cho đến khi nhiệt độ cuộn nhỏ hơn 160°C và cùng nhỏ hơn M_f , M_f là nhiệt độ kết thúc của quá trình biến đổi austenit thành martensit. Theo tài liệu công bố Malcom Blair and Thomas L Stevens, “*Steel castings Handbook* - 6th edition”, nhiệt độ kết thúc pha martensit M_f nhỏ hơn nhiệt độ bắt đầu pha martensit M_s 245°C, có thể được tính toán từ công thức được mô tả trong tài liệu Andrews published in Journal of the Iron and Steel Institute, 203, 721-727, 1965:

$$M_s(^{\circ}C) = 785 - 453 \%C - 16,9 \%Ni - 15 \%Cr - 9,5 \%Mo + 217 (\%C)^2 - 71,5 \%C \times \%Mn - 67,6 \%C \times \%Cr$$

Theo phương án ưu tiên, tấm thép được cán nóng được cuộn ở nhiệt độ nhỏ hơn 160°C và nhỏ hơn ($M_f - 10^{\circ}C$). Theo cách thức này, thu được độ đồng nhất vi cấu trúc cao dọc theo toàn bộ dải thép.

Theo một phương án của bước làm nguội, bước làm nguội được thực hiện bằng bước làm nguội duy nhất, với nước làm nguội ở tốc độ làm nguội V_{R1} cao hơn $75^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, thu được khối vi cấu trúc martensit chứa ferrit và bainit, tổng hàm lượng của ferrit và bainit cao hơn 5% đến chắc chắn nhỏ hơn 20% trong vùng bề mặt.

Theo một phương án khác của bước làm nguội, bước làm nguội được thực hiện bằng nhiều bước làm nguội, với bước làm nguội thứ nhất ở tốc độ làm nguội V_{R1} nêu trên để đạt được nhiệt độ trung gian T_i nằm trong khoảng từ 500°C đến 550°C . Sau đó, bước làm nguội bổ sung bằng không khí được thực hiện ngay lập tức trong thời gian t_2 nằm trong khoảng từ 1 giây đến 5 giây, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 2 giây đến 3 giây, trước khi thực hiện bước làm nguội cuối cùng ở tốc độ làm nguội cao hơn $40^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Nhiều bước làm nguội có thể tạo ra quá trình biến đổi ferrit hoặc bainit một phần, do đó thu được tổng hàm lượng của ferrit và bainit nằm trong khoảng từ 5% đến 20 % bên trong khối martensit.

Không phụ thuộc vào bước làm nguội, sau đó tấm thép được cán nóng được xử lý nhiệt sau bước cuộn, ở nhiệt độ θ_A , trong thời gian t_A , t_A là thời gian ở nhiệt độ θ_A , θ_A và t_A có mối liên quan với nhau theo thông số xử lý nhiệt, $P_A = \theta_A (22 + \log_{10} t_A)$ nằm trong khoảng từ 15400 đến 17500. Do đó, P_A có tính đến ảnh hưởng kết hợp của nhiệt độ thời gian.

Theo tài liệu đã biết, một đặc tính cơ học, như hệ số giãn nở lỗ và độ giãn tổng số được cải thiện với trị số cao của thông số P_A . Ngược lại, khi thông số P_A tăng, độ bền chảy và độ bền kéo giảm. Đối thép martensit, WO2012130434 bộc lộ rằng đặc tính cơ học là tối ưu khi P_A nằm trong khoảng từ 13000 và 15000. Cụ thể, hệ số giãn nở lỗ tăng liên tục với P_A . Theo cách đáng ngạc nhiên, như được thể hiện trên Fig.1, sáng chế đã kiểm chứng được rằng hệ số giãn nở lỗ giảm ở tỷ lệ đáng kể cao hơn trị số đặc trưng của P_A (khoảng 16000). Do đó, như được thể hiện trên Fig.1 và Fig.2, sáng chế có thể giúp thu được đặc tính cơ học mong muốn khi P_A nằm trong khoảng từ 15400 đến 17500, và cụ thể nằm trong khoảng từ 15500 đến 17000.

Theo sáng chế, bước xử lý nhiệt có thể được thực hiện theo cách thức không liên tục (theo mẻ) hoặc cách thức liên tục.

Theo phương án thứ nhất, bước xử lý nhiệt của quy trình sản xuất được thực hiện theo mẻ để xử lý cuộn thép được cán nóng trong lò trong điều kiện khí trơ hoặc khí HNX, ở nhiệt độ xử lý nhiệt θ_A nằm trong khoảng từ 400°C đến 475°C , thời gian t_A ở nhiệt độ xử lý nhiệt này nằm trong khoảng từ 10 giờ đến 25 giờ để thu được khối martensit được ram có cả khả năng tạo hình và độ bền kéo cao.

Theo phương án thứ hai, bước xử lý nhiệt được thực hiện trên dây chuyền xử lý nhiệt liên tục, đến nhiệt độ xử lý nhiệt θ_A nằm trong khoảng từ 500°C đến 600°C , thời gian t_A ở nhiệt độ xử lý nhiệt này nằm trong khoảng từ 40 giây đến 100 giây, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 50 giây đến 100 giây, để thu được khối martensit được ram có cả khả năng tạo hình và độ bền kéo cao.

Bước tẩy thứ nhất có thể được thực hiện sau bước và một giây sau bước xử lý nhiệt để loại bỏ oxit bề mặt.

Theo tài liệu đã biết, thép martensit được tôi sau đó và làm nguội từ từ, có thể có độ dai thấp. Theo sáng chế, thành phần thép và điều kiện xử lý nhiệt đã được xác định để thu được năng lượng Charpy V ít nhất bằng $50\text{J}/\text{cm}^2$ ở nhiệt độ 20°C trên tấm thép được cán nóng thành phẩm. Do đó, tấm thép thu được không bị hóa giòn.

Chiều dày của tấm thép được cán nóng này thường nằm trong khoảng từ 1,8mm đến 4,5mm, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 1,8mm đến 3,5mm.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn thông qua các ví dụ sau, nhưng không chỉ giới hạn ở các ví dụ này.

Ví dụ 1

Các thép bán thành phẩm được chế tạo ở dạng casts có chiều dày nằm trong khoảng từ 28mm đến 40mm và thành phần được thể hiện trong bảng 1. Đối với các thép có thành phần khác nhau, hàm lượng canxi bằng 0,002wt%, phần còn lại là sắt và các tạp chất thu được từ quá trình nóng chảy. Nhiệt độ kết thúc pha martensit được tính toán từ trị số của nhiệt độ bắt đầu pha martensit theo công thức: $M_f = M_s - 245^{\circ}\text{C}$. Các thép bán thành phẩm này được gia nhiệt ở nhiệt độ cao hơn 1150°C và tiếp tục cán nóng đến chiều

dày nằm trong khoảng từ 1,8mm đến 4,5mm. Các điều sản xuất được sử dụng được thể hiện trong bảng 2. Các thử nghiệm 1-15 tương ứng với điều kiện làm nguội thứ nhất mô tả nêu trên, các thử nghiệm 16-18 tương ứng với điều kiện làm nguội thứ hai mô tả nêu trên. Các bước tẩy được thực hiện sau bước cuốn và bước xử lý nhiệt. Trong các thử nghiệm 4 và 9, các tấm thép được cán nóng này được mạ kẽm (GI).

Bảng 1. Thành phần thép (% khối lượng) và nhiệt độ biến đổi martensit

Các trị số được gạch chân: không theo sáng chế.

Tấm thép	C	Mn	Si	Al	Cr	P	S	N	Mo	Ti	Si+Al	Mf (°C)
A	0,18	1,65	0,75	0,87	0,026	0,01	0,001	0,003	-	-	1,62	172
B	0,18	1,64	0,68	0,81	0,023	0,01	0,001	0,002	-	-	1,49	169
C	0,17	1,66	0,71	0,80	0,020	0,01	0,004	0,004	-	-	1,51	174
D	0,17	1,66	0,77	0,85	0,028	0,01	0,001	0,004	0,006	-	1,62	173
E	<u>0,21</u>	<u>2,20</u>	<u>1,50</u>	<u>0,05</u>	0,200	0,01	0,001	0,005	-	-	1,55	142
F	<u>0,14</u>	1,58	0,71	0,78	0,056	0,01	0,001	0,004	-	-	1,49	190
G	<u>0,13</u>	1,30	<u>0,12</u>	<u>0,03</u>	<u>0,270</u>	0,02	0,004	0,007	-	0,01	<u>0,15</u>	193
H	0,20	<u>2,60</u>	1,17	0,56	0,020	0,02	0,001	0,005	-	-	1,73	147

Bảng 2. Các trị số được gạch chân: không theo sáng chế.

Thử nghiệm	Tấm thép	Bước cán nóng	Bước làm nguội				Bước cuộn	Bước xử lý nhiệt			Lớp phủ
		Nhiệt độ cán cuối cùng (°C)	V_{R1} (°C/giây)	T_i (°C)	t_2 (s)	V_{R2} (°C/giây)	T_{coil} (°C)	θ_A (°C)	t_A	P_A	
1	A	880	115	-	-	-	80	425	15 giờ	16177	-
2	A	900	90	-	-	-	120	450	15 giờ	16756	-
3	B	880	115	-	-	-	80	425	15 giờ	16177	-
4	B	895	105	-	-	-	35	525	90 giây	16278	GI
5	C	900	90	-	-	-	120	450	15 giờ	16756	-
6	D	900	115	-	-	-	95	450	20 giờ	16847	-
7	D	935	110	-	-	-	75	450	20 giờ	16847	-
8	A	900	100	-	-	-	400	-	-	-	-
9	B	895	95	-	-	-	40	625	36 giây	17960	GI
10	C	900	90	-	-	-	155	500	15 giờ	20001	-
11	D	860	80	-	-	-	125	450	15 giờ	16756	-
12	E	935	110	-	-	-	75	450	20 giờ	16847	-
13	F	900	90	-	-	-	120	450	15 giờ	16756	-
14	G	900	90	-	-	-	120	450	15 giờ	16756	-
15	H	880	115	-	-	-	80	425	15 giờ	16177	-
16	A	910	95	540	3	65	85	400	15 giờ	15598	-
17	D	885	110	525	2	75	90	425	10 giờ	16054	-
18	B	880	100	550	8	75	125	400	15 giờ	15598	-

Vi cấu trúc của các tấm thép được xử lý nhiệt được xác định trên các mẫu được đánh bóng và khắc với Nital và quan sát bằng kính hiển vi điện tử quang học quét. Các phân đoạn bề mặt của các thành phần khác nhau của các vi cấu trúc được đo thông qua phân tích hình ảnh kết hợp định lượng. Hơn nữa, sự có mặt của lớp ferrit cuối cùng ở các bề mặt chính của tấm thép được đánh giá. Tỷ lệ phần trăm của các thành phần và chiều dày của lớp ferrit cuối cùng được thể hiện trong Bảng 3. Đặc tính cơ học của các tấm

thép được xử lý nhiệt thành phẩm được thể hiện trong Bảng 4. Độ bền chảy YS, độ bền kéo tới hạn TS và độ giãn tổng số được xác định theo tiêu chuẩn JIS Z2241. Hệ số giãn nở lỗ được xác định theo tiêu chuẩn ISO 16630:2009.

Năng lượng Charpy V được đo ở nhiệt độ 20°C trên các mẫu có kích cỡ nhỏ, năng lượng nứt vỡ được chia cho diện tích sợi thép dưới rãnh V của mẫu thử.

Hệ số giãn nở được đo bằng cách đo đường kính ban đầu D_i của lỗ trước khi đập (đường kính định danh: 10mm), sau đó đường kính cuối cùng D_f của lỗ sau khi đập, được xác định khi các vết nứt xuyên qua quan sát được theo hướng chiều dày của tấm thép trên mép của lỗ. Khả năng giãn nở lỗ Ac % được xác định theo công thức sau: $Ac = 100 \cdot (D_f - D_i) / D_i$. Sau đó, Ac được sử dụng để định lượng khả năng chịu đập của tấm thép ở mức độ lỗ cắt.

Bảng 3: Đặc tính vi cấu trúc của các tấm thép thành phẩm được xử lý nhiệt.

Các trị số được gạch chân: không theo sáng chế.

Thử nghiệm	Chiều dày tấm (mm)	(Ferrit + Bainit) (%)	Martensit được ram (%)	Sự có mặt của lớp ferrit	Tỷ lệ chiều dày lớp ferrit so với chiều dày tấm (%)
1	2,0	12	88	Có	0,75
2	2,1	18	82	Có	0,95
3	2,0	15	85	Có	1
4	2,7	12	88	Không đánh giá	Không đánh giá
5	2,0	19	81	Có	Không đánh giá
6	2,9	15	85	Có	1,35
7	2,95	11	89	Có	1,2
8	2,8	<u>65</u>	<u>35</u>	Có	Không đánh giá
9	2,7	<u>20</u>	<u>80</u>	Không đánh giá	Không đánh giá
10	2,7	<u>20</u>	<u>80</u>	Không đánh giá	Không đánh giá
11	2,9	<u>40</u>	<u>60</u>	Có	Không đánh giá
12	2,7	<u>5</u>	<u>95</u>	Không đánh giá	Không đánh giá
13	2,6	<u>30</u>	<u>70</u>	Không đánh giá	Không đánh giá
14	2,6	<u>25</u>	<u>75</u>	Không đánh giá	Không đánh giá
15	2,8	<u>5</u>	95	Không đánh giá	Không đánh giá
16	2,1	19	81	Có	0,8
17	2,1	16	84	Có	0,95
18	2,1	<u>25</u>	<u>75</u>	Có	Không đánh giá

Bảng 4: Đặc tính cơ học của các tấm thép thành phẩm được xử lý nhiệt.

Các trị số được gạch chân: TS, YS, độ giãn tổng số hoặc hệ số giãn nở nhiệt là không đủ.

Thử nghiệm	YS (MPa)	TS (MPa)	Độ giãn tổng số (%)	Hệ số giãn nở lỗ (%)	Năng lượng Charpy ở nhiệt độ 20°C (J/cm ²)
1	926	1114	11	73	86
2	832	1029	13	57	-
3	846	1080	12	75	-
4	942	1046	10	73	89
5	788	1028	12	66	94
6	850	1000	13	70	-
7	870	1010	13	81	94
8	821	<u>911</u>	9	<u>33</u>	-
9	823	<u>907</u>	9	<u>47</u>	-
10	809	<u>873</u>	13	52	-
11	<u>764</u>	<u>944</u>	15	<u>36</u>	-
12	<u>1159</u>	<u>1205</u>	<u>8</u>	<u>21</u>	-
13	819	<u>921</u>	11	35	-
14	791	<u>881</u>	13	<u>39</u>	-
15	952	1150	14	<u>40</u>	-
16	806	1013	14	59	-
17	838	1054	9	78	-
18	<u>718</u>	957	15	<u>44</u>	-

Trong các thử nghiệm 1-7 và 16-17, các thành phần và điều kiện sản xuất theo sáng chế. Do đó, thu được vi cấu trúc mong muốn. Fig.3 là hình ảnh thể hiện vi cấu trúc thu được trong thử nghiệm 7, chứa 89% martensit được ram và 11% ferrit và bainit. Do đó, thu được độ bền kéo cao và hệ số giãn nở lỗ cao. Độ dai của các tấm thép cao do năng lượng Charpy ở nhiệt độ 20°C cao hơn 50J/cm².

Trong các thử nghiệm 1-3, 6-7, 16-17, lớp ferrit có mặt trên các bề mặt chính của tấm thép, do đó có thể thu được đặc tính uốn cong cao hơn. Cụ thể, trong thử nghiệm 7, bán kính cong được chia cho chiều dày tấm nhỏ hơn 1 theo hướng cán và nhỏ hơn 1,5 theo hướng ngang thể hiện đặc tính uốn cong rất cao.

Fig.5 a) và Fig.5b) thể hiện lớp ferrit tương ứng có mặt trên hai bề mặt chính đối diện của tấm thép in thử nghiệm 7 trong các tấm thép được sản xuất.

Các thử nghiệm 8-11 và 18 không tuân theo điều kiện sản xuất theo sáng chế. Do đó, các tấm thép được xử lý nhiệt không có đặc tính cơ học mong muốn.

Thực vậy, trong thử nghiệm 8, nhiệt độ cuộn cao hơn 160°C và vượt quá nhiệt độ kết thúc biến đổi pha martensit. Do đó, lượng ferrit quá mức được tạo ra, dẫn đến độ bền kéo và hệ số giãn nở lỗ giảm.

Trong các thử nghiệm 9 và 10, thông số P_A vượt quá 17500, nhiệt độ xử lý nhiệt theo mẻ vượt quá 475°C . Martensit được ram có mặt ở hàm lượng bằng 80% trong vi cấu trúc cuối cùng, do đó độ bền kéo không đạt được trị số bằng 950MPa.

Trong thử nghiệm 11, nhiệt độ cán nóng cuối cùng nhỏ hơn 875°C . Do đó, austenit được tăng cường lượng ferrit quá mức được tạo ra trong bước làm nguội. Fig.4 là hình ảnh thể hiện vi cấu trúc thu được trong thử nghiệm 11, chứa 60% martensit được ram và 40% ferrit và bainit. Do đó, độ bền chảy, độ bền kéo và hệ số giãn nở lỗ là không đủ.

Trong thử nghiệm 18, thời gian trung gian t_2 trong bước làm nguội cao hơn 5 giây. Do đó, lượng ferrit và bainit quá mức được tạo ra, dẫn đến làm giảm độ bền chảy, độ bền kéo và hệ số giãn nở lỗ.

Trong các thử nghiệm 12-15, thành phần thép nằm ngoài khoảng trị số theo sáng chế. Do đó, tấm thép thành phẩm không đạt được đặc tính cơ học và đặc tính vi cấu trúc mong muốn. Trong thử nghiệm 12, hàm lượng cacbon, mangan và silic của thành phần thép vượt quá các trị số được xác định theo sáng chế. Do đó, lượng ferrit và bainit được tạo ra không đủ, và không thu được hệ số giãn nở lỗ mong muốn. Ngược lại, trong thử nghiệm 13, hàm lượng cacbon nhỏ hơn 0,15%, do đó không thu được độ bền kéo và hệ số giãn nở lỗ mong muốn. Trong thử nghiệm 14, hàm lượng cacbon, silic, nhôm và crom của thép, không theo sáng chế. Cụ thể, do hàm lượng cacbon thấp, nên lượng ferrit và bainit quá mức được tạo ra, dẫn đến không thu được độ bền kéo và hệ số giãn nở lỗ mong muốn.

Cuối cùng, trong thử nghiệm 15, hàm lượng mangan cao hơn 2%. Do đó, không thu được lượng ferrit và bainit mong muốn, và hệ số giãn nở lỗ không đạt được trị số bằng 45%.

Do đó, tấm thép theo sáng chế có thể được sử dụng hữu hiệu để sản xuất các chi tiết kết cấu của xe cơ giới.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép được cán nóng có thành phần hóa học chứa các nguyên tố sau, tính theo tỷ lệ phần trăm khối lượng: $0,15\% \leq C \leq 0,20\%$, $0,50\% \leq Mn \leq 2,00\%$, $0,25\% \leq Si \leq 1,25\%$, $0,10\% \leq Al \leq 1,00\%$, với $1,00\% \leq (Al+Si) \leq 2,00\%$, $0,001\% \leq Cr \leq 0,250\%$, $P \leq 0,02\%$, $S \leq 0,005\%$, $N \leq 0,008\%$, và tùy ý một hoặc nhiều nguyên tố sau: $0,005\% \leq Mo \leq 0,250\%$, $0,005\% \leq V \leq 0,250\%$, $0,0001\% \leq Ca \leq 0,003\%$ và $0,001\% \leq Ti \leq 0,025\%$, phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi, và trong đó tấm thép này có vi cấu trúc chứa ferrit và bainit ở hàm lượng tổng số cao hơn 5% đến nhỏ hơn 20% tính theo tỷ lệ diện tích bề mặt, phần còn lại này cấu thành từ martensit được ram.
2. Tấm thép được cán nóng theo điểm 1 trong đó tấm thép này có hàm lượng Si nằm trong khoảng từ 0,40% đến 0,90%.
3. Tấm thép được cán nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 hoặc 2 trong đó tấm thép này có hàm lượng Al nằm trong khoảng từ 0,30% đến 0,90%.
4. Tấm thép được cán nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3 trong đó tấm thép này có hàm lượng Al+Si nằm trong khoảng từ 1,20% đến 2,00%.
5. Tấm thép được cán nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó tấm thép này có độ bền chảy YS nằm trong khoảng từ 780MPa đến 1000MPa và độ bền kéo TS nằm trong khoảng từ 950MPa đến 1150MPa.
6. Tấm thép được cán nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó tấm thép này có độ giãn tổng số cao hơn 8%.
7. Tấm thép được cán nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó tấm thép này có hệ số giãn nở lỗ HER cao hơn 45%.
8. Tấm thép được cán nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó tấm thép này có năng lượng Charpy V cao hơn 50J/cm² ở nhiệt độ 20°C.
9. Tấm thép được cán nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 8, trong đó tấm thép này có chiều dày nằm trong khoảng từ 1,8mm đến 4,5mm.

10. Tấm thép được cán nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, trong đó tấm thép này chứa lớp ferrit ở bề mặt với chiều dày nhỏ hơn 5% chiều dày của tấm thép được cán nóng này.

11. Tấm thép được cán nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10 trong đó tấm thép được cán nóng này được phủ bằng kẽm hoặc hợp kim trên cơ sở kẽm.

12. Tấm thép được cán nóng theo điểm 11, trong đó lớp phủ trên cơ sở kẽm chứa Al ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 0,01% đến 8,0% khối lượng, tùy ý Mg ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 0,2% đến 8,0% khối lượng, phần còn lại là Zn.

13. Tấm thép được cán nóng theo điểm 11, trong đó lớp phủ trên cơ sở kẽm chứa Al ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 0,15% đến 0,40% khối lượng, phần còn lại là Zn.

14. Quy trình sản xuất tấm thép được cán nóng bao gồm các bước sau:

- chế tạo thép bán thành phẩm có thành phần theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, sau đó

- cán nóng thép bán thành phẩm nêu trên ở nhiệt độ cán cuối cùng nằm trong khoảng từ 875°C đến 950°C, để thu được tấm thép, sau đó

- làm nguội tấm thép nêu trên ở tốc độ làm nguội V_{R1} ít nhất bằng 50°C/giây, để thu được tấm thép đã được làm nguội, trong đó bước làm nguội được thực hiện i) từ nhiệt độ cán cuối cùng đến nhiệt độ cuộn của bước tiếp theo ở tốc độ làm nguội V_{R1} , hoặc ii) từ nhiệt độ cán cuối cùng đến nhiệt độ trung gian T_i nằm trong khoảng từ 500°C đến 550°C, ở tốc độ làm nguội V_{R1} , sau đó bước làm nguội bổ sung bằng không khí được thực hiện trong thời gian t_2 nằm trong khoảng từ 1 giây đến 5 giây, sau đó tấm thép được làm nguội ở tốc độ làm nguội V_{R2} cao hơn 40°C/giây đến nhiệt độ cuộn của bước tiếp theo, sau đó

- cuộn ở nhiệt độ T_{coil} nhỏ hơn 160°C và nhỏ hơn M_f , để thu được tấm thép đã được cuộn, sau đó

- xử lý nhiệt tấm thép đã được cuốn nêu trên đến nhiệt độ xử lý nhiệt θ_A , trong thời gian t_A , θ_A và t_A có mối liên hệ theo công thức $P_A = \theta_A (22 + \log_{10} t_A)$, nằm trong khoảng từ 15400 đến 17500, θ_A được tính theo °K và t_A được tính theo giờ,

trong đó vi cấu trúc của tấm thép được cán nóng này chứa ferrit và bainit ở hàm lượng tổng số cao hơn 5% đến nhỏ hơn 20% tính theo tỷ lệ diện tích bề mặt, phần còn lại này cấu thành từ martensit được ram

15. Quy trình sản xuất tấm thép được cán nóng theo điểm 14, trong đó bước xử lý nhiệt được thực hiện theo mẻ trong môi trường khí tro hoặc môi trường khí HNX, ở nhiệt độ xử lý nhiệt θ_A nằm trong khoảng từ 400°C đến 475°C, thời gian t_A ở nhiệt độ xử lý nhiệt này nằm trong khoảng từ 10 giờ đến 25 giờ.

16. Quy trình sản xuất tấm thép được cán nóng theo điểm 14, trong đó bước xử lý nhiệt được thực hiện trên dây chuyền xử lý nhiệt liên tục, đến nhiệt độ xử lý nhiệt θ_A nằm trong khoảng từ 500°C đến 600°C, thời gian t_A ở nhiệt độ xử lý nhiệt này nằm trong khoảng từ 40 giây đến 100 giây.

17. Quy trình sản xuất tấm thép được cán nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 đến 16, trong đó P_A nằm trong khoảng từ 15500 đến 17000.

18. Quy trình sản xuất tấm thép được cán nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 đến 17, trong đó quy trình này còn bao gồm bước tẩy sau bước cuốn, và trước bước xử lý nhiệt.

19. Quy trình sản xuất theo theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 đến 18, trong đó quy trình này còn bao gồm bước tẩy sau bước xử lý nhiệt.

20. Quy trình sản xuất theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 đến 19, trong đó bước làm nguội được thực hiện bằng nước làm nguội và trong đó V_{R1} cao hơn 75°C/giây.

21. Quy trình sản xuất theo điểm 20, trong đó bước làm nguội bổ sung bằng không khí được thực hiện trong thời gian t_2 nằm trong khoảng từ 2 giây đến 3 giây.

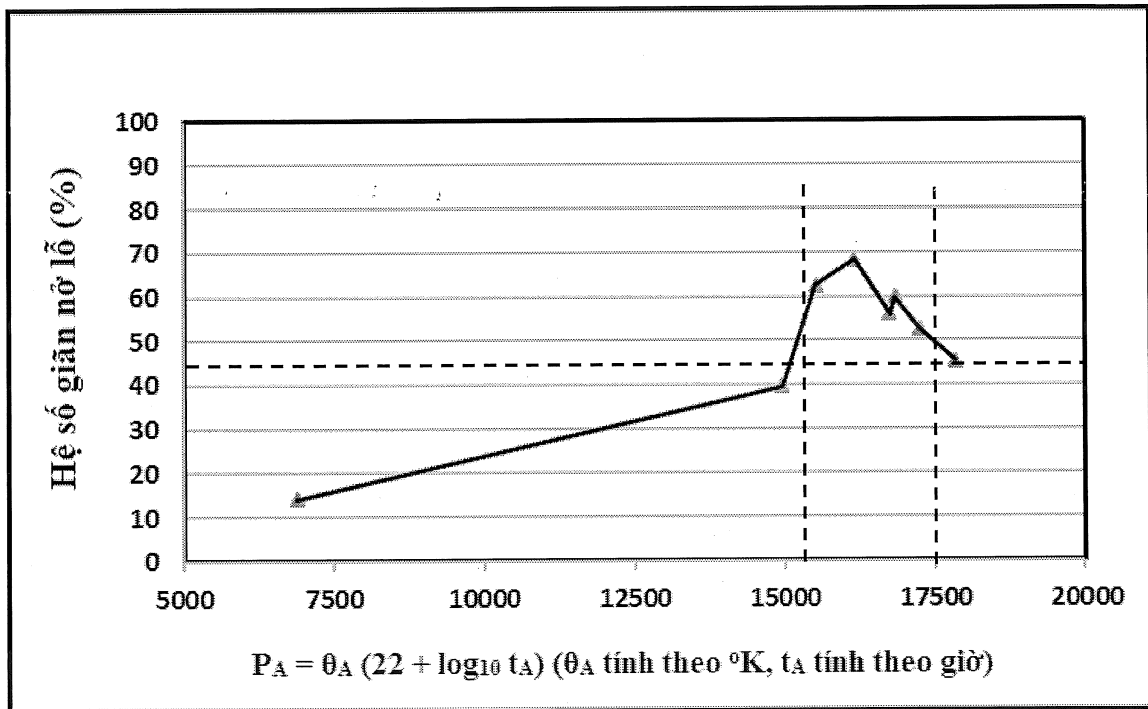


Fig.1

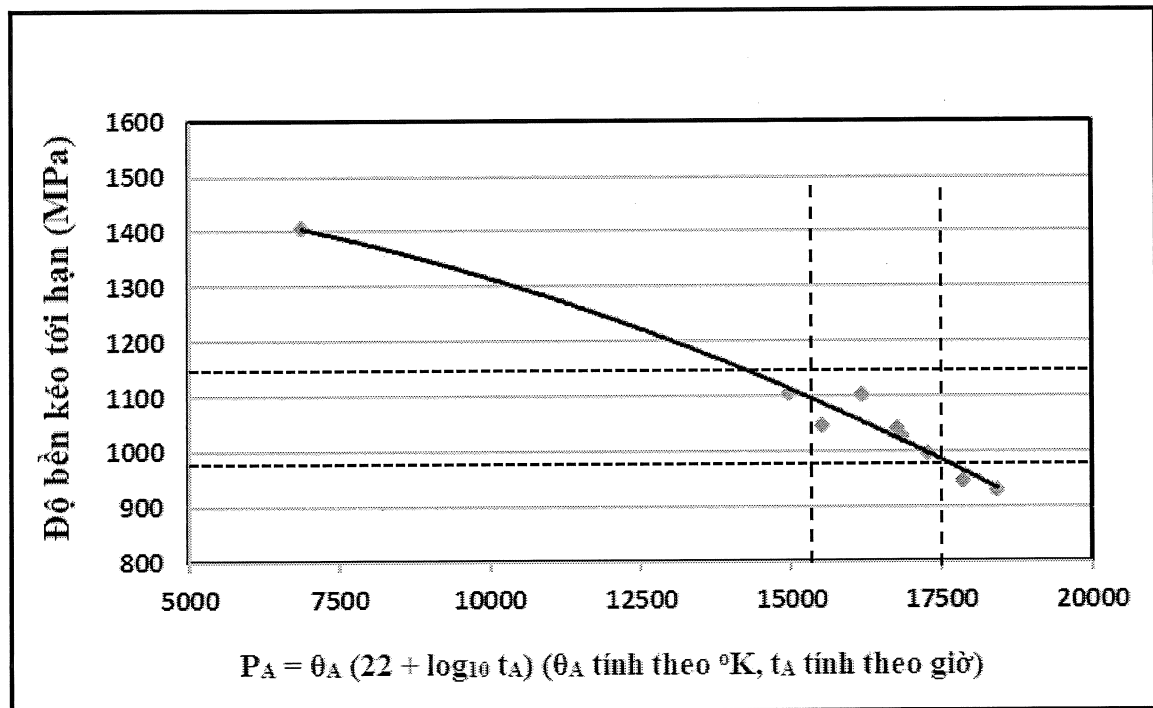
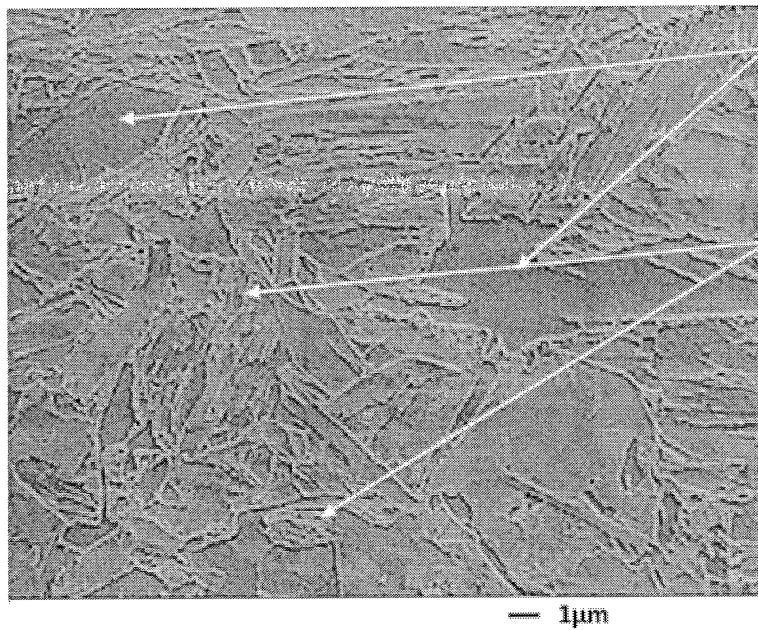
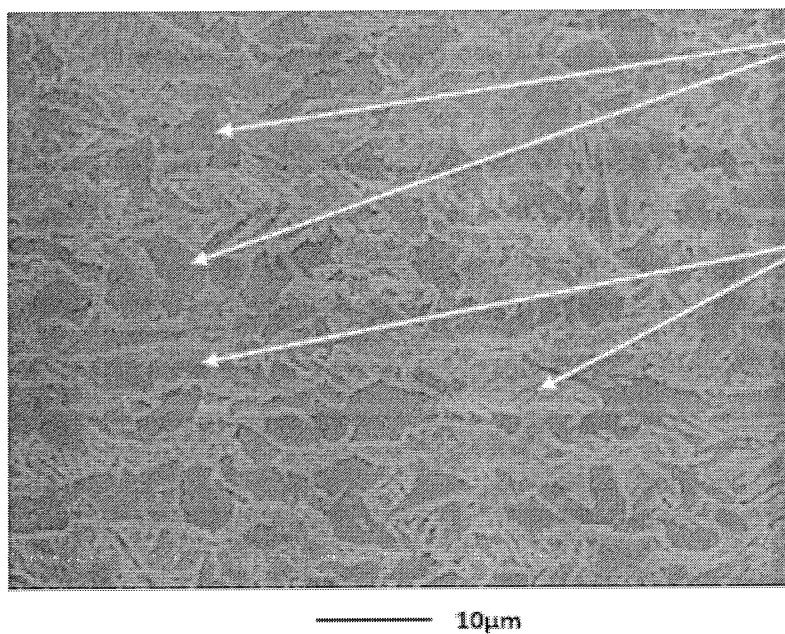
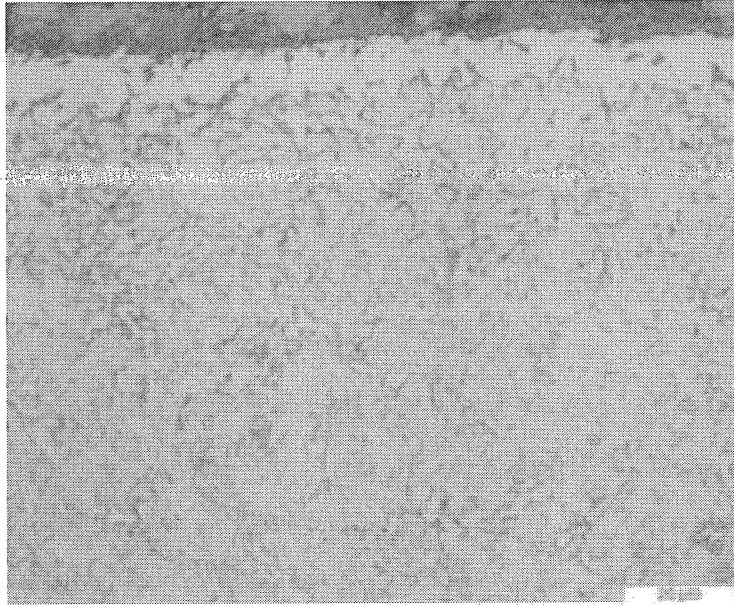


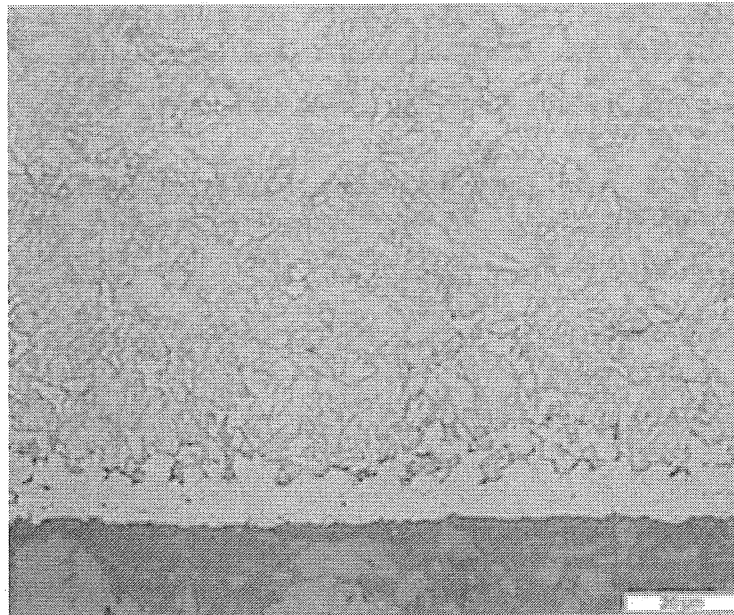
Fig.2

**Fig.3****Fig.4**

a)



b)



— 20μm

Fig.5