



(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)



1-0036336

(51)⁷ C22C 38/00; C22C 38/58; C21D 9/46; (13) B
C22C 38/02; C22C 38/04; C22C 38/06;
C22C 38/08; C22C 38/12; C22C 38/16;
C22C 38/18; C22C 38/22; C22C 38/24;
C22C 38/28; C22C 38/32; C21D 6/00;
C21D 8/12

(21) 1-2018-05855

(22) 23/05/2017

(86) PCT/IB2017/000628 23/05/2017

(87) WO 2017/203350 30/11/2017

(30) PCT/IB2016/000698 24/05/2016 IB

(45) 25/07/2023 424

(43) 25/07/2019 376A

(73) ARCELORMITTAL (LU)

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

(72) HELL, Jean-Christophe (FR); CHARBONNIER, Nicolas (FR); IUNG, Thierry (FR);
REMY, Blandine (FR).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT TẤM THÉP ĐƯỢC HỒI PHỤC CÓ NỀN
AUSTENIT VÀ TẤM THÉP THU ĐƯỢC BẰNG PHƯƠNG PHÁP NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất tấm thép được hồi phục có nền austenit có các tính chất cơ học kỳ vọng, và tấm thép thu được bằng phương pháp này.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất tấm thép được hồi phục có nền austenit. Sáng chế đặc biệt thích hợp để sản xuất ô tô.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Để giảm khối lượng của ô tô, đã biết cách sử dụng thép có độ bền cao để sản xuất ô tô. Ví dụ, để sản xuất các bộ phận kết cấu, các tính chất cơ học của thép này cần phải được cải thiện. Tuy nhiên, ngay cả khi độ bền của thép đã được cải thiện, thì độ giãn dài và do đó khả năng tạo hình cao của thép cũng bị giảm. Để giải quyết các vấn đề này, tấm thép được hồi phục, cụ thể, thép dẻo song tinh (thép TWIP) có khả năng tạo hình tốt đã xuất hiện. Ngay cả khi các sản phẩm này có khả năng tạo hình rất tốt, thì các tính chất cơ học như độ bền kéo giới hạn và ứng suất đàn hồi có thể không đủ cao để đáp ứng yêu cầu sử dụng cho ô tô.

Để cải thiện độ bền của thép này trong khi vẫn giữ được khả năng gia công tốt, đã biết cách tạo ra tỷ trọng cao của cấu trúc song tinh bằng cách cán nguội, tiếp đó xử lý hồi phục để loại bỏ các lệch mạng nhưng vẫn giữ được cấu trúc song tinh này.

Tuy nhiên, bằng cách áp dụng phương pháp này, có nguy cơ là không thu được các tính chất cơ học kỳ vọng. Thực vậy, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này chỉ có thể thực hiện các phương pháp đã biết và sau đó đo các tính chất cơ học của tấm thép thu được để xem có đạt được các tính chất cơ học mong muốn hay không. Không thể làm thích ứng các điều kiện của phương pháp này để thu được các tính chất cơ học kỳ vọng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do vậy, mục đích của sáng chế nhằm giải quyết các vấn đề nêu trên bằng cách đề xuất phương pháp sản xuất tấm thép được hồi phục có ít nhất là một tính chất cơ

học kỳ vọng, tính chất cơ học như vậy được cải thiện. Mục đích khác của sáng chế là đề xuất tấm thép được hồi phục có các tính chất cơ học được cải thiện như vậy.

Mục đích này đạt được bằng cách đề xuất phương pháp sản xuất tấm thép TWIP như được xác định trong điểm 1 yêu cầu bảo hộ. Phương pháp này cũng có thể có các dấu hiệu như được xác định trong các điểm 2 đến 20 yêu cầu bảo hộ.

Mục đích khác của sáng chế đạt được bằng cách đề xuất tấm thép TWIP như được xác định trong điểm 21 yêu cầu bảo hộ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các đặc điểm và các ưu điểm khác của sáng chế sẽ trở nên dễ thấy qua phần mô tả chi tiết sáng chế dưới đây.

Các chữ viết tắt dưới đây được xác định như:

- M: tính chất cơ học,
- $M_{\text{đích}}$: giá trị đích của tính chất cơ học,
- $M_{\text{tái kết tinh}}$: tính chất cơ học sau khi ủ tái kết tinh,
- $M_{\text{cán nguội}}$: tính chất cơ học sau khi cán nguội,
- UTS: độ bền kéo giới hạn,
- TE: tổng độ giãn dài,
- P: giá trị pareq,
- $P_{\text{đích}}$: giá trị đích của pareq,
- FWHM: chiều rộng đầy đủ ở nửa tối đa của phổ nhiễu xạ tia X và
- $\text{FWHM}_{\text{đích}}$: giá trị đích của chiều rộng đầy đủ ở nửa tối đa của phổ nhiễu xạ tia X.

Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất tấm thép được hồi phục có nền austenit có ít nhất là một tính chất cơ học (M) bằng hoặc cao hơn giá trị đích $M_{\text{đích}}$ có thành phần dưới đây, tính theo khối lượng:

$$0,1 < C < 1,2\%,$$

$$13,0 \leq \text{Mn} < 25,0\%,$$

$$S \leq 0,030\%,$$

$$P \leq 0,080\%,$$

$$N \leq 0,1\%,$$

$$\text{Si} \leq 3,0\%,$$

và tùy ý, chứa một hoặc nhiều nguyên tố như

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

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

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

$$\text{Mo} \leq 0,40\%,$$

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

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

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

$$\text{V} \leq 2,5\%,$$

$$\text{Al} \leq 4,0\%,$$

lượng còn lại là thành phần cấu thành thép và các tạp chất không thể tránh khỏi sinh ra từ quá trình sản xuất,

trong đó phương pháp này bao gồm các bước:

A. bước hiệu chỉnh trong đó:

- I. ít nhất là 2 mẫu thép nêu trên được xử lý nhiệt ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 400 đến 900°C trong thời gian từ 40 giây đến 60 phút, tương ứng với các giá trị Pareq P được tạo ra,
- II. các mẫu nêu trên được nhiễu xạ tia X để thu được các phổ bao gồm đỉnh chính có chiều rộng ở điểm giữa chiều cao FWHM được đo,
- III. M của mỗi mẫu này được đo,
- IV. trạng thái hồi phục hoặc tái kết tinh của mỗi mẫu được đo,
- V. đường cong M là một hàm của FWHM được vẽ trong miền mà các mẫu này được hồi phục từ 0 đến 100%, nhưng không tái kết tinh,

B. bước tính toán trong đó:

- I. giá trị của $\text{FWHM}_{\text{đích}}$ tương ứng với $M_{\text{đích}}$ được xác định,
- II. giá trị pareq $P_{\text{đích}}$ của bước xử lý nhiệt cần thực hiện để đạt được $M_{\text{đích}}$ được xác định và
- III. thời gian $t_{\text{đích}}$ và nhiệt độ $T^{\circ}_{\text{đích}}$ tương ứng với $P_{\text{giá trị đích}}$ được chọn,

C. bước nạp tấm thép đã được tái kết tinh có $M_{\text{tái kết tinh}}$,

D. bước cán nguội để thu được tấm thép có $M_{\text{cán nguội}}$ và

E. bước ủ được thực hiện ở nhiệt độ $T^{\circ}_{\text{đích}}$ trong thời gian $t_{\text{đích}}$.

Mặc dù không muốn bị ràng buộc bởi lý thuyết bất kỳ có vẻ như khi phương pháp theo sáng chế được áp dụng, nó cho phép có thể có được các thông số xử lý của bước ủ E) để thu được tấm thép được hồi phục, cụ thể tấm thép TWIP, có các tính chất cơ học kỳ vọng được cải thiện.

Về thành phần hoá học của thép, C đóng vai trò quan trọng trong sự hình thành vi cấu trúc và các tính chất cơ học. Nó làm tăng năng lượng khuyết tật tích tụ và thúc đẩy sự ổn định của pha austenit. Khi kết hợp với hàm lượng Mn nằm trong khoảng từ 13,0 đến 25,0% khối lượng, độ ổn định này đạt được đối với hàm lượng cacbon 0,5% hoặc cao hơn. Trong trường hợp có vanadi cacbua, hàm lượng Mn cao có thể làm tăng độ hòa tan của vanadi cacbua (VC) trong austenit. Tuy nhiên, đối với hàm lượng C cao hơn 1,2%, có nguy cơ độ dẻo giảm do, ví dụ, sự kết tủa quá mức của vanadi cacbua hoặc cacbonitrua. Tốt hơn là, hàm lượng cacbon nằm trong khoảng từ 0,4 đến 1,2%, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,5 đến 1,0% khối lượng để thu được độ bền đủ.

Mn cũng là một nguyên tố chính để làm tăng độ bền, để làm tăng năng lượng khuyết tật tích tụ và để làm ổn định pha austenit. Nếu hàm lượng của nó thấp hơn 13,0%, có nguy cơ tạo ra các pha mactensit, điều này làm giảm đáng kể độ biến dạng. Ngoài ra, khi hàm lượng mangan lớn hơn 25,0%, việc tạo ra cấu trúc song tinh bị ức chế, và do đó, mặc dù độ bền tăng, nhưng độ dẻo ở nhiệt độ trong phòng lại bị giảm. Tốt hơn là, hàm lượng mangan nằm trong khoảng từ 15,0 đến 24,0% và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 17,0 đến 24,0% để tối ưu hoá năng lượng khuyết tật tích tụ và để ngăn ngừa sự tạo ra mactensit dưới tác động biến dạng. Ngoài ra, khi hàm lượng Mn lớn hơn 24,0%, kiểu biến dạng bằng cách tạo song tinh ít được ưa chuộng hơn so với kiểu biến dạng bằng cách trượt biến vị hoàn hảo.

Al là nguyên tố đặc biệt có hiệu quả để loại bỏ oxy ra khỏi thép. Giống như C, Nó làm tăng năng lượng khuyết tật tích tụ điều này làm giảm nguy cơ hình thành biến dạng mactensit, từ đó cải thiện độ dẻo và khả năng chịu đứt gãy chậm. Tuy nhiên, Al có nhược điểm nếu nó có mặt với lượng quá lớn trong thép có hàm lượng Mn cao, vì Mn làm tăng độ hòa tan của nitơ trong sắt lỏng. Nếu Al có mặt với lượng quá lớn trong thép này, N, mà kết hợp với Al, kết tủa dưới dạng nhôm nitrua (AlN) mà gây cản trở đến sự di chuyển của các biên hạt trong khi chuyển hóa nóng và làm

tăng đáng kể nguy cơ xuất hiện vết nứt trong đúc liên tục. Ngoài ra, như sẽ được giải thích ở phần dưới đây, lượng N đủ phải sẵn có để tạo ra kết tủa mịn, chủ yếu là cacbonitrua. Tốt hơn là, hàm lượng Al thấp hơn hoặc bằng 2%. Khi hàm lượng Al lớn hơn 4,0%, có nguy cơ là việc tạo ra cấu trúc song tinh bị ức chế làm giảm độ dẻo. Tốt hơn là, lượng Al trên 0,06% và tốt hơn nữa cao hơn 0,7%.

Một cách tương ứng, hàm lượng nitơ phải là 0,1% hoặc thấp hơn để ngăn ngừa sự kết tủa của AlN và sự tạo khuyết tật thể tích (vết rỗ) trong khi hóa rắn. Ngoài ra, khi các nguyên tố có khả năng kết tủa dưới dạng nitrua, như vanadi, niobi, titan, crom, molypden và bo, hàm lượng nitơ phải không được lớn hơn 0,1%.

Theo sáng chế, lượng V thấp hơn hoặc bằng 2,5%, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,1 đến 1,0%. Tốt hơn là, V tạo ra kết tủa. Tốt hơn là, tỷ lệ thể tích của các nguyên tố như vậy trong thép nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 0,025%. Tốt hơn là, các nguyên tố vanadi hầu như nằm ở vị trí trong hạt. Có lợi nếu, các nguyên tố vanadi có kích thước trung bình thấp hơn 7 nm, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 1 đến 5nm và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,2 đến 4,0 nm.

Silic cũng là nguyên tố có hiệu quả để loại bỏ oxy ra khỏi thép và để hóa cứng pha rắn. Tuy nhiên, với lượng lớn hơn 3%, nó sẽ làm giảm độ giãn dài và thường tạo ra các oxit không mong muốn trong một số quá trình lắp ráp, và do đó nó phải được giữ thấp hơn giới hạn này. Tốt hơn là, hàm lượng silic thấp hơn hoặc bằng 0,6%.

Lưu huỳnh và phospho là các tạp chất mà làm giòn các biên hạt. Hàm lượng tương ứng của chúng phải không được lớn hơn 0,030 và 0,080% để duy trì độ dẻo nóng đủ.

Bo có thể được bổ sung với lượng đến 0,005%, tốt hơn là đến 0,001%. Nguyên tố này tách ra ở các biên hạt và làm tăng khả năng dính kết của chúng. Mặc dù không muốn bị ràng buộc bởi lý thuyết, đã cho rằng điều này dẫn đến việc làm giảm ứng suất dư sau khi tạo hình bằng cách dập, và làm tăng độ bền ăn mòn dưới ứng suất của các bộ phận đã được tạo hình từ đó. Nguyên tố này tách ra ở các biên hạt austenit và làm tăng khả năng dính kết của chúng. Bo kết tủa, ví dụ, dưới dạng bocacbua và bonitrua.

Niken có thể được sử dụng tùy ý để làm tăng độ bền của thép bằng cách hóa cứng dung dịch. Tuy nhiên, không kể các yếu tố khác, vì lý do chi phí, mong muốn

giới hạn hàm lượng niken ở hàm lượng tối đa 1,0% hoặc thấp hơn và tốt hơn là dưới 0,3%.

Tương tự, tùy ý, việc bổ sung đồng với hàm lượng không quá 5% là một biện pháp để hóa cứng thép bởi sự kết tủa kim loại đồng. Tuy nhiên, đồng có mặt với lượng lớn hơn hàm lượng này, sẽ xuất hiện khuyết tật bề mặt trong tấm thép đã được cán nóng. Tốt hơn là, lượng đồng thấp hơn 2,0%. Tốt hơn là, lượng Cu trên 0,1%.

Titan và Niobi cũng là các nguyên tố mà có thể tùy ý được sử dụng để đạt được quá trình hóa cứng và gia cường bằng cách tạo ra kết tủa. Tuy nhiên, khi hàm lượng Nb hoặc Ti lớn hơn 0,50%, có nguy cơ là sự kết tủa quá mức có thể gây ra sự giảm về độ dai, điều này cần phải tránh được. Tốt hơn là, lượng Ti nằm trong khoảng từ 0,040 đến 0,50% khối lượng hoặc giữa 0,030% đến 0,130% khối lượng. Tốt hơn là, hàm lượng titan nằm trong khoảng từ 0,060% đến 0,40 và ví dụ nằm trong khoảng từ 0,060% đến 0,110% khối lượng. Tốt hơn là, lượng Nb cao hơn 0,01% và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,070 đến 0,50% khối lượng hoặc nằm trong khoảng từ 0,040 đến 0,220%. Tốt hơn là, hàm lượng niobi nằm trong khoảng từ 0,090% đến 0,40% và có lợi nếu nằm trong khoảng từ 0,090% đến 0,200% khối lượng.

Crom và Molypden có thể được sử dụng làm nguyên tố tùy ý để làm tăng độ bền của thép bằng cách hóa cứng dung dịch. Tuy nhiên, do crom làm giảm năng lượng khuyết tật tích tụ, nên hàm lượng của nó phải không được lớn hơn 1,0% và tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,070% đến 0,6%. Tốt hơn là, hàm lượng crom nằm trong khoảng từ 0,20 đến 0,5%. Molypden có thể được bổ sung với lượng 0,40% hoặc thấp hơn, tốt hơn là với lượng nằm trong khoảng từ 0,14 đến 0,40%.

Hơn thế nữa, mặc dù không muốn bị ràng buộc bởi lý thuyết bất kỳ, nhưng tin rằng sự kết tủa của vanadi, titan, niobi, crom và molypden có thể giảm tính nhạy cảm với sự nứt gãy chậm, và do đó không làm giảm độ dẻo và độ dai. Do vậy, tốt hơn là, ít nhất là một nguyên tố được chọn từ titan, niobi, crom và molypden dưới dạng cacbua, nitrua và cacbonitrua có mặt trong thép này.

Theo sáng chế, phương pháp này bao gồm bước hiệu chỉnh A.I) trong đó ít nhất là 2 mẫu tấm thép có được xử lý nhiệt ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 400 đến 900°C trong thời gian từ 40 giây đến 60 phút, tương ứng với các giá trị Pareq P được tạo ra. Ở bước này, thông số được gọi là Pareq được xác định để cho phép so sánh

các quá trình xử lý nhiệt khác được tiến hành ở các nhiệt độ khác trong các khoảng thời gian khác nhau, nó được xác định bằng phương trình sau:

$$\text{Pareq} = -0,67 \cdot \log \left(\int -\Delta H / RT \cdot dt \right)$$

Trong đó ΔH : năng lượng khuếch tán của sắt trong sắt (bằng 300 kJ/mol), T = nhiệt độ của chu trình, lấy tích phân trong toàn bộ thời gian xử lý nhiệt. Bước xử lý nhiệt càng nóng hoặc càng lâu thì giá trị Pareq càng thấp. Hai quá trình xử lý nhiệt khác nhau có giá trị Pareq giống nhau sẽ cho cùng một kết quả đối với cùng một loại thép. Tốt hơn là, giá trị Pareq cao hơn 14,2, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 14,2 đến 25 và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 14,2 đến 18.

Sau đó, trong khi thực hiện bước A.II), các mẫu được thực hiện nhiễu xạ tia X để thu được các phổ bao gồm đỉnh chính mà có chiều rộng đầy đủ ở một nửa FWHM tối đa được đo. Việc nhiễu xạ tia X là kỹ thuật phân tích không phá hủy mà cung cấp thông tin chi tiết về mạng nội tại của các chất kết tinh, bao gồm kích thước ô đơn vị, chiều dài liên kết, góc liên kết, và chi tiết về sắp xếp vị trí. Liên quan trực tiếp là việc tinh chế đơn tinh thể, trong đó dữ liệu được tạo ra từ phân tích tia X được diễn giải và tinh chỉnh để thu được cấu trúc tinh thể. Thông thường, phép khảo sát tinh thể bằng tia X là công cụ được sử dụng để xác định cấu trúc tinh thể như vậy. Theo sáng chế, tấm thép có nền austenit, nền austenit này có hệ lập phương tâm diện. Do vậy, tốt hơn là, đỉnh chính mà có chiều rộng đầy đủ ở một nửa FWHM tối đa được đo tương ứng với chỉ số Miller [311]. Thực vậy, đã cho rằng đỉnh này, đặc trưng cho hệ austenit, là đại diện tốt nhất cho tác động tỷ trọng biến vị.

Sau đó, trong khi thực hiện bước A.III), M của mỗi mẫu như vậy được đo. Tốt hơn là, M là độ bền kéo giới hạn (UTS), tổng độ giãn dài (TE) hoặc cả hai (UTS*TE).

Sau đó, trạng thái hồi phục hoặc tái kết tinh của mỗi mẫu được đo trong khi thực hiện bước A.IV). Tốt hơn là, các trạng thái như vậy được đo bằng kính hiển vi điện tử quét (SEM) và EBSD (Nhiễu xạ điện tử tán xạ ngược) hoặc kính hiển vi điện tử truyền qua (TEM).

Sau đó, trong khi thực hiện bước A.V)Z, đường cong M là một hàm của FWHM được vẽ trong miền mà các mẫu này được hồi phục từ 0 đến 100%, nhưng không tái kết tinh.

Theo sáng chế, bước tính toán B) được thực hiện. Việc tính toán bao gồm bước B.I) trong đó giá trị $FWHM_{đích}$ tương ứng với $M_{đích}$ được xác định. Tốt hơn là, $FWHM_{đích}$ cao hơn $1,0^\circ$ và có lợi nếu nằm trong khoảng từ $1,0$ đến $1,5^\circ$.

Theo một phương án được ưu tiên, trong đó M là UTS, bước xác định $FWHM$ đạt được bằng bất đẳng thức sau:

$$UTS_{đích} = UTS_{cán\ ngụy} - (UTS_{cán\ ngụy} - UTS_{tái\ kết\ tinh}) * (\exp((-FWHM+2,3)/2,3) - 1)^4)$$

Trong trường hợp này, tốt hơn là, $UTS_{đích}$ cao hơn hoặc bằng 1430MPa và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 1430 đến 2000MPa .

Theo phương án được ưu tiên khác, trong đó M là TE, bước xác định $FWHM$ trong khi thực hiện bước tính toán B.I) đạt được bằng công thức sau:

$$TE_{đích} = TE_{cán\ ngụy} - (TE_{tái\ kết\ tinh} - UTS_{cán\ ngụy}) * (\exp((-FWHM+2,3)/2,3) - 1)^{2,5})$$

Trong trường hợp này, tốt hơn là, $TE_{đích}$ cao hơn hoặc bằng 15% và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 15 đến 30% .

Theo phương án được ưu tiên khác, trong đó M là $UTS*TE$, bước xác định $FWHM$ trong khi thực hiện bước tính toán B.I) đạt được bằng công thức sau:

$$UTS_{đích} * TE_{đích} = 100000 * (1 - 0,5FWHM)$$

Trong trường hợp này, tốt hơn là, $UTS_{đích} * TE_{đích}$ cao hơn 21000 và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 21000 đến 60000 , $TE_{đích}$ tối đa là 30% .

Sau đó, bước B.II), trong đó giá trị pareq $P_{đích}$ của bước xử lý nhiệt cần thực hiện để đạt được $M_{đích}$ được xác định, được thực hiện. Tốt hơn là, $P_{đích}$ cao hơn $14,2$, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ $14,2$ đến 25 và tốt hơn nữa là, nằm trong khoảng từ $14,2$ đến 18 .

Sau đó, bước B.III), bao gồm việc chọn thời gian $t_{đích}$ và nhiệt độ $T^\circ_{đích}$ tương ứng với $P_{đích}$ giá trị đích, được thực hiện. Tốt hơn là, $T^\circ_{đích}$ nằm trong khoảng từ 400 đến 900°C và $t_{đích}$ nằm trong khoảng từ 40 giây đến 60 phút.

Sau đó, phương pháp theo sáng chế bao gồm bước nạp tấm thép đã được tái kết tinh có $M_{tái\ kết\ tinh}$. Thực vậy, tốt hơn là, tấm thép được tái kết tinh sau khi ủ tái kết tinh được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 700 đến 900°C . Ví dụ, việc tái kết tinh được thực hiện trong thời gian từ 10 đến 500 giây, tốt hơn là trong thời gian từ 60 đến 180 giây.

Theo một phương án được ưu tiên, khi M là UTS, $UTS_{\text{tái kết tinh}}$ cao hơn 800 MPa, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 800 đến 1400MPa và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 1000 đến 1400MPa.

Theo phương án được ưu tiên khác, khi M là TE, TE tái kết tinh cao hơn 20%, tốt hơn cao hơn 30% và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 30 đến 70%.

Theo phương án được ưu tiên khác, khi M là $TE \cdot UTS$, $TE_{\text{tái kết tinh}} \cdot UTS_{\text{tái kết tinh}}$ cao hơn 16000, tốt hơn nữa cao hơn 24000 và có lợi nếu nằm trong khoảng từ 24000 đến 98000.

Sau đó, bước cán nguội D) được thực hiện để thu được tấm thép có $M_{\text{cán nguội}}$. Tốt hơn là, lượng ép nằm trong khoảng từ 1 đến 50%, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 1 đến 25% hoặc nằm trong khoảng từ 26 đến 50%. Nó cho phép giảm độ dày của thép. Ngoài ra, tấm thép được sản xuất theo phương pháp nêu trên, có thể có độ bền tăng thông qua quá trình hóa cứng nguội bằng cách thực hiện bước cán này. Ngoài ra, bước này còn tạo ra tỷ trọng cao của cấu trúc song tinh, do vậy cải thiện các tính chất cơ học của tấm thép.

Theo một phương án được ưu tiên, khi M là UTS, $UTS_{\text{cán nguội}}$ cao hơn 1000, tốt hơn cao hơn 1200MPa và có lợi nếu trên 1400MPa.

Theo phương án được ưu tiên khác, khi M là TE, $TE_{\text{cán nguội}}$ cao hơn 2%, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 2 đến 50%.

Theo phương án được ưu tiên khác, khi M là $TE \cdot UTS$, $TE_{\text{cán nguội}} \cdot UTS_{\text{cán nguội}}$ cao hơn 2000, tốt hơn là 2400 và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 2400 đến 70000.

Sau đó, bước ủ E) được thực hiện ở nhiệt độ $T^{\circ}_{\text{đích}}$ trong thời gian $t_{\text{đích}}$.

Sau bước cán nguội lần thứ hai, bước phủ nhúng nóng G) có thể được thực hiện. Tốt hơn là, bước G) được thực hiện với bể chủ yếu chứa nhôm hoặc bể chủ yếu chứa kẽm.

Theo phương án được ưu tiên, bước mạ nhúng nóng được thực hiện với bể chủ yếu chứa nhôm chứa Si với lượng nhỏ hơn 15%, chứa Fe với lượng nhỏ hơn 5,0%, tùy ý chứa 0,1 đến 8,0% Mg và tùy ý chứa từ 0,1 đến 30,0% Zn, lượng còn lại là Al.

Theo phương án được ưu tiên khác, bước mạ nhúng nóng được thực hiện với bể chủ yếu chứa kẽm chứa 0,01-8,0% Al, tùy ý chứa 0,2-8,0% Mg, chứa lượng còn lại là Zn.

Bể nóng chảy cũng có thể chứa các tạp chất không thể tránh khỏi và các thành phần dư từ các thỏi liệu hoặc từ đường dẫn tấm thép trong bể nóng chảy. Ví dụ, các tạp chất tùy ý được chọn từ Sr, Sb, Pb, Ti, Ca, Mn, Sn, La, Ce, Cr, Zr hoặc Bi, hàm lượng theo khối lượng mỗi nguyên tố bổ sung là dưới 0,3% khối lượng. Các thành phần dư từ các thỏi liệu hoặc từ đường dẫn tấm thép trong bể nóng chảy có thể là sắt với hàm lượng đến 5,0%, tốt hơn là 3,0% khối lượng.

Ví dụ, bước ủ có thể được thực hiện sau công đoạn lắng phủ để tạo ra lớp phủ để thu được tấm thép đã được ủ và mạ.

Do vậy, tấm thép được hồi phục có nền austenit ít nhất là một tính chất cơ học được cải thiện và kỳ vọng thu được bằng cách áp dụng phương pháp theo sáng chế.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Trong ví dụ này, các tấm thép có thành phần khối lượng như sau được sử dụng:

C (%)	Mn (%)	Si (%)	P (%)	Al (%)	Cu (%)	Mo (%)	V (%)	N (%)	Nb (%)	Cr (%)	Ni (%)
0,583	21,9	0,226	0,03	0	0,031	0,01	0,206	0,0148	0	0,183	0,06

Trong ví dụ này, tấm thép được hồi phục có giá trị tính chất cơ học đích $M_{\text{đích}}$ là $UTS_{\text{đích}}$ bằng 1512MPa. Nhờ bước hiệu chỉnh A, giá trị của $FMHM_{\text{đích}}$ tương ứng với $UTS_{\text{đích}}$ được xác định, $FMHM_{\text{đích}}$ là 1,096. $P_{\text{đích}}$ của bước xử lý nhiệt cần thực hiện để đạt được $UTS_{\text{đích}}$ được xác định, nó là 14,39. Sau đó, thời gian được chọn $t_{\text{đích}}$ là 40 giây và nhiệt độ được chọn $T^{\circ}_{\text{đích}}$ là 650°C.

Do vậy, trước tiên là, các thử nghiệm 1 và 2 được nung nóng và được cán nóng ở nhiệt độ 1200°C. Nhiệt độ cán nóng cuối được thiết lập ở 890°C và việc cuộn được thực hiện ở nhiệt độ 400°C sau khi cán nóng. Sau đó, việc cán nguội lần thứ nhất được thực hiện với lượng ép cán nguội là 50%. Sau đó, việc ủ tái kết tinh được thực hiện ở nhiệt độ 825°C trong thời gian 180 giây. Giá trị $UTS_{\text{tái kết tinh}}$ thu được là 980 MPa. Sau đó, việc cán nguội lần thứ hai được thực hiện với lượng ép cán nguội là 30%. Giá trị $UTS_{\text{cán nguội}}$ thu được là 1540 MPa.

Sau đó, mẫu thử nghiệm 1 được ủ ở nhiệt độ 650°C trong thời gian 40 giây theo sáng chế. Sau quá trình ủ này, mẫu thử nghiệm 1 được hồi phục. UTS của mẫu thử nghiệm 1 là 1512,5 MPa.

Mẫu thử nghiệm 2 được ủ ở nhiệt độ 650°C trong thời gian 90 giây, tức là $t_{\text{đích}}$ và $T^{\circ}_{\text{đích}}$ được xác định bằng phương pháp theo sáng chế không được đánh giá. Sau quá trình ủ này, mẫu thử nghiệm 2 được tái kết tinh. Giá trị UTS của mẫu thử nghiệm 2 là 1415,15MPa. $FMHM$ của mẫu thử nghiệm 2 là 0,989 và P là 14,12, tức là nằm ngoài khoảng của sáng chế.

Các kết quả đã cho thấy rằng khi phương pháp theo sáng chế được áp dụng, có thể thu được tấm thép được hồi phục có các tính chất cơ học kỳ vọng.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp sản xuất tấm thép được hồi phục có nền austenit có ít nhất là một tính chất cơ học (M) bằng hoặc cao hơn giá trị đích $M_{\text{đích}}$, trong đó $M_{\text{đích}}$ là giá trị đích của tính chất cơ học, tấm thép này có thành phần như dưới đây, tính theo khối lượng:

$$0,1 < C < 1,2\%,$$

$$13,0 \leq \text{Mn} < 25,0\%,$$

$$S \leq 0,030\%,$$

$$P \leq 0,080\%,$$

$$N \leq 0,1\%,$$

$$\text{Si} \leq 3,0\%,$$

và tùy ý, chứa một hoặc nhiều nguyên tố như:

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

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

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

$$\text{Mo} \leq 0,40\%,$$

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

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

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

$$V \leq 2,5\%,$$

$$\text{Al} \leq 4,0\%,$$

lượng còn lại là thành phần cấu thành thép và các tạp chất không thể tránh khỏi sinh ra từ quá trình sản xuất,

trong đó phương pháp này bao gồm các bước:

A. bước hiệu chỉnh trong đó:

- I. chuẩn bị ít nhất là 2 mẫu thép nêu trên được xử lý nhiệt ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 400 đến 900°C trong thời gian từ 40 giây đến 60 phút, tương ứng với các giá trị Pareq P,

Pareq được xác định bằng phương trình sau:

$$\text{Pareq} = -0,67 \cdot \log\left(\int -\Delta H/RT \cdot dt\right)$$

với ΔH : năng lượng khuếch tán của sắt trong sắt, bằng 300 kJ/mol, T = nhiệt độ của chu trình, lấy tích phân trong toàn bộ thời gian xử lý nhiệt.

- II. các mẫu nêu trên được nhiễu xạ tia X để thu được phổ bao gồm đỉnh chính có chiều rộng ở điểm giữa chiều cao FWHM được đo,
- III. M của mỗi mẫu này được đo,
- IV. trạng thái hồi phục hoặc tái kết tinh của mỗi mẫu được đo,
- V. đường cong M là một hàm của FWHM được vẽ trong miền mà các mẫu này được hồi phục từ 0 đến 100%, nhưng không tái kết tinh,

B. bước tính toán trong đó:

- I. giá trị của $FWHM_{đích}$ tương ứng với $M_{đích}$ được xác định,
 - II. giá trị pareq $P_{đích}$ của bước xử lý nhiệt cần thực hiện để đạt được $M_{đích}$ được xác định và
 - III. thời gian $t_{đích}$ và nhiệt độ $T_{đích}^{\circ}$ tương ứng với $P_{đích}$ giá trị đích được chọn,
- C. bước nạp tấm thép đã được tái kết tinh có $M_{tái\ kết\ tinh}$, trong đó $M_{tái\ kết\ tinh}$ là tính chất cơ học sau khi ủ tái kết tinh,
- D. bước cán nguội để thu được tấm thép có $M_{cán\ nguội}$, trong đó $M_{cán\ nguội}$ là tính chất cơ học sau khi cán nguội, và
- E. bước ủ được thực hiện ở nhiệt độ $T_{đích}^{\circ}$ trong thời gian $t_{đích}$.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tấm thép được tái kết tinh sau khi ủ tái kết tinh được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 700 đến 900°C.

3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó bước cán nguội được thực hiện với lượng ép nằm trong khoảng từ 1 đến 50%.

4. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó trong khi thực hiện bước hiệu chỉnh A.II), đỉnh chính có chiều rộng ở điểm giữa chiều cao FWHM được đo tương ứng với chỉ số Miller [311].

5. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó M là độ bền đứt giới hạn (UTS), tổng độ giãn dài (TE) hoặc cả hai (UTS*TE).

6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó khi M là UTS, bước xác định FWHM trong khi thực hiện bước tính toán B.I) đạt được bằng công thức sau:

$$UTS_{đích} = UTS_{cán\ nguội} - (UTS_{cán\ nguội} - UTS_{tái\ kết\ tinh}) * (\exp((-FWHM+2,3)/2,3)-1)^4)$$

7. Phương pháp theo điểm 5, trong đó khi M là UTS, $UTS_{đích}$ cao hơn hoặc bằng 1430MPa.

8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó $UTS_{đích}$ nằm trong khoảng từ 1430 đến 2000MPa.

9. Phương pháp theo điểm 5, trong đó khi M là TE, bước xác định FWHM trong khi thực hiện bước tính toán B.I) đạt được bằng công thức sau:

$$TE_{đích} = TE_{cán\ nguội} - (TE_{tái\ kết\ tinh} - TE_{cán\ nguội}) * (\exp((-FWHM+2,3)/2,3)-1)^{2,5})$$

10. Phương pháp theo điểm 5, trong đó khi M là TE, $TE_{đích}$ cao hơn hoặc bằng 15%.

11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó $TE_{đích}$ nằm trong khoảng từ 15 đến 30%.

12. Phương pháp theo điểm 5, trong đó khi M là $TE*UTS$, bước xác định FWHM trong khi thực hiện bước tính toán B.I) đạt được bằng công thức sau:

$$UTS_{đích} * TE_{đích} = 100000 * (1 - 0,5FWHM)$$

13. Phương pháp theo điểm 5, trong đó khi M là $TE*UTS$, $UTS_{đích} * TE_{đích}$ cao hơn 21000, thì $TE_{đích}$ tối đa là 30%.

14. Phương pháp theo điểm 13, trong đó $UTS_{đích} * TE_{đích}$ nằm trong khoảng từ 21000 đến 60000, $TE_{đích}$ tối đa là 30%.

15. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó $FWHM_{đích}$ cao hơn hoặc bằng $1,0^\circ$.

16. Phương pháp theo điểm 15, trong đó $FWHM_{đích}$ nằm trong khoảng từ $1,0$ đến $1,5^\circ$.

17. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó $P_{đích}$ cao hơn 14,2.

18. Phương pháp theo điểm 17, trong đó $P_{đích}$ nằm trong khoảng từ 14,2 đến 25.
19. Phương pháp theo điểm 18, trong đó $P_{đích}$ nằm trong khoảng từ 14,2 đến 18.
20. Phương pháp theo điểm 19, trong đó $T_{đích}^{\circ}$ nằm trong khoảng từ 400 đến 900°C và $t_{đích}$ nằm trong khoảng từ 40 giây đến 60 phút.
21. Tầm thép được hồi phục có nền austenit thu được bởi phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 20.