



(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)



1-0037396

(51)<sup>7</sup> C22C 38/00; C21D 6/00; C21D 8/02; (13) B  
C21D 8/04; C23C 2/28; C22C 38/02;  
C22C 38/04; C22C 38/38; C21D 1/26;  
C21D 9/46

(21) 1-2018-05852

(22) 22/05/2017

(86) PCT/IB2017/000606 22/05/2017

(87) WO 2017/203343 30/11/2017

(30) PCT/IB2016/000695 24/05/2016 IB

(45) 27/11/2023 428

(43) 26/08/2019 377A

(73) ARCELORMITTAL (LU)

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

(72) IUNG, Thierry (FR); PETITGAND, Gerard (FR); STAUDTE, Jonas (DE).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT TẤM THÉP DÈO SONG TINH (TWIP) VÀ TẤM THÉP THU ĐƯỢC BẰNG PHƯƠNG PHÁP NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất tấm thép dẻo song tinh TWIP có độ bền cao, khả năng tạo hình và độ giãn dài mãi mãi.

### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất tấm thép dẻo song tinh TWIP (Twinning-Induced Plasticity) có độ bền cao, khả năng tạo hình và độ giãn dài mỹ mãn. 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, người ta 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 các 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 (thép TWIP) có khả năng tạo hình tốt đã xuất hiện. Ngay cả khi các sản phẩm này cho thấy 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.

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.

Đơn yêu cầu cấp patent Hàn Quốc số KR20140013333 đã bộc lộ phương pháp sản xuất tấm thép chứa mangan với hàm lượng cao và có độ bền cao có khả năng uốn cong và có độ giãn dài mỹ mãn bao gồm các bước:

- xử lý đồng nhất hóa, bằng cách nung nóng đến nhiệt độ 1050 – 1300°C, thép thỏi hoặc phôi dạng tấm đúc liên tục chứa các nguyên tố sau với lượng tính theo % khối lượng, cacbon (C): 0,4~0,7%, mangan (Mn): 12~24%, nhôm (Al): 1,1~3,0%, silic (Si): 0,3% hoặc thấp hơn, titan (Ti): 0,005~0,10%, bo (B): 0,0005~0,0050%, phospho (P): 0,03% hoặc thấp hơn, lưu huỳnh (S): 0,03% hoặc thấp hơn, nitơ (N):

0,04% hoặc thấp hơn, và lượng còn lại là sắt và các tạp chất không thể tránh khỏi khác;

- cán nóng thép thổi đã được xử lý đồng nhất hóa hoặc phôi dạng tấm đúc liên tục ở nhiệt độ cán nóng cuối nằm trong khoảng 850-1000°C;
- cuộn tấm thép đã được cán nóng ở nhiệt độ nằm trong khoảng 400-700°C;
- cán nguội tấm thép đã được cuộn;
- ủ liên tục tấm thép đã được cán nguội ở nhiệt độ nằm trong khoảng 400-900°C;
- tùy ý, phủ bằng cách mạ nhúng nóng hoặc mạ điện,
- cán lại tấm thép đã được ủ liên tục với lượng ép là 10~50% và
- nung lại tấm thép đã được cán lại ở nhiệt độ nằm trong khoảng 300-650°C trong thời gian 20 giây đến 2 giờ.

Tuy nhiên, do việc tạo lớp phủ được thực hiện trước khi cán nguội lần thứ hai, có nguy cơ lớn là lớp phủ kim loại dễ bị hỏng dưới tác động cơ học. Ngoài ra, do bước nung lại được thực hiện sau công đoạn lắng phủ để tạo ra lớp phủ, nên sự khuếch tán vào nhau của thép và lớp phủ sẽ dường như dẫn đến việc làm thay đổi đáng kể lớp phủ và do đó làm thay đổi đáng kể các tính chất mong muốn của lớp phủ như độ bền chống ăn mòn. Ngoài ra, bước nung lại có thể được thực hiện ở nhiệt độ và thời gian thay đổi trong một khoảng rộng và không một nguyên tố nào trong số các nguyên tố này được quy định rõ hơn trong bản mô tả này, thậm chí trong các ví dụ thực hiện sáng chế đó. Vì vậy, nếu sau đó thực hiện phương pháp này, có nguy cơ là năng suất giảm và chi phí tăng do phải thực hiện nhiều bước để có được thép TWIP.

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Do vậy, mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp cải tiến để sản xuất thép TWIP có độ bền cao, khả năng tạo hình và độ giãn dài mỹ mãn. Cụ thể, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất thép TWIP được hồi phục và có lớp phủ, phương pháp này có ưu điểm là tiết kiệm chi phí và làm tăng năng suất.

Mục đích này đạt được bằng cách đề xuất phương pháp sản xuất tấm thép TWIP đã được hồi phục và cán nguội, được phủ lớp phủ kim loại 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 19 yêu cầu bảo hộ.

Mục đích khác của sáng chế đạt được bằng cách đề xuất tấm thép TWIP đã được phủ, hồi phục và cán nguội như được xác định trong điểm 20 yêu cầu bảo hộ.

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.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

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

A. cấp phôi dạng tấm có thành phần sau:

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

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

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

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

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

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

và tùy ý, chứa một hoặc nhiều nguyên tố như

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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,

F. cán nguội lần thứ hai và

G. xử lý nhiệt hồi phục được thực hiện bằng cách phủ nhúng nóng.

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 0,1% hoặc cao hơn. Tuy nhiên, đối với hàm lượng C cao hơn 1,2%, có nguy cơ độ dẻo giảm. Tốt hơn là, hàm lượng cacbon nằm trong khoảng từ 0,20 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% 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 việc giảm nguy cơ tạo ra sự biến dạng mactensit, từ đó cải thiện độ dẻo và khả năng chịu đứt gãy chậm. 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.

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 để ngăn ngừa sự nứt ở biên hạt. 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.

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 và cải thiện khả năng chịu đứt gãy chậm. 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%.

Titan, Vanadi 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 nằm trong khoảng từ 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 nằm trong khoảng từ 0,070% đến 0,50% khối lượng hoặc 0,040% và 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. Tốt hơn là, lượng vanadi nằm trong khoảng từ 0,1% đến 2,5% và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,1 đến 1,0%.

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%. 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%.

Tuỳ 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%, thì 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 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 xementit (Fe,Mn)<sub>3</sub>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  $580^{\circ}\text{C}$ , tốt hơn là thấp hơn hoặc bằng  $400^{\circ}\text{C}$ .

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 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 nằm trong khoảng từ 0,4 đến 4mm.

Sản phẩm đã được cán nóng thu được từ quy trình nêu trên được cán nguội sau khi 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  $900^{\circ}\text{C}$ , tốt hơn là ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ  $750$  đến  $850^{\circ}\text{C}$ , 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. 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.

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 khi vẫn giữ được cấu trúc song tinh trong vi cấu trúc của thép, các lệch mạng của khuyết tật được gọi là biến dạng dẻo của vật liệu.

Theo sáng chế, việc xử lý nhiệt hồi phục được thực hiện bằng cách phủ nhúng nóng, tức là bằng cách chuẩn bị bề mặt của tấm thép này để lắng phủ nhằm tạo ra lớp phủ trong khi ủ liên tục, tiếp đó nhúng vào bể kim loại nóng chảy. Do vậy, bước xử

lý nhiệt hồi phục và phủ nhúng nóng được thực hiện đồng thời cho phép tiết kiệm chi phí và làm tăng năng suất, trái ngược với đơn yêu cầu cấp patent Hàn Quốc số KR201413333 mà trong đó việc mạ nhúng nóng được thực hiện sau khi ủ tái kết tinh.

Mặc dù không muốn bị ràng buộc bởi lý thuyết bất kỳ, nhưng dường như quá trình hồi phục vi cấu trúc của thép bắt đầu trong khi chuẩn bị bề mặt thép trong khi ủ liên tục và đạt được trong khi nhúng vào bể nóng chảy.

Tốt hơn là, việc chuẩn bị bề mặt thép được thực hiện bằng cách nung nóng tấm thép từ nhiệt độ môi trường đến nhiệt độ của bể nóng chảy, tức là ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 410 đến 700°C. Theo các phương án được ưu tiên, chu trình nhiệt có thể bao gồm ít nhất là một bước nung nóng, trong đó thép được nung nóng ở nhiệt độ cao hơn nhiệt độ của bể nóng chảy. Ví dụ, việc chuẩn bị bề mặt tấm thép có thể được thực hiện ở nhiệt độ 650°C trong vài giây tiếp đó nhúng vào bể kẽm trong thời gian 5 giây, nhiệt độ của bể là 450°C.

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.

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 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.

Có lợi nếu, bước xử lý nhiệt hồi phục G) được thực hiện trong thời gian từ 1 giây đến 30 phút, tốt hơn là từ 30 giây đến 10 phút. 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.

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 thể thu được bởi phương pháp theo sáng chế.

Bằng phương pháp theo sáng chế, có được tấm thép TWIP có độ bền cao, khả năng tạo hình và độ giãn dài mỹ mãn bằng cách tạo ra số cấu trúc song tinh cao nhờ hai bước cán nguội, tiếp đó là bước xử lý nhiệt hồi phục trong khi các lệch mạng được loại bỏ nhưng vẫn giữ được cấu trúc song tinh.

### Ví dụ thực hiện sáng chế

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

| Loại | C%    | Si%   | Mn%   | P%    | Cr%   | %Al   | Cu%   | %V    | %N     | S%      |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|
| A    | 0,595 | 0,2   | 18,3  | 0,034 | -     | 0,785 | 1,68  | 0,18  | 0,01   | ≤ 0,030 |
| B    | 0,894 | 0,513 | 18,64 | 0,02  | 0,109 | 0,003 | 0,156 | 0,002 | 0,0032 | -       |
| C    | 0,88  | 0,508 | 17,96 | 0,03  | 0,109 | 2,11  | 0,15  | 0,093 | 0,0043 | -       |

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. Sau đó, việc cán nguội lần thứ hai được thực hiện với lượng ép cán nguội là 30%. Sau cùng, đối với mẫu 1, bước nhiệt hồi phục được thực hiện trong tổng thời gian 40 giây. Trước tiên, tấm thép này được tạo ra thông qua việc nung nóng trong lò đến nhiệt độ 675°C, với thời gian ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 410 đến 675°C là 37 giây và sau đó được nhúng vào bể nóng chảy chứa

9% khối lượng silic, tối đa 3% sắt, lượng còn lại là nhôm trong thời gian 3 giây. Nhiệt độ của bể nóng chảy là 675°C.

Đối với mẫu 2, bước nhiệt hồi phục được thực hiện trong tổng thời gian 65 giây. Trước tiên, tấm thép này được tạo ra thông qua việc nung nóng trong lò đến nhiệt độ 650°C, với thời gian ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 410 đến 650°C là 59 giây và sau đó được nhúng vào bể nóng chảy chứa 9% khối lượng silic, tối đa 3% sắt, lượng còn lại là nhôm trong thời gian 6 giây. Nhiệt độ của bể nóng chảy là 650°C.

Đối với mẫu 3, việc xử lý nhiệt hồi phục được thực hiện trong lò trong thời gian 60 phút ở nhiệt độ 450°C. Sau đó, tấm thép này được phủ bằng mạ nhúng nóng bằng lớp phủ kẽm, bước này bao gồm việc chuẩn bị bề mặt, tiếp đó nhúng vào bể kẽm trong thời gian 5 giây.

Đối với các mẫu 4 và 5, bước nhiệt hồi phục được thực hiện trong tổng thời gian 65 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 410 đến 650°C là 15 giây và sau đó được nhúng vào bể kẽm trong khi 30 giây. Nhiệt độ của bể nóng chảy là 460°C. Sau đó, tất cả các vi cấu trúc được phân tích bằng SEM hoặc kính hiển vi điện tử quét để khẳng định rằng không có sự tái kết tinh nào diễn ra trong bước xử lý nhiệt hồi phục. Sau đó, các tính chất cơ học của các mẫu được xác định. Các kết quả được thể hiện trong bảng dưới đây:

| Các mẫu | Loại | Bước hồi phục được thực hiện bằng cách phủ nhúng nóng | Thời gian hồi phục | Các mẫu được hồi phục | UTS (MPa) | Độ cứng (HV) | TE (%) |
|---------|------|-------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------|-----------|--------------|--------|
| 1*      | A    | Có                                                    | 40 giây            | Có                    | 1181      | 378          | -      |
| 2*      | A    | Có                                                    | 65 giây            | Có                    | 1142      | 365          | -      |
| 3       | A    | Không                                                 | 60 phút            | Có                    | 1128      | 361          | -      |
| 4*      | B    | Có                                                    | 45 giây            | Có                    | 1463      | 468          | 29     |
| 5*      | C    | Có                                                    | 45 giây            | Có                    | 1415      | 453          | 23     |

\* theo sáng chế.

Các kết quả đã cho thấy rằng các mẫu 1, 2, 4 và 5 được hồi phục bằng cách áp dụng phương pháp theo sáng chế. Thử nghiệm 3 cũng được hồi phục bằng cách áp dụng phương pháp bao gồm bước xử lý nhiệt hồi phục và bước lắng phủ để tạo ra lớp phủ, cả hai bước này đều được thực hiện một cách độc lập.

Các tính chất cơ học của tất cả các mẫu đều cao, cụ thể đối với các thử nghiệm 4 và 5.

Phương pháp này được thực hiện để xử lý mẫu 3 mất nhiều thời gian hơn so với phương pháp theo sáng chế. Thực vậy, ở quy mô công nghiệp, để thực hiện phương pháp xử lý đối với mẫu 3, tốc độ xử lý cần phải được giảm nhiều dẫn đến việc sụt giảm đáng kể về năng suất và làm tăng chi phí lên nhiều.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp sản xuất tấm thép TWIP đã được phủ, hồi phục và cán nguội bao gồm lần lượt các bước sau:

A. cấp phôi dạng tấm có thành phần sau:

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

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

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

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

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

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

và tùy ý, chứa một hoặc nhiều nguyên tố như

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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,

F. cán nguội lần thứ hai và

G. xử lý nhiệt hồi phục được thực hiện bằng cách phủ nhúng nóng.

2. Phương pháp theo điểm 1, 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.
3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó nhiệt độ cuộn được thực hiện ở nhiệt độ thấp hơn hoặc bằng 580°C.
4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó bước cán nguội lần thứ nhất C) được thực hiện với lượng ép nằm trong khoảng từ 30 đến 70%.
5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó bước ủ tái kết tinh D) được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 700 đến 900°C.
6. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó bước cán nguội lần thứ hai E) được thực hiện với lượng ép nằm trong khoảng từ 1 đến 50%.
7. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó bước phủ nhúng nóng bao gồm việc chuẩn bị bề mặt thép dùng cho công đoạn lắng phủ để tạo ra lớp phủ trong khi ủ liên tục, tiếp đó nhúng vào bể kim loại nóng chảy.
8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó trong khi chuẩn bị bề mặt thép, tấm thép được nung nóng ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ nhiệt độ môi trường đến nhiệt độ của bể nóng chảy.
9. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 8, trong đó nhiệt độ của bể nóng chảy nằm trong khoảng từ 410 đến 700°C.
10. Phương pháp theo điểm 7 hoặc 8, việc hồi phục được thực hiện bằng cách nhúng tấm thép vào bể chủ yếu chứa nhôm hoặc bể chủ yếu chứa kẽm.
11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó bể 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. Phương pháp theo điểm 11, trong đó nhiệt độ của bể nóng chảy nằm trong khoảng từ 550 đến 700°C.

13. Phương pháp theo điểm 10, 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.

14. Phương pháp theo điểm 13, trong đó nhiệt độ của bể nóng chảy nằm trong khoảng từ 410 đến 550°C.

15. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 14, trong đó bước xử lý nhiệt hồi phục G) được thực hiện trong thời gian từ 1 giây đến 30 phút

16. Phương pháp theo điểm 15, trong đó bước xử lý nhiệt hồi phục được thực hiện trong thời gian từ 30 giây đến 10 phút.

17. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 16, trong đó bước nhúng vào bể nóng chảy được thực hiện trong thời gian từ 1 đến 60 giây.

18. Phương pháp theo điểm 17, trong đó bước nhúng vào bể nóng chảy được thực hiện trong thời gian từ 1 đến 20 giây.

19. Phương pháp theo điểm 18, trong đó bước nhúng vào bể nóng chảy được thực hiện trong thời gian từ 1 đến 10 giây.

20. Tấm thép dẻo song tinh (TWIP) đã được phủ, hồi phục và cán nguội có nền austenit có thể thu được bởi phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 19.