



(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)



1-0036337

(51)^{2006.01} C21D 9/46; C22C 38/58; C22C 38/00; (13) B
C22C 18/04; C22C 21/02

(21) 1-2018-05854

(22) 18/05/2017

(86) PCT/IB2017/000591 18/05/2017

(87) WO 2017/203341 30/11/2017

(30) PCT/IB2016/000702 24/05/2016 IB

(45) 25/07/2023 424

(43) 25/07/2019 376A

(73) ARCELORMITTAL (LU)

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

(72) CHARBONNIER, Nicolas (FR); ALLAIN, Sebastien (FR); THEYSSIER, Marie-Christine (FR); PETITGAND, Gérard (FR).

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

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

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất tấm thép dẻo song tinh (TWIP (twinning induced plasticity)) và tấm thép TWIP thu được.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất tấm thép TWIP 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 bị giảm. Để giải quyết các vấn đề này, thép dẻo song tinh (thép TWIP (twinning induced plasticity)) có khả năng tạo hình tốt đã xuất hiện. Ngay cả khi 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.

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 lớn hơn 75%, phân đoạn bề mặt của cacbua kết tủa của thép chiếm lượng nhỏ hơn 1,5% và cỡ hạt trung bình của thép thấp hơn $18\mu m$.

Trong đơn yêu cầu cấp patent Mỹ này, có thể có được tấm thép sắt/cacbon/mangan austenit đã được cán nguội có độ bền cao hơn 950 MPa sau khi cán nguội. Độ dày của tấm thép có thể được giảm bằng cách cán nguội, không bằng một bước cán mà bằng hai hoặc nhiều bước, sau mỗi bước cán là ủ. Cỡ hạt trước bước cán và ủ cuối phải không được lớn hơn 18 micron, để tránh giảm độ bền và độ biến dạng của thành phẩm.

Tuy nhiên, độ bền của tấm thép austenit này là không đủ cao. Thực vậy, trong các ví dụ thực hiện sáng chế này, độ bền tối đa là 1130MPa.

US2006/0179638 bộc lộ phương pháp sản xuất sản phẩm thép, cụ thể tấm thép hoặc thép dải, trong đó thép dải hoặc tấm thép đã được tạo ra từ thép chứa (tính theo % khối lượng): C: 1,00%, Mn: 7,00 đến 30,00%, Al: 1,00 đến 10,00%, Si: 2,50 đến 8,00%, Al +Si: 3,50 đến 12,00%, B: 0,01%, Ni: 8,00%, Cu: 3,00%, N: 0,60%, Nb: 0,30%, Ti: 0,30%, V: 0,30%, P: 0,01% và lượng còn lại là sắt và các tạp chất không thể tránh khỏi, mà sau đó từ thép dải hoặc tấm thép đó, sản phẩm thép hoàn thiện được sản xuất bằng cách tạo hình nguội mà diễn ra với lượng ép khi tạo hình nguội nằm trong khoảng từ 2 đến 25%.

Tuy nhiên, bằng cách áp dụng phương pháp này, độ bền kéo (R_m) thu được sau khi tạo hình nguội có mức nằm trong khoảng từ 2 đến 25% là rất thấp. Thực vậy, các ví dụ trên đã cho thấy rằng độ bền kéo đạt tối đa 568 MPa với lượng ép khi tạo hình nguội 10%, tức là nằm trong khoảng từ 2 đến 25. Ngoài ra, trong các ví dụ so sánh, độ bền kéo đạt tối đa 1051MPa bằng lượng ép khi tạo hình nguội 50%. Ngoài ra, độ giãn dài đều giảm rất nhanh khi lượng ép khi tạo hình nguội là 30 hoặc 50%. Sau cùng, thép được sử dụng trong các ví dụ, được gọi là thép nhẹ, có lượng cacbon rất thấp (0,070%C) và lượng lớn Mn (25,9%Mn). Thép này là rất đặc biệt vì biến cứng khi gia nguội và các tính chất cơ học, cụ thể là giới hạn chảy, rất thấp. Do đó, thép này không được hấp dẫn đối với ngành công nghiệp sản xuất ô tô.

CN102418032 bộc lộ phương pháp sản xuất thép nguyên liệu, đặc biệt là quy trình chuẩn bị ủ để tăng cường độ bền và độ giãn dài của sản phẩm tấm thép chứa mangan với hàm lượng cao để có vùng hóa bền song tinh (TWIP). Phương pháp này bao gồm bước cán nóng, tiếp đó thực hiện bước cán nguội và xử lý nhiệt tấm thép đã được cán nóng trong 2 đến 4 lần sau khi tẩy gỉ, có nhiệt độ xử lý nhiệt nằm trong khoảng 800-1000°C và thời gian xử lý nhiệt nằm trong khoảng 10-30 phút.

Theo yêu cầu sản xuất, nếu bước (4) cán nguội và xử lý nhiệt tấm thép đã được cán nóng sau khi tẩy gỉ được thực hiện trong ba bước cán nguội và quy trình xử lý nhiệt, các bước sản xuất là như sau: bước cán nguội và xử lý nhiệt thứ nhất bao gồm các việc: cán nguội tấm thép đã được cán nóng đến độ dày 2,5~4mm ở nhiệt độ trong phòng, sau đó duy trì tấm thép đã được cán nguội trong lò nung ở nhiệt độ hóa rắn nằm trong khoảng 860-880°C trong thời gian 10-15 phút và làm nguội bằng không khí

tấm thép đã được cán nguội; sau đó, bước cán nguội và xử lý nhiệt thứ hai bao gồm các việc: cán nguội tấm đã được cán nguội và xử lý nhiệt lần thứ nhất đến độ dày 1,0-2mm, và sau đó duy trì tấm này ở nhiệt độ hóa rắn nằm trong khoảng 880-900°C trong thời gian 10-15 phút và làm nguội bằng không khí tấm thép này; sau đó, bước cán nguội và xử lý nhiệt thứ ba bao gồm các việc: cán nguội tấm thu được từ bước thứ hai đến độ dày 0,8-1,5mm, và sau đó duy trì tấm này ở nhiệt độ hóa rắn nằm trong khoảng 880-950°C trong thời gian 10-30 phút và làm nguội bằng không khí tấm thép này; do đó, tấm đã được làm nguội bằng không khí là tấm thép TWIP thành phẩm để sử dụng.

Tuy nhiên, trong đơn yêu cầu cấp patent này, một mặt, tỷ lệ phần trăm của lượng ép được thực hiện trong thời gian trong khi cán nguội không được nêu, mặt khác, theo phương án được ưu tiên, ba bước cán nguội và quy trình xử lý nhiệt được thực hiện dẫn đến việc kéo dài thời gian xử lý và làm giảm các tính chất cơ học. Thực vậy, tấm thép nêu trong ví dụ 1 thực hiện sáng chế đó thu được sau ba bước cán nguội và xử lý nhiệt có độ bền kéo (MPa) chỉ 980MPa và độ giãn dài khi gãy là 81%.

EP1878811 đã bộc lộ quy trình sản xuất tấm thép có khả năng chống nứt tốt bao gồm các bước:

- cấp thép,
- đúc thép nêu trên dưới dạng bán thành phẩm
- nung lại bán thành phẩm này
- thực hiện bước cán nóng bán thành phẩm này đến nhiệt độ cán cuối để có được tấm thép
- cuộn tấm thép này
- tùy ý, thực hiện bước cán nguội và ủ,
- thực hiện ít nhất là một bước xử lý ủ nóng đều nếu tấm thép nêu trên được ủ nóng đều ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 250 đến 900°C trong thời gian ít nhất là 15 giây.

Tuy nhiên, phương pháp được bộc lộ là phương pháp rất đặc biệt bao gồm việc xử lý ủ nóng đều ở đầu này để có được khả năng chịu nứt gãy chậm tốt. Ngoài ra, không đề cập đến việc cán nguội sau bước ủ. Chỉ đề cập bước cán nguội được thực hiện trước bước ủ. Ngoài ra, cũng không đề cập đến phần trăm của lượng ép khi cán

nguội. Sau cùng, thành phần thép chứa Al với lượng thấp hơn hoặc bằng 0,050% là mức rất thấp.

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 phương pháp sản xuất tấm thép TWIP có các tính chất cơ học được cải thiện.

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 từ 2 đến 21 yêu cầu bảo hộ.

Mục đích khác của sáng chế đạt được bằng cách đề xuất tấm thép TWIP theo điểm 22 yêu cầu bảo hộ. Tấm thép này cũng có thể có các đặc điểm theo điểm 23 yêu cầu bảo hộ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

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.

Để minh họa sáng chế, các phương án khác nhau và thử nghiệm trong các ví dụ không giới hạn phạm vi của sáng chế sẽ được mô tả, cụ thể là có dựa vào các hình vẽ sau:

Fig.1 minh họa một phương án thực hiện của sáng chế, thể hiện giá trị của UTS thu được sau bước cán nguội lần thứ hai đối với các thử nghiệm từ 1 đến 8. Đối với các thử nghiệm từ 2 đến 8, Phương trình A được thỏa mãn có nghĩa là UTS được cải thiện nhiều.

Fig.2 minh họa phương án thực hiện khác của sáng chế, thể hiện giá trị của TE thu được sau bước cán nguội lần thứ hai đối với các thử nghiệm từ 3 đến 8. Đối với các thử nghiệm 3, 4, 5 và 7, Phương trình B cũng được thỏa mãn, điều này có nghĩa là cả UTS lẫn TE đều được cải thiện nhiều.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các chữ viết tắt dưới đây được xác định như:

- UTS: độ bền kéo giới hạn,

- UTS_u : độ bền kéo giới hạn thu được sau khi ủ tái kết tinh,
- TE: tổng độ giãn dài,
- $TE_{\text{được ủ}}$: tổng độ giãn dài thu được sau khi ủ tái kết tinh và
- CR%: lượng ép khi cán nguội lần thứ hai.

Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất tấm thép TWIP bao gồm các bước sau:

A. cấp phôi dạng tấm có tấm thép có thành phần khối lượng như sau:

$$0,5 < C < 1,2\%,$$

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

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

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

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

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

$$0,051 \% \leq Al \leq 4,0\%,$$

và tùy ý, chứa một hoặc nhiều nguyên tố như

$$Nb \leq 0,5 \%,$$

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

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

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

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

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

$$Ti \leq 0,5\%,$$

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

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

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

B. Nung lại phôi dạng tấm này và cán nóng nó,

C. cuộn,

D. cán nguội lần thứ nhất,

E. ủ tái kết tinh sao cho thu được tấm thép đã được ủ có UTS_u và

F. cán nguội lần thứ hai với lượng ép CR% mà thỏa mãn bất đẳng thức A sau:

$$1216,472 - 0,98795 * UTS_u \leq (-0,0008 * UTS_u + 1,0124) * CR\%^2 + (0,0371 * UTS_u - 29,583) * CR\%$$

Mặc dù không muốn bị ràng buộc bởi lý thuyết bất kỳ có vẻ như khi phương pháp theo sáng chế được áp dụng, cụ thể khi lượng ép khi cán nguội lần thứ hai thỏa mãn bất đẳng thức A, nó cho phép có thể có được tấm thép TWIP có các tính chất cơ học được cải thiện, đặc biệt là độ bền cao hơn.

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 có 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 17,0 và 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, thì 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 2,0%. 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%, có lợi nếu trên 0,1% và tốt hơn nữa cao hơn 1,0%.

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%

Tuỳ ý, 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 được định vị 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 và 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 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 tuỳ 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 Molybden 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%. Molybden 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 molybden 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 molybden dưới dạng cacbua, nitrua và cacbonitrua có mặt trong thép này.

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.

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 như vậy 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 ($(\text{Fe}, \text{Mn})_3\text{C}$)), 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.

Theo sáng chế, giá trị UTS của tấm thép thu được sau khi ủ tái kết tinh được gọi là UTS_u . Tốt hơn là, sau bước ủ tái kết tinh E), tấm thép đã được ủ có UTS_u ở trên 800 MPa, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 800 đến 1400MPa và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 1000 đến 1400MPa.

Tốt hơn là, giá trị TE của tấm thép thu được sau khi ủ tái kết tinh được gọi là $TE_{\text{được ủ}}$. Theo phương án được ưu tiên, tấm thép có $TE_{\text{được ủ}}$ trên 10%, tốt hơn cao hơn 15% và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 30 đến 70%.

Sau đó, việc cán nguội lần thứ hai được thực hiện với lượng ép mà thỏa mãn bất đẳng thức A.

Theo phương án được ưu tiên, bước cán nguội lần thứ hai F) được thực hiện với lượng ép CR% mà còn thỏa mãn bất đẳng thức B sau:

$$\frac{CR\%}{18} \cdot 2 \leq \ln \left(\frac{\%TE_u}{10} \right)$$

Mặc dù không muốn bị ràng buộc bởi lý thuyết bất kỳ, nhưng tin rằng khi phương pháp theo sáng chế được áp dụng, cụ thể khi lượng ép khi cán nguội lần thứ hai còn thỏa mãn phương trình nêu trên, nó cho phép có thể có được tấm thép TWIP có các tính chất cơ học được cải thiện hơn, đặc biệt là độ giãn dài cao hơn.

Tốt hơn là, 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 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 cho trải qua bước cán lại. Ngoài ra, bước này này còn tạo ra tỷ trọng cao của cấu trúc song tinh, do vậy cải thiện các tính chất cơ học của tấm thép.

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 phủ 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 phủ 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 thổi 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 thổi 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 có được tấm thép đã được ủ và mạ.

Do vậy, tấm thép TWIP có độ bền kéo giới hạn (UTS) trên 1200 MPa, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 1200 đến 1600MPa thu được. Tốt hơn là, tổng độ giãn dài (TE) cao hơn 10%, tốt hơn nữa cao hơn 15% và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 15 đến 50%.

Ví dụ thực hiện sáng chế

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

Loại	C%	Si%	Mn%	P%	Cr%	Al%	%Cu	%V	%N
1	0,595	0,205	18,3	0,035	-	0,782	1,7	0,18	0,01
2	0,88	0,508	17,96	0,03	0,109	2,11	0,15	0,093	0,0044
3	0,876	0,502	17,63	0,032	0,108	2,78	0,149	0,384	0,0061
4	1,04	0,505	17,69	0,034	0,108	2,8	0,147	0,447	0,0069

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 750°C trong thời gian 180 giây. UTS_{được ủ} và TE_{được ủ} thu được sau bước ủ tái kết tinh được xác định.

Sau đó, việc cán nguội lần thứ hai được thực hiện với lượng ép khi cán nguội khác. Các kết quả được thể hiện trong bảng dưới đây:

Các thử nghiệm	Loại	UTS _u (MPa)	TE (%)	Cán nguội lần thứ hai (%)	Phương trình A được thỏa mãn	UTS (MPa)	Phương trình B được thỏa mãn	TE (%)
1	1	980	ND	11	Không	1095	ND	ND
2*	1	980	ND	30	Có	1425	ND	ND
3*	2	1053	67	15	Có	1292	Có	37
4*	2	1053	67	30	Có	1476	Có	16
5*	3	1100	36	15	Có	1352	Có	21
6*	3	1100	36	30	Có	1659	Không	7
7*	4	1140	37	15	Có	1420	Có	19
8*	4	1140	37	30	Có	1741	Không	8

*Các ví dụ theo sáng chế; ND = không thực hiện

Các kết quả đã cho thấy rằng khi phương pháp theo sáng chế được áp dụng, cụ thể khi bất đẳng thức A được thỏa mãn, các tính chất cơ học của tấm thép TWIP được cải thiện nhiều.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp sản xuất tấm thép dẻo song tinh TWIP bao gồm các bước sau:

A. cấp phôi dạng tấm có thành phần khối lượng như sau:

$$0,5 < C < 1,2\%,$$

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

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

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

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

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

$$0,051 \% \leq Al \leq 4,0\%,$$

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

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

$$Nb \leq 0,5 \%,$$

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

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

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

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

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

$$Ti \leq 0,5\%,$$

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

lượng còn lại là thành phần bao gồm sắt và các tạp chất không thể tránh khỏi,

B. nung lại phôi dạng tấm này và cán nóng nó,

C. cuộn,

D. cán nguội lần thứ nhất,

E. ủ tái kết tinh sao cho tấm thép sau khi ủ có $UTS_{\bar{u}}$, trong đó $UTS_{\bar{u}}$ là độ bền kéo giới hạn thu được sau khi ủ tái kết tinh, tính theo MPa, và

F. cán nguội lần thứ hai với lượng ép CR% thỏa mãn bất đẳng thức A sau:

$$1216,472 - 0,98795 * UTS_{\bar{u}} \leq (-0,0008 * UTS_{\bar{u}} + 1,0124) * CR\%^2 + (0,0371 * UTS_{\bar{u}} - 29,583) * CR\%,$$

trong đó, việc cán nguội lần thứ hai được thực hiện với lượng ép nằm trong khoảng từ 1 đến 25%, và trong đó

bước cán nguội lần thứ hai F được thực hiện với lượng ép mà còn thỏa mãn bất đẳng thức B sau:

$$\frac{CR\%}{18} \cdot 2 \leq \ln \left(\frac{\%TE_u}{10} \right)$$

trong đó, tấm thép TWIP này có độ bền kéo giới hạn (UTS) bằng 1200 MPa hoặc hơn.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó lượng Al lớn hơn 0,06% trong phôi dạng tấm.

3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó bước nung lại được thực hiện ở nhiệt độ cao hơn 1000°C và nhiệt độ cán cuối ít nhất là 850°C.

4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó nhiệt độ cuộn được thực hiện ở nhiệt độ thấp hơn hoặc bằng 580°C.

5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó bước cán nguội lần thứ nhất D) được thực hiện với lượng ép nằm trong khoảng từ 30 đến 70%.

6. Phương pháp theo theo điểm 5, trong đó bước cán nguội lần thứ nhất D) được thực hiện với lượng ép nằm trong khoảng từ 40 đến 60%.

7. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó bước ủ tái kết tinh E) được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 700 đến 900°C.

8. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó UTS_u thu được sau khi ủ tái kết tinh cao hơn hoặc bằng 800 MPa.

9. Phương pháp theo điểm 8, trong đó UTS_u nằm trong khoảng từ 800 đến 1400MPa.

10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó UTS_u nằm trong khoảng từ 1000 đến 1400MPa.

11. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10, trong đó tổng độ giãn dài thu được sau khi ủ tái kết tinh $TE\%_u$ cao hơn 10%.

12. Phương pháp theo điểm 11, trong đó $TE\%_{\text{u}}$ cao hơn 15%.
13. Phương pháp theo điểm 12, trong đó $TE\%_{\text{u}}$ nằm trong khoảng từ 30% và 70%.
14. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó sau bước cán nguội lần thứ hai F), bước phủ nhúng nóng G) được thực hiện.
15. Phương pháp theo điểm 14, trong đó bước phủ nhúng nóng được thực hiện với bể chủ yếu chứa nhôm hoặc bể chủ yếu chứa kẽm.
16. Phương pháp theo điểm 15, trong đó bể chủ yếu chứa nhôm chứa Si với lượng nhỏ hơn 15%, chứa Fe với lượng nhỏ hơn 5,0%, tùy ý chứa từ 0,1 đến 8,0% Mg và tùy ý chứa từ 0,1 đến 30,0% Zn, lượng còn lại là Al.
17. Phương pháp theo điểm 15, trong đó 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.

1/1

FIG.1

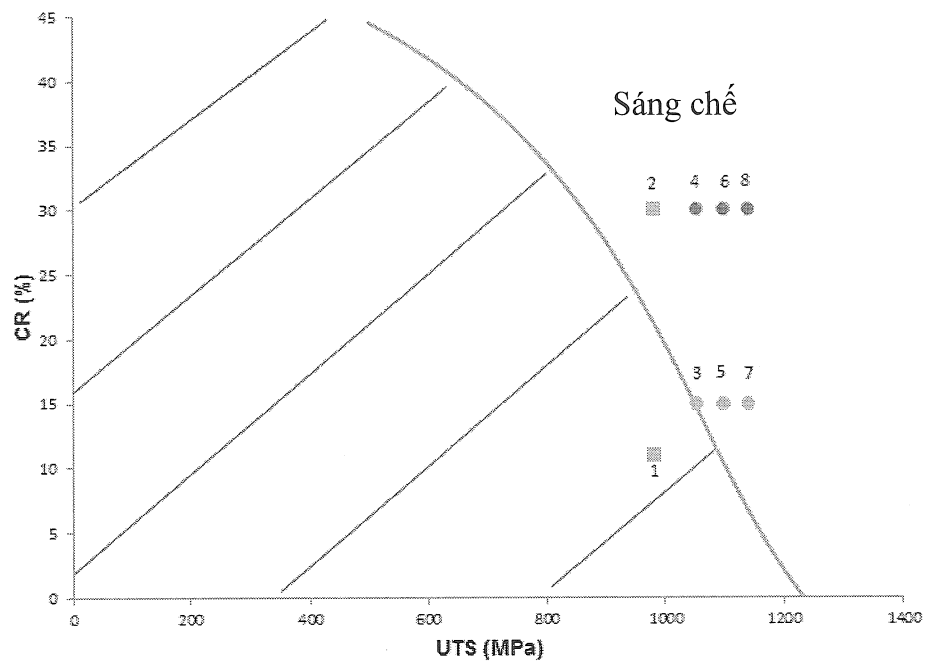


FIG.2

