



(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)



1-0036372

(51)⁷ C22C 38/00; C23C 28/02; C21D 9/46; (13) B
C22C 38/02; C22C 38/04; C22C 38/06;
C22C 38/08; C22C 38/12; C22C 38/14;
C22C 38/16; C22C 38/20; C22C 38/22;
C22C 38/24; C22C 38/28; C22C 38/32;
C22C 38/34; C22C 38/38; C22C 38/46;
C22C 38/58; C23C 2/02; C23C 2/06;
C23C 2/12; C23C 2/28; C21D 6/00;
C21D 8/02

(21) 1-2018-05856

(22) 23/05/2017

(86) PCT/IB2017/000623 23/05/2017

(87) WO 2017/203348 30/11/2017

(30) PCT/IB2016/000700 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) SCOTT, Colin (GB); IUNG, Thierry (FR); THEYSSIER, Marie-Christine (FR).

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

(54) TẤM THÉP DẪO SONG TINH (TWIP (TWINNING INDUCED PLASTICITY))
VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT TẤM THÉP TWIP NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép đã được cán nguội và được hồi phục TWIP có nền austenit và phương pháp sản xuất tấm thép TWIP này.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép TWIP đã được cán nguội và hồi phục có nền austenit và phương pháp sản xuất tấm thép TWIP đã được cán nguội và hồi phục này. 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, thép dẻo song tinh (TWIP (twinning induced plasticity)) 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 (UTS: Ultimate Tensile Strength) và ứng suất đàn hồi (YS: Yield Stress) có thể không đủ cao để đáp ứng yêu cầu sử dụng cho ô tô.

Đơn yêu cầu cấp patent Mỹ US2006278309 đã bộc lộ tấm thép sắt/cacbon/mangan austenit đã được cán nóng, có độ bền cao hơn 900 MPa, sản phẩm (độ bền (tính theo MPa)*độ giãn dài khi gãy (tính theo %)) của nó lớn hơn 45000 và có thành phần hoá học bao gồm các nguyên tố sau với lượng tính theo khối lượng: $0,5\% \leq C \leq 0,7\%$, $17\% \leq Mn \leq 24\%$, $Si \leq 3\%$, $Al \leq 0,050\%$, $S \leq 0,030\%$, $P \leq 0,080\%$, $N \leq 0,1\%$, và, tùy ý, chứa một hoặc nhiều nguyên tố sao cho: $Cr \leq 1\%$, $Mo \leq 0,40\%$, $Ni \leq 1\%$, $Cu \leq 5\%$, $Ti \leq 0,50\%$, $Nb \leq 0,50\%$ và $V \leq 0,50\%$, thành phần này còn có sắt và các tạp chất không thể tránh khỏi sinh ra từ việc nấu chảy, phân đoạn kết tinh lại của thép với lượng lớn hơn 75%, phân đoạn bề mặt của cacbua kết tủa của thép chiếm lượng với lượng nhỏ hơn 1,5% và cỡ hạt trung bình của thép thấp hơn 18 μ m.

Tuy nhiên, độ bền của tấm thép austenit này thực sự là thấp. Thực vậy, trong các ví dụ thực hiện sáng chế đó, độ bền chỉ là 1130Mpa, nằm trong khoảng độ bền của sáng chế đó.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do vậy, mục đích của sáng chế nhằm khắc phục các nhược điểm trên bằng cách đề xuất thép TWIP có độ bền cao, khả năng tạo hình và độ giãn dài mỹ mãn. Mục đích này đạt được bằng cách đề xuất phương pháp để thực hiện để thu được thép TWIP này.

Mục đích này đạt được bằng cách đề xuất tấm thép TWIP như được xác định trong điểm 1 yêu cầu bảo hộ. Tấm thép này cũng có thể có các dấu hiệu như được xác định trong các điểm yêu cầu bảo hộ từ 2 đến 12.

Mục đích khác của sáng chế đạt được bằng cách đề xuất phương pháp sản xuất tấm thép TWIP như được xác định trong điểm 13 yêu cầu bảo hộ. Phương pháp này cũng có thể có các dấu hiệu như được xác định trong các điểm yêu cầu bảo hộ từ 14 đến 16.

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:

- tất cả tỷ lệ phần trăm “%” trong thành phần thép đều được xác định theo khối lượng,
- UTS: độ bền kéo giới hạn (MPa) và
- TE: tổng độ giãn dài (%).

Sáng chế đề cập đến tấm thép TWIP đã được cán nguội và hồi phục có nền austenit có thành phần khối lượng như sau:

$$0,71 < C < 1,20\%,$$

$$13,0 \leq Mn < 25,0\%,$$

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

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

$$N \leq 0,10\%,$$

$$0,1 \leq Si \leq 3,0\%,$$

$$0,1 \leq V \leq 2,50\%,$$

và tùy ý, chứa một hoặc nhiều nguyên tố như

$$Cu \leq 5,0\%,$$

$$Al \leq 4,0\%,$$

$$Nb \leq 0,50\%,$$

$$B \leq 0,0050\%,$$

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

$$Mo \leq 0,40\%,$$

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

$$Ti \leq 0,50\%,$$

$$0,06 \leq Sn \leq 0,2\%,$$

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

Mặc dù không muốn bị ràng buộc bởi lý thuyết bất kỳ, nhưng dường như tấm thép TWIP theo sáng chế cho phép cải thiện các tính chất cơ học nhờ thành phần cụ thể này. Thực vậy, đã cho rằng thành phần nêu trên chứa lượng C cao cho phép cải thiện, không kể các đặc tính khác, độ bền kéo giới hạn.

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. 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 of $(Fe,Mn)_3C$ cementit. Tốt hơn là, hàm lượng cacbon nằm trong khoảng từ 0,71 đến 1,1%, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,8 đến 1,0% và có lợi nếu nằm trong khoảng từ 0,9 đến 1,0% khối lượng để có được độ bền đủ được tùy ý kết hợp với kết tủa cacbua hoặc cacbonitrua tối ưu.

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%, 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 biên 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 0,1%.

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 có mặt, như vanadi, niobi, titan, crom, molypden và bo, hàm lượng nitơ phải không được lớn hơn 0,1%.

Theo sáng chế, lượng V nằm trong khoảng từ 0,1 đến 2,5%, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,1 đến 1,0%. Tốt hơn là, V tạo ra kết tủa. Có lợi nếu, các nguyên tố vanadi có kích thước trung bình thấp hơn 7 nm, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,2 đến 5nm và là ở trong hạt dưới dạng vi cấu trúc.

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 đập, 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, ít nhất là một nguyên tố có thể được chọn từ titan, niobi, crom và molypden dưới dạng cacbua, nitrua và cacbonitrua.

Tùy ý, thiếc (Sn) được bổ sung với lượng nằm trong khoảng từ 0,06 đến 0,2% khối lượng. Mặc dù không muốn bị ràng buộc bởi lý thuyết bất kỳ, đã cho rằng do thiếc là nguyên tố quý và bản thân nó không tạo ra màng oxit mỏng ở nhiệt độ cao, Sn được kết tủa trên bề mặt của nền trong khi ủ trước khi mạ nhúng nóng để ức chế nguyên tố

có khả năng oxy hóa như Al, Si, Mn, hoặc nguyên tố tương tự từ khi được khuếch tán vào bề mặt và tạo ra oxit, từ đó cải thiện khả năng mạ. Tuy nhiên, khi lượng Sn được bổ sung thấp hơn 0,06%, tác dụng này là không rõ và sự tăng lượng Sn được bổ sung ức chế sự tạo ra oxit lựa chọn, trong khi nếu lượng Sn được bổ sung vượt quá 0,2%, Sn được bổ sung gây ra tính giòn nóng khiến làm giảm khả năng gia công nóng. Do đó, giới hạn trên của Sn được giới hạn ở 0,2% hoặc thấp hơn.

Thép này cũng có thể chứa các tạp chất không thể tránh khỏi sinh ra từ quá trình sản xuất. Ví dụ, các tạp chất không thể tránh khỏi có thể bao gồm mà không kèm theo giới hạn bất kỳ: O, H, Pb, Co, As, Ge, Ga, Zn và W. Ví dụ, hàm lượng theo khối lượng mỗi tạp chất là dưới 0,1% khối lượng.

Tốt hơn là, kích thước trung bình của hạt thép tối đa là $5\mu\text{m}$, tốt hơn là giữa 0,5 và $3\mu\text{m}$.

Theo phương án được ưu tiên, tấm thép được phủ lớp phủ kim loại. Lớp phủ kim loại có thể là lớp phủ chủ yếu chứa nhôm hoặc lớp phủ chủ yếu chứa kẽm.

Tốt hơn là, lớp phủ 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.

Có lợi nếu, lớp phủ chủ yếu chứa kẽm chứa từ 0,01 đến 8,0% Al, tùy ý chứa từ 0,2 đến 8,0% Mg, lượng còn lại là Zn.

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

Theo phương án được ưu tiên, tấm thép này có độ dày nằm trong khoảng từ 0,4 đến 1 mm.

Phương pháp sản xuất tấm thép TWIP theo sáng chế bao gồm các bước sau:

- A. cấp phôi dạng tấm có thành phần nêu trên,
- B. Nung lại phôi dạng tấm này và cán nóng nó,
- C. cuộn,
- D. cán nguội lần thứ nhất,
- E. ủ tái kết tinh,
- F. cán nguội lần thứ hai và
- G. xử lý nhiệt hồi phục.

Theo sáng chế, phương pháp này bao gồm bước nạp A) bán thành phẩm, như phôi dạng tấm, phôi dạng tấm mỏng, hoặc dải thép có thành phần nêu trên, phôi dạng tấm này được đúc. Tốt hơn là, nguyên liệu cần đúc được nung nóng đến nhiệt độ trên 1000°C , tốt hơn nữa cao hơn 1050°C và có lợi nếu nằm trong khoảng từ 1100 đến 1300°C hoặc được sử dụng trực tiếp ở nhiệt độ này sau khi đúc, mà không cần bước làm nguội trung gian.

Sau đó, việc cán nóng được thực hiện ở nhiệt độ tốt hơn cao hơn 890°C , hoặc tốt hơn nữa cao hơn 1000°C để có được, ví dụ, dải cán cán nóng thường có độ dày nằm trong khoảng từ 2 đến 5 mm, hoặc thậm chí 1 đến 5 mm. Để tránh vấn đề nứt gãy bất kỳ do thiếu độ dẻo, nhiệt độ cán kết thúc tốt hơn cao hơn hoặc bằng 850°C .

Sau khi cán nóng, dải này được cuộn ở nhiệt độ sao cho không xảy ra sự kết tủa cacbua đáng kể nào (chủ yếu là cementit $(\text{Fe},\text{Mn})_3\text{C}$) diễn ra, điều này sẽ làm giảm một số nhất định các tính chất cơ học. Bước cuộn C) được thực hiện ở nhiệt độ thấp hơn hoặc bằng 580°C , tốt hơn là thấp hơn hoặc bằng 400°C .

Sau việc cán nguội sau đó là tiến hành việc ủ tái kết tinh. Các bước bổ sung này dẫn đến việc làm cho cỡ hạt thấp hơn so với cỡ hạt thu được trên dải cán cán nóng và do đó dẫn đến độ bền cao hơn. Tất nhiên, nó cần phải được tiến hành nếu mong muốn có được các sản phẩm có độ dày thấp hơn, nằm trong khoảng, ví dụ, từ 0,2 mm đến vài mm và tốt hơn là từ 0,4 đến 4mm. Sản phẩm đã được cán nóng thu được từ quy trình nêu trên được cán nguội sau khi việc tẩy gỉ trước có thể được thực hiện theo cách thông thường.

Bước cán nguội lần thứ nhất D) được thực hiện với lượng ép nằm trong khoảng từ 30 đến 70%, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 40 đến 60%.

Sau bước cán này, các hạt được hóa cứng ở mức độ cao và cần phải tiến hành việc ủ tái kết tinh. Việc xử lý này có tác dụng làm hồi phục độ dẻo và đồng thời làm giảm độ bền. Tốt hơn là, việc ủ này được tiến hành liên tục. Có lợi nếu, việc ủ tái kết tinh E) được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 700 đến 900°C , tốt hơn là ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 750 đến 850°C , ví dụ trong thời gian từ 10 đến 500 giây, tốt hơn là trong thời gian từ 60 đến 180 giây.

Sau đó, bước cán nguội lần thứ hai F) được thực hiện với lượng ép nằm trong khoảng từ 1 đến 50%, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 10 đến 40% và tốt hơn nữa là giữa 20% và 40%. Nó cho phép làm 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 cho trải qua bước cán lại này. Ngoài ra, bước này còn tạo ra mật độ cấu trúc song tinh cao, do vậy cải thiện các tính chất cơ học của tấm thép.

Sau bước cán nguội lần thứ hai, bước xử lý nhiệt hồi phục G) được thực hiện để ngoài ra còn đảm bảo độ giãn dài và khả năng uốn cong cao của tấm thép đã được cán lại. Sự hồi phục được đặc trưng bởi sự loại bỏ hoặc chuyển vị của các lệch mạng trong vi cấu trúc của thép trong khi vẫn giữ được cấu trúc song tinh biến dạng. Cả cấu trúc song tinh biến dạng lẫn các vị trí sai mạng lệch đều được gọi là sự biến dạng dẻo của vật liệu, như bước cán. Đã cho rằng bước xử lý nhiệt hồi phục cho phép làm tăng các tính chất cơ học như độ giãn dài.

Do vậy, ngoài lượng C cao trong thép TWIP theo sáng chế, bước xử lý nhiệt hồi phục được thực hiện cho phép cải thiện một cách đáng kể độ giãn dài. Và, nhờ sự kết hợp của thép TWIP cụ thể và phương pháp có bước xử lý nhiệt hồi phục theo sáng chế, có thể có được thép TWIP đã được cán nguội và hồi phục có độ bền cơ học cao và độ giãn dài cao.

Theo phương án được ưu tiên, bước xử lý nhiệt hồi phục G) được thực hiện bằng cách nung nóng tấm thép ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 390 đến 700°C và tốt hơn là nằm trong khoảng từ 410 đến 700°C trong lò ủ liên tục hoặc lò ủ theo mẻ. Theo phương án này, sau đó bước mạ nhúng nóng H) có thể được thực hiện.

Theo phương án được ưu tiên khác, bước xử lý nhiệt hồi phục G) được thực hiện bởi mạ nhúng nóng. Trong trường hợp này, bước xử lý nhiệt hồi phục G) và bước mạ nhúng nóng được thực hiện đồng thời cho phép tiết kiệm chi phí và làm tăng năng suất.

Tốt hơn là, nhiệt độ của bể nóng chảy nằm trong khoảng từ 410 đến 700°C tùy thuộc vào bản chất của bể nóng chảy này.

Có lợi nếu, tấm thép được nhúng vào bể chủ yếu chứa nhôm hoặc bể chủ yếu chứa kẽm. Tốt hơn là, việc nhúng vào bể nóng chảy được thực hiện trong thời gian từ 1 đến 60 giây, tốt hơn nữa là từ 1 đến 20 giây và có lợi nếu từ 1 đến 10 giây.

Theo phương án được ưu tiên, 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. Tốt hơn là, nhiệt độ của bể này nằm trong khoảng từ 550 đến 700°C, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 600 đến 680°C.

Theo phương án được ưu tiên khác, bể chủ yếu chứa kẽm chứa từ 0,01 đến 8,0% Al, tùy ý chứa từ 0,2 đến 8,0% Mg, lượng còn lại là Zn. Tốt hơn là, nhiệt độ của bể này nằm trong khoảng từ 410 đến 550°C, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 410 đến 460°C.

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.

Có lợi nếu, bước xử lý nhiệt hồi phục G) được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1 giây đến 1 giờ, tốt hơn là từ 30 giây đến 1 giờ và tốt hơn nữa là trong thời gian từ 30 giây đến 30 phút.

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

Do vậy, tấm thép TWIP có nền austenit có độ bền cao, khả năng tạo hình và độ giãn dài mỹ mãn có thể thu được bởi phương pháp theo sáng chế.

Ví dụ thực hiện sáng chế

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

Thử nghiệm	C%	Si%	Mn%	P%	%Cr	%Al	Cu%	%Ti	%V	%N	%Mo	%Ni
1	0,583	0,226	21,9	0,03	0,183	-	0,031	-	0,206	0,0148	0,01	0,06
2*	0,900	0,505	17,2	0,024	-	-	-	-	0,3	0,0192	-	-
3	0,579	0,208	22,87	0,02	0,114	0,002	0,162	0,005	0,007	0,0037	-	-
4*	0,856	0,21	21,94	0,027	0,114	1,35	0,155	0,04	0,891	0,008		
5*	0,876	0,502	17,63	0,032	0,108	2,78	0,149	-	0,384	0,0061	-	-

*Các ví dụ theo sáng chế.

Trước tiên là, các mẫu được nung nóng và 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 850°C trong thời

gian 180 giây. Sau đó, việc cán nguội lần thứ hai được thực hiện với lượng ép cán nguội là 30%.

Sau cùng, bước nhiệt hồi phục được thực hiện trong thời gian 1 giờ ở nhiệt độ 400°C đối với các thử nghiệm 1 và 2 khi ủ theo mẻ.

Đối với các thử nghiệm từ 3 đến 5, việc xử lý nhiệt hồi phục được thực hiện trong tổng thời gian 60 giây. Trước tiên, tấm thép này được tạo ra thông qua việc nung nóng trong lò đến nhiệt độ 625°C, với thời gian ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 460 và 625°C là 54 giây và sau đó được nhúng vào bể kẽm trong thời gian lần lượt là 6s. Nhiệt độ của bể nóng chảy là 460°C. Bảng dưới đây thể hiện các tính chất cơ học của tất cả các thử nghiệm, sau khi ủ tái kết tinh E), sau bước cán lần hai F) và sau bước xử lý nhiệt hồi phục G).

Các thử nghiệm	Sau bước E)		Sau bước F)		Sau bước G)	
	UTS (MPa)	TE (%)	UTS (MPa)	TE (%)	UTS (MPa)	TE (%)
1	1139	53	1979	3,7	1977	7,4
2*	1345	46,5	2247	1,4	2088	9,2
3	1087	62	1513	12,75	1418,5	27,95
4*	1226	27,5	1828	3,55	1653,5	11,1
5*	1100,5	36,05	1659,5	6,9	1515,5	15,25

Các kết quả đã cho thấy rằng các thử nghiệm 2, 4 và 5, có thành phần theo sáng chế có các tính chất cơ học cao hơn so với các thử nghiệm 1 và 3 có thành phần nằm ngoài khoảng thành phần theo sáng chế. Thực vậy, ngoài phương pháp theo sáng chế, thành phần cụ thể của thép TWIP cho phép thép này có UTS cao và TE cao.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép dẻo song tinh TWIP đã được cán nguội lần thứ nhất, cán nguội lần thứ hai và hồi phục có nền austenit có thành phần khối lượng như sau:

$$0,80 < C < 1,2\%,$$

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

$$\text{S} \leq 0,030\%,$$

$$\text{P} \leq 0,080\%,$$

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

$$0,1 \leq \text{Si} \leq 3,0\%,$$

$$0,1 \leq \text{V} \leq 2,50\%,$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$0,06 \leq \text{Sn} \leq 0,2\%,$$

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, bước cán nguội lần thứ hai được thực hiện với lượng ép nằm trong khoảng từ lớn hơn 30% đến 50% hoặc thấp hơn để tạo ra mật độ cấu trúc song tinh cao; trong đó vi cấu trúc của tấm thép TWIP bao gồm cấu trúc song tinh biến dạng.

2. Tấm thép theo điểm 1, trong đó lượng C nằm trong khoảng từ 0,8 đến 1,1%.

3. Tấm thép theo điểm 2, trong đó lượng C nằm trong khoảng từ 0,80 đến 1,0%.

4. Tấm thép theo điểm 3, trong đó lượng C nằm trong khoảng từ 0,9 đến 1,0%.

5. Tấm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó lượng Cu thấp hơn 2,0%.
6. Tấm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó lượng Si thấp hơn hoặc bằng 0,6%.
7. Tấm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó Al có mặt với lượng thấp hơn hoặc bằng 2%.
8. Tấm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó V có mặt với lượng nằm trong khoảng từ 0,1 đến 1,0%.
9. Tấm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó tấm thép này được phủ lớp phủ kim loại.
10. Tấm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó tấm thép này được phủ lớp phủ chủ yếu chứa nhôm hoặc lớp phủ chủ yếu chứa kẽm.
11. Tấm thép theo điểm 10, trong đó lớp phủ chủ yếu chứa nhôm chứa Si với lượng nhỏ hơn 15%, Fe với lượng nhỏ hơn 5,0%, tùy ý chứa Mg với lượng nằm trong khoảng từ 0,1 đến 8,0% và tùy ý chứa Zn với lượng nằm trong khoảng từ 0,1 đến 30,0%, lượng còn lại là Al.
12. Tấm thép theo điểm 10, trong đó lớp phủ chủ yếu chứa kẽm chứa từ 0,01 đến 8,0% Al, tùy ý chứa từ 0,2 đến 8,0% Mg, lượng còn lại là Zn.
13. Phương pháp sản xuất tấm thép dẻo song tinh TWIP bao gồm các bước sau:
 - A. cấp phôi dạng tấm có thành phần theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 8,
 - B. nung lại phôi dạng tấm này ở nhiệt độ cao hơn 1000°C và cán nóng nó ở nhiệt độ cán cuối ít nhất là 850°C,
 - C. cuộn ở nhiệt độ thấp hơn hoặc bằng 580°C,
 - D. cán nguội lần thứ nhất với lượng ép nằm trong khoảng từ 30 đến 70%,
 - E. ủ tái kết tinh ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 700 đến 900°C,

- F. cán nguội lần thứ hai với lượng ép nằm trong khoảng từ lớn hơn 30% đến 50% hoặc nhỏ hơn để tạo ra mật độ cấu trúc song tinh cao
- G. xử lý nhiệt hồi phục để loại bỏ hoặc chuyển vị các lệch mạng trong vi cấu trúc của thép trong khi vẫn giữ được cấu trúc song tinh biến dạng.

14. Phương pháp theo điểm 13, trong đó bước xử lý nhiệt hồi phục G) được thực hiện bằng cách nung nóng tấm thép ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 390 đến 700°C trong lò ủ liên tục hoặc lò ủ theo mẻ.

15. Phương pháp theo điểm 14, trong đó bước phủ nhúng nóng H) được thực hiện.

16. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 13 đến 15, trong đó bước xử lý nhiệt hồi phục G) được thực hiện bằng cách phủ nhúng nóng.