



(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)



1-0040159

(51)^{2020.01} C21D 8/04; C21D 9/48; C22C 38/14; (13) B
C22C 38/04; C22C 38/06; C22C 38/12;
C21D 1/25; C22C 38/02

(21) 1-2020-02306

(22) 21/11/2018

(86) PCT/IB2018/059162 21/11/2018

(87) WO 2019/111084 13/06/2019

(30) PCT/IB2017/001520 05/12/2017 WO

(45) 25/06/2024 435

(43) 25/09/2020 390

(73) ARCELORMITTAL (LU)

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

(72) Kangying ZHU (CN); PERLADE Astrid (FR); JUNG Coralie (FR); Frédéric KEGEL (FR).

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

(54) THÉP TẤM CÁN NGUỘI ĐÃ ĐƯỢC XỬ LÝ NHIỆT, PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT NÓ VÀ PHƯƠNG PHÁP TẠO RA MỖI HÀN ĐIỂM

(57) Sáng chế đề cập đến thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt làm bằng thép có thành phần tính theo phần trăm khối lượng: C: 0,03 - 0,25%, Mn: 3,5 - 8%, Si: 0,5 - 2,0%, Al: 0,03 - 2,0%, Ti $\leq$ 0,080%, Nb $\leq$ 0,080%, V $\leq$ 0,2%, V + Ti + Nb $>$ 0,01%, S $\leq$ 0,010%, P $\leq$ 0,020%, N $\leq$ 0,008% ; và tùy bao gồm một hoặc nhiều nguyên tố sau, được thể hiện theo hàm lượng phần trăm khối lượng: Mo: 0,1 - 0,5%, Cr: 0,01 - 1%, B: 0,0005 - 0,004%, lượng còn lại là của sắt và các tạp chất khó tránh khỏi do việc nấu chảy, thép tấm đã được cán nguội này có vi cấu trúc có, trong phần bề mặt: 10% tới 30% austenit tồn dư, austenit tồn dư này có mặt dưới dạng các mảng có tỷ lệ kích thước ít nhất là 3 và dưới dạng các đảo mactensit austenit, dưới 8% các đảo mactensit austenit này có kích thước lớn hơn 0,5 μ m, tối đa 1% mactensit mới, tối đa 50% mactensit đã được ram và mactensit phục hồi chứa các kết tủa của ít nhất một nguyên tố được chọn trong số niobi, titan và vanadi. Phương pháp sản xuất nó và phương pháp tạo ra mỗi hàn điểm cũng được đề xuất.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thép tấm có độ bền cao, độ dẻo cao và khả năng dễ tạo hình và đến phương pháp tạo ra thép tấm này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Để sản xuất các sản phẩm khác nhau như các chi tiết của các bộ phận kết cấu thân và các tấm thân dùng cho ô tô, đã biết việc sử dụng các tấm làm bằng thép hai pha DP (Dual Phase) hoặc thép có hiệu ứng chuyển pha do biến dạng dẻo TRIP (Transformation Induced Plasticity).

Để giảm trọng lượng của ô tô nhằm mục đích cải thiện hiệu suất sử dụng nhiên liệu theo khía cạnh bảo vệ môi trường toàn cầu, điều mong muốn là có các loại thép tấm với giới hạn chảy và độ bền kéo được cải thiện. Tuy nhiên, chúng vẫn cần phải có độ dẻo tốt và khả năng tạo hình tốt và đặc biệt hơn là khả năng uốn kéo tốt.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Nhằm mục đích đó, sáng chế đề xuất thép tấm đạt giới hạn chảy ít nhất là 750MPa, độ bền kéo ít nhất là 1000MPa, độ giãn dài đều ít nhất là 12% và hệ số nong rộng lỗ ít nhất là 20%.

Mục đích của sáng chế đã đạt được bởi việc đề xuất thép tấm như được xác định theo điểm 1 Yêu cầu bảo hộ. Thép tấm này cũng có thể bao gồm các dấu hiệu như được xác định theo điểm bất kỳ trong số các điểm 2 tới 12 Yêu cầu bảo hộ. Một mục đích khác đạt được bởi việc đề xuất phương pháp theo điểm 13 Yêu cầu bảo hộ. Phương pháp này cũng có thể bao gồm các dấu hiệu như được xác định theo điểm 14 hoặc 15 Yêu cầu bảo hộ. Một mục đích khác đạt được bởi việc đề xuất mỗi hàn điểm theo điểm 16 hoặc 17 Yêu cầu bảo hộ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Tiếp theo, sáng chế sẽ được mô tả một cách chi tiết và được minh hoạ bởi các ví dụ không nhằm giới hạn phạm vi của sáng chế.

Dưới đây, A_{e1} là nhiệt độ biến dạng cân bằng mà dưới nhiệt độ này austenit hoàn toàn không ổn định, A_{e3} là nhiệt độ biến dạng cân bằng mà trên nhiệt độ đó austenit hoàn toàn ổn định, A_{r3} là nhiệt độ mà khi làm nguội tới nhiệt độ này vi cấu trúc vẫn duy trì austenit toàn phần, T_{Θ} là nhiệt độ mà trên nhiệt độ đó xementit sẽ bị hoà tan khi nung nóng và M_s là nhiệt độ bắt đầu mactensit, tức là nhiệt độ mà ở đó austenit bắt đầu biến dạng thành mactensit khi làm nguội.

Tất cả các hàm lượng thành phần đều được đưa ra theo phần trăm khối lượng (% khối lượng), trừ khi có quy định khác.

Thành phần của thép theo sáng chế bao gồm, tính theo phần trăm khối lượng:

- $0,03\% \leq C \leq 0,25\%$ để đảm bảo độ bền thoả đáng và cải thiện độ ổn định của austenit tồn dư cần thiết cho việc đạt được độ giãn dài đủ. Tốt hơn là, hàm lượng cacbon này lớn hơn hoặc bằng 0,1%. Nếu hàm lượng cacbon quá cao, thì thép tấm đã được cán nóng quá cứng đối với việc cán nguội và khả năng dễ hàn không đủ. Nếu hàm lượng cacbon nhỏ hơn 0,03%, thì trị số độ bền kéo sẽ không đạt được các mức được mong muốn.

- $3,5\% \leq Mn \leq 8\%$ để đảm bảo độ bền thoả đáng và đạt được sự ổn định ít nhất là một phần austenit, để mang lại độ giãn dài đủ. Dưới 3,5%, cấu trúc cuối sẽ bao gồm phần austenit tồn dư không đủ, và hàm lượng Mn không đủ trong austenit tồn dư này, do đó không đạt được đồng thời cả về độ dẻo lẫn độ bền được mong muốn. Trị số tối đa được xác định là để tránh các vấn đề phân tử ảnh hưởng bất lợi đến độ dẻo. Tốt hơn là, hàm lượng man gan này lớn hơn hoặc bằng 3,7%.

- $0,5\% \leq Si \leq 2,0\%$ và $0,03\% \leq Al \leq 2,0\%$. Theo sáng chế này, Si và Al cùng nhau đóng một vai trò quan trọng: silic làm chậm sự kết tủa của xementit khi làm nguội xuống nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ biến dạng cân bằng A_{e3} . Do đó, việc bổ sung Si ít nhất là 0,5% giúp làm ổn định lượng austenit thoả đáng. Si còn làm tăng bền dung dịch rắn và làm chậm sự hình thành cacbua trong quá trình phân bố lại từ mactensit sang austenit do bước nung nóng lại và giữ ngay lập tức được thực hiện sau quá trình biến dạng mactensit không hoàn toàn. Với hàm lượng

quá cao, silic oxit hình thành ở bề mặt làm suy giảm khả năng dễ phủ của thép. Do đó, hàm lượng Si nhỏ hơn hoặc bằng 2,0%.

Nhôm là một nguyên tố rất hiệu quả để khử oxy của thép trong pha lỏng trong quá trình gia công. Ngoài ra, Al là một nguyên tố tạo anpha mà nó làm tăng các nhiệt độ $Ae1$ và $Ae3$ của thép. Do vậy, nhờ việc bổ sung Al với lượng ít nhất là 0,03%, vùng liên tới hạn (intercritical, tức là nằm trong khoảng $Ae1$ tới $Ae3$) là khoảng nhiệt độ thích hợp cho phân hóa Mn trong austenit, như được mô tả một cách chi tiết ở dưới. Hàm lượng Al không lớn hơn 2,0%, tốt hơn là không lớn hơn 1,2%, để tránh sự xuất hiện của các thể vùi, nhằm tránh các vấn đề oxy hoá và để đảm bảo độ cứng của vật liệu.

Thép theo sáng chế phải chứa ít nhất một nguyên tố được chọn trong số niobi, titan và vanadi, với hàm lượng kết hợp tối thiểu ít nhất là 0,01%, việc thêm vào như vậy sẽ cho phép làm tăng bền mactensit phục hồi bởi việc hạn chế sự phát triển của các dải mactensit thông qua việc kết tủa.

- $Nb \leq 0,080\%$ có thể được thêm vào để tinh luyện các hạt the austenit trong quá trình cán nóng và cho phép tăng cường sự kết tủa. Theo một phương án được ưu tiên, hàm lượng tối thiểu của niobi được thêm vào là 0,010%. Với lượng thêm vào trên mức 0,080%, không đảm bảo được giới hạn chảy, độ giãn dài và hệ số nong rộng lỗ ở các trị số được mong muốn.

- $Ti \leq 0,080\%$ có thể được thêm vào để tăng cường sự kết tủa. Theo một phương án được ưu tiên, hàm lượng tối thiểu của titan được thêm vào là 0,010%. Tuy nhiên, khi hàm lượng của nó lớn hơn hoặc bằng 0,080%, không đảm bảo được giới hạn chảy, độ giãn dài và hệ số nong rộng lỗ ở các trị số được mong muốn

- $V \leq 0,2\%$ có thể được thêm vào để tăng cường sự kết tủa. Theo một phương án được ưu tiên, hàm lượng tối thiểu của vanadi được thêm vào là 0,010%. Tuy nhiên, khi hàm lượng của nó lớn hơn hoặc bằng 0,2%, không đảm bảo được giới hạn chảy, độ giãn dài và hệ số nong rộng lỗ ở các trị số được mong muốn.

Lượng còn lại của thành phần thép này là của sắt và các tạp chất do việc nấu chảy. Về mặt này, Ni, Cu, S, P và N ít nhất được xem là các nguyên tố

tồn dư mà là các tạp chất khó tránh khỏi. Do đó, hàm lượng của chúng nhỏ hơn 0,05% đối với Ni, 0,03% đối với Cu, 0,010% đối với S, 0,020% đối với P và 0,008% đối với N.

Một số nguyên tố có thể tùy ý được thêm vào thành phần của thép theo sáng chế:

- $0,1\% \leq \text{Mo} \leq 0,5\%$. Molipđen làm tăng độ cứng, làm ổn định austenit tồn dư nhờ đó làm giảm sự phân hủy austenit trong quá trình phân hóa, và làm giảm sự phân tụ trung tâm mà có thể là do hàm lượng mangan cao và gây bất lợi đến hệ số nóng rộng lỗ. Hơn nữa, Mo giúp cho việc tinh luyện cấu trúc. Việc thêm vào với mức lớn hơn 0,5% là tốn kém và không hiệu quả theo khía cạnh các tính chất được kỳ vọng.

- $0,01\% \leq \text{Cr} \leq 1\%$ làm chậm sự hòa tan của cacbua và làm ổn định austenit tồn dư. Mức tối đa 1% của crom được cho phép, ở trên mức này, hiệu quả bão hòa được ghi nhận, và việc thêm vào crom là vô dụng và tốn kém.

- $0,0005\% \leq \text{B} \leq 0,004\%$. để làm tăng khả năng dễ tôi của thép.

Tốt hơn là, thành phần của thép phải sao cho thép này có số đương lượng cacbon C_{eq} thấp hơn hoặc bằng 0,4%, số lượng cacbon này được xác định theo công thức: $C_{eq} = C\% + \text{Si}\%/55 + \text{Cr}\%/20 + \text{Mn}\%/19 - \text{Al}\%/18 + 2,2 \cdot \text{P}\% - 3,24 \cdot \text{B}\% - 0,133 \cdot \text{Mn}\% \cdot \text{Mo}\%$.

Vì cấu trúc của thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt sẽ được mô tả ở dưới.

Thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt này có cấu trúc có, trong phần bề mặt:

- 10% tới 30% austenit tồn dư, austenit tồn dư này có mặt dưới dạng các mảng có tỷ lệ kích thước ít nhất là 3 và dưới dạng các đảo mactensit austenit (còn được gọi là các đảo MA), dưới 8% các đảo MA này có kích thước lớn hơn $0,5\mu\text{m}$,
- tối đa 1% mactensit mới
- tối đa 50% mactensit đã được ram và
- mactensit phục hồi chứa các kết tủa của ít nhất một nguyên tố được chọn trong số niobi, titan và vanadi.

Phần bề mặt và tỷ lệ kích thước được xác định theo công thức sau: mẫu được cắt từ thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt, được làm bóng và ăn mòn bằng tác nhân thường dùng để lộ ra vi cấu trúc. Phần vi cấu trúc này sau đó được kiểm tra bằng kính hiển vi quang học hoặc kính hiển vi điện tử quét, ví dụ, bằng kính hiển vi quang học cùng với súng phát xạ trường (“FEG-SEM”) với độ phóng đại trên 5000 lần, kết hợp với thiết bị nhiễu xạ điện tử tán xạ ngược (“EBSD”) và kính hiển vi điện tử truyền qua quét (TEM).

Việc xác định phần bề mặt của từng thành phần được thực hiện bằng việc phân tích hình ảnh theo phương pháp đã được biết đến. Phần austenit tồn dư, ví dụ, được xác định bằng phép nhiễu xạ tia X (XRD).

Vi cấu trúc của thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt này chứa ít nhất là 10% austenit mà ở nhiệt độ trong phòng là austenit tồn dư. Khi có mặt trong phần bề mặt ít nhất là 10%, austenit tồn dư góp phần làm tăng độ dẻo. Với mức trên 30%, mức cần thiết của hệ số nong rộng lỗ HER theo tiêu chuẩn ISO 16630:2009 thấp hơn 20%.

Austenit tồn dư có mặt dưới dạng các mảng có tỷ lệ kích thước ít nhất là 3 và dưới dạng MA (Mactensit Austenit) các đảo, dưới 8% các đảo MA này có kích thước lớn hơn 0,5µm.

Giới hạn dưới xác định của tỷ lệ kích thước của các mảng austenit tồn dư và tỷ lệ lớn nhất của các đảo MA có kích thước lớn hơn 0,5µm cần được kiểm soát để đạt được mức cần thiết của hệ số nong rộng lỗ HER theo tiêu chuẩn ISO 16630:2009.

Theo một phương án được ưu tiên, thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt này theo sáng chế phải sao cho tỷ số tính theo phần giữa các đảo MA có kích thước lớn hơn 0,5µm và mảng austenit thấp hơn 1,0 hoặc, tốt hơn nữa, thấp hơn 0,5.

Theo một phương án được ưu tiên khác, thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt này theo sáng chế phải sao cho dưới 5% các đảo MA này có kích thước lớn hơn 0,5µm.

Theo một phương án được ưu tiên khác, thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt này theo sáng chế phải sao cho phần bề mặt của các mảng austenit có tỷ lệ kích thước lớn hơn 3 ít nhất là 5%.

Vi cấu trúc của thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt này có tối đa 1% mactensit mới và tối đa 50% mactensit đã được ram. Thực vậy, phần mactensit đã được ram cao hơn 50% có thể khiến cho độ giãn dài đều thấp hơn 12%.

Theo một phương án được ưu tiên khác, thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt này theo sáng chế phải sao cho phần bề mặt của mactensit mới nhỏ hơn 1%.

Vi cấu trúc của thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt này chứa mactensit phục hồi chứa các kết tủa của ít nhất một nguyên tố được chọn trong số niobi, titan và vanadi. Nếu các phần kết tủa như vậy không có mặt, chất lượng của thép có thể không đạt được trị số tối thiểu về độ bền kéo được mong muốn theo sáng chế.

Mactensit đã được ram là mactensit được tạo ra khi làm nguội sau khi ủ lần thứ hai trước khi được ram trong bước ram; mactensit phục hồi là mactensit được tạo ra khi làm nguội sau quá trình ủ lần thứ nhất trước khi được phục hồi trong quá trình ủ lần thứ hai.

Mactensit phục hồi có thể được phân biệt với mactensit mới đã được ram trên phần đã được đánh bóng và ăn mòn bằng tác nhân đã biết rõ, ví dụ, chất phản ứng Nital, khi được quan sát dưới kính hiển vi điện tử quét (SEM) và kính hiển vi nhiễu xạ tán xạ ngược (EBSD).

Thép theo sáng chế có thể được tạo ra bởi phương pháp sản xuất thích hợp bất kỳ và người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này có thể xác định nó. Tuy nhiên, được ưu tiên nếu sử dụng phương pháp theo sáng chế bao gồm các bước sau đây.

Thép tấm cán nóng có độ dày nằm trong khoảng, ví dụ, từ 1,8 đến 6mm có thể được tạo ra bằng cách đúc thép có thành phần nêu trên để tạo ra phôi dạng tấm, nung nóng lại phôi dạng tấm này ở nhiệt độ $T_{\text{nung nóng lại}}$ nằm trong khoảng từ 1150°C đến 1300°C, và cán nóng phôi dạng tấm đã được nung nóng lại này, nhiệt độ cán cuối cao hơn Ar3, để thu được thép cán nóng.

Tốt hơn, nếu nhiệt độ cán cuối này tối đa là 1000°C , nhằm tránh việc làm thô các hạt austenit.

Tiếp đó, thép đã được cán nóng này được làm nguội, với tốc độ làm nguội, ví dụ, nằm trong khoảng từ $1^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ đến $120^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, và được cuộn ở nhiệt độ Tcuộn nằm trong khoảng từ 20°C đến 600°C .

Sau khi cuộn, thép tấm này có thể được tẩy gỉ.

Tiếp đó, thép tấm đã được cán nóng này được ủ, nhằm cải thiện khả năng dễ cán nguội và độ dai của thép tấm đã được cán nóng, và để tạo ra thép tấm cán nóng đã được ủ thích hợp để sản xuất thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt có các tính chất cơ học tốt, đặc biệt là độ bền cao và độ dẻo cao.

Theo một phương án được ưu tiên, việc ủ được thực hiện đối với thép tấm đã được cán nóng là ủ kiểu từng mẻ, được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 500°C đến 680°C , trong 1000 giây tới 50000 giây.

Tiếp đó, thép tấm cán nóng đã được ủ này tùy ý được tẩy gỉ.

Tùy ý, thép tấm cán nóng đã được ủ này được cán nguội để tạo ra thép tấm cán nguội có độ dày mà có thể, ví dụ, nằm trong khoảng từ 0,7mm đến 3mm, hoặc tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,8mm đến 2mm.

Tốt hơn, nếu lượng lán của quá trình cán nguội nằm trong khoảng từ 20% đến 80%. Dưới 20%, việc tái kết tinh trong quá trình xử lý nhiệt tiếp theo không thuận lợi, mà có thể làm suy giảm độ dẻo của thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt này. Trên 80%, có nguy cơ bị nứt mép trong quá trình cán nguội.

Tiếp đó, thép tấm đã được cán nguội này được xử lý nhiệt trên một dây chuyền liên tục.

Việc xử lý nhiệt này bao gồm các bước:

- nung nóng lại thép tấm đã được cán nguội này tới nhiệt độ ủ thứ nhất nằm trong khoảng từ A_{e3} đến $A_{e3}+100^{\circ}\text{C}$ và duy trì thép tấm đã được cán nguội này ở nhiệt độ ủ trong thời gian giữ nằm trong khoảng từ 30 đến 600 giây, để thu được, sau khi ủ, cấu trúc austenit toàn phần,

Tốt hơn, nếu tốc độ nung nóng lại tới nhiệt độ ủ thứ nhất nằm trong khoảng từ $1^{\circ}\text{C}/\text{s}$ đến $200^{\circ}\text{C}/\text{giây}$.

- tôi thép tấm đã được cán nguội này với tốc độ làm nguội nằm trong khoảng từ $0,5^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ đến $200^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, xuống nhiệt độ tôi nằm trong khoảng từ 20°C đến $M_s-50^{\circ}\text{C}$ và duy trì ở nhiệt độ tôi này trong thời gian giữ nằm trong khoảng từ 1 đến 200 giây,

Tốc độ làm nguội này được chọn sao cho để tránh việc tạo ra peclit khi làm nguội. Với từng thành phần cụ thể của thép và mỗi cấu trúc, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ biết cách để xác định điểm biến dạng bắt đầu M_s của austenit bằng phép đo độ giãn.

Trong bước tôi này, austenit biến dạng một phần thành mactensit.

Nếu nhiệt độ tôi thấp hơn 20°C , thì phần mactensit phục hồi có trong cấu trúc cuối là quá cao đối với việc làm ổn định lượng thỏa đáng của austenit tồn dư ở mức trên 10%. Ngoài ra, nếu nhiệt độ tôi cao hơn $M_s-50^{\circ}\text{C}$, thì phần mactensit phục hồi có trong cấu trúc cuối là quá thấp để có được độ giãn dài được mong muốn.

- tùy ý, giữ tấm đã được tôi này ở nhiệt độ tôi trong thời gian giữ nằm trong khoảng từ 2 giây đến 200 giây, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 3 giây đến 7 giây, sao cho tránh được việc tạo ra cacbua epsilon trong mactensit, mà có thể dẫn đến làm giảm độ giãn dài của thép.

- nung nóng lại thép tấm đã được cán nguội này tới nhiệt độ ủ thứ hai nằm trong khoảng từ T_0 đến $A_{e3}-30^{\circ}\text{C}$, và duy trì thép tấm đã được cán nguội này ở nhiệt độ ủ trong thời gian nằm trong khoảng từ 100 giây đến 2000 giây,

Trong bước ủ thứ hai này, xementit bị hòa tan và cacbon và Mn khuếch tán từ mactensit sang austenit, nhờ đó làm giàu cacbon và Mn của austenit và đã phục hồi mactensit.

- tùy ý, phủ nhúng nóng tấm này trong bể mạ ở nhiệt độ thấp hơn hoặc bằng 480°C . Loại lớp phủ bất kỳ có thể được áp dụng và đặc biệt là, kẽm hoặc hợp kim kẽm, như các hợp kim kẽm-niken, kẽm-magie hoặc kẽm-magie-nhôm, nhôm hoặc hợp kim nhôm, ví dụ, hợp kim nhôm-slic.

- ngay sau bước ủ thứ hai, hoặc ngay sau bước phủ nhúng nóng, nếu được thực hiện, làm nguội thép tấm đã được cán nguội này xuống nhiệt độ trong phòng, để

thu được thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt. Tốt hơn, nếu tốc độ làm nguội cao hơn $1^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, ví dụ, nằm trong khoảng từ $2^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ đến $20^{\circ}\text{C}/\text{giây}$.

Trong bước làm nguội này, phần austenit có thể biến dạng thành mactensit mới. Tuy nhiên, phần bề mặt của mactensit mới này duy trì ở mức thấp hơn hoặc bằng 50%.

- sau khi làm nguội xuống nhiệt độ trong phòng và phủ tùy ý, thép tấm này được ram, ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 170°C đến 500°C , trong thời gian giữ nằm trong khoảng từ 3 đến 1200 giây (nhiệt độ càng cao, thì thời gian giữ càng thấp). Việc xử lý ram này được dự liệu để làm giảm bớt tỷ lệ của các đảo MA lớn (có kích thước lớn hơn $0,5\mu\text{m}$) mà có thể khiến cho mactensit đã được ram có các mảng austenit có tỷ lệ kích thước ít nhất là 3 hoặc austenit các đảo bé hơn có kích thước nhỏ hơn $0,5\mu\text{m}$.

- tùy ý, sau khi làm nguội xuống nhiệt độ trong phòng, nếu bước phủ nhúng nóng không được thực hiện, thì tấm này có thể được bởi các phương pháp điện hóa, ví dụ, mạ điện, hoặc thông qua các quy trình phủ chân không bất kỳ, như mạ bốc hơi vật lý PVD hoặc mạ bốc hơi kiểu tia phun. Loại lớp phủ bất kỳ có thể được áp dụng và đặc biệt là, kẽm hoặc hợp kim kẽm, như các hợp kim kẽm-niken, kẽm-magie hoặc kẽm-magie-nhôm. Tùy ý, sau khi phủ bằng cách mạ điện, thép tấm này có thể được khử khí.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Hai loại thép, với các thành phần được liệt kê trong bảng 1, được đúc ở dạng bán thành phẩm và được gia công thành thép tấm với các thông số của quy trình được liệt kê trong bảng 2, trải qua các công đoạn nung nóng, cán nóng có kiểm soát và làm nguội bằng nước, thu được bởi việc tôi và tự ram.

Bảng 1

Các thành phần

Các thành phần của thép được đưa ra trong bảng dưới đây, trong đó hàm lượng nguyên tố được thể hiện theo phần trăm khối lượng:

Thép	C	Mn	Si	Al	Ti	Nb	V	S	P	N	Ae1	T ₀	Ae3
A	0,146	3,86	1,48	0,03	-	0,059	-	0,001	0,009	0,004	645	660	780
B	0,126	5,00	0,51	1,78	-	0,027	-	0,002	0,009	0,005	580	660	950

Thép A và thép B là ví dụ theo sáng chế.

Đối với mỗi loại thép nhất định, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ biết cách để xác định các nhiệt độ Ae1, Ae3 và T₀ thông qua các thử nghiệm kiểm tra độ giãn nở và phép phân tích luyện kim.

Bảng 2

Các thông số của quy trình

Các bán thành phẩm thép, ở dạng sản phẩm đúc, lần lượt được nung nóng lại ở 1250°C, được cán nóng và sau đó được cuộn ở 550°C, được tẩy gỉ, được ủ ở 600°C trong 5 giờ, được tẩy gỉ và được cán nguội với tỷ lệ giảm 50%. Tiếp đó, chúng được gia công trong các điều kiện sau:

Thử nghiệm	Thép	Tốc độ nung nóng lại (°C/giây)	Ủ lần thứ nhất					Ủ lần thứ hai		Ram	
			Nhiệt độ (°C)	Thời gian (giờ)	Tốc độ làm nguội (°C/giây)	T tôi (°C)	Thời gian giữ ở T tôi (giờ)	Nhiệt độ (°C)	Thời gian (giờ)	Nhiệt độ (°C)	Thời gian (giờ)
1	A	10	820	120	5	50	3	700	180	450	300
2	A	10	820	120	5	50	3	740	180	450	300
3	A	10	820	120	5	210	3	690	150	-	-
4	B	15	-	-	-	-	-	730	500	-	-
5	B	15	-	-	-	-	-	740	500	-	-
6	B	15	-	-	-	-	-	750	500	-	-

Các mẫu thu được sau đó được phân tích và các nguyên tố vi cấu trúc và các tính chất cơ học tương ứng lần lượt được liệt kê trong bảng 3 và bảng 4.

Bảng 3

Vi cấu trúc và các phần kết tủa

Hàm lượng phần trăm của các pha vi cấu trúc của thép tấm thu được được xác định:

Thử nghiệm	γ (%)	Tỷ lệ kích thước γ	MA (%)	FM (%)	TM (%)	RM (%)	RF	Phân kết tủa trong RM ?
1*	17	4	5	0	2	81	0	Có
2*	12	4	2	0	38	50	0	Có
3	16	4	<u>25</u>	<u>15</u>	0	69	0	Có
4	21	<u>1,5</u>	<u>14</u>	<u>9</u>	0	<u>0</u>	<u>70</u>	Có
5	23	<u>1,5</u>	<u>18</u>	<u>10</u>	0	<u>0</u>	<u>67</u>	Có
6	23	<u>1,5</u>	<u>23</u>	<u>14</u>	0	<u>0</u>	<u>63</u>	Có

*: các thử nghiệm theo sáng chế.

γ : phần bề mặt austenit tồn dư

tỷ lệ kích thước γ : tỷ lệ kích thước của các mảng austenit

MA: phần bề mặt của các đảo MA có kích thước lớn hơn 0,5 μ m

FM: phần bề mặt của mactensit mới

TM: mactensit đã được ram

RM: mactensit phục hồi hoặc phần bề mặt ferit đã được tái kết tinh

RF: chữ viết tắt cho phần bề mặt ferit đã được tái kết tinh

Phân kết tủa trong RM: các phân kết tủa Nb trong mactensit phục hồi

Bảng 4

Các tính chất cơ học

Các tính chất cơ học của các mẫu thử nghiệm được xác định và liệt kê trong bảng sau:

Thử nghiệm	YS (MPa)	TS (MPa)	UE (%)	HER (%)
1*	815	1103	18,8	21,2
2*	1037	1267	12,8	22,0
3	<u>659</u>	1183	14,3	<u>15,8</u>
4	861	1064	18,5	<u>16,2</u>
5	833	1086	17,2	<u>14,2</u>
6	786	1110	15,4	<u>11,6</u>

*: các thử nghiệm theo sáng chế.

Giới hạn chảy YS, độ bền kéo TS và độ giãn dài đều UE được đo theo tiêu chuẩn ISO 6892-1, công bố tháng 10/2009. Hệ số nong rộng lỗ HER được đo theo tiêu chuẩn ISO 16630:2009. Do sự khác nhau về phương pháp đo, nên các trị số của hệ số nong rộng lỗ HER theo tiêu chuẩn ISO 16630:2009 khác nhiều và không tương đương với các trị số của hệ số nong rộng lỗ λ theo tiêu chuẩn JFS T 1001 (Japan Iron and Steel Federation Standard).

Các ví dụ này đã cho thấy rằng thép tấm theo sáng chế, cụ thể là thép nêu trong các ví dụ 1 và 2 là có được các tính chất mong muốn nhờ vào các vi cấu trúc và thành phần xác định của chúng.

Yêu cầu bảo hộ

1. Thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt làm bằng thép có thành phần tính theo phần trăm khối lượng:

C: 0,03 - 0,25%

Mn: 3,5 - 8%

Si: 0,5 - 2,0%

Al: 0,03 - 2,0%

Ti $\leq$ 0,080%

Nb $\leq$ 0,080%

V $\leq$ 0,2%

V + Ti + Nb $>$ 0,01%

S $\leq$ 0,010%

P $\leq$ 0,020%

N $\leq$ 0,008%

và tùy bao gồm một hoặc nhiều nguyên tố sau, được thể hiện theo hàm lượng phần trăm khối lượng:

Mo: 0,1 - 0,5%

Cr: 0,01 - 1%

B: 0,0005 - 0,004%

lượng còn lại là của sắt và các tạp chất khó tránh khỏi do việc nấu chảy,

thép tấm đã được cán nguội này có vi cấu trúc có, trong phần bề mặt:

- 10% tới 30% austenit tồn dư, austenit tồn dư này có mặt dưới dạng các mảng có tỷ lệ kích thước ít nhất là 3 và dưới dạng các đảo mactensit austenit, dưới 8% các đảo mactensit austenit này có kích thước lớn hơn 0,5 μ m,
- tối đa 1% mactensit mới
- tối đa 50% mactensit đã được ram và
- mactensit phục hồi chứa các kết tủa của ít nhất một nguyên tố được chọn trong số niobi, titan và vanadi.

2. Thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt theo điểm 1, trong đó hàm lượng nhôm tối đa là 1,2%.
3. Thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt theo điểm 1 hoặc 2, trong đó hàm lượng niobi ít nhất là 0,010%.
4. Thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 3, trong đó hàm lượng cacbon ít nhất là 0,10%.
5. Thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 4, trong đó tỷ số tính theo phần giữa các đảo mactensit austenit có kích thước lớn hơn $0,5\mu\text{m}$ và mảng austenit thấp hơn 1,0.
6. Thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt theo điểm 5, trong đó tỷ số tính theo phần giữa các đảo mactensit austenit có kích thước lớn hơn $0,5\mu\text{m}$ và mảng austenit thấp hơn 0,5.
7. Thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 6, trong đó phần bề mặt của mactensit mới nhỏ hơn 1%.
8. Thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 7, trong đó dưới 5% các đảo mactensit austenit có kích thước lớn hơn $0,5\mu\text{m}$.
9. Thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 8, trong đó phần bề mặt của các mảng austenit có tỷ lệ kích thước lớn hơn 3 ít nhất là 5%.
10. Thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 9, trong đó thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt này được phủ Zn hoặc hợp kim Zn.

11. Thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 9, trong đó thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt này được phủ Al hoặc hợp kim Al.

12. Thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 11, trong đó thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt này có giới hạn chảy YS ít nhất là 750MPa, độ bền kéo TS ít nhất là 1000MPa, độ giãn dài đều UE ít nhất là 12%, và hệ số nong rộng lỗ HER ít nhất là 20%.

13. Phương pháp sản xuất thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt bao gồm lần lượt các bước sau:

- đúc thép để tạo ra phôi dạng tấm, thép này có thành phần theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 4,
- nung nóng lại phôi dạng tấm này ở nhiệt độ $T_{\text{nung nóng lại}}$ nằm trong khoảng từ 1150°C đến 1300°C,
- cán nóng phôi dạng tấm đã được nung nóng lại này ở nhiệt độ cao hơn A_{r3} để tạo ra thép đã được cán nóng,
- cuộn thép tấm đã được cán nóng này ở nhiệt độ cuộn $T_{\text{cuộn}}$ nằm trong khoảng từ 20°C đến 600°C,
- ủ thép tấm đã được cán nóng này, để tạo ra thép tấm cán nóng đã được ủ,
- cán nguội thép tấm cán nóng đã được ủ này để tạo ra thép tấm đã được cán nguội,
- nung nóng lại thép tấm đã được cán nguội này tới nhiệt độ ủ thứ nhất nằm trong khoảng từ A_{e3} đến $A_{e3}+100^{\circ}\text{C}$ và duy trì thép tấm đã được cán nguội này ở nhiệt độ ủ trong thời gian giữ nằm trong khoảng từ 30 đến 600 giây, để thu được, sau khi ủ, cấu trúc austenit toàn phần,
- tôi thép tấm đã được cán nguội này với tốc độ làm nguội nằm trong khoảng từ 0,5°C/giây đến 200°C/giây, xuống nhiệt độ tôi nằm trong khoảng từ 20°C đến $M_s-50^{\circ}\text{C}$ và duy trì ở nhiệt độ tôi này trong thời gian giữ nằm trong khoảng từ 1 đến 200 giây,

- nung nóng lại thép tấm đã được cán nguội này tới nhiệt độ ủ thứ hai nằm trong khoảng từ T_{Θ} đến $A_{e3}-30^{\circ}\text{C}$, T_{Θ} là nhiệt độ mà trên nhiệt độ đó xementit sẽ bị hòa tan khi nung nóng, và duy trì thép tấm đã được cán nguội này ở nhiệt độ ủ trong thời gian nằm trong khoảng từ 100 giây đến 2000 giây,
- làm nguội thép tấm đã được cán nguội này xuống nhiệt độ trong phòng, ram thép tấm đã được cán nguội này, ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 170°C đến 500°C , trong thời gian giữ nằm trong khoảng từ 3 đến 1200 giây để thu được thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt.

14. Phương pháp theo điểm 13, trong đó việc ủ được thực hiện đối với thép tấm đã được cán nóng là ủ kiểu từng mẻ, được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 500°C đến 680°C , trong 1000 giây tới 50000 giây.

15. Phương pháp theo điểm 13 hoặc 14, trong đó tốc độ nung nóng thép tấm đã được cán nguội này nằm trong khoảng từ 1 đến $200^{\circ}\text{C}/\text{giây}$.

16. Phương pháp tạo ra mối hàn điểm của ít nhất hai tấm thép, bao gồm các bước sau:

- chuẩn bị tấm thép là thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 12 hoặc đã được tạo ra bởi phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 13 tới 15,
- chuẩn bị tấm thép thứ hai,
- hàn điểm thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt này với tấm thép thứ hai.

17. Phương pháp theo điểm 16, trong đó tấm thép thứ hai là thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 12 hoặc đã được tạo ra bởi phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 13 tới 15.