



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0024211

(51)⁷ C22C 38/00; C22C 38/06; C23C 2/28; (13) B
C23C 2/02; C23C 2/06; C21D 9/46;
C22C 38/60

(21) 1-2013-03270

(22) 19/04/2012

(86) PCT/JP2012/060634 19/04/2012

(87) WO2012/144567A1 26/10/2012

(30) 2011-095254 21/04/2011 JP

(45) 25/06/2020 387

(43) 27/01/2014 310A

(73) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)

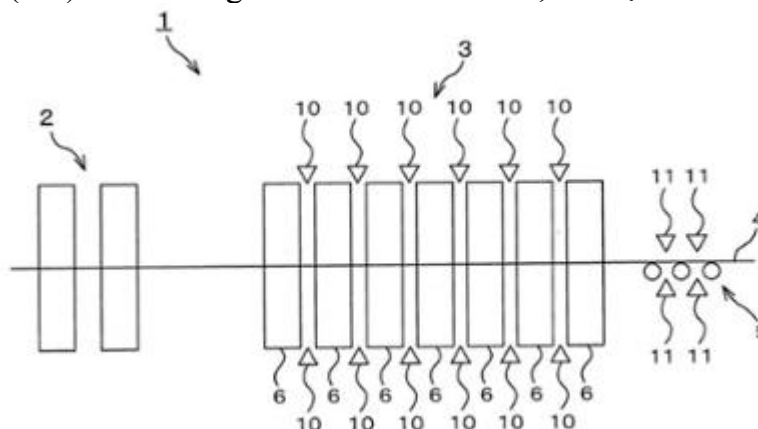
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071, Japan

(72) TODA, Yuri (JP); OKAMOTO, Riki (JP); FUJITA, Nobuhiro (JP); SANO, Kohichi (JP); YOSHIDA, Hiroshi (JP); OGAWA, Toshio (JP).

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) TẤM THÉP CÁN NGUỘI ĐỘ BỀN CAO CÓ ĐỘ GIÃN DÀI ĐỒNG ĐỀU VÀ
TÍNH NONG RỘNG LỖ TỐT VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT TẤM THÉP NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nguội độ bền cao có độ giãn dài đồng đều và tính nong rộng lỗ tốt chứa : C: từ 0,01 đến 0,4%; Si: từ 0,001 đến 2,5%; Mn: từ 0,001 đến 4,0%; P: từ 0,001 đến 0,15%; S: từ 0,0005 đến 0,03%; Al: từ 0,001 đến 2,0%; N: từ 0,0005 đến 0,01%; và O: từ 0,0005 đến 0,01%; trong đó Si + Al được giới hạn nhỏ hơn 1,0%, và phần còn lại là sắt và các tạp chất không tránh được, trong đó: ở phần tâm chiều dày của tấm, giá trị trung bình của các mật độ cực của nhóm định hướng {100}<011> đến {223}<110> là 5,0 hoặc nhỏ hơn, và mật độ cực của hướng tinh thể {332}<113> là 4,0 hoặc nhỏ hơn, cấu trúc kim loại chứa từ 5 đến 80% ferit, từ 5 đến 80% bainit, và 1% martensit hoặc nhỏ hơn dưới dạng tỷ lệ diện tích và tổng martensit, pearlit, và austenit còn lại là 5% hoặc nhỏ hơn, và giá trị r (rC) theo chiều vuông góc với chiều cán là 0,70 hoặc lớn hơn và giá trị r (r30) theo hướng 30° từ chiều cán là 1,10 hoặc nhỏ hơn.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nguội độ bền cao có độ giãn dài đồng đều và tính nong rộng lỗ tốt được sử dụng chủ yếu cho các bộ phận của xe ô tô và các bộ phận tương tự, và phương pháp sản xuất tấm thép này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Để làm giảm sự phát thải khí cacbon đioxit từ xe ô tô, việc làm giảm trọng lượng của phần thân xe ô tô đã được thúc đẩy bằng cách sử dụng các tấm thép độ bền cao. Ngoài ra, cũng để đảm bảo độ an toàn của hành khách, tấm thép độ bền cao ngày càng được sử dụng cho phương tiện xe ô tô ngoài tấm thép mềm. Ngày nay, để thúc đẩy việc làm giảm trọng lượng của phần thân xe, độ bền của tấm thép độ bền cao đã được gia tăng cao hơn so với các tấm thép thông thường.

Để sử dụng tấm thép độ bền cao cho bộ phận khung gầm, chẳng hạn, khả năng gia công cắt bavia đã được cải thiện một cách đặc biệt. Tuy nhiên, thông thường, khi tấm thép có độ bền kéo tăng, đặc tính dễ tạo hình suy giảm, và độ giãn dài đồng đều cần thiết cho việc kéo và uốn suy giảm.

Trong tài liệu phi sáng chế 1, tài liệu này bộc lộ phương pháp mà trong đó austenit có mặt trong cấu trúc của tấm thép để đảm bảo độ giãn dài đồng đều. Ngoài ra, trong tài liệu phi sáng chế 2, tài liệu này bộc lộ phương pháp đảm bảo độ giãn dài đồng đều cùng với độ bền kéo bằng cách tạo ra cấu trúc kim loại của hệ tấm theo kim loại.

Trong khi đó, tài liệu này cũng bộc lộ phương pháp kiểm soát cấu trúc kim loại mà cải thiện được độ dẻo cục bộ cần cho việc uốn, tính nong rộng lỗ rỗng, và cắt bavia. Tài liệu phi sáng chế 3 bộc lộ rằng, bằng cách kiểm soát các thành phần được bao gồm, tạo ra sự đồng đều về mặt cấu trúc, và làm giảm hơn nữa sự khác nhau về độ cứng giữa các cấu trúc là hiệu quả để cải thiện khả năng dễ uốn và tính

nong rộng lỗ.

Đây là phương pháp cải thiện tính nong rộng lỗ bằng cách tạo ra sự đồng đều về mặt cấu trúc bằng cách kiểm soát cấu trúc, nhưng để tạo ra sự đồng đều về mặt cấu trúc, quá trình xử lý nhiệt từ pha duy nhất chứa austenit trở thành cơ sở như được bộc lộ trong tài liệu phi sáng chế 4.

Để thu được độ bền kéo và độ dẻo, tài liệu phi sáng chế 4 bộc lộ rằng, cấu trúc biến đổi được kiểm soát bằng cách kiểm soát việc làm nguội, nhờ đó thu được các tỷ lệ thích hợp của ferit và bainit. Tuy nhiên, tất cả các trường hợp này là nhằm cải thiện độ biến dạng cục bộ dựa trên việc kiểm soát cấu trúc này, và các tính chất mong muốn chịu ảnh hưởng lớn bởi cách thức cấu trúc này được tạo ra.

Trong khi đó, đối với phương pháp cải thiện chất lượng của tấm thép cán nóng, tài liệu này bộc lộ kỹ thuật làm tăng lượng giảm kích thước trong quy trình cán nóng liên tục. Kỹ thuật này được gọi là tạo ra các hạt tinh thể mịn, mà trong đó quá trình làm giảm sâu được tiến hành ở nhiệt độ thấp nhất có thể trong vùng austenit và austenit không tái kết tinh được biến đổi thành ferit, để thu được các hạt tinh thể ferit mịn, mà là pha chính của sản phẩm.

Tài liệu phi sáng chế 5 bộc lộ rằng, bằng cách tinh luyện hạt này, việc làm tăng độ bền kéo và làm tăng độ dai được nhắm đến. Tuy nhiên, tài liệu phi sáng chế 5 này không tập trung vào việc cải thiện tính nong rộng lỗ, mà điều này được giải quyết bởi sáng chế, và cũng không bộc lộ các phương pháp sử dụng tấm thép cán nguội này.

Tài liệu trích dẫn

Tài liệu phi sáng chế

Tài liệu phi sáng chế 1: Takahashi, Nippon Steel Technical Report (2003) No. 378, p. 7

Tài liệu phi sáng chế 2: O. Matsumura et al., Trans. ISIJ (1987) vol. 27, p. 570

Tài liệu phi sáng chế 3: Kato et al., Steelmaking Research (1984) vol. 312, p.

Tài liệu phi sáng chế 4: K. Sugimoto et al., (2000) Vol. 40, p. 920

Tài liệu phi sáng chế 5: Nakayama Steel Works, Ltd. NFG Catalog

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các vấn đề cần được giải quyết bởi sáng chế

Như được mô tả trên đây, việc tiến hành kiểm soát cấu trúc bao gồm các thành phần là phương pháp chính để cải thiện độ dẻo cục bộ của tấm thép độ bền cao. Tuy nhiên, khi việc kiểm soát cấu trúc được tiến hành, sự tạo thành các chất kết tủa và các tỷ lệ của ferit và bainit cần được kiểm soát, và cần phải giới hạn cấu trúc kim loại làm nền.

Do đó, sáng chế có nhiệm vụ cải thiện độ giãn dài đồng đều và khả năng gia công cắt bavia của tấm thép độ bền cao và cũng cải thiện tính dị hướng trong tấm kim loại bằng cách kiểm soát các thành phần và dạng của cấu trúc kim loại là nền và kiểm soát kết cấu. Mục đích của sáng chế là đề xuất tấm thép cán nguội độ bền cao có độ giãn dài đồng đều và tính nóng rộng lỗ tốt mà giải quyết được vấn đề nêu trên, và phương pháp sản xuất tấm thép này.

Phương tiện để giải quyết vấn đề

Các tác giả sáng chế đã đánh giá một cách nghiêm túc phương pháp giải quyết vấn đề được mô tả trên đây. Kết quả là, đã phát hiện ra rằng khi các điều kiện cán và các điều kiện làm nguội được kiểm soát nằm trong các khoảng mong muốn để tạo ra cấu trúc và kết cấu tấm thép định trước, nhờ đó, tấm thép cán nguội độ bền cao có đặc tính dễ gia công đồng nhất tốt có thể được sản xuất.

Sáng chế được tạo ra dựa vào phát hiện nêu trên và cụ thể như sau:

[1] Tấm thép cán nguội độ bền cao có độ giãn dài đồng đều và tính nóng rộng lỗ tốt chứa:

theo % khối lượng,

C: từ 0,01 đến 0,4%;

Si: từ 0,001 đến 2,5%;

Mn: từ 0,001 đến 4,0%;

P: từ 0,001 đến 0,15%;

S: từ 0,0005 đến 0,03%;

Al: từ 0,001 đến 2,0%;

N: từ 0,0005 đến 0,01%; và

O: từ 0,0005 đến 0,01%; trong đó Si + Al được giới hạn nhỏ hơn 1,0%, và phần còn lại là sắt và các tạp chất không tránh được, trong đó:

ở phần tâm chiều dày của tấm nằm trong khoảng từ 5/8 đến 3/8 độ dày tấm từ bề mặt của tấm thép, giá trị trung bình của các mật độ cực của nhóm định hướng $\{100\}\langle 011 \rangle$ đến $\{223\}\langle 110 \rangle$ được biểu thị bởi các hướng tinh thể tương ứng $\{100\}\langle 011 \rangle$, $\{116\}\langle 110 \rangle$, $\{114\}\langle 110 \rangle$, $\{113\}\langle 110 \rangle$, $\{112\}\langle 110 \rangle$, $\{335\}\langle 110 \rangle$, và $\{223\}\langle 110 \rangle$ là 5,0 hoặc nhỏ hơn, và mật độ cực của hướng tinh thể $\{332\}\langle 113 \rangle$ là 4,0 hoặc nhỏ hơn,

cấu trúc kim loại chứa từ 5 đến 80% ferit, từ 5 đến 80% bainit, và 1% martensit hoặc nhỏ hơn dưới dạng tỷ lệ diện tích và tổng martensit, pearlit, và austenit còn lại là 5% hoặc nhỏ hơn, và

giá trị $r(rC)$ theo chiều vuông góc với chiều cán là 0,70 hoặc lớn hơn và giá trị $r(r30)$ theo hướng 30° từ chiều cán là 1,10 hoặc nhỏ hơn.

[2] Tấm thép cán nguội độ bền cao có độ giãn dài đồng đều và tính nong rộng lỗ tốt theo mục [1], trong đó:

giá trị $r(rL)$ theo chiều cán là 0,70 hoặc lớn hơn và giá trị $r(r60)$ theo hướng 60° từ chiều cán là 1,10 hoặc nhỏ hơn.

[3] Tấm thép cán nguội độ bền cao có độ giãn dài đồng đều và tính nong rộng lỗ tốt theo mục [1], trong đó:

trong cấu trúc kim loại, đường kính khối trung bình của các hạt tinh thể là 7

μm hoặc nhỏ hơn, và giá trị trung bình của tỷ lệ, của các hạt tinh thể, của độ dài dL theo chiều cán so với độ dài dt theo chiều dày của tấm: dL/dt là 3,0 hoặc nhỏ hơn.

[4] Tấm thép cán nguội độ bền cao có độ giãn dài đồng đều và tính nóng rộng lỗ tốt theo mục [1], trong đó tấm thép này còn chứa:

một loại hoặc hai hoặc nhiều loại

theo % khối lượng,

Ti: từ 0,001 đến 0,2%,

Nb: từ 0,001 đến 0,2%,

B: từ 0,0001 đến 0,005%,

Mg: từ 0,0001 đến 0,01%,

Rem: từ 0,0001 đến 0,1%,

Ca: từ 0,0001 đến 0,01%,

Mo: từ 0,001 đến 1,0%,

Cr: từ 0,001 đến 2,0%,

V: từ 0,001 đến 1,0%,

Ni: từ 0,001 đến 2,0%,

Cu: từ 0,001 đến 2,0%,

Zr: từ 0,0001 đến 0,2%,

W: từ 0,001 đến 1,0%,

As: từ 0,0001 đến 0,5%,

Co: từ 0,0001 đến 1,0%,

Sn: từ 0,0001 đến 0,2%,

Pb: từ 0,001 đến 0,1%,

Y: từ 0,001 đến 0,10%, và

Hf: từ 0,001 đến 0,10%.

[5] Tấm thép cán nguội độ bền cao có độ giãn dài đồng đều và tính nóng rộng lỗ tốt theo mục [1], trong đó:

trên bề mặt của nó, quy trình mạ kẽm nhúng nóng được tiến hành.

[6] Tấm thép cán nguội độ bền cao có độ giãn dài đồng đều và tính nóng rộng lỗ tốt theo mục [1], trong đó:

sau khi mạ kẽm nhúng nóng, bước xử lý tạo hợp kim được thực hiện ở nhiệt độ từ 450 đến 600°C.

[7] Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội độ bền cao có độ giãn dài đồng đều và tính nóng rộng lỗ tốt, bao gồm các bước:

trên phôi thép chứa:

theo % khối lượng,

C: từ 0,01 đến 0,4%;

Si: từ 0,001 đến 2,5%;

Mn: từ 0,001 đến 4,0%;

P: từ 0,001 đến 0,15%;

S: từ 0,0005 đến 0,03%;

Al: từ 0,001 đến 2,0%;

N: từ 0,0005 đến 0,01%; và

O: từ 0,0005 đến 0,01%; trong đó Si + Al được giới hạn nhỏ hơn 1,0%, và phần còn lại là sắt và các tạp chất không tránh được,

thực hiện quy trình cán nóng thứ nhất trong đó quy trình cán ở tỷ lệ giảm bằng 40% hoặc lớn hơn được tiến hành một hoặc nhiều lần trong khoảng nhiệt độ không thấp hơn 1000°C và cũng không cao hơn 1200°C;

điều chỉnh đường kính hạt austenit tới 200 μm hoặc nhỏ hơn bằng quy trình

cán nóng thứ nhất;

thực hiện quy trình cán nóng thứ hai trong đó quy trình cán nóng ở tỷ lệ giảm bằng 30% hoặc lớn hơn được thực hiện trong một lần cán qua ở một thời điểm trong vùng nhiệt độ không thấp hơn nhiệt độ $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ và cũng không cao hơn $T1 + 200^{\circ}\text{C}$ được xác định bởi biểu thức (1) dưới đây;

điều chỉnh tỷ lệ giảm trong quy trình cán nóng thứ hai này đến 50% hoặc cao hơn;

tiến hành việc làm giảm kích thước cuối cùng ở tỷ lệ giảm bằng 30% hoặc lớn hơn trong quy trình cán nóng thứ hai và sau đó bắt đầu quy trình làm nguội sơ bộ trước khi cán nguội theo cách sao cho thời gian chờ t giây thỏa mãn biểu thức (2) dưới đây;

điều chỉnh tốc độ làm nguội trung bình trong quy trình làm nguội sơ bộ tới $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn và thực hiện quy trình làm nguội sơ bộ theo cách sao cho sự thay đổi nhiệt độ là trong khoảng không thấp hơn 40°C và cũng không cao hơn 140°C ;

thực hiện quy trình cán nguội ở tỷ lệ giảm không nhỏ hơn 30% và cũng không lớn hơn 70%;

thực hiện gia nhiệt tới vùng nhiệt độ từ 700 đến 900°C và duy trì không ngắn hơn 1 giây và cũng không lâu hơn 1000 giây;

thực hiện quy trình làm nguội sơ bộ sau khi cán nguội xuống vùng nhiệt độ từ 580 đến 750°C ở tốc độ làm nguội trung bình bằng $12^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc thấp hơn;

thực hiện quy trình làm nguội thứ cấp sau khi cán nguội xuống vùng nhiệt độ từ 350 đến 500°C ở tốc độ làm nguội trung bình từ 4 đến $300^{\circ}\text{C}/\text{giây}$; và

thực hiện quy trình xử lý nhiệt lão hóa quá mức trong đó việc duy trì được thực hiện không ngắn hơn t_2 giây thỏa mãn biểu thức (4) dưới đây, và cũng không lâu hơn 400 giây trong vùng nhiệt độ không thấp hơn 350°C và cũng không cao hơn 500°C .

$$T1 (^{\circ}\text{C}) = 850 + 10 \times (\text{C} + \text{N}) \times \text{Mn} + 350 \times \text{Nb} + 250 \times \text{Ti} + 40 \times \text{B} + 10 \times \text{Cr} + 100 \times \text{Mo} + 100 \times \text{V} \dots (1)$$

Ở đây, C, N, Mn, Nb, Ti, B, Cr, Mo, và V mỗi nguyên tố này thể hiện hàm lượng của nguyên tố (% khối lượng).

$$t \leq 2,5 \times t1 \dots (2)$$

ở đây, $t1$ thu được bởi biểu thức (3) dưới đây:

$$t1 = 0,001 \times ((Tf - T1) \times P1/100)^2 - 0,109 \times ((Tf - T1) \times P1/100) + 3,1 \dots (3)$$

ở đây, trong biểu thức (3) nêu trên, Tf là nhiệt độ của phôi thép thu được sau bước làm giảm kích thước cuối cùng ở tỷ lệ giảm bằng 30% hoặc lớn hơn, và $P1$ là tỷ lệ giảm của bước làm giảm kích thước cuối cùng là 30% hoặc lớn hơn.

$$\log(t2) = 0,0002(T2 - 425)^2 + 1,18 \dots (4)$$

ở đây, $T2$ là nhiệt độ xử lý lão hóa quá mức, và giá trị cực đại của $t2$ được đặt ở 400.

[8] Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội độ bền cao có độ giãn dài đồng đều và tính nong rộng lỗ tốt theo mục [7], trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

sau khi thực hiện bước làm nguội sơ bộ trước khi cán nguội, thực hiện bước làm nguội thứ hai trước khi cán nguội xuống nhiệt độ ngừng làm nguội bằng 600°C hoặc thấp hơn ở tốc độ làm nguội trung bình từ 10 đến $300^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ trước khi thực hiện bước cán nguội, và thực hiện cuộn ở nhiệt độ 600°C hoặc thấp hơn để thu được tấm thép cán nóng.

[9] Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội độ bền cao có độ giãn dài đồng đều và tính nong rộng lỗ tốt theo mục [7], trong đó:

tổng tỷ lệ giảm trong khoảng nhiệt độ thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ là 30% hoặc nhỏ hơn.

[10] Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội độ bền cao có độ giãn dài đồng đều và tính nong rộng lỗ tốt theo mục [7], trong đó:

thời gian chờ t giây còn thỏa mãn biểu thức (2a) dưới đây:

$$t < t_1 \dots (2a).$$

[11] Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội độ bền cao có độ giãn dài đồng đều và tính nóng rộng lỗ tốt theo mục [7], trong đó:

thời gian chờ t giây còn thỏa mãn biểu thức (2b) dưới đây:

$$t_1 \leq t \leq t_1 \times 2,5 \dots (2b).$$

[12] Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội độ bền cao có độ giãn dài đồng đều và tính nóng rộng lỗ tốt theo mục [7], trong đó:

bước làm nguội sơ bộ sau khi cán nóng được bắt đầu giữa các giá cán.

[13] Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội độ bền cao có độ giãn dài đồng đều và tính nóng rộng lỗ tốt theo mục [7], trong đó:

khi bước gia nhiệt được thực hiện tới vùng nhiệt độ từ 700 đến 900°C sau bước cán nguội, tốc độ gia nhiệt trung bình không thấp hơn nhiệt độ phòng và cũng không cao hơn 650°C được thiết đặt ở HR1 (°C/giây) được biểu thị bởi biểu thức (5) dưới đây, và

tốc độ gia nhiệt trung bình cao hơn 650°C đến 700 đến 900°C được thiết đặt ở HR2 (°C/giây) được biểu thị bởi biểu thức (6) dưới đây:

$$HR1 \geq 0,3 \dots (5)$$

$$HR2 \leq 0,5 \times HR1 \dots (6).$$

[14] Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội độ bền cao có độ giãn dài đồng đều và tính nóng rộng lỗ tốt theo mục [7], trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

thực hiện mạ kẽm nhúng nóng trên bề mặt.

[15] Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội độ bền cao có độ giãn dài đồng đều và tính nóng rộng lỗ tốt theo mục [14], trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

thực hiện bước xử lý tạo hợp kim ở nhiệt độ từ 450 đến 600°C sau khi thực hiện quy trình mạ kẽm nhúng nóng.

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, có thể tạo ra tấm thép cán nguội độ bền cao mà không có tính dị hướng lớn thậm chí khi Nb, Ti, và/hoặc các nguyên tố tương tự được bổ sung và có độ giãn dài đồng đều và tính nong rộng lỗ tốt.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Fig.1 là hình chiếu minh họa về dây chuyền cán nóng liên tục.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây, sáng chế sẽ được giải thích chi tiết.

Đầu tiên, tấm thép cán nguội độ bền cao có độ giãn dài đồng đều và tính nong rộng lỗ tốt theo sáng chế (sau đây được gọi là “tấm thép theo sáng chế”) sẽ được mô tả.

(Sự định hướng tinh thể)

Trong tấm thép theo sáng chế, giá trị trung bình của các mật độ cực của nhóm định hướng $\{100\}<011>$ đến $\{223\}<110>$ ở phần tâm chiều dày của tấm nằm trong khoảng từ 5/8 đến 3/8 độ dày tấm tính từ bề mặt của tấm kim loại là giá trị đặc trưng đặc biệt quan trọng. Miễn sao giá trị trung bình của các mật độ cực của nhóm định hướng $\{100\}<011>$ đến $\{223\}<110>$ là 5,0 hoặc nhỏ hơn khi quy trình làm nhiễu xạ tia X được tiến hành ở phần trung tâm theo chiều dày của tấm trong khoảng từ 5/8 đến 3/8 độ dày tấm từ bề mặt của tấm kim loại để thu được mật độ cực của các hướng tương ứng, có thể thỏa mãn độ dày tấm/bán kính uốn cong $\geq 1,5$ mà được yêu cầu xử lý phần khung đạt yêu cầu trong những năm gần đây.

Khi giá trị trung bình nêu trên lớn hơn 5,0, tính dị hướng của các tính chất cơ học của tấm kim loại trở nên rất mạnh, và chỉ sự biến dạng cục bộ hơn nữa theo một chiều nhất định được cải thiện, nhưng vật liệu theo chiều khác so với chiều đó

suy giảm đáng kể, dẫn đến không thể thỏa mãn độ dày tâm/bán kính uốn cong $\geq 1,5$.

Giá trị trung bình của các mật độ cực của nhóm định hướng $\{100\}\langle 011\rangle$ đến $\{223\}\langle 110\rangle$ mong muốn là 4,0 hoặc nhỏ hơn. Khi tính nồng rộng lỗ tốt hơn và tính dễ uốn giới hạn nhỏ là cần thiết, giá trị trung bình nêu trên mong muốn là 3,0 hoặc nhỏ hơn.

Mặt khác, khi giá trị trung bình nêu trên trở nên nhỏ hơn 0,5, mà giá trị này khó đạt được trong quy trình cán nóng liên tục thông thường hiện có, sự suy giảm về đặc tính dễ uốn cục bộ là có liên quan, do đó giá trị trung bình nêu trên tốt hơn là 0,5 hoặc lớn hơn.

Các sự định hướng $\{100\}\langle 011\rangle$, $\{116\}\langle 110\rangle$, $\{114\}\langle 110\rangle$, $\{113\}\langle 110\rangle$, $\{112\}\langle 110\rangle$, $\{335\}\langle 110\rangle$, và $\{223\}\langle 110\rangle$ được bao gồm trong nhóm định hướng từ $\{100\}\langle 011\rangle$ đến $\{223\}\langle 110\rangle$.

Mật độ cực là đồng nghĩa với tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X. Mật độ cực (tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X) là giá trị số thu được bằng cách đo các giá trị cường độ của mẫu chuẩn không có sự tích tụ theo một hướng cụ thể và mẫu thử nghiệm dưới cùng các điều kiện phân tích nhiễu xạ tia X hoặc các điều kiện tương tự và chia cường độ tia X thu được của mẫu thử nghiệm này cho cường độ tia X của mẫu chuẩn. Giá trị mật độ cực này được đo bằng cách sử dụng thiết bị nhiễu xạ tia X, EBSD (Electron Back Scattering Diffraction), hoặc các thiết bị tương tự. Ngoài ra, có thể được đo bằng phương pháp EBSP (Electron Back Scattering Pattern) hoặc phương pháp ECP (Electron Channeling Pattern). Có thể thu được từ cấu trúc ba chiều tính được bằng phương pháp vector dựa trên sơ đồ cực $\{110\}$, hoặc cũng có thể thu được từ cấu trúc ba chiều tính được bằng phương pháp giãn nối tiếp sử dụng nhiễu xạ (tốt hơn là ba hoặc nhiều hơn) sơ đồ cực bên ngoài các sơ đồ cực $\{110\}$, $\{100\}$, $\{211\}$, và $\{310\}$.

Ví dụ, đối với mật độ cực của mỗi sự định hướng tinh thể được mô tả trên đây, mỗi cường độ của $(001)[1-10]$, $(116)[1-10]$, $(114)[1-10]$, $(113)[1-10]$, $(112)[1-10]$, $(335)[1-10]$, và $(223)[1-10]$ ở mặt cắt ngang $\phi 2 = 45^\circ$ trong cấu trúc ba chiều

(ODF) có thể được sử dụng.

Giá trị trung bình của các mật độ cực của nhóm định hướng $\{100\}\langle 011\rangle$ đến $\{223\}\langle 110\rangle$ là trung bình số học của các giá trị mật độ cực của các sự định hướng này. Khi không thể thu được tất cả các cường độ của các sự định hướng này, trung bình số học của các giá trị mật độ cực của các sự định hướng tương ứng $\{100\}\langle 011\rangle$, $\{116\}\langle 110\rangle$, $\{114\}\langle 110\rangle$, $\{112\}\langle 110\rangle$, và $\{223\}\langle 110\rangle$ cũng có thể sử dụng làm phương án thay thế.

Ngoài ra, do lý do tương tự, mật độ cực của hướng tinh thể $\{332\}\langle 113\rangle$ của mặt phẳng tấm ở phần trung tâm theo chiều dày của tấm trong khoảng từ 5/8 đến 3/8 độ dày tấm từ bề mặt của tấm kim loại phải là 4,0 hoặc nhỏ hơn. Miễn sao nó bằng 4,0 hoặc nhỏ hơn, có thể thỏa mãn độ dày tấm/bán kính uốn cong $\geq 1,5$ mà được đòi hỏi để xử lý phần khung trong những năm gần đây. Mong muốn là 3,0 hoặc nhỏ hơn.

Khi mật độ cực của hướng tinh thể $\{332\}\langle 113\rangle$ lớn hơn 4,0, tính dị hướng của các tính chất cơ học của tấm kim loại trở nên rất mạnh, và đặc tính dễ uốn cục bộ khác chỉ theo một chiều nhất định được cải thiện, nhưng vật liệu này theo chiều khác so với chiều đó suy giảm đáng kể, dẫn đến rằng không thể thỏa mãn một cách đảm bảo độ dày tấm/bán kính uốn cong $\geq 1,5$. Mặt khác, khi mật độ cực trở nên nhỏ hơn 0,5, mà điều này là khó đạt được trong quy trình cán nóng liên tục thông thường hiện có, sự suy giảm về đặc tính dễ uốn cục bộ là mối quan tâm, sao cho mật độ cực của hướng tinh thể $\{332\}\langle 113\rangle$ tốt hơn là 0,5 hoặc lớn hơn.

Lý do tại sao các giá trị mật độ cực của những hướng tinh thể được mô tả trên đây là quan trọng đối với tính chất kết đông tạo hình ở thời điểm xử lý uốn cong hiển nhiên là không cần thiết, nhưng liên quan tới trạng thái trượt của tinh thể ở thời điểm biến dạng uốn cong.

Mẫu được phân tích nhiễu xạ tia X được chuẩn bị theo cách sao cho tấm kim loại được làm giảm độ dày tới độ dày tấm định trước bằng cách đánh bóng cơ hoặc hoặc phương pháp tương tự, và tiếp theo, biến dạng được loại bỏ bằng cách đánh bóng bằng hóa chất, đánh bóng bằng điện phân, hoặc các phương pháp tương tự,

và trong khoảng từ 5/8 đến 3/8 độ dày tấm từ bề mặt của tấm thép, mặt phẳng thích hợp trở thành mặt phẳng đo. Vấn đề dĩ nhiên là, mật độ cực thỏa mãn khoảng giới hạn mật độ cực được mô tả trên đây không chỉ ở phần trung tâm theo chiều dày của tấm trong khoảng từ 5/8 đến 3/8 độ dày tấm từ bề mặt của tấm thép, mà còn ở nhiều vị trí có thể trên chiều dày, và nhờ đó độ giãn dài đồng đều và tính nông rộng lỗ được cải thiện hơn nữa. Tuy nhiên, khoảng 5/8 đến 3/8 từ bề mặt của tấm kim loại được đo, nhờ đó có thể thể hiện tính chất vật liệu của toàn bộ tấm nói chung. Do đó, 5/8 đến 3/8 độ dày tấm được quy định là khoảng đo.

Điều bất ngờ là, sự định hướng tinh thể được thể hiện bởi $\{hkl\}\langle uvw \rangle$ có nghĩa là chiều thông thường của mặt phẳng tấm kim loại là song song với $\langle hkl \rangle$ và chiều cán là song song với $\langle uvw \rangle$. Liên quan đến sự định hướng tinh thể, thông thường, sự định hướng vuông góc với mặt phẳng tấm được thể hiện bởi $[hkl]$ hoặc $\{hkl\}$ và sự định hướng song song với chiều cán được thể hiện bởi (uvw) hoặc $\langle uvw \rangle$. $\{hkl\}$ và $\langle uvw \rangle$ là các thuật ngữ chung đối với các mặt phẳng tương đương, và $[hkl]$ và (uvw) mỗi đại lượng chỉ ra mặt phẳng tinh thể riêng biệt. Tức là, trong sáng chế, cấu trúc lập phương thể tâm là đích nhắm đến, và do đó, ví dụ, các mặt phẳng (111) , (-111) , $(1-11)$, $(11-1)$, $(-1-11)$, $(-11-1)$, $(1-1-1)$, và $(-1-1-1)$ là tương đương nhau không thể làm cho chúng khác nhau. Trong trường hợp này, các sự định hướng này thường được đề cập đến dưới dạng $\{111\}$. Trong sự thể hiện của ODF, $[hkl](uvw)$ cũng được sử dụng để thể hiện các sự định hướng của các cấu trúc tinh thể đối xứng thấp khác, và do đó thường thể hiện mỗi sự định hướng dưới dạng $[hkl](uvw)$, nhưng trong sáng chế này, $[hkl](uvw)$ và $\{hkl\}\langle uvw \rangle$ là có cùng ý nghĩa với nhau. Việc đo sự định hướng tinh thể bằng tia X được tiến hành theo phương pháp được mô tả trong, ví dụ, tài liệu: Cullity, Elements of X-ray Diffraction, ấn bản mới (công bố năm 1986, được dịch bởi MATSUMURA, Gentaro, công bố bởi AGNE Inc.) các trang từ 274 đến 296.

(Giá trị r)

Giá trị r (rC) theo chiều vuông góc với chiều cán là giá trị quan trọng đối với tấm thép theo sáng chế. Kết quả của các thử nghiệm đánh giá tích cực, các tác giả

sáng chế đã phát hiện ra rằng tính nong rộng lỗ và đặc tính dễ uốn tốt không thể luôn luôn thu được ngay cả khi các giá trị mật độ cực của các sự định hướng khác nhau là nằm trong các khoảng thích hợp. Để thu được tính nong rộng lỗ và đặc tính dễ uốn tốt, các khoảng mật độ cực được mô tả trên đây cần được thỏa mãn, và ở cùng thời điểm đó, r_C cần phải là 0,70 hoặc lớn hơn. Giới hạn trên của r_C là không được xác định cụ thể, nhưng nếu nó bằng 1,10 hoặc nhỏ hơn, có thể thu được tính nong rộng lỗ tốt hơn.

Giá trị r (r_{30}) theo hướng 30° từ chiều cán là quan trọng trong tấm thép theo sáng chế. Dựa vào kết quả của việc đánh giá tích cực, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng tính nong rộng lỗ và đặc tính dễ uốn tốt không thể luôn luôn thu được ngay cả khi các giá trị mật độ cực của các sự định hướng khác nhau là nằm trong các khoảng thích hợp. Để thu được tính nong rộng lỗ và đặc tính dễ uốn tốt, các khoảng mật độ cực được mô tả trên đây cần được thỏa mãn, và đồng thời, r_{30} cần bằng 1,10 hoặc nhỏ hơn. Giới hạn dưới của r_{30} là không được xác định cụ thể, nhưng nếu nó bằng 0,70 hoặc lớn hơn, có thể thu được tính nong rộng lỗ tốt hơn.

Dựa vào kết quả của việc đánh giá tích cực, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng nếu bên cạnh các giá trị mật độ cực của các sự định hướng khác nhau, r_C , và r_{30} , giá trị r (r_L) theo chiều cán và giá trị r (r_{60}) theo hướng 60° từ chiều cán lần lượt là $r_L \geq 0,70$ và $r_{60} \leq 1,10$, tính nong rộng lỗ tốt hơn có thể thu được.

Các giới hạn trên của r_L và r_{60} là không được xác định cụ thể, nhưng nếu r_L bằng 1,00 hoặc nhỏ hơn và r_{60} bằng 0,90 hoặc lớn hơn, có thể thu được tính nong rộng lỗ tốt hơn.

Các giá trị r được mô tả trên đây có thể thu được bằng thử nghiệm kéo căng sử dụng mẫu thử nghiệm kéo căng JIS số 5. Biến dạng kéo cần sử dụng thường là từ 5 đến 15% trong trường hợp của tấm thép độ bền cao, và các giá trị r có thể được đánh giá trong khoảng của độ giãn dài đồng đều. Thêm vào đó, chiều trong đó việc xử lý uốn được tiến hành phụ thuộc vào các phần được xử lý, và do đó nó không bị giới hạn một cách cụ thể, và trong trường hợp của tấm thép theo sáng chế, đặc tính dễ uốn tương tự có thể thu được ngay cả khi tấm thép theo sáng chế được

uốn theo một trong các chiều bất kỳ.

Nhìn chung, kết cấu và các giá trị r là có tương quan với nhau, nhưng trong tấm thép theo sáng chế, giới hạn về các giá trị mật độ cực của các sự định hướng tinh thể và giới hạn về các giá trị r là không đồng nghĩa với nhau, và trừ phi cả hai giới hạn này được thỏa mãn đồng thời, không thể thu được tính nong rộng lỗ tốt.

(Cấu trúc kim loại)

Tiếp theo, các lý do hạn chế liên quan tới cấu trúc kim loại của tấm thép theo sáng chế sẽ được giải thích.

Cấu trúc của tấm thép theo sáng chế chứa từ 5 đến 80% ferit dưới dạng tỷ lệ diện tích. Do sự tồn tại của ferit có độ biến dạng tuyệt vời, độ giãn dài đồng đều được cải thiện, nhưng khi tỷ lệ diện tích nhỏ hơn 5%, độ giãn dài đồng đều tốt không thể thu được, do vậy, giới hạn dưới được thiết lập là 5%. Mặt khác, khi ferit lớn hơn 80% dưới dạng tỷ lệ diện tích có mặt, tính nong rộng lỗ suy giảm mạnh, do đó giới hạn trên được thiết lập là 80%.

Ngoài ra, tấm thép theo sáng chế chứa từ 5 đến 80% bainit dưới dạng tỷ lệ diện tích. Khi tỷ lệ diện tích nhỏ hơn 5%, độ bền kéo suy giảm đáng kể, do vậy, giới hạn dưới được thiết lập là 5%. Mặt khác, khi bainit có mặt lớn hơn 80%, tính nong rộng lỗ suy giảm đáng kể, do đó giới hạn trên được thiết lập là 80%.

Trong tấm thép theo sáng chế, đối với lượng còn lại, tỷ lệ diện tích tổng bằng 5% hoặc nhỏ hơn của martensit, pearlit, và austenit còn lại là được cho phép.

Bề mặt tiếp giáp giữa martensit và ferit hoặc bainit trở thành điểm khởi đầu của sự rạn nứt làm suy giảm tính nong rộng lỗ, do vậy martensit được thiết lập là 1% hoặc nhỏ hơn.

Austenit còn lại bị biến dạng cảm ứng kéo căng thành martensit. Bề mặt tiếp giáp giữa martensit và ferit hoặc bainit trở thành điểm khởi đầu của sự rạn nứt, do đó làm suy giảm tính nong rộng lỗ. Hơn nữa, khi có mặt nhiều pearlit, độ bền kéo và đặc tính dễ gia công đôi khi bị suy giảm. Do đó, tỷ lệ diện tích tổng của martensit, pearlit, và austenit còn lại được thiết lập là 5% hoặc nhỏ hơn.

(Đường kính khối trung bình của các hạt tinh thể)

Trong tấm thép theo sáng chế, cần phải thiết lập đường kính khối trung bình của các hạt tinh thể theo đơn vị hạt 7 μm hoặc nhỏ hơn. Khi có mặt các hạt tinh thể có đường kính khối trung bình lớn hơn 7 μm , độ giãn dài đồng đều là thấp và tính nong rộng lỗ khác là cũng thấp, do đó đường kính khối trung bình của các hạt tinh thể được thiết lập là 7 μm hoặc nhỏ hơn.

Ở đây, thông thường, việc xác định hạt tinh thể là rất không rõ ràng và việc định lượng nó là rất khó. Ngược lại với điều này, các tác giả sáng chế có thể giải quyết vấn đề định lượng các hạt tinh thể nếu “đơn vị hạt” của hạt tinh thể là được xác định theo phương pháp dưới đây.

“Đơn vị hạt” của các hạt tinh thể được xác định trong sáng chế là được xác định theo phương pháp dưới đây trong phương pháp phân tích sự định hướng của tấm kim loại bằng EBSP (Electron Back Scattering Pattern). Đó là, trong phương pháp phân tích sự định hướng của tấm kim loại bằng EBSP, ví dụ, các sự định hướng được đo ở độ phóng đại 1500 với bước đo 0,5 μm hoặc nhỏ hơn, và vị trí mà ở đó sự định hướng sai giữa các điểm đo liên kế lớn hơn 15° được đặt ở ranh giới giữa các hạt tinh thể. Do đó, vùng xung quanh ranh giới này được xác định là “đơn vị hạt” của các hạt tinh thể.

Về các hạt tinh thể của đơn vị hạt được xác định trong phương pháp này, đường kính tương đương tròn d là thu được và thể tích của các hạt tinh thể của mỗi đơn vị hạt thu được bằng $4/3\pi d^3$. Do đó, trung bình trọng lượng thể tích được tính và đường kính trung bình thể tích (Mean Volume Diameter) là thu được.

Khi có các hạt tinh thể mặc dù số lượng của chúng là nhỏ, sự suy giảm về độ dẻo cục bộ trở nên lớn hơn. Do đó, kích thước của các hạt tinh thể không là trung bình kích thước thông thường, và đường kính khối trung bình được xác định trung bình trọng lượng của khối là có liên quan mật thiết với độ dẻo cục bộ. Để thu được hiệu quả này, đường kính trung bình thể tích của các hạt tinh thể cần phải là 7 μm hoặc nhỏ hơn. Mong muốn là 5 μm hoặc nhỏ hơn để đảm bảo tính nong rộng lỗ ở mức cao. Ngoài ra, phương pháp đo các hạt tinh thể được thiết lập như được mô tả

trước đó.

(Tính chất đẳng trục của các hạt tinh thể)

Ngoài ra, dựa vào kết quả của việc đánh giá tích cực, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng khi tỷ lệ của, các hạt tinh thể theo đơn vị hạt, chiều dài dL theo chiều cán so với chiều dài dt theo chiều dày của tấm: dL/dt là 3,0 hoặc nhỏ hơn, tính nong rộng lỗ được cải thiện đáng kể. Ý nghĩa vật lý này là không hiển nhiên, có thể hiểu được rằng hình dạng của các hạt tinh thể trong đơn vị hạt là giống hình cầu hơn là elipsoit, và do đó sự tập trung ứng suất trong các đường biên hạt suy giảm và do đó tính nong rộng lỗ được cải thiện.

Ngoài ra, dựa vào kết quả của việc đánh giá tích cực, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng khi giá trị trung bình của tỷ lệ của độ dài dL theo chiều cán so với độ dài dt theo chiều độ dày tấm: dL/dt là 3,0 hoặc nhỏ hơn, tính nong rộng lỗ tốt là có thể thu được. Khi giá trị trung bình của tỷ lệ của độ dài dL theo chiều cán so với độ dài dt theo chiều độ dày tấm: dL/dt là lớn hơn 3,0, tính nong rộng lỗ bị suy giảm.

(Thành phần hóa học)

Tiếp theo, lý do để giới hạn thành phần hóa học của tấm thép theo sáng chế sẽ được giải thích. Ngoài ra, % theo thành phần hóa học có nghĩa là % khối lượng.

C: từ 0,01 đến 0,4%

C là nguyên tố có hiệu quả để cải thiện độ bền kéo cơ học, do vậy 0,01% hoặc lớn hơn được bổ sung. Tốt hơn là 0,03% hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 0,05% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi giá trị này lớn hơn 0,04%, đặc tính dễ gia công và đặc tính dễ uốn suy giảm, do đó giới hạn trên được thiết lập là 0,4%. Tốt hơn là 0,3% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 0,25% hoặc nhỏ hơn.

Si: từ 0,001 đến 2,5%

Si là nguyên tố có hiệu quả cải thiện độ bền kéo cơ học. Tuy nhiên, khi Si trở nên lớn hơn 2,5%, đặc tính dễ gia công suy giảm và còn xuất hiện khe nứt trên bề mặt, do đó 2,5% được thiết lập làm giới hạn trên. Mặt khác, khó có thể giảm

lượng Si tới giá trị thấp hơn 0,001% trong tấm thép, do đó 0,001% được thiết lập làm giới hạn dưới.

Mn: từ 0,001 đến 4,0%

Mn cũng là nguyên tố có hiệu quả cải thiện độ bền kéo cơ học, nhưng khi Mn trở nên lớn hơn 4,0%, đặc tính dễ gia công suy giảm, do đó giới hạn trên được thiết lập là 4,0%. Tốt hơn là 3,0% hoặc nhỏ hơn. Mặt khác, khó giảm lượng Mn tới nhỏ hơn 0,001% trong tấm thép, do vậy 0,001% được thiết lập làm giới hạn dưới. Khi các nguyên tố như Ti mà có tác dụng hạn chế sự xuất hiện vết nứt khi nóng gây ra do S không được bổ sung đầy đủ ngoại trừ Mn, Mn thỏa mãn $Mn/S \geq 20$ theo % khối lượng được bổ sung với giá trị mong muốn.

P: từ 0,001 đến 0,15%

Giới hạn trên của P được thiết lập tới 0,15% để ngăn ngừa sự suy giảm về đặc tính dễ gia công và sự rạn nứt khi cán nóng và cán nguội. Tốt hơn là 0,04% hoặc nhỏ hơn. Giới hạn dưới được thiết lập tới 0,001% có thể áp dụng trong trường hợp tinh luyện thông thường hiện tại (bao gồm cả tinh luyện lần hai).

S: từ 0,0005 đến 0,03%

Giới hạn trên của S được thiết lập là 0,03% để ngăn ngừa sự suy giảm về đặc tính dễ gia công và sự rạn nứt khi cán nóng hoặc cán nguội. Tốt hơn là 0,01% hoặc nhỏ hơn. Giới hạn dưới được thiết lập tới 0,0005% có thể áp dụng trong trường hợp tinh luyện thông thường hiện tại (bao gồm cả tinh luyện lần hai).

Al: từ 0,001 đến 2,0%

Để khử oxy, 0,001% hoặc lớn hơn Al được bổ sung. Hơn nữa, Al làm tăng đáng kể điểm biến đổi từ γ tới α , do đó là nguyên tố hữu ích khi bước cán nóng ở điểm Ar_3 hoặc thấp hơn được tiến hành trực tiếp, nhưng khi lượng này quá nhiều, đặc tính dễ uốn suy giảm, do đó giới hạn trên được thiết lập là 2,0%.

N và O: từ 0,0005 đến 0,01%

N và O là các tạp chất, và cả hai nguyên tố này đều được thiết lập là 0,01%

hoặc nhỏ hơn để ngăn ngừa sự suy giảm đặc tính dễ gia công. Các giới hạn dưới của mỗi loại được thiết lập tới 0,0005% có thể áp dụng trong trường hợp tinh luyện thông thường hiện tại (bao gồm cả tinh luyện lần hai).

Si + Al: nhỏ hơn 1,0%

Khi Si và Al được chứa nhiều tấm thép theo sáng chế, sự kết tủa của xemetit trong quá trình xử lý lão hóa quá mức bị hạn chế và thành phần austenit còn lại trở nên quá lớn, do đó lượng bổ sung tổng của Si và Al được thiết lập nhỏ hơn 1%.

Trong tấm thép theo sáng chế, một loại hoặc hai hoặc nhiều loại Ti, Nb, B, Mg, Rem, Ca, Mo, Cr, V, W, Zr, Cu, Ni, As, Co, Sn, Pb, Y, và Hf, là các nguyên tố đã được sử dụng tới nay có thể được bao gồm để cải thiện tính nóng rộng lỗ bằng cách kiểm soát các thành phần được bao gồm để tạo ra các kết tủa mịn.

Ti, Nb, và B là các nguyên tố để cải thiện chất liệu vật liệu thông qua cơ chế cố định cacbon và nitơ, tăng cường kết tủa, kiểm soát cấu trúc, bền hóa hạt mịn, và các phương pháp tương tự, do vậy theo các nhu cầu, 0,001% hoặc của Ti được bổ sung, 0,001% Nb hoặc lớn hơn được bổ sung, và 0,0001% B hoặc lớn hơn được bổ sung. Ti tốt hơn là 0,01% hoặc lớn hơn, và Nb tốt hơn là 0,005% hoặc lớn hơn.

Tuy nhiên, ngay cả khi chúng được bổ sung thêm, không có tác dụng đáng kể nào thu được, và thay vào đó, đặc tính dễ gia công và dễ sản xuất suy giảm, do đó giới hạn trên của Ti được thiết lập tới 0,2%, giới hạn trên của Nb được thiết lập tới 0,2%, và giới hạn trên của B được thiết lập tới 0,005%. B tốt hơn là 0,003% hoặc nhỏ hơn.

Mg, Rem, và Ca là các nguyên tố tạo các thành phần không có hại, do đó giới hạn dưới của mỗi nguyên tố được thiết lập tới 0,0001%. Mg tốt hơn là 0,0005% hoặc lớn hơn, Rem tốt hơn là 0,001% hoặc lớn hơn, và Ca tốt hơn là 0,0005% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi chúng được bổ sung thêm, độ tinh khiết của thép bị suy giảm, do vậy, giới hạn trên của Mg được thiết lập tới 0,01%, giới hạn trên của Rem được thiết lập tới 0,1%, và giới hạn trên của Ca được thiết lập tới 0,01%. Ca tốt hơn là 0,01% hoặc nhỏ hơn.

Mo, Cr, Ni, W, Zr, và As là các nguyên tố có hiệu quả làm tăng độ bền kéo cơ học và nâng cao chất lượng vật liệu, do đó theo nhu cầu, 0,001% Mo hoặc lớn hơn được bổ sung, 0,001% Cr hoặc lớn hơn được bổ sung, 0,001% Ni hoặc lớn hơn được bổ sung, 0,001% W hoặc lớn hơn được bổ sung, 0,0001% Zr hoặc lớn hơn được bổ sung, và 0,0001% As hoặc lớn hơn được bổ sung. Mo tốt hơn là 0,01% hoặc lớn hơn, Cr tốt hơn là 0,01% hoặc lớn hơn, Ni tốt hơn là 0,05% hoặc lớn hơn, và W tốt hơn là 0,01% hoặc lớn hơn.

Tuy nhiên, khi chúng được bổ sung thêm, đặc tính dễ gia công bị suy giảm, do vậy giới hạn trên của Mo được thiết lập tới 1,0%, giới hạn trên của Cr được thiết lập tới 2,0%, giới hạn trên của Ni được thiết lập tới 2,0%, giới hạn trên của W được thiết lập tới 1,0%, giới hạn trên của Zr được thiết lập tới 0,2%, và giới hạn trên của As được thiết lập tới 0,5%. Zr tốt hơn là 0,05% hoặc nhỏ hơn.

V và Cu, giống với Nb và Ti, là các nguyên tố có hiệu quả tăng cường sự kết tủa, và là các nguyên tố ít gây ra sự suy giảm về đặc tính dễ uốn cục bộ có thể có được bằng cách bổ sung Nb và Ti, do vậy V và Cu là các nguyên tố hiệu quả hơn Nb và Ti khi độ bền kéo cao và tính nong rộng lỗ tốt hơn được yêu cầu. Do đó, các giới hạn dưới của V và Cu cả hai được thiết lập là 0,001%. Tốt hơn là mỗi đại lượng này là 0,01% hoặc lớn hơn.

Tuy nhiên, khi chúng được bổ sung thêm, đặc tính dễ gia công suy giảm, do vậy giới hạn trên của V được thiết lập tới 1,0% và giới hạn trên của Cu được thiết lập tới 2,0%. V tốt hơn là 0,5% hoặc nhỏ hơn.

Co làm tăng đáng kể điểm biến đổi γ thành α , do đó là nguyên tố hữu ích khi bước cán nóng ở điểm A_{r3} hoặc thấp hơn theo chiều cụ thể. Để thu được hiệu quả bổ sung, 0,0001% hoặc lớn hơn được bổ sung. Tốt hơn là 0,001% hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, khi nó được bổ sung quá nhiều, đặc tính dễ uốn suy giảm, do đó giới hạn trên được thiết lập là 1,0%. Tốt hơn là 0,1% hoặc nhỏ hơn.

Sn và Pb là các nguyên tố có tác dụng cải thiện đặc tính dễ uốn và đặc tính bám dính của lớp mạ kẽm, do đó 0,0001% Sn hoặc lớn hơn được bổ sung và 0,001% Pb hoặc lớn hơn được bổ sung. Sn tốt hơn là 0,001% hoặc lớn hơn. Tuy

nhiên, khi chúng được bổ sung thêm, có thể xuất hiện rạn nứt khi sản xuất, và hơn nữa độ dai suy giảm, do vậy giới hạn trên của Sn được thiết lập tới 0,2% và giới hạn trên của Pb được thiết lập tới 0,1%. Sn tốt hơn là 0,1% hoặc nhỏ hơn.

Y và Hf là các nguyên tố có tác dụng cải thiện đặc tính chống ăn mòn. Khi mỗi nguyên tố này được thiết lập là 0,001%, hiệu quả bổ sung là không thu được, do vậy các giới hạn dưới của chúng được thiết lập là 0,001%. Mặt khác, khi mỗi nguyên tố này lớn hơn 0,10%, tính nóng dẻo suy giảm, do vậy giới hạn trên của mỗi nguyên tố được thiết lập tới 0,10%.

(Phương pháp sản xuất)

Tiếp theo, phương pháp sản xuất tấm thép theo sáng chế sẽ được giải thích, (sau đây được gọi là “phương pháp sản xuất theo sáng chế”). Để đạt được độ giãn dài đồng đều và tính nóng dẻo tốt, điều quan trọng là tạo ra kết cấu mà ngẫu nhiên về mật độ cực và kiểm soát được các điều kiện về thành phần cấu trúc của ferit và bainit và dạng phân tán. Dưới đây, các chi tiết sẽ được giải thích.

Phương pháp sản xuất trước khi cán nóng không bị giới hạn một cách cụ thể. Đó là, sau khi làm nóng chảy trong lò đứng, lò điện, hoặc lò tương tự, bước tinh luyện thứ hai có thể được tiến hành, và sau đó bước đúc có thể được tiến hành bằng phương pháp đúc liên tục thông thường, hoặc phương pháp tạo thổi, hoặc cách khác bằng cách đúc tấm mỏng, hoặc các phương pháp tương tự. Trong trường hợp tấm đúc liên tục, có thể là tấm đúc liên tục được làm nguội một lần tới nhiệt độ thấp và sau đó được gia nhiệt lại để được cán nóng, hoặc cũng có thể là tấm đúc liên tục được cán nóng liên tục sau khi đúc. Ngoài ra, phế liệu cũng có thể được sử dụng làm nguyên liệu thô của thép.

(Bước cán nóng thứ nhất)

Tấm được lấy ra từ lò gia nhiệt được trải qua bước cán thô là bước cán nóng thứ nhất để được cán thô, và nhờ đó thu được tấm cán thô. Tấm thép theo sáng chế cần thỏa mãn các yêu cầu sau. Đầu tiên, đường kính hạt austenit sau bước cán thô, tức là đường kính hạt austenit trước bước cán hoàn thiện là quan trọng. Đường

kính hạt austenit trước bước cán hoàn thiện được mong muốn là nhỏ, và đường kính hạt austenit bằng 200 μm hoặc nhỏ hơn đóng góp đáng kể vào việc tạo ra các hạt tinh thể mịn và tính đồng nhất của các hạt tinh thể, nhờ đó có thể phân tán đều và đồng nhất martensit cần được tạo ra trong quy trình sau đó.

Để thu được đường kính hạt austenit bằng 200 μm hoặc nhỏ hơn trước bước cán hoàn thiện, cần phải thực hiện quy trình cán nóng ở tỷ lệ giảm bằng 40% hoặc lớn hơn một lần hoặc nhiều lần trong bước cán thô trong vùng nhiệt độ từ 1000 đến 1200°C.

Đường kính hạt austenit trước bước cán hoàn thiện được mong muốn là bằng 100 μm hoặc nhỏ hơn, và để thu được đường kính hạt này, việc cán ở 40% hoặc lớn hơn được tiến hành hai lần hoặc nhiều hơn. Tuy nhiên, khi trong bước cán thô, độ giảm là lớn hơn 70% hoặc việc cán được tiến hành lớn hơn 10 lần, có mối liên quan rằng nhiệt độ cán giảm hoặc gỉ sinh ra nhiều hơn.

Trong phương pháp này, khi đường kính hạt austenit trước bước cán hoàn thiện được thiết lập tới 200 μm hoặc nhỏ hơn, quá trình tái kết tinh của austenit được thúc đẩy trong bước cán hoàn thiện, và nhờ sự hình thành kết cấu và sự đồng đều của đơn vị hạt, độ giãn dài đồng đều và tính nóng rộng lỗ của sản phẩm cuối cùng được cải thiện.

Giả sử rằng điều này là vì biên hạt austenit sau bước cán thô (tức là, trước bước cán hoàn thiện) có chức năng như hạt nhân tái kết tinh trong bước cán hoàn thiện. Đường kính hạt austenit sau bước cán thô được khẳng định theo cách sao cho mẫu tấm thép trước khi trải qua bước cán hoàn thiện được làm nguội nhiều nhất có thể, (tức là, ví dụ, làm nguội ở tốc độ 10°C/giây hoặc lớn hơn), và mặt cắt ngang của mẫu tấm kim loại được khắc ăn mòn để làm xuất hiện các biên hạt austenit, và các biên hạt austenit này được quan sát bằng kính hiển vi quang học. Trong trường hợp này, ở độ phóng đại 50 lần hoặc lớn hơn, đường kính hạt austenit của 20 trường nhìn hoặc nhiều hơn được đánh giá bằng phép phân tích ảnh hoặc phương pháp đếm điểm.

(Bước cán nóng thứ hai)

Sau quy trình cán thô (bước cán thô thứ nhất) được hoàn thành, quy trình cán cuối cùng là quy trình cán nóng thứ hai được bắt đầu. Thời gian giữa thời điểm hoàn thành bước cán thô và thời điểm bắt đầu bước cán hoàn thiện mong muốn là 150 giây hoặc ngắn hơn.

Trong bước cán hoàn thiện (bước cán nóng thứ hai), nhiệt độ bắt đầu cán nóng cuối cùng mong muốn được thiết lập là 1000°C hoặc cao hơn. Khi nhiệt độ bắt đầu bước cán nóng cuối cùng thấp hơn 1000°C, ở mỗi lần trải qua cán cuối cùng, nhiệt độ cán của tấm thô cần cán bị suy giảm, việc làm giảm kích thước được tiến hành trong vùng nhiệt độ không kết tinh lại, kết cấu hình thành và do đó tính đẳng hướng suy giảm.

Ngoài ra, giới hạn trên của nhiệt độ bắt đầu bước cán nóng cuối cùng không bị giới hạn một cách cụ thể. Tuy nhiên, khi nhiệt độ này bằng 1150°C hoặc cao hơn, chỗ phồng rộp là điểm khởi đầu của khuyết tật dạng vảy trên thanh hình trụ dài có thể xuất hiện giữa sắt nền tấm thép và lớp gỉ bề mặt trước bước cán hoàn thiện và giữa những lần cán qua, và do đó nhiệt độ bắt đầu bước cán nóng cuối cùng được mong muốn là thấp hơn 1150°C.

Trong bước cán hoàn thiện, nhiệt độ được xác định bằng thành phần hóa học của tấm kim loại được thiết lập tới T1, và trong vùng nhiệt độ không thấp hơn T1 + 30°C và cũng không cao hơn T1 + 200°C, quá trình cán 30% hoặc lớn hơn được thực hiện trong một lần đi qua ở một thời điểm. Ngoài ra, trong bước cán hoàn thiện, tổng tỷ lệ giảm được thiết lập tới 50% hoặc lớn hơn. Bằng cách thỏa mãn điều kiện này, ở phần trung tâm theo chiều dày của tấm trong khoảng từ 5/8 đến 3/8 độ dày tấm từ bề mặt của tấm thép, giá trị trung bình của các mật độ cực của nhóm định hướng {100}<011> đến {223}<110> trở thành 5,0 hoặc nhỏ hơn và mật độ cực của hướng tinh thể {332}<113> trở thành 4,0 hoặc thấp hơn. Điều này có thể để đảm bảo độ giãn dài đồng đều và tính nóng rộng lỗ của sản phẩm cuối cùng.

Ở đây, T1 là nhiệt độ tính được bằng biểu thức (1) dưới đây.

$$T1 (^{\circ}\text{C}) = 850 + 10 \times (\text{C} + \text{N}) \times \text{Mn} + 350 \times \text{Nb} + 250 \times \text{Ti} + 40 \times \text{B} + 10 \times \text{Cr} + 100 \times \text{Mo} + 100 \times \text{V} \dots (1)$$

C, N, Mn, Nb, Ti, B, Cr, Mo, và V mỗi nguyên tố này thể hiện hàm lượng của nguyên tố (% khối lượng).

Sau đó, việc làm giảm nhiều trong vùng nhiệt độ không thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ và cũng không cao hơn $T1 + 200^{\circ}\text{C}$ và việc làm giảm ít ở nhiệt độ thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ kiểm soát giá trị trung bình của các mật độ cực của nhóm định hướng $\{100\}\langle 011\rangle$ đến $\{223\}\langle 110\rangle$ và mật độ cực của hướng tinh thể $\{332\}\langle 113\rangle$ ở phần trung tâm theo chiều dày của tấm trong khoảng từ 5/8 đến 3/8 độ dày tấm từ bề mặt của tấm thép, và nhờ đó độ giãn dài đồng đều và tính nong rộng lỗ của sản phẩm cuối cùng được cải thiện đáng kể, như được thể hiện trong các ví dụ được mô tả dưới đây.

Nhiệt độ $T1$ này là thu được dựa vào kinh nghiệm. Các tác giả sáng chế đã thu được kinh nghiệm này từ các thử nghiệm mà quá trình tái kết tinh trong vùng austenit của mỗi loại thép được kích thích dựa trên nhiệt độ $T1$. Để thu được độ giãn dài đồng đều và tính nong rộng lỗ tốt hơn, điều quan trọng là tích lũy được ứng suất bằng quá trình giảm kích thước lớn này, và tổng tỷ lệ giảm bằng 50% hoặc lớn hơn là cần thiết trong bước cán hoàn thiện. Ngoài ra, mong muốn làm giảm 70% hoặc lớn hơn, và mặt khác, nếu tỷ lệ giảm lớn hơn 90% được thực hiện, việc duy trì nhiệt độ và lượng tải cán dư cần được bổ sung.

Khi tổng tỷ lệ giảm trong vùng nhiệt độ không thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ và cũng không cao hơn $T1 + 200^{\circ}\text{C}$ nhỏ hơn 50%, ứng suất cán được tích lũy trong quá trình cán nóng là không đầy đủ và quá trình tái kết tinh austenit không diễn ra một cách đầy đủ. Do đó, kết cấu hình thành và tính đẳng hướng suy giảm. Khi tổng tỷ lệ giảm bằng 70% hoặc lớn hơn, tính đẳng hướng đáp ứng có thể thu được ngay cả khi có sự dao động nhiệt độ hoặc các yếu tố tương tự được tính đến. Mặt khác, khi tổng tỷ lệ giảm lớn hơn 90%, khó có thể thu được vùng nhiệt độ bằng $T1 + 200^{\circ}\text{C}$ hoặc thấp hơn do sự sinh nhiệt bằng cách xử lý, và ngoài ra lượng tải cán tăng lên gây ra vấn đề ở chỗ quy trình cán khó có thể thực hiện được.

Trong bước cán hoàn thiện, để thúc đẩy sự tái kết tinh đồng nhất gây ra do sự giải phóng ứng suất tích tụ, việc cán ở 30% hoặc lớn hơn được thực hiện trong

một lần đi qua ở một thời điểm ở nhiệt độ không thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ và cũng không cao hơn $T1 + 200^{\circ}\text{C}$.

Ngoài ra, để thúc đẩy sự tái kết tinh đồng nhất, cần phải hạn chế lượng xử lý tổng vùng nhiệt độ thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ nhỏ nhất có thể. Để đạt được điều này, tỷ lệ giảm ở nhiệt độ thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ được mong muốn là 30% hoặc nhỏ hơn. Về tính chính xác của độ dày tấm và hình dạng tấm, mong muốn tỷ lệ giảm là 10% hoặc nhỏ hơn. Khi tính đẳng hướng là thu được, tỷ lệ giảm trong vùng nhiệt độ thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ mong muốn là 0%.

Bước cán hoàn thiện mong muốn được kết thúc ở $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ hoặc cao hơn. Trong quy trình cán nóng ở nhiệt độ thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$, các hạt austenit được tạo hạt mà được tái kết tinh khi được kéo dài, điều này gây ra rủi ro ở chỗ tính đẳng hướng bị suy giảm.

Đó là, trong phương pháp sản xuất của sáng chế, trong bước cán hoàn thiện, bằng cách tái kết tinh austenit đồng nhất và đồng đều, kết cấu của sản phẩm được kiểm soát và độ giãn dài đồng đều và tính nong rộng lỗ được cải thiện.

Tỷ lệ cán có thể thu được bằng cách thực hiện quy trình thực tế hoặc tính toán từ lượng tải cán, đo độ dày tấm, hoặc/và các yếu tố tương tự. Nhiệt độ có thể đo được thực sự bằng nhiệt kế giữa các giá cán, hoặc có thể thu được bằng cách xem xét mô phỏng tính toán nhiệt sinh ra bằng cách xử lý từ tốc độ dây chuyền, tỷ lệ giảm, hoặc/và các yếu tố tương tự. Nhờ đó, có thể khẳng định một cách dễ dàng cán hay không quy trình cán được mô tả trong sáng chế được tiến hành.

Khi bước cán nóng được hoàn thành ở Ar_3 hoặc thấp hơn, bước cán nóng này trở thành bước cán ở vùng hai pha của austenit và ferit, và sự tập trung tới nhóm định hướng $\{100\}<011>$ đến $\{223\}<110>$ trở nên mạnh. Kết quả là, độ giãn dài đồng đều và tính nong rộng lỗ bị suy giảm đáng kể.

Để tạo ra các hạt tinh thể mịn và hạn chế các hạt dài, lượng nhiệt sinh ra cực đại khi xử lý khi làm giảm kích thước ở nhiệt độ không thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ và cũng không cao hơn $T1 + 200^{\circ}\text{C}$, tức là giới hạn tăng nhiệt độ do việc làm giảm

kích thước là mong muốn được hạn chế ở 18°C hoặc thấp hơn. Để đạt được điều này, việc làm nguội giữa các giá hoặc phương pháp tương tự là mong muốn được sử dụng.

(Bước làm nguội sơ bộ sau khi cán nguội)

Sau bước làm giảm cuối cùng ở tỷ lệ giảm bằng 30% hoặc lớn hơn được tiến hành trong bước cán hoàn thiện, bước làm nguội sơ bộ sau khi cán nguội được bắt đầu theo cách sao cho thời gian chờ t giây thỏa mãn biểu thức (2) dưới đây.

$$t \leq 2,5 \times t_1 \dots (2)$$

ở đây, t_1 thu được bởi biểu thức (3) dưới đây.

$$t_1 = 0,001 \times ((T_f - T_1) \times P_1/100)^2 - 0,109 \times ((T_f - T_1) \times P_1/100) + 3,1 \dots (3)$$

ở đây, trong biểu thức (3) nêu trên, T_f là nhiệt độ của phôi thép thu được sau bước làm giảm kích thước cuối cùng ở tỷ lệ giảm bằng 30% hoặc lớn hơn, và P_1 là tỷ lệ giảm của bước làm giảm kích thước cuối cùng là 30% hoặc lớn hơn.

Ngoài ra, “bước làm giảm cuối cùng ở tỷ lệ giảm bằng 30% hoặc lớn hơn” là bước cán được tiến hành sau cùng trong số bước cán mà tỷ lệ giảm của nó là 30% hoặc lớn hơn được tiến hành trong bước cán hoàn thiện. Ví dụ, khi trong số bước cán trong các lần cán qua được tiến hành trong bước cán hoàn thiện, tỷ lệ giảm của bước cán tiến hành ở giai đoạn cuối cùng là 30% hoặc lớn hơn, bước cán tiến hành ở giai đoạn cuối cùng là “bước làm giảm cuối cùng ở tỷ lệ giảm bằng 30% hoặc lớn hơn”. Ngoài ra, khi trong số bước cán trong các lần cán qua được tiến hành trong bước cán hoàn thiện, tỷ lệ giảm của bước cán tiến hành trước giai đoạn cuối cùng là 30% hoặc lớn hơn và sau bước cán tiến hành trước giai đoạn cuối cùng (quy trình cán nóng ở tỷ lệ giảm bằng 30% hoặc lớn hơn) được tiến hành, bước cán mà tỷ lệ giảm của nó là 30% hoặc lớn hơn là không được thực hiện, bước cán được tiến hành trước công đoạn cuối cùng (quy trình cán nóng ở tỷ lệ giảm bằng 30% hoặc lớn hơn) là “bước làm giảm cuối cùng ở tỷ lệ giảm bằng 30% hoặc lớn hơn.”

Trong bước cán hoàn thiện này, số giây t thời gian chờ cho tới khi bước làm

nguội sơ bộ trước khi cán nguội được bắt đầu sau bước làm giảm kích thước cuối cùng ở tỷ lệ giảm bằng 30% hoặc lớn hơn được thực hiện có ảnh hưởng lớn đến đường kính hạt austenit. Đó là, nó ảnh hưởng lớn đến thành phần hạt đồng trục và tỷ lệ diện tích hạt thô của tấm thép.

Khi thời gian chờ t lớn hơn $t_1 \times 2,5$, quá trình tái kết tinh hầu như đã được hoàn thành, nhưng các hạt tinh thể lớn lên đáng kể và hạt trở nên thô, và do đó các giá trị r và độ giãn dài bị suy giảm.

Thời gian chờ t giây còn thỏa mãn biểu thức (2a) dưới đây, nhờ đó có thể hạn chế một cách ưu tiên sự lớn lên của các hạt tinh thể. Do đó, mặc dù quá trình tái kết tinh không xảy ra trước một cách đầy đủ, có thể cải thiện một cách đầy đủ độ giãn dài của tấm kim loại và đồng thời cải thiện đặc tính mỏi.

$$t < t_1 \dots (2a)$$

Đồng thời, thời gian chờ t giây còn thỏa mãn biểu thức (2b) dưới đây, và nhờ đó quá trình tái kết tinh xảy ra trước một cách đầy đủ và các sự định hướng tinh thể là ngẫu nhiên. Do đó, có thể cải thiện một cách đầy đủ độ giãn dài của tấm kim loại và đồng thời cải thiện đáng kể tính đẳng hướng.

$$t_1 \leq t \leq t_1 \times 2,5 \dots (2b)$$

Ở đây, như được thể hiện trong Fig.1, trên dây chuyền cán nóng liên tục 1, phôi thép (tấm) được gia nhiệt tới nhiệt độ định trước trong lò gia nhiệt được cán trong máy cán thô 2 và trong máy cán hoàn thiện 3, sau đó là tấm thép cán nóng 4 có độ dày định trước, và tấm thép cán nóng 4 này được tiến hành trên bàn chạy 5. Trong phương pháp sản xuất của sáng chế, trong bước cán thô (bước cán nóng thứ nhất) được tiến hành trong máy cán thô 2, quy trình cán nóng ở tỷ lệ giảm bằng 20% hoặc lớn hơn được thực hiện trên phôi thép (tấm) một lần hoặc hơn trong khoảng nhiệt độ không thấp hơn 1000°C và cũng không cao hơn 1200°C.

Tấm thô được cán tới độ dày định trước trong máy cán thô 2 trong phương pháp này tiếp tục được cán hoàn thiện (được trải qua quy trình cán nóng thứ hai này) thông qua nhiều giá cán 6 của máy cán hoàn thiện 3, là tấm thép cán nóng 4.

Sau đó, trong máy cán hoàn thiện 3, việc cán ở 30% hoặc lớn hơn được thực hiện trong một lần đi qua ở một thời điểm trong vùng nhiệt độ không thấp hơn nhiệt độ $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ và cũng không cao hơn $T1 + 200^{\circ}\text{C}$. Hơn nữa, trong máy cán hoàn thiện 3, tổng tỷ lệ giảm trở thành 50% hoặc lớn hơn.

Ngoài ra, trong bước cán hoàn thiện này, sau bước làm giảm kích thước cuối cùng ở tỷ lệ giảm bằng 30% hoặc lớn hơn được tiến hành, bước làm nguội sơ bộ trước khi cán nguội được bắt đầu theo cách sao cho thời gian chờ t thỏa mãn biểu thức (2) nêu trên hoặc biểu thức (2a) hoặc (2b) nêu trên. Việc khởi động bước làm nguội sơ bộ sau khi cán nguội được tiến hành bằng các vòi phun làm nguội giữa các giá 10 được bố trí giữa hai trong số các giá cán tương ứng 6 của máy cán hoàn thiện 3, hoặc các vòi phun làm nguội 11 được bố trí trong bàn chạy 5.

Ví dụ, khi bước làm giảm kích thước cuối cùng này ở tỷ lệ giảm bằng 30% hoặc lớn hơn được thực hiện chỉ ở giá cán 6 được bố trí ở phía trước của máy cán hoàn thiện 3 (bên phía trái trên Fig.1, ở phía trước của dây chuyền cán) và bước cán mà tỷ lệ giảm của nó là 30% hoặc lớn hơn không được tiến hành ở giá cán 6 được bố trí ở phía sau của máy cán hoàn thiện 3 (bên phải trên Fig.1, ở phía sau của quy trình cán), nếu việc khởi động bước làm nguội sơ bộ trước khi cán nguội được tiến hành bởi các vòi phun làm nguội 11 được bố trí trong bàn chạy 5, đôi khi xảy ra trường hợp mà thời gian chờ t không thỏa mãn biểu thức (2) nêu trên hoặc các biểu thức (2a) và (2b) nêu trên. Trong trường hợp này, bước làm nguội sơ bộ trước khi cán nguội được bắt đầu bằng các vòi phun làm nguội giữa các giá 10 được bố trí giữa hai trong số các giá cán tương ứng 6 của máy cán hoàn thiện 3.

Ngoài ra, ví dụ, khi bước làm giảm kích thước cuối cùng này ở tỷ lệ giảm bằng 30% hoặc lớn hơn được tiến hành ở giá cán 6 được bố trí ở phía sau của máy cán hoàn thiện 3 (bên phải trên Fig.1, ở phía sau của quy trình cán), mặc dù việc khởi động bước làm nguội sơ bộ trước khi cán nguội được tiến hành bởi các vòi phun làm nguội 11 được bố trí trong bàn chạy 5, đôi khi xuất hiện trường hợp mà thời gian chờ t có thể thỏa mãn biểu thức (2) nêu trên hoặc các biểu thức (2a) và (2b) nêu trên. Trong trường hợp này, bước làm nguội sơ bộ trước khi cán nguội

cũng có thể được bắt đầu bằng các vòi phun làm nguội 11 được bố trí trong bàn chạy 5. Không cần phải nói, miễn sao bước làm giảm kích thước cuối cùng này ở tỷ lệ giảm bằng 30% hoặc lớn hơn được hoàn thành, bước làm nguội sơ bộ trước khi cán nguội cũng có thể được bắt đầu bằng các vòi phun làm nguội giữa các giá 10 được bố trí giữa hai trong số các giá cán tương ứng 6 của máy cán hoàn thiện 3.

Sau đó, trong bước làm nguội sơ bộ sau khi cán nguội này, bước làm nguội ở tốc độ làm nguội trung bình bằng $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn, sự thay đổi nhiệt độ (giảm nhiệt độ) không thấp hơn 40°C và cũng không cao hơn 140°C được tiến hành.

Khi sự thay đổi nhiệt độ nhỏ hơn 40°C , các hạt austenit được tái kết tinh lớn lên và độ dai ở nhiệt độ thấp bị suy giảm. Sự thay đổi nhiệt độ được thiết lập tới 40°C hoặc cao hơn, nhờ đó có thể hạn chế được sự thô hóa của các hạt austenit. Khi sự thay đổi nhiệt độ nhỏ hơn 40°C , hiệu quả không thể thu được. Mặt khác, khi sự thay đổi nhiệt độ lớn hơn 140°C , quá trình kết tinh trở nên không được đầy đủ làm cho nó khó có thể thu được kết cấu ngẫu nhiên mong muốn. Hơn nữa, pha ferit có hiệu quả đối với độ giãn dài là cũng không thu được một cách dễ dàng và độ cứng của pha ferit trở nên cao, và nhờ đó độ giãn dài đồng đều và tính nong rộng lỗ cũng suy giảm. Ngoài ra, khi sự thay đổi nhiệt độ là lớn hơn 140°C , có thể xảy ra hiện tượng nhiệt độ cao hơn hoặc vượt quá nhiệt độ điểm biến đổi Ar_3 . Trong trường hợp này, thậm chí bằng cách biến đổi từ austenit được tái kết tinh, kết quả của việc hẹp sự lựa chọn biến thiên, kết cấu tạo ra và đặc tính đẳng hướng sau đó bị suy giảm.

Khi tốc độ làm nguội trung bình trong bước làm nguội sơ bộ trước khi cán nguội nhỏ hơn $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, như mong đợi, các hạt austenit được tái kết tinh lớn lên và độ dai ở nhiệt độ thấp bị suy giảm. Giới hạn trên của tốc độ làm nguội trung bình là không được xác định cụ thể, nhưng về hình dạng của tấm kim loại, $200^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc thấp hơn được xem là thích hợp.

Ngoài ra, để hạn chế sự phát triển của hạt và thu được độ dai ở nhiệt độ thấp tuyệt vời hơn, thiết bị làm nguội giữa các lần cán qua hoặc thiết bị tương tự được

mong muốn sử dụng để tạo ra sự sinh nhiệt bằng cách xử lý giữa các giá tương ứng của bước cán hoàn thiện tới 18°C hoặc thấp hơn.

Tỷ lệ cán (tỷ lệ giảm) có thể thu được bằng cách tiến hành thực tế hoặc tính toán từ lượng tải cán, đo độ dày tấm, hoặc/và các cách tương tự. Nhiệt độ của phôi thép trong quá trình cán có thể đo được thực sự bằng nhiệt kế mà được bố trí giữa các giá, hoặc có thể thu được bằng cách mô phỏng bằng cách đánh giá sự sinh nhiệt bằng cách xử lý từ tốc độ dây chuyền, tỷ lệ giảm, hoặc/và các yếu tố tương tự, hoặc có thể thu được bằng cả hai phương pháp này.

Ngoài ra, như được giải thích trước đó, để thúc đẩy sự tái kết tinh đồng nhất, lượng xử lý trong vùng nhiệt độ thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ được mong muốn là nhỏ nhất có thể và tỷ lệ giảm trong vùng nhiệt độ thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ được mong muốn là 30% hoặc nhỏ hơn. Ví dụ, trong trường hợp mà trong máy cán hoàn thiện 3 trên dây chuyền cán nóng liên tục 1 được thể hiện trên Fig.1, trong quá trình đi qua một hoặc hai hoặc nhiều giá cán 6 được bố trí ở phía trước (bên phía trái trên Fig.6, ở phía trước của dây chuyền cán), tấm kim loại trong vùng nhiệt độ không thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ và cũng không cao hơn $T1 + 200^{\circ}\text{C}$, và trong quá trình đi qua một hoặc hai hoặc nhiều giá cán 6 được bố trí ở phía sau (bên phải trên Fig.6, ở phía sau của quy trình cán), tấm kim loại là trong vùng nhiệt độ thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$, khi tấm kim loại đi qua một hoặc hai hoặc nhiều giá cán 6 được bố trí ở phía sau (bên phải trên Fig.1, ở phía sau của quy trình cán), mặc dù việc làm giảm không được tiến hành hoặc được tiến hành, tổng tỷ lệ giảm ở nhiệt độ thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ được mong muốn là 30% hoặc nhỏ hơn. Về độ chính xác về độ dày và hình dạng của tấm, tỷ lệ giảm ở nhiệt độ thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ được mong muốn là tổng tỷ lệ giảm bằng 10% hoặc nhỏ hơn. Khi tính đẳng hướng là thu được hơn nữa, tỷ lệ giảm trong vùng nhiệt độ thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ được mong muốn là 0%.

Trong phương pháp sản xuất theo sáng chế, tốc độ cán không bị giới hạn một cách cụ thể. Tuy nhiên, khi tốc độ cán trên giá cán cuối cùng của bước cán hoàn thiện nhỏ hơn 400 mpm, γ các hạt lớn lên là các hạt thô, các vùng trong đó ferit có thể kết tủa để thu được độ dẻo bị suy giảm, và do đó độ dẻo có thể bị suy

giảm. Mặt dù giới hạn trên của tốc độ cán không bị giới hạn một cách cụ thể, hiệu quả của sáng chế có thể thu được, nhưng thực tế là tốc độ cán bằng 1800 mpm hoặc nhỏ hơn do sự ma sát của thiết bị. Do đó, trong bước cán hoàn thiện, tốc độ cán được mong muốn là không thấp hơn 400 mpm cũng không lớn hơn 1800 mpm.

(Bước làm nguội thứ hai trước khi cán nguội)

Trong phương pháp sản xuất theo sáng chế, tốt hơn nếu sau bước làm nguội sơ bộ trước khi cán nguội, bước làm nguội thứ hai trước khi cán nguội nên được tiến hành để kiểm soát cấu trúc. Phương pháp làm nguội thứ hai trước khi cán nguội là cũng quan trọng.

Bước làm nguội thứ hai trước khi cán nguội mong muốn được tiến hành trong ba giây sau bước làm nguội sơ bộ trước khi cán nguội. Khi thời điểm bắt đầu của bước làm nguội thứ hai trước khi cán nguội sau bước làm nguội sơ bộ trước khi cán nguội lờn hơn ba giây, các hạt austenit trở nên thô và độ bền kéo và độ giãn dài suy giảm.

Trong bước làm nguội thứ hai trước khi cán nguội, việc làm nguội được tiến hành tới nhiệt độ ngừng làm nguội bằng 600°C hoặc thấp hơn ở tốc độ làm nguội trung bình từ 10 đến 300°C/giây. Khi nhiệt độ ngừng của bước làm nguội thứ hai trước khi cán nguội cao hơn 600°C và tốc độ làm nguội trung bình của bước làm nguội thứ hai trước khi cán nguội nhỏ hơn 10°C/giây, có khả năng xảy ra sự oxy hóa bề mặt và bề mặt của tấm kim loại suy giảm. Khi tốc độ làm nguội trung bình lớn hơn 300°C/giây, sự biến đổi của martensit được kích thích để làm tăng mạnh độ bền kéo, dẫn đến bước cán nguội sau đó trở nên khó có thể thực hiện được.

(Bước làm nguội)

Sau khi thu được trong bước này, tấm thép cán nóng có thể được quán ở 600°C hoặc thấp hơn. Khi nhiệt độ làm nguội lớn hơn 600°C, tỷ lệ diện tích của cấu trúc ferit tăng lên và tỷ lệ diện tích của bainit là 5% hoặc lớn hơn. Để tạo ra tỷ lệ diện tích của bainit là 5% hoặc lớn hơn, nhiệt độ làm nguội tốt hơn là được thiết lập là 600°C hoặc thấp hơn.

(Cán nguội)

Tấm ban đầu được cán nóng được sản xuất như được mô tả trên đây được trải qua bước cán nguội ở tỷ lệ giảm không nhỏ hơn 30% và cũng không lớn hơn 70%. Khi tỷ lệ giảm là 30% hoặc nhỏ hơn, khó có thể gây tái kết tinh trong quá trình gia nhiệt và duy trì sau đó, dẫn đến thành phần hạt đồng trục suy giảm và ngoài ra, các hạt tinh thể sau khi gia nhiệt trở nên thô. Khi bước cán ở lớn hơn 70% được tiến hành, kết cấu ở thời điểm gia nhiệt được hình thành, và do đó tính đẳng hướng trở nên mạnh. Do đó, tỷ lệ giảm được thiết lập tới 70% hoặc nhỏ hơn.

(Gia nhiệt và duy trì)

Tấm kim loại mà được trải qua bước cán nguội (tấm thép cán nguội) sau đó được gia nhiệt tới vùng nhiệt độ từ 700 đến 900°C và được duy trì không ngắn hơn 1 giây, cũng không lâu hơn 1000 giây trong vùng nhiệt độ từ 700 đến 900°C. Bằng quá trình gia nhiệt và duy trì này, bước bền hóa cơ học là không cần thiết. Khi tấm kim loại sau bước cán nguội được gia nhiệt tới vùng nhiệt độ từ 700 đến 900°C trong phương pháp này, tốc độ gia nhiệt trung bình không thấp hơn nhiệt độ phòng và cũng không cao hơn 650°C được thiết đặt ở HR1 (°C/giây) được biểu thị bởi biểu thức (5) dưới đây, và tốc độ gia nhiệt trung bình cao hơn 650°C tới vùng nhiệt độ từ 700 đến 900°C được thiết lập tới HR2 (°C/giây) được biểu thị bởi biểu thức (6) dưới đây.

$$HR1 \geq 0,3 \dots (5)$$

$$HR2 \leq 0,5 \times HR1 \dots (6).$$

Bước cán nóng được tiến hành dưới điều kiện được mô tả trên đây, và tiếp theo, bước làm nguội sơ bộ sau khi cán nóng được tiến hành, và nhờ đó tạo ra các hạt tinh thể mịn và đạt được sự hình thành ngẫu nhiên các sự định hướng tinh thể. Tuy nhiên, nhờ bước cán nguội được thực hiện sau đó, kết cấu mạnh được hình thành và kết cấu này có khả năng được duy trì trong tấm thép. Kết quả là, các giá trị r và độ giãn dài của tấm kim loại suy giảm và tính đẳng hướng suy giảm. Do đó, mong muốn tạo ra kết cấu mà đã được hình thành bởi bước cán nguội biến mất

nhiều nhất có thể bằng cách tiến hành một cách thích hợp bước gia nhiệt cần được tiến hành sau bước cán nguội. Để đạt được điều này, cần phải phân chia tốc độ gia nhiệt trung bình thành hai giai đoạn được thể hiện bằng các biểu thức (5) và (6) nêu trên.

Lý do chi tiết tại sao kết cấu và các tính chất của tấm kim loại được cải thiện bởi bước gia nhiệt hai giai đoạn này là không rõ ràng, nhưng hiệu quả này được cho là có liên quan tới việc phục hồi sự lệch mạng gây ra ở thời điểm thực hiện bước cán nguội và tái kết tinh. Đó là, lực điều khiển quá trình tái kết tinh xảy ra trong tấm kim loại bằng cách gia nhiệt là ứng suất tích lũy trong tấm kim loại nhờ bước cán nguội. Khi tốc độ gia nhiệt trung bình HR1 trong khoảng nhiệt độ không thấp hơn nhiệt độ phòng và cũng không cao hơn 650°C là nhỏ, sự lệch mạng xảy ra ở bước cán nguội được phục hồi và sự tái kết tinh không xảy ra. Kết quả là, kết cấu mà đã hình thành ở thời điểm cán nguội được giữ lại và các tính chất vật lý như tính đẳng hướng bị suy giảm. Khi tốc độ gia nhiệt trung bình HR1 trong khoảng nhiệt độ không thấp hơn nhiệt độ phòng và cũng không cao hơn 650°C nhỏ hơn $0,3^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, sự lệch mạng xảy ra ở bước cán nguội được phục hồi, dẫn đến kết cấu mạnh tạo ra trong bước cán nguội được duy trì. Do đó, cần phải thiết lập tốc độ gia nhiệt trung bình HR1 trong khoảng nhiệt độ không thấp hơn nhiệt độ phòng và cũng không cao hơn 650°C ở $0,3$ ($^{\circ}\text{C}/\text{giây}$) hoặc lâu hơn.

Mặt khác, khi tốc độ gia nhiệt trung bình HR2 cao hơn 650°C tới vùng nhiệt độ từ 700 đến 900°C là lớn, ferit có mặt trong tấm kim loại sau bước cán nguội không được tái kết tinh và ferit không được tái kết tinh ở trạng thái được xử lý được lưu lại. Cụ thể, khi thép chứa C bằng $0,01\%$ hoặc lớn hơn được gia nhiệt tới vùng hai pha của ferit và austenit, tạo ra austenit kìm hãm sự lớn lên của ferit tái kết tinh, và do đó ferit không tái kết tinh này có khả năng được duy trì. Ferit không được tái kết tinh này có kết cấu mạnh, do đó có tác dụng bất lợi đến các tính chất như các giá trị r và tính đẳng hướng, và ferit không được tái kết tinh này chứa nhiều điểm lệch mạng, do đó làm suy giảm mạnh độ dẻo. Do đó, trong khoảng nhiệt độ cao hơn 650°C tới vùng nhiệt độ từ 700 đến 900°C , tốc độ gia nhiệt trung

bình HR2 cần là $0,5 \times \text{HR1}$ ($^{\circ}\text{C}/\text{giây}$) hoặc nhỏ hơn.

Hơn nữa, khi nhiệt độ gia nhiệt thấp hơn 700°C hoặc thời gian duy trì trong vùng nhiệt độ từ 700 đến 900°C là ngắn hơn một giây, sự biến đổi ngược từ ferit không xảy ra đầy đủ và trong bước làm nguội sau đó, pha bainit không thể thu được, dẫn đến không thể thu được độ bền kéo đầy đủ. Mặt khác, khi nhiệt độ gia nhiệt cao hơn 900°C hoặc thời gian duy trì trong vùng nhiệt độ từ 700 đến 900°C là lâu hơn 1000 giây, các hạt tinh thể trở nên thô và tỷ lệ diện tích của các hạt tinh thể mỗi hạt có đường kính hạt bằng $200\text{ }\mu\text{m}$ hoặc lớn hơn tăng lên.

(Bước làm nguội sơ bộ sau khi cán nguội)

Sau bước gia nhiệt và duy trì, bước làm nguội sơ bộ sau khi cán nguội được tiến hành xuống vùng nhiệt độ từ 580 đến 750°C ở tốc độ làm nguội trung bình bằng $12^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc thấp hơn. Khi nhiệt độ cuối của bước làm nguội sơ bộ sau khi cán nguội cao hơn 750°C , sự biến đổi của ferit được kích thích để khó có thể thu được 5% hoặc lớn hơn bainit dưới dạng tỷ lệ diện tích. Khi tốc độ làm nguội trung bình của bước làm nguội sơ bộ sau khi cán nguội này lớn hơn $12^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ và nhiệt độ cuối của bước làm nguội sơ bộ sau khi cán nguội thấp hơn 580°C , sự phát triển của hạt ferit không diễn ra một cách đầy đủ để làm cho nó không thể thu được 5% ferit hoặc lớn hơn dưới dạng tỷ lệ diện tích.

(Bước làm nguội thứ hai sau khi cán nguội)

Sau bước làm nguội sơ bộ sau khi cán nguội, bước làm nguội thứ hai sau khi cán nguội được tiến hành xuống vùng nhiệt độ từ 350 đến 500°C ở tốc độ làm nguội trung bình từ 4 đến $300^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Khi tốc độ làm nguội trung bình bởi bước làm nguội thứ hai sau khi cán nguội nhỏ hơn $4^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc bước làm nguội thứ hai sau khi cán nguội được hoàn thành ở nhiệt độ cao hơn 500°C , sự biến đổi của pearlit diễn ra quá mạnh để tạo ra khả năng 5% bainit hoặc lớn hơn không thể thu được cuối cùng dưới dạng tỷ lệ diện tích. Ngoài ra, khi tốc độ làm nguội trung bình bởi bước làm nguội thứ hai sau khi cán nguội là lớn hơn $300^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc bước làm nguội thứ hai sau khi cán nguội được hoàn thành ở nhiệt độ thấp hơn 350°C , sự biến đổi của martensit diễn ra và có rủi ro ở chỗ tỷ lệ diện tích của martensit trở

nên lớn hơn 1%.

(Bước xử lý nhiệt lão hóa quá mức)

Sau bước làm nguội thứ hai sau khi cán nguội, quy trình xử lý nhiệt lão hóa quá mức được tiến hành trong khoảng nhiệt độ không thấp hơn 350°C và cũng không cao hơn 500°C. Thời gian duy trì trong khoảng nhiệt độ này được thiết lập tới t_2 giây thỏa mãn biểu thức (4) dưới đây theo nhiệt độ xử lý lão hóa quá mức T_2 hoặc lâu hơn. Tuy nhiên, tính đến khoảng nhiệt độ có thể áp dụng của biểu thức (4), giá trị cực đại của t_2 được đặt ở 400 giây.

$$\log(t_2) = 0,0002(T_2 - 425)^2 + 1,18 \dots (4)$$

Ngoài ra, trong bước xử lý nhiệt lão hóa quá mức này, sự duy trì không có nghĩa là chỉ duy trì đẳng nhiệt, và đáp ứng yêu cầu nếu tấm kim loại được giữ trong khoảng nhiệt độ không thấp hơn 350°C và cũng không cao hơn 500°C. Ví dụ, tấm kim loại có thể được làm nguội một lần tới 350°C để sau đó được gia nhiệt tới 500°C, hoặc tấm kim loại cũng có thể được làm nguội tới 500°C sau đó được làm nguội xuống 350°C.

Hơn nữa, ngay cả khi bước xử lý bề mặt được thực hiện trên tấm thép cán nguội độ bền cao theo sáng chế, hiệu quả cải thiện tính nóng dẻo được duy trì, và ví dụ, lớp mạ kẽm nhúng nóng, hoặc lớp mạ kẽm nhúng nóng được tạo hợp kim có thể được tạo ra trên bề mặt của tấm thép. Trong trường hợp này, hiệu quả của sáng chế có thể thu được ngay cả khi phương pháp bất kỳ trong số phương pháp mạ điện, nhúng nóng, mạ lắng đọng, tạo màng phủ hữu cơ, cán mỏng tạo màng, xử lý muối hữu cơ/vô cơ, xử lý không crom, và v.v., được tiến hành. Ngoài ra, tấm kim loại theo sáng chế có thể được áp dụng không chỉ tạo hình lõi mà còn có các dạng kết hợp bao gồm xử lý uốn như uốn cong, tạo hình lõi, và kéo.

Khi quy trình mạ kẽm nhúng nóng được tiến hành trên tấm thép theo sáng chế, bước xử lý tạo hợp kim có thể được tiến hành sau khi mạ. Bước xử lý tạo hợp kim được thực hiện trong vùng nhiệt độ từ 450 đến 600°C. Khi nhiệt độ bước xử lý tạo hợp kim thấp hơn 450°C, việc tạo hợp kim không diễn ra một cách đầy đủ, và

khi nhiệt độ lớn hơn 600°C , mặt khác, việc tạo hợp kim diễn ra quá nhiều và đặc tính chống ăn mòn suy giảm. Do đó, bước xử lý tạo hợp kim được thực hiện trong vùng nhiệt độ từ 450 đến 600°C .

Ví dụ thực hiện sáng chế

Tiếp theo, các ví dụ của sáng chế sẽ được giải thích. Ngoài ra, các điều kiện trong các ví dụ là các ví dụ về điều kiện được sử dụng để khẳng định khả năng ứng dụng và hiệu quả của sáng chế, và sáng chế không chỉ giới hạn ở các ví dụ về điều kiện này. Sáng chế có thể sử dụng các điều kiện khác nhau miễn sao đạt được mục đích của sáng chế mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế. Các thành phần hóa học của các thép tương ứng được sử dụng trong các ví dụ được thể hiện trong Bảng 1. Các điều kiện sản xuất tương ứng được thể hiện trong Bảng 2 và Bảng 3. Ngoài ra, các thành phần cấu trúc và các tính chất cơ học của các loại thép tương ứng dưới các điều kiện sản xuất trong Bảng 2 và Bảng 3 được thể hiện trong các Bảng 4 và 5. Hơn nữa, mỗi giá trị gạch chân trong các Bảng chỉ ra rằng giá trị số nằm ngoài khoảng của sáng chế hoặc nằm ngoài khoảng của khoảng được ưu tiên của sáng chế. Hơn nữa, trong Bảng 2 đến Bảng 5, chữ cái tiếng Anh A đến T và chữ cái tiếng Anh a đến i mà được bổ sung vào các loại thép chỉ ra các thành phần tương ứng của các thép A đến T và a đến i trong Bảng 1.

Các kết quả đánh giá các loại thép “A đến T” và sử dụng các loại thép so sánh “a đến h,” mà có các thành phần hóa học được thể hiện trong Bảng 1 sẽ được giải thích. Ngoài ra, trong Bảng 1, mỗi giá trị số của các thành phần hóa học có nghĩa là % khối lượng.

Các loại thép này được cán và sau đó chúng được gia nhiệt tới vùng nhiệt độ từ 1000 đến 1300°C sau khi làm nguội xuống nhiệt độ phòng, và sau đó được cán nóng, cán nguội, và làm nguội dưới các điều kiện được thể hiện trong Bảng 2 và Bảng 3.

Trong bước cán nóng, đầu tiên, trong bước cán thô là bước cán nóng thứ nhất, quy trình cán được thực hiện một hoặc nhiều lần ở tỷ lệ giảm bằng 40% hoặc lớn hơn trong vùng nhiệt độ không thấp hơn 1000°C và cũng không cao hơn

1200°C. Tuy nhiên, đối với các loại thép A3, E3, và M2, trong bước cán thô, quy trình cán nóng ở tỷ lệ giảm bằng 40% hoặc lớn hơn trong một lần cán qua là không được tiến hành. Số lần giảm ở tỷ lệ giảm bằng 40% hoặc lớn hơn và mỗi tỷ lệ giảm (%) trong bước cán thô, và đường kính hạt austenit (μm) sau bước cán thô (trước bước cán hoàn thiện) được thể hiện trong Bảng 2. Ngoài ra, nhiệt độ T_1 (°C) và nhiệt độ A_{c1} (°C) của các loại thép tương ứng được thể hiện trong Bảng 2.

Sau khi bước cán thô được hoàn thành, bước cán hoàn thiện là bước cán nóng thứ hai được tiến hành. Trong bước cán hoàn thiện, quy trình cán nóng ở tỷ lệ giảm bằng 30% hoặc lớn hơn được tiến hành trong một lần cán qua ít nhất một lần trong vùng nhiệt độ không thấp hơn $T_1 + 30^\circ\text{C}$ và cũng không cao hơn $T_1 + 200^\circ\text{C}$, và trong khoảng nhiệt độ thấp hơn $T_1 + 30^\circ\text{C}$, tổng tỷ lệ giảm được thiết lập là 30% hoặc nhỏ hơn. Ngoài ra, trong bước cán hoàn thiện, quy trình cán nóng ở tỷ lệ giảm bằng 30% hoặc lớn hơn trong một lần cán qua được tiến hành trong lần cán qua cuối cùng trong vùng nhiệt độ không thấp hơn $T_1 + 30^\circ\text{C}$ và cũng không cao hơn $T_1 + 200^\circ\text{C}$.

Tuy nhiên, đối với các loại thép A4, A5, A6, và B3, quy trình cán nóng ở tỷ lệ giảm bằng 30% hoặc lớn hơn không được tiến hành trong vùng nhiệt độ không thấp hơn $T_1 + 30^\circ\text{C}$ và cũng không cao hơn $T_1 + 200^\circ\text{C}$. Ngoài ra, đối với các loại thép P2 và P3, tổng tỷ lệ giảm trong khoảng nhiệt độ thấp hơn $T_1 + 30^\circ\text{C}$ là lớn hơn 30%.

Hơn nữa, trong bước cán hoàn thiện, tổng tỷ lệ giảm được thiết lập là 50% hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, đối với các loại thép A4, A5, A6, B3, và C3, tổng tỷ lệ giảm trong vùng nhiệt độ không thấp hơn $T_1 + 30^\circ\text{C}$ và cũng không cao hơn $T_1 + 200^\circ\text{C}$ là thấp hơn 50%.

Bảng 2 thể hiện, trong bước cán hoàn thiện, tỷ lệ giảm (%) trong lần cán qua cuối cùng trong vùng nhiệt độ không thấp hơn $T_1 + 30^\circ\text{C}$ và cũng không cao hơn $T_1 + 200^\circ\text{C}$ và tỷ lệ giảm trong lần cán qua sớm hơn lần cán qua cuối cùng (tỷ lệ giảm trong lần cán qua trước lần cán qua cuối cùng) (%). Hơn nữa, Bảng 2 thể hiện, trong bước cán hoàn thiện, tổng tỷ lệ giảm (%) trong vùng nhiệt độ không thấp hơn

$T1 + 30^{\circ}\text{C}$ và cũng không cao hơn $T1 + 200^{\circ}\text{C}$, nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$) sau lần giảm trong lần cán qua cuối cùng trong vùng nhiệt độ không thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ và cũng không cao hơn $T1 + 200^{\circ}\text{C}$, và lượng nhiệt sinh ra cực đại khi xử lý ($^{\circ}\text{C}$) ở thời điểm giảm trong vùng nhiệt độ không thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ và cũng không cao hơn $T1 + 200^{\circ}\text{C}$.

Sau bước làm giảm kích thước cuối cùng này trong vùng nhiệt độ không thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ và cũng không cao hơn $T1 + 200^{\circ}\text{C}$ được tiến hành trong bước cán hoàn thiện, bước làm nguội sơ bộ sau khi cán nguội được bắt đầu trước thời gian chờ t lớn hơn $2,5 \times t1$. Trong bước làm nguội sơ bộ trước khi cán nguội, tốc độ làm nguội trung bình được thiết lập là $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn. Ngoài ra, sự thay đổi nhiệt độ (lượng nhiệt làm nguội) trong bước làm nguội sơ bộ trước khi cán nguội được thiết lập giảm trong khoảng không nhỏ hơn 40°C và cũng không cao hơn 140°C .

Tuy nhiên, đối với loại thép J2, bước làm nguội sơ bộ trước khi cán nguội được bắt đầu sau thời gian chờ t lớn hơn $2,5 \times t1$ khi bước làm giảm kích thước cuối cùng này trong vùng nhiệt độ không thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ và cũng không cao hơn $T1 + 200^{\circ}\text{C}$ trong bước cán hoàn thiện. Đối với loại thép T2, sự thay đổi nhiệt độ (lượng nhiệt làm nguội) trong bước làm nguội sơ bộ trước khi cán nguội là thấp hơn 40°C , và đối với loại thép J3, sự thay đổi nhiệt độ (lượng nhiệt làm nguội) trong bước làm nguội sơ bộ trước khi cán nguội là lớn hơn 140°C . Đối với loại thép T3, tốc độ làm nguội trung bình trong bước làm nguội sơ bộ trước khi cán nguội là nhỏ hơn $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$.

Bảng 2 thể hiện $t1$ (giây) của các loại thép tương ứng, thời gian chờ t (giây) từ bước làm giảm kích thước cuối cùng này trong vùng nhiệt độ không thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ và cũng không cao hơn $T1 + 200^{\circ}\text{C}$ tới khi bắt đầu bước làm nguội sơ bộ trước khi cán nguội trong bước cán hoàn thiện, $t/t1$, sự thay đổi nhiệt độ (lượng làm nguội) ($^{\circ}\text{C}$) trong bước làm nguội sơ bộ trước khi cán nguội, và tốc độ làm nguội trung bình ($^{\circ}\text{C}/\text{giây}$) trong bước làm nguội sơ bộ trước khi cán nguội.

Sau bước làm nguội sơ bộ trước khi cán nguội, bước làm nguội thứ hai trước

khi cán nguội được tiến hành. Sau bước làm nguội sơ bộ trước khi cán nguội, bước làm nguội thứ hai trước khi cán nguội được bắt đầu trong vòng ba giây. Ngoài ra, trong bước làm nguội thứ hai trước khi cán nguội, việc làm nguội được tiến hành giảm xuống nhiệt độ ngừng làm nguội bằng 600°C hoặc thấp hơn ở tốc độ làm nguội trung bình từ 10 đến 300°C/giây, việc làm nguội được tiến hành ở 600°C hoặc thấp hơn, và các tấm cán nóng ban đầu, mỗi tấm này có độ dày bằng 2 đến 5 mm là thu được.

Tuy nhiên, đối với loại thép D3, ba giây trôi qua đến khi bước làm nguội thứ hai trước khi cán nguội được bắt đầu sau bước làm nguội sơ bộ trước khi cán nguội. Ngoài ra, đối với loại thép D3, tốc độ làm nguội trung bình bởi bước làm nguội thứ hai trước khi cán nguội là lớn hơn 300°C/giây. Hơn nữa, đối với loại thép E3, nhiệt độ ngừng làm nguội của bước làm nguội thứ hai trước khi cán nguội (nhiệt độ làm nguội) là cao hơn 600°C. Bảng 2 thể hiện, của các loại thép tương ứng, thời gian (giây) tới lúc bắt đầu bước làm nguội thứ hai trước khi cán nguội sau bước làm nguội sơ bộ trước khi cán nguội, tốc độ làm nguội trung bình (°C/giây) của bước làm nguội thứ hai trước khi cán nguội, và nhiệt độ ngừng làm nguội (°C) của bước làm nguội thứ hai trước khi cán nguội (nhiệt độ làm nguội).

Tiếp theo, các tấm cán nóng ban đầu được làm sạch sau đó được xử lý trong bước cán nguội ở tỷ lệ giảm không nhỏ hơn 30% và cũng không lớn hơn 70%. Tuy nhiên, đối với loại thép T4, tỷ lệ giảm của bước cán nguội là nhỏ hơn 30%. Ngoài ra, đối với loại thép T5, tỷ lệ giảm của bước cán nguội là lớn hơn 70%. Bảng 3 thể hiện tỷ lệ giảm (%) của bước cán nguội của các loại thép tương ứng.

Sau bước cán nguội, bước gia nhiệt được tiến hành tới vùng nhiệt độ từ 700 đến 900°C và việc duy trì được thực hiện không ngắn hơn 1 giây cũng không lâu hơn 1000 giây. Ngoài ra, khi bước gia nhiệt được tiến hành tới vùng nhiệt độ từ 700 đến 900°C, tốc độ gia nhiệt trung bình HR1 (°C/giây) không thấp hơn nhiệt độ phòng và cũng không cao hơn 650°C được thiết lập là 0,3 hoặc cao hơn ($HR1 \geq 0,3$), và tốc độ gia nhiệt trung bình HR2 (°C/giây) cao hơn 650°C đến 700 đến 900°C được thiết lập là $0,5 \times HR1$ hoặc thấp hơn ($HR2 \leq 0,5 \times HR1$).

Tuy nhiên, đối với loại thép A1, nhiệt độ gia nhiệt là cao hơn 900°C. Đối với loại thép Q2, nhiệt độ gia nhiệt thấp hơn 700°C. Đối với loại thép Q3, bước gia nhiệt và duy trì ngắn hơn một giây. Đối với loại thép Q4, thời gian gia nhiệt và duy trì lâu hơn 1000 giây. Hơn nữa, đối với loại thép T6, tốc độ gia nhiệt trung bình HR1 là nhỏ hơn 0,3 (°C/giây). Đối với loại thép T7, tốc độ gia nhiệt trung bình HR2 (°C/giây) là lớn hơn $0,5 \times \text{HR1}$. Bảng 3 thể hiện nhiệt độ gia nhiệt (°C) và các tốc độ gia nhiệt trung bình HR1 và HR2 (°C/giây) của các loại thép tương ứng.

Sau khi gia nhiệt và duy trì, bước làm nguội sơ bộ sau khi cán nguội được tiến hành xuống vùng nhiệt độ từ 580 đến 750°C ở tốc độ làm nguội trung bình bằng 12°C/giây hoặc thấp hơn. Tuy nhiên, đối với loại thép A2, tốc độ làm nguội trung bình trong bước làm nguội sơ bộ sau khi cán nguội là lớn hơn 12°C/giây. Ngoài ra, đối với loại thép A2, nhiệt độ ngừng của bước làm nguội sơ bộ sau khi cán nguội thấp hơn 580°C, và đối với loại thép K1, nhiệt độ ngừng của bước làm nguội sơ bộ sau khi cán nguội là cao hơn 740°C. Bảng 3 thể hiện, của các loại thép tương ứng, tốc độ làm nguội trung bình (°C/giây) và nhiệt độ ngừng làm nguội (°C) trong bước làm nguội sơ bộ sau khi cán nguội.

Sau bước làm nguội sơ bộ sau khi cán nguội, bước làm nguội thứ hai sau khi cán nguội được tiến hành xuống vùng nhiệt độ từ 350 đến 500°C ở tốc độ làm nguội trung bình từ 4 đến 300°C/giây. Tuy nhiên, đối với loại thép A5, tốc độ làm nguội trung bình của bước làm nguội thứ hai sau khi cán nguội là thấp hơn 4°C/giây. Đối với loại thép P4, tốc độ làm nguội trung bình bởi bước làm nguội thứ hai sau khi cán nguội là lớn hơn 300°C/giây. Hơn nữa, đối với loại thép A2, nhiệt độ ngừng của bước làm nguội thứ hai sau khi cán nguội là cao hơn 500°C, và đối với loại thép G1, nhiệt độ ngừng của bước làm nguội thứ hai sau khi cán nguội thấp hơn 350°C. Bảng 3 thể hiện tốc độ làm nguội trung bình (°C/giây) trong bước làm nguội thứ hai sau khi cán nguội của các loại thép tương ứng.

Sau bước làm nguội thứ hai sau khi cán nguội, quy trình xử lý nhiệt lão hóa quá mức (OA) được tiến hành ở nhiệt độ ngừng của bước làm nguội thứ hai sau khi cán nguội. Khoảng nhiệt độ của bước xử lý nhiệt lão hóa quá mức (OA) này

(nhiệt độ ngừng của bước làm nguội thứ hai sau khi cán nguội) được thiết lập không thấp hơn 350°C và cũng không cao hơn 500°C . Ngoài ra, thời gian thực hiện quy trình xử lý nhiệt lão hóa quá mức (OA) được thiết lập không ngắn hơn t_2 giây cũng không lâu hơn 400 giây. Tuy nhiên, đối với loại thép A2, nhiệt độ xử lý nhiệt của bước già hóa là cao hơn 500°C , và đối với loại thép G1, nhiệt độ xử lý nhiệt của bước già hóa thấp hơn 350°C . Hơn nữa, đối với loại thép D1, thời gian xử lý lão hóa quá mức ngắn hơn t_2 giây, và đối với các loại thép C2 và G1, thời gian xử lý lão hóa quá mức lâu hơn 400 giây. Bảng 3 thể hiện nhiệt độ xử lý nhiệt của bước già hóa ($^{\circ}\text{C}$), t_2 (giây), và thời gian xử lý (giây) của các loại thép tương ứng.

Sau quy trình xử lý nhiệt lão hóa quá mức, việc cán qua mặt ngoài ở 0,5% được tiến hành và việc đánh giá vật liệu được tiến hành. Hơn nữa, trên loại thép S1, quy trình xử lý mạ kẽm nhúng nóng được tiến hành. Trên loại thép T1, bước xử lý tạo hợp kim được thực hiện trong vùng nhiệt độ từ 450 đến 600°C sau khi mạ kẽm.

Bảng 4 thể hiện tỷ lệ diện tích (thành phần cấu trúc) (%) của ferit, bainit, pearlit, martensit, và austenit còn lại trong cấu trúc kim loại của các loại thép tương ứng, và, của các loại thép tương ứng, đường kính khối trung bình (giá trị trung bình) của các hạt tinh thể (μm), và tỷ lệ của, của các hạt tinh thể, chiều dài d_L theo chiều cán so với chiều dài d_t theo chiều độ dày tấm: d_L/d_t . Bảng 5 thể hiện, của các loại thép tương ứng, giá trị trung bình của các mật độ cực của nhóm định hướng $\{100\}\langle 011 \rangle$ đến $\{223\}\langle 110 \rangle$ và mật độ cực của hướng tinh thể $\{332\}\langle 113 \rangle$ ở phần tâm chiều dày của tấm nằm trong khoảng từ $5/8$ đến $3/8$ độ dày tấm từ bề mặt của tấm thép. Hơn nữa, thành phần cấu trúc được đánh giá bởi thành phần cấu trúc trước khi cán qua mặt ngoài. Ngoài ra, Bảng 5 thể hiện, đối với các tính chất cơ học của các loại thép tương ứng, độ bền kéo TS (MPa), độ giãn dài đồng đều $u\text{-El}$ (%), % giãn dài El (%), và tỷ lệ giãn lỗ λ (%) như các chỉ số về đặc tính dễ uốn cục bộ. Bảng 5 thể hiện r_C , r_L , r_{30} , và r_{60} mỗi chúng là giá trị r .

Ngoài ra, thử nghiệm kéo căng dựa trên JIS Z 2241. Thử nghiệm nong rộng

lỗ dựa trên tiêu chuẩn của liên đoàn sắt và thép Nhật Bản JFS T1001. Mật độ cực của mỗi sự định hướng hướng tinh thể được đo bằng cách sử dụng phương pháp EBSP được mô tả trước đó ở khoảng cách 0,5 μm trên vùng từ 3/8 đến 5/8 ở chiều dày tấm của mặt cắt ngang song song với chiều cán. Ngoài ra, đối với các chỉ số về độ giãn dài đồng đều và tính nong rộng lỗ, $TS \times EL$ được thiết lập là 8000 (MPa·%) hoặc lớn hơn, và mong muốn được thiết lập là 9000 (MPa·%) hoặc lớn hơn, và $TS \times \lambda$ được thiết lập là 30000 (MPa·%) hoặc lớn hơn, tốt hơn là được thiết lập là 40000 (MPa·%) hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là được thiết lập là 50000 (MPa·%) hoặc lớn hơn.

[Bảng 1]

	TL ^o C	C	Si	Mn	P	S	Al	N	O	Si+Al	Ti	Nb	B	Mg	Rem	Ca	Mo	Cr	Ni	W	Zr	As	V	Cu	Co	Sn	Pb	Y	Hf	LƯU Ý
A	851	0,070	0,08	1,30	0,015	0,004	0,040	0,0026	0,0032	0,12	-	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	THÉP CỬA SÁNG CHẾ
B	851	0,070	0,08	1,30	0,015	0,004	0,040	0,0026	0,0032	0,12	-	0,00	0,005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	THÉP CỬA SÁNG CHẾ
C	865	0,080	0,31	1,35	0,012	0,005	0,016	0,0032	0,0023	0,33	-	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	THÉP CỬA SÁNG CHẾ
D	865	0,080	0,31	1,35	0,012	0,005	0,016	0,0032	0,0023	0,33	-	0,04	-	-	-	0,002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	THÉP CỬA SÁNG CHẾ
E	858	0,060	0,87	1,20	0,009	0,004	0,038	0,0033	0,0026	0,91	-	0,02	-	-	0,002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	THÉP CỬA SÁNG CHẾ
F	858	0,060	0,30	1,20	0,009	0,004	0,500	0,0033	0,0026	0,80	-	0,02	-	-	0,002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	THÉP CỬA SÁNG CHẾ
G	865	0,210	0,15	1,62	0,012	0,003	0,026	0,0033	0,0021	0,18	0,021	0,00	0,002	-	-	-	0,03	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	THÉP CỬA SÁNG CHẾ
H	865	0,210	0,90	1,62	0,012	0,003	0,026	0,0033	0,0021	0,93	0,021	0,00	0,002	-	-	-	0,03	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	THÉP CỬA SÁNG CHẾ
I	861	0,035	0,67	1,88	0,015	0,003	0,045	0,0028	0,0029	0,72	-	0,02	-	0	-	0,0015	-	-	-	-	-	-	0,03	-	-	-	-	-	-	THÉP CỬA SÁNG CHẾ
J	886	0,035	0,67	1,88	0,015	0,003	0,045	0,0028	0,0029	0,72	0,1	0,02	-	0	-	0,0015	-	-	-	-	-	-	0,03	-	-	-	-	-	-	THÉP CỬA SÁNG CHẾ
K	875	0,180	0,48	2,72	0,009	0,003	0,050	0,0036	0,0022	0,53	-	-	-	0	-	-	0,1	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	THÉP CỬA SÁNG CHẾ
L	892	0,180	0,48	2,72	0,009	0,003	0,050	0,0036	0,0022	0,53	-	0,05	-	0	-	0,002	0,1	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	THÉP CỬA SÁNG CHẾ
M	892	0,060	0,11	2,12	0,01	0,005	0,033	0,0028	0,0035	0,14	0,036	0,09	0,001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	THÉP CỬA SÁNG CHẾ
N	886	0,060	0,11	2,12	0,01	0,005	0,033	0,0028	0,0035	0,14	0,089	0,04	0,001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	THÉP CỬA SÁNG CHẾ
O	903	0,040	0,13	1,33	0,01	0,005	0,038	0,0032	0,0026	0,17	0,042	0,12	9,00E-04	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	THÉP CỬA SÁNG CHẾ
P	903	0,040	0,13	1,33	0,01	0,005	0,038	0,0036	0,0029	0,17	0,042	0,12	9,00E-04	-	0,004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	THÉP CỬA SÁNG CHẾ
Q	852	0,180	0,50	0,90	0,008	0,003	0,045	0,0028	0,0029	0,55	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	THÉP CỬA SÁNG CHẾ
R	852	0,180	0,30	1,30	0,08	0,002	0,030	0,0032	0,0022	0,33	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	THÉP CỬA SÁNG CHẾ
S	852	0,180	0,21	1,30	0,01	0,002	0,650	0,0032	0,0035	0,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	THÉP CỬA SÁNG CHẾ
T	880	0,035	0,02	1,30	0,01	0,002	0,035	0,0023	0,0033	0,06	0,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,002	-	0,2	-	-	-	-	-	THÉP CỬA SÁNG CHẾ
a	856	<u>0,450</u>	0,52	1,33	<u>0,26</u>	0,003	0,045	0,0026	0,0019	0,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	THÉP SO SÁNH
b	1376	<u>0,072</u>	0,15	1,42	0,014	0,004	0,036	0,0022	0,0025	0,19	-	<u>1,5</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	THÉP SO SÁNH
c	851	0,110	0,23	1,12	0,021	0,003	0,026	0,0025	0,0023	0,26	-	-	-	<u>0,15</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	THÉP SO SÁNH
d	1154	0,250	0,23	1,56	0,024	<u>0,12</u>	0,034	0,0022	0,0023	0,26	-	-	-	-	-	-	-	<u>5,0</u>	-	-	-	-	<u>2,5</u>	-	-	-	-	-	-	THÉP SO SÁNH
e	854	0,250	0,23	1,54	0,02	0,002	0,038	0,0026	0,0032	0,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>1,2</u>	-	-	-	-	THÉP SO SÁNH
f	854	0,250	0,21	1,54	0,02	0,002	0,034	0,0026	0,0023	0,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>0,3</u>	-	-	-	THÉP SO SÁNH
g	853	0,220	0,2	1,53	0,015	0,004	0,031	0,0028	0,0026	0,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>0,3</u>	THÉP SO SÁNH
h	852	0,180	2,30	0,90	0,008	0,003	0,045	0,0028	0,0022	<u>2,35</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	THÉP SO SÁNH

[Bảng 2]

LOẠI THÉP	A ₁ °C	T ₁ °C	SỐ LẦN GIẢI Ở 40% HOẶC LỖN HƠN Ở KHÔNG THẤP HƠN 1000°C, CỨNG KHÔNG CAO HƠN 1200°C	ĐƯỜNG KÍNH BÁT AUSTENIT μm	TỶ LỆ GIẢI Ở 40% HOẶC LỖN HƠN Ở KHÔNG THẤP HƠN 1000°C, CỨNG KHÔNG CAO HƠN 1200°C	SINH NHIỆT LỚN MỨC GIẢI Ở T ₁ + 30 TỔNG T ₁ + 200°C %	T ₁ : NHIỆT ĐỘ SAU KHI LÀM GIẢI LẦN CUỐI CÙNG Ở 30% HOẶC LỖN HƠN °C	TỶ LỆ GIẢI CỦA LẦN CÁN CUA TRƯỚC LẦN LÀM GIẢI LẦN CUỐI Ở T ₁ + 30 TỔNG T ₁ + 200°C %	TỶ LỆ GIẢI CỦA LẦN CÁN CÙNG Ở T ₁ + 30 ĐẾN T ₁ + 200°C %	TỶ LỆ GIẢI Ở VÙNG NHIỆT ĐỘ LẦN GIẢI THẤP HƠN T ₁ + 30°C %	II SAU LẦN CÁN LẦN MỘT KHI HOÀN THÀNH VIỆC CÁN LẦN CÚNG Ở 30% HOẶC LỖN HƠN %	I : THỜI GIẢN CHO ĐỂ BẮT ĐẦU LÀM LẦN MỘT SAU LẦN CÁN LẦN MỘT KHI HOÀN THÀNH VIỆC CÁN LẦN CÚNG Ở 30% HOẶC LỖN HƠN s	LƯỢNG LÀM THỦ TRƯỚC KHI CÁN NGƯỜI °C	TỐC ĐỘ LÀM MẶT TRƯỚC KHI CÁN NGƯỜI °C/s	THỜI GIẢN ĐỂ BẮT ĐẦU LÀM MẶT LẦN HAI TRƯỚC KHI CÁN NGƯỜI s	TỐC ĐỘ LÀM MẶT LẦN HAI TRƯỚC KHI CÁN NGƯỜI °C/s	NHIỆT ĐỘ QUẢN °C	
A1	711	851	1	140	85	15	945	40	40	0	0,57	0,68	1,20	85	71	3,0	185,0	426
A2	711	851	2	85	80	5	891	40	35	0	1,27	2,12	1,20	95	60	4,0	190,0	427
A3	711	851	2	200	65	18	930	30	30	0	1,08	1,29	1,20	100	60	4,0	140,0	413
A4	711	851	2	85	45	18	925	20	20	10	1,70	2,05	1,20	125	60	3,0	220,0	377
A5	711	851	2	4540	85	18	930	20	20	10	1,63	1,86	1,20	130	60	3,0	110,0	338
A6	711	851	2	4540	90	18	935	20	20	10	1,55	1,86	1,20	115	58	3,0	83,0	396
B1	711	851	1	145	85	5	935	40	40	0	0,57	0,68	1,20	110	60	3,0	225,0	312
B2	711	851	2	4540	85	75	892	35	35	0	1,75	2,09	1,20	90	69	3,0	189,0	434
B3	711	851	2	4540	85	18	930	20	20	10	1,63	1,96	1,20	130	60	3,0	75,0	335
C1	718	865	2	80	79	15	945	37	37	0	0,76	0,91	1,20	90	60	2,0	130,0	423
C2	718	865	2	80	76	18	920	40	40	0	1,54	1,85	1,20	100	60	3,0	200,0	426
C3	718	865	2	80	44	15	1080	10	20	0	0,23	0,27	1,20	110	55	2,0	210,0	329
D1	718	865	2	80	82	15	950	40	37	0	0,67	0,80	1,20	110	60	3,0	200,0	496
D2	718	865	2	80	67	18	922	31	31	0	1,50	1,80	1,20	90	75	3,0	110,0	452
D3	718	865	3	60	76	18	922	40	31	0	1,50	1,80	1,20	95	70	3,0	350,0	514
E1	735	858	2	90	67	13	955	31	31	0	0,73	0,87	1,20	80	73	3,0	215,0	477
E2	735	858	2	90	85	14	933	40	40	0	0,73	0,88	1,20	75	70	3,0	205,0	518
E3	735	858	0	320	65	13	930	30	30	0	1,21	2,31	1,90	100	71	3,0	135,0	600
F1	719	858	2	90	67	13	955	31	31	0	0,73	1,38	1,90	80	70	3,0	210,0	477
F2	719	858	2	90	85	14	933	40	40	0	0,73	1,39	1,90	110	70	3,0	200,0	518
F3	719	858	2	95	67	13	955	31	31	0	0,73	1,38	1,90	100	100	3,0	158,0	484
G1	716	865	2	95	85	14	935	40	40	0	0,84	1,59	1,90	90	70	3,0	165,0	448
G2	716	865	2	95	65	12	955	30	30	10	2,79	5,50	1,90	125	70	3,0	160,0	494
H1	738	865	3	55	65	16	970	30	30	0	0,66	1,26	1,90	110	70	3,0	77,0	416
I1	722	861	2	130	95	17	961	30	30	0	0,73	1,39	1,90	110	79	3,0	188,0	546
I2	722	861	1	70	85	18	922	30	30	0	1,44	2,73	1,90	110	70	3,0	75,0	443
J1	722	886	2	85	65	17	960	30	30	20	3,14	6,91	2,20	90	70	3,0	175,0	521
J2	722	886	2	125	65	17	960	30	30	0	1,17	2,38	2,20	95	70	2,0	160,0	465
J3	722	886	1	50	65	18	920	30	30	0	2,09	10,30	1,90	100	63	3,0	70,0	532
K1	708	875	3	65	75	18	990	30	30	0	0,53	1,17	2,20	90	70	3,0	380	437
L1	708	892	3	70	65	18	990	30	30	0	0,77	1,69	2,20	90	70	3,0	75,0	375
M1	704	892	3	65	75	10	943	35	35	0	1,46	3,21	2,20	125	74	3,0	145,0	378
M2	704	892	0	200	65	10	942	35	35	0	1,32	2,90	2,20	80	70	3,0	166,0	394
N1	704	886	3	65	75	10	940	35	35	0	0,61	1,40	2,20	100	65	2,0	186,0	431
O1	713	903	2	75	85	15	985	40	40	0	0,61	1,40	2,20	100	65	2,0	100,0	335
O2	713	903	2	120	65	12	880	30	30	20	3,92	8,62	2,20	90	50	3,0	95,0	384
P1	713	903	2	70	85	13	1012	40	40	0	0,25	0,56	2,20	95	65	3,0	104,0	435
P2	713	903	2	80	78	14	944	38	38	40	0,76	0,93	1,23	95	55	2,0	135,0	425
P3	713	903	2	80	68	18	924	38	38	0	1,50	1,82	1,22	95	75	3,0	105,0	455
P4	713	903	2	90	84	15	930	40	40	0	0,73	0,89	1,22	75	77	3,0	210,0	510
Q1	728	852	2	90	85	10	958	40	40	0	0,28	0,62	2,20	110	65	3,0	75,0	482
Q2	728	852	2	95	76	18	962	40	40	0	0,73	1,40	1,92	115	80	3,0	192,0	549
Q3	728	852	1	145	84	14	938	42	40	0	0,57	0,69	1,21	105	65	3,0	221,0	316
Q4	733	852	1	80	66	17	925	31	32	0	1,44	2,75	1,91	105	65	3,0	78,0	448
R1	733	852	2	85	85	12	996	40	40	0	0,14	0,31	2,20	90	65	3,0	180,0	410
R2	733	852	2	75	85	12	990	40	40	0	0,13	0,10	0,80	90	75	3,0	180,0	410
R3	733	852	2	80	65	13	996	35	35	0	0,15	0,11	0,70	90	65	2,5	145,0	420
R4	733	852	2	70	85	12	999	40	40	0	0,15	0,11	0,75	90	65	3,0	180,0	425
S1	715	852	2	80	75	12	958	30	40	0	0,28	0,62	2,20	90	53	3,0	140,0	401
S2	715	852	2	65	75	12	958	30	40	0	0,28	0,62	2,20	90	65	3,0	140,0	401
S3	715	852	2	85	75	12	958	30	40	0	0,28	0,62	2,20	90	65	3,0	140,0	401
S4	715	852	2	85	75	12	958	30	40	0	0,28	0,62	2,20	90	65	3,0	140,0	401
T1	710	880	2	85	75	16	960	35	35	0	0,41	0,37	0,90	90	69	3,0	160,0	430
T2	710	880	2	75	70	12	985	30	35	0	0,27	0,37	0,90	90	65	2,0	160,0	430
T3	710	880	2	75	70	12	985	30	35	0	0,41	0,37	0,90	90	65	2,0	160,0	430
T4	710	880	2	110	75	12	984	35	35	0	0,46	1,02	2,20	25	75	2,0	180,0	356
T5	710	880	2	80	75	14	984	35	35	0	0,46	1,02	2,20	25	75	2,0	180,0	356
T6	710	880	2	85	65	12	983	35	35	0	0,30	0,66	2,20	95	75	2,0	160,0	478
T7	710	880	2	85	75	15	984	30	40	0	0,48	1,05	2,20	95	68	2,5	180,0	440
T8	710	880	2	75	80	12	982	30	35	0	0,49	1,08	2,20	95	75	2,0	187,0	362
U1	724	865	2	75	80	12	982	30	35	0	0,49	1,08	2,20	95	75	2,0	187,0	362
U2	724	865	2	75	80	12	982	30	35	0	0,49	1,08	2,20	95	75	2,0	187,0	362
V1	712	876	2	85	80	12	982	30	35	0	0,49	1,08	2,20	95	75	2,0	187,0	362
V2	712	876	2	85	80	12	982	30	35	0	0,49	1,08	2,20	95	75	2,0	187,0	362
W1	708	850	2	85	80	12	982	30	35	0	0,49	1,08	2,20	95	75	2,0	187,0	362
W2	708	850	2	85	80	12	982	30	35	0	0,49	1,08	2,20	95	75	2,0	187,0	362

RẠNG NÚT XUẤT HIỆN TRONG KHI CÁN NỒNG

al	724	865	2	75	80	12	982	30	35	0	0,49	1,08	2,20	95	75	2,0	187,0	362
bl	712	876	2	85	80	12	982	30	35	0	0,49	1,08	2,20	95	75	2,0	187,0	362
cl	718	851	2	85	80	12	982	30	35	0	0,49	1,08	2,20	95	75	2,0	187,0	362
dl	798	1154	2	85	80	12	982	30	35	0	0,49	1,08	2,20	95	75	2,0	187,0	362
el	713	850	2	85	80	12												

RÀN NỨT XUẤT HIỆN TRONG KHI CÁN NÓNG

[Bảng 3]

LOẠI THẺP	TỶ LỆ CÁN NGUỘI %	HR1 °C/s	HR2 °C/s	THỜI GIAN DUY TRÌ Ở NHIỆT ĐỘ GIA NHIỆT /s	TỐC ĐỘ LÀM MÁT LẦN THỨ NHẤT SAU KHI CÁN NGUỘI °C/s	NHIỆT ĐỘ NGUNG LÀN MÁT LẦN THỨ NHẤT SAU KHI CÁN NGUỘI °C	TỐC ĐỘ LÀM MÁT LẦN THỨ HAI SAU KHI CÁN NGUỘI °C/s	NHIỆT ĐỘ OA °C	THỜI GIAN DUY TRÌ Ở OA /s	t ₂ /s	SỰ CÓ MẶT/VÁNG MẶT CỦA LỚP MẠ KẼM	NHIỆT ĐỘ TẠO HỘP KIM °C
A1	34	7,0	2,5	168	11	650	50	480	226	61	KHÔNG CÓ MẶT	-
A2	38	2,6	0,9	131	44	510	50	480	226	61	KHÔNG CÓ MẶT	-
A3	42	0,9	0,3	142	10	740	50	370	226	61	KHÔNG CÓ MẶT	-
A4	39	5,3	1,8	104	12	655	50	370	226	61	KHÔNG CÓ MẶT	-
A5	41	7,9	2,8	121	11	639	3	570	230	400	KHÔNG CÓ MẶT	-
A6	52	1,8	0,6	128	11	700	50	372	220	55	KHÔNG CÓ MẶT	-
B1	60	8,8	3,1	149	11	689	50	450	185	20	KHÔNG CÓ MẶT	-
B2	60	8,8	3,1	113	10	688	49	450	185	20	KHÔNG CÓ MẶT	-
B3	41	8,8	3,1	91	12	632	50	440	182	17	KHÔNG CÓ MẶT	-
C1	47	4,4	1,5	157	11	727	49	450	185	20	KHÔNG CÓ MẶT	-
C2	32	8,8	3,1	146	11	682	48	317	550	400	KHÔNG CÓ MẶT	-
C3	60	8,8	3,1	174	12	681	49	480	226	61	KHÔNG CÓ MẶT	-
D1	32	7,0	2,5	46	10	673	49	480	36	61	KHÔNG CÓ MẶT	-
D2	31	1,8	0,6	176	11	659	49	326	276	400	KHÔNG CÓ MẶT	-
D3	38	3,5	1,2	145	9	588	50	405	183	18	KHÔNG CÓ MẶT	-
E1	48	0,9	0,3	111	10	694	49	406	183	18	KHÔNG CÓ MẶT	-
E2	50	7,0	1,7	114	9	737	49	380	203	38	KHÔNG CÓ MẶT	-
E3	33	7,9	1,9	150	12	700	49	415	181	16	KHÔNG CÓ MẶT	-
F1	48	1,8	0,4	163	10	694	48	406	183	18	KHÔNG CÓ MẶT	-
F2	50	0,9	0,2	66	9	737	48	444	183	18	KHÔNG CÓ MẶT	-
F3	53	8,8	2,1	118	10	666	48	410	182	17	KHÔNG CÓ MẶT	-
G1	43	8,8	2,1	123	12	598	49	265	575	400	KHÔNG CÓ MẶT	-
G2	60	6,2	1,5	99	11	679	50	458	190	25	KHÔNG CÓ MẶT	-
H1	44	3,5	0,8	117	10	702	48	363	254	89	KHÔNG CÓ MẶT	-
I1	34	7,0	1,7	158	10	636	50	456	189	24	KHÔNG CÓ MẶT	-
I2	40	4,4	1,1	68	12	707	48	356	301	136	KHÔNG CÓ MẶT	-
I3	38	1,8	0,4	168	12	591	49	365	244	79	KHÔNG CÓ MẶT	-
J1	35	5,3	1,3	127	9	733	48	373	218	53	KHÔNG CÓ MẶT	-
J2	57	6,2	1,5	111	10	725	50	459	191	26	KHÔNG CÓ MẶT	-
J3	66	6,2	1,5	180	9	737	49	370	226	61	KHÔNG CÓ MẶT	-
K1	44	6,2	1,5	103	9	760	49	434	181	16	KHÔNG CÓ MẶT	-

L1	52	8,8	2,1	775	136	9	657	50	416	181	16	KHÔNG CÓ MẶT	-
M1	40	7,0	2,5	780	152	11	730	48	441	182	17	KHÔNG CÓ MẶT	-
M2	35	0,9	0,3	870	110	11	612	49	385	197	32	KHÔNG CÓ MẶT	-
N1	31	7,9	2,9	850	142	12	588	49	476	215	50	KHÔNG CÓ MẶT	-
O1	54	1,8	0,6	756	131	11	660	50	477	218	53	KHÔNG CÓ MẶT	-
O2	47	7,9	2,9	790	166	12	647	49	406	183	18	KHÔNG CÓ MẶT	-
P1	33	8,8	3,2	850	124	12	593	49	459	191	26	KHÔNG CÓ MẶT	-
P2	46	4,3	1,5	842	158	11	726	49	452	185	20	KHÔNG CÓ MẶT	-
P3	30	1,7	0,6	888	175	11	660	49	325	276	400	KHÔNG CÓ MẶT	-
P4	51	7,1	1,7	775	113	9	740	358	379	203	38	KHÔNG CÓ MẶT	-
Q1	55	7,0	2,7	899	157	10	746	49	450	185	20	KHÔNG CÓ MẶT	-
Q2	35	7,0	1,7	588	159	10	635	50	455	189	24	KHÔNG CÓ MẶT	-
Q3	62	8,9	3,1	778	0,4	11	690	50	449	185	20	KHÔNG CÓ MẶT	-
Q4	41	4,4	1,1	857	1360	12	705	48	357	301	136	KHÔNG CÓ MẶT	-
R1	37	5,3	2,0	883	158	11	719	50	466	198	33	KHÔNG CÓ MẶT	-
R2	44	6,2	2,3	873	67	11	725	49	477	218	53	KHÔNG CÓ MẶT	-
R3	37	0,9	0,3	870	99	10	718	50	476	215	50	KHÔNG CÓ MẶT	-
R4	36	0,9	0,3	854	111	11	719	48	420	180	15	KHÔNG CÓ MẶT	-
KHÔNG TẠO HỘP KIM													-
S1	50	1,8	0,7	766	101	11	652	50	450	185	20	CÓ MẶT	585
S2	48	8,8	3,3	770	119	12	662	47	449	185	20	KHÔNG CÓ MẶT	-
S3	49	7,0	2,7	780	87	11	670	50	458	190	25	KHÔNG CÓ MẶT	-
S4	50	0,9	0,3	765	95	9	668	48	452	186	21	KHÔNG CÓ MẶT	-
T1	47	1,8	0,7	760	121	12	642	49	422	180	15	CÓ MẶT	-
T2	47	6,2	2,3	880	54	12	670	49	378	207	42	KHÔNG CÓ MẶT	-
T3	44	0,9	0,3	776	74	11	655	50	376	211	46	KHÔNG CÓ MẶT	-
T4	14	1,8	0,7	890	91	12	657	50	446	184	19	KHÔNG CÓ MẶT	-
T5	89	8,8	3,3	774	130	9	660	49	389	192	27	KHÔNG CÓ MẶT	-
T6	47	0,2	0,1	768	138	10	735	48	467	199	34	KHÔNG CÓ MẶT	-
T7	43	1,8	1,6	761	85	12	732	49	389	192	27	KHÔNG CÓ MẶT	-
al													
b1													
c1													
d1													
e1													
f1													
g1													
h1													

RẠNG NÚT XÂY RA KHI CÁN NÓNG

[Bảng 4]

KIỂU THÉP	TỶ LỆ FERIT %	TỶ LỆ BAINIT %	TỶ LỆ PEARLIT %	TỶ LỆ MARTENSIT %	TỶ LỆ DƯ %	dia (μm)	dL(μm)	dT (μm)	BIỂU THỨC 3 dL/dt	GHI CHÚ
A1	57,2	39,5	3,1	0,1	0,1	<u>230,0</u>	235,9	213,8	1,1	TÂM THÉP SO SÁNH
A2	<u>2,0</u>	<u>97,4</u>	0,2	0,3	0,1	5,8	5,4	3,2	1,7	TÂM THÉP SO SÁNH
A3	59,2	40,0	0,1	0,4	0,3	<u>10,0</u>	9,6	9,6	1,0	TÂM THÉP SO SÁNH
A4	62,9	36,0	0,2	0,6	0,3	<u>8,0</u>	7,6	2,3	<u>3,3</u>	TÂM THÉP SO SÁNH
A5	56,2	33,4	0,1	<u>10,1</u>	0,2	<u>8,0</u>	7,6	1,9	<u>4,0</u>	TÂM THÉP SO SÁNH
A6	61,6	38,0	0,1	0,1	0,2	<u>7,9</u>	7,5	0,8	<u>9,0</u>	TÂM THÉP SO SÁNH
B1	60,6	39,0	0,1	0,1	0,2	5,3	4,9	2,7	1,8	TÂM THÉP CỦA SÁNG CHẾ
B2	55,0	44,0	0,1	0,7	0,2	5,8	5,4	2,5	2,1	TÂM THÉP CỦA SÁNG CHẾ
B3	60,7	37,0	0,1	0,9	1,3	<u>8,0</u>	7,6	1,8	<u>4,1</u>	TÂM THÉP SO SÁNH
C1	64,0	35,0	0,1	0,6	0,3	5,5	5,1	2,6	1,9	TÂM THÉP CỦA SÁNG CHẾ
C2	60,0	<u>4,3</u>	0,1	0,8	<u>34,8</u>	6,1	5,7	2,4	2,3	TÂM THÉP SO SÁNH
C3	65,4	33,0	0,4	0,9	0,3	5,7	5,3	2,5	2,1	TÂM THÉP SO SÁNH
D1	53,8	6,0	0,1	<u>39,8</u>	0,3	5,4	5,0	2,0	2,6	TÂM THÉP SO SÁNH
D2	58,0	38,0	3,1	0,8	0,1	6,1	6,9	4,6	1,5	TÂM THÉP CỦA SÁNG CHẾ
D3	42,3	57,0	0,1	0,5	0,1	<u>11,0</u>	11,8	7,8	1,5	TÂM THÉP SO SÁNH
E1	55,5	41,9	2,1	0,4	0,1	6,0	6,8	3,3	2,1	TÂM THÉP CỦA SÁNG CHẾ
E2	53,1	42,7	4,0	0,0	0,2	5,3	6,1	3,3	1,8	TÂM THÉP CỦA SÁNG CHẾ
E3	67,2	28,0	3,7	0,9	0,2	<u>10,9</u>	11,7	7,8	1,5	TÂM THÉP SO SÁNH
F1	55,5	41,9	1,5	0,9	0,2	6,0	6,8	5,6	1,2	TÂM THÉP CỦA SÁNG CHẾ
F2	53,1	43,0	3,1	0,5	0,3	5,3	6,1	3,2	1,9	TÂM THÉP CỦA SÁNG CHẾ
F3	53,3	44,7	1,5	0,3	0,2	6,0	6,8	3,9	1,7	TÂM THÉP CỦA SÁNG CHẾ
G1	57,4	<u>2,0</u>	0,2	<u>40,2</u>	0,2	5,3	6,1	3,2	1,9	TÂM THÉP SO SÁNH
G2	59,8	36,0	3,7	0,3	0,2	6,4	7,2	7,0	1,0	TÂM THÉP SO SÁNH
H1	56,2	40,0	3,2	0,5	0,1	6,0	6,8	3,0	2,2	TÂM THÉP CỦA SÁNG CHẾ
I1	50,9	46,0	2,7	0,2	0,2	6,1	6,9	3,3	2,1	TÂM THÉP CỦA SÁNG CHẾ
I2	67,9	30,0	1,3	0,5	0,3	6,2	7,0	2,5	2,8	TÂM THÉP CỦA SÁNG CHẾ
I3	56,7	40,0	2,4	0,6	0,3	<u>8,3</u>	9,1	4,5	2,0	TÂM THÉP SO SÁNH
J1	52,8	45,0	1,5	0,5	0,2	6,1	6,0	2,7	2,2	TÂM THÉP CỦA SÁNG CHẾ
J2	58,0	40,0	1,7	0,1	0,2	<u>9,0</u>	8,9	4,1	2,2	TÂM THÉP SO SÁNH
J3	53,1	43,0	3,5	0,2	0,2	6,2	6,1	5,0	1,2	TÂM THÉP SO SÁNH
K1	<u>90,7</u>	<u>2,0</u>	<u>7,1</u>	0,1	0,1	6,0	5,9	3,4	1,7	TÂM THÉP SO SÁNH
L1	47,3	52,1	0,2	0,3	0,1	6,0	6,3	3,6	1,7	TÂM THÉP CỦA SÁNG CHẾ
M1	64,2	35,0	0,3	0,4	0,1	5,6	5,9	2,0	2,9	TÂM THÉP CỦA SÁNG CHẾ
M2	53,9	43,0	2,8	0,2	0,2	<u>8,3</u>	8,6	5,7	1,5	TÂM THÉP SO SÁNH
N1	56,4	39,0	4,1	0,3	0,2	5,6	5,9	2,9	2,0	TÂM THÉP CỦA SÁNG CHẾ

O1	58,1	38,0	3,3	0,4	0,2	5,1	5,4	3,2	1,7	TÂM THÉP CỦA SÀNG CHẾ
O2	62,1	33,0	4,3	0,4	0,2	8,3	8,6	2,4	3,6	TÂM THÉP SO SÁNH
P1	56,9	40,0	2,7	0,3	0,1	5,1	5,4	2,1	2,5	TÂM THÉP CỦA SÀNG CHẾ
P2	64,0	35,0	0,1	0,6	0,3	2,5	2,8	0,6	4,7	TÂM THÉP SO SÁNH
P3	58,0	38,0	3,1	0,8	0,1	2,8	2,9	0,7	4,1	TÂM THÉP SO SÁNH
P4	43,2	1,0	0,1	55,4	0,3	5,3	6,1	3,3	1,8	TÂM THÉP SO SÁNH
Q1	59,7	38,0	2,1	0,1	0,1	5,2	5,5	2,4	2,3	TÂM THÉP CỦA SÀNG CHẾ
Q2	86,0	2,2	11,4	0,2	0,2	6,1	6,9	3,3	2,1	TÂM THÉP SO SÁNH
Q3	78,9	1,5	0,1	19,3	0,2	5,3	4,9	2,7	1,8	TÂM THÉP SO SÁNH
Q4	67,9	30,0	1,3	0,5	0,3	220,5	221,0	220,0	2,8	TÂM THÉP SO SÁNH
R1	63,3	34,5	2,0	0,1	0,1	5,1	5,4	2,1	2,6	TÂM THÉP CỦA SÀNG CHẾ
R2	63,1	35,2	1,3	0,2	0,2	4,1	4,4	1,8	2,5	TÂM THÉP CỦA SÀNG CHẾ
R3	61,8	35,7	2,1	0,2	0,2	4,2	4,5	1,9	2,4	TÂM THÉP CỦA SÀNG CHẾ
R4	58,9	38,9	1,9	0,1	0,2	4,0	4,3	1,9	2,3	TÂM THÉP CỦA SÀNG CHẾ
S1	57,4	40,0	2,4	0,1	0,1	5,2	5,5	3,3	1,7	TÂM THÉP CỦA SÀNG CHẾ
S2	59,4	39,2	1,1	0,2	0,1	4,0	4,3	1,7	2,5	TÂM THÉP CỦA SÀNG CHẾ
S3	58,8	39,0	1,9	0,1	0,2	4,0	4,3	2,0	2,2	TÂM THÉP CỦA SÀNG CHẾ
S4	52,9	45,2	1,6	0,1	0,2	4,1	4,4	1,6	2,8	TÂM THÉP CỦA SÀNG CHẾ
T1	61,6	36,0	2,2	0,1	0,1	5,5	5,8	3,5	1,7	TÂM THÉP CỦA SÀNG CHẾ
T2	61,5	36,5	1,8	0,1	0,1	8,6	8,9	2,4	3,7	TÂM THÉP SO SÁNH
T3	61,0	38,0	0,8	0,1	0,1	8,5	8,8	2,5	3,5	TÂM THÉP SO SÁNH
T4	56,9	40,3	2,1	0,4	0,3	9,0	9,3	0,9	10,0	TÂM THÉP SO SÁNH
T5	61,4	37,9	0,4	0,2	0,1	4,0	4,3	1,9	2,3	TÂM THÉP SO SÁNH
T6	60,6	38,6	0,5	0,2	0,1	3,8	4,1	1,8	2,3	TÂM THÉP SO SÁNH
T7	59,0	39,8	0,5	0,4	0,3	4,4	4,7	2,8	1,7	TÂM THÉP SO SÁNH
a1										TÂM THÉP SO SÁNH
b1										TÂM THÉP SO SÁNH
c1										TÂM THÉP SO SÁNH
d1										TÂM THÉP SO SÁNH
e1										TÂM THÉP SO SÁNH
f1										TÂM THÉP SO SÁNH
g1										TÂM THÉP SO SÁNH
h1										TÂM THÉP SO SÁNH

RÀN NÚT XUẤT HIỆN TRONG KHÍ CÁN NÓNG

[Bảng 5]

LOẠI THÉP	TS (Mpa)	u-EL(%)	EL(%)	λ(%)	GIÁ TRỊ TRUNG BÌNH MẬT ĐỘ CỤC NHOM ĐỊNH HƯỚNG TỪ {100}<011> ĐẾN {223}<110>	MẬT ĐỘ CỤC CỦA SỰ ĐỊNH HƯỚNG TÍNH THỂ {332}<113>	r C	rL	r30	r60	GHI CHÚ
A1	645	10	12	44,0	2,9	2,6	0,79	0,84	1,10	1,10	<u>THÉP SO SÁNH</u>
A2	560	6	9	36,0	1,7	2,0	0,74	0,79	1,06	1,04	<u>THÉP SO SÁNH</u>
A3	830	11	15	86,6	2,9	2,4	0,74	0,79	0,97	0,98	<u>THÉP SO SÁNH</u>
A4	751	12	18	44,0	1,8	2,4	0,58	0,63	1,21	1,31	<u>THÉP SO SÁNH</u>
A5	886	14	20	43,0	2,9	2,4	0,74	0,79	0,97	0,98	<u>THÉP SO SÁNH</u>
A6	779	13	18	39,0	2,9	2,4	0,74	0,79	0,97	0,98	<u>THÉP SO SÁNH</u>
B1	804	13	18	91,7	1,5	1,7	0,71	0,76	1,03	1,02	<u>THÉP CỦA SÁNG CHẾ</u>
B2	914	14	19	82,8	2,1	2,6	0,71	0,76	1,07	1,05	<u>THÉP CỦA SÁNG CHẾ</u>
B3	797	13	18	45,0	3,7	1,6	0,54	0,59	1,27	1,22	<u>THÉP SO SÁNH</u>
C1	737	12	18	95,4	1,7	2,5	0,71	0,76	1,03	1,02	<u>THÉP CỦA SÁNG CHẾ</u>
C2	814	13	22	65,2	2,4	2,8	0,71	0,76	1,05	1,04	<u>THÉP SO SÁNH</u>
C3	708	12	17	96,6	1,9	2,7	0,54	0,59	1,22	1,01	<u>THÉP SO SÁNH</u>
D1	1083	11	15	48,0	2,7	3,0	0,71	0,76	1,03	1,02	<u>THÉP SO SÁNH</u>
D2	855	13	19	85,4	1,7	1,6	0,71	0,76	1,05	1,04	<u>THÉP CỦA SÁNG CHẾ</u>
D3	1168	15	22	55,0	1,9	1,9	0,71	0,76	1,05	1,04	<u>THÉP SO SÁNH</u>
E1	904	14	19	82,6	2,1	2,5	0,72	0,77	1,07	1,06	<u>THÉP CỦA SÁNG CHẾ</u>
E2	956	14	20	78,5	1,8	2,2	0,72	0,77	1,09	1,07	<u>THÉP CỦA SÁNG CHẾ</u>
E3	668	12	17	90,0	3,3	3,4	0,72	0,77	1,06	1,04	<u>THÉP SO SÁNH</u>
F1	900	14	19	83,4	1,4	1,3	0,72	0,77	1,07	1,05	<u>THÉP CỦA SÁNG CHẾ</u>
F2	954	14	20	78,4	2,1	2,1	0,72	0,77	1,08	1,07	<u>THÉP CỦA SÁNG CHẾ</u>
F3	947	14	20	80,4	4,3	2,0	0,85	0,90	1,44	1,35	<u>THÉP CỦA SÁNG CHẾ</u>
G1	1073	9	13	62,6	1,6	2,6	0,71	0,76	1,03	1,02	<u>THÉP SO SÁNH</u>
G2	817	13	19	39,0	5,2	4,5	0,69	0,74	1,23	1,18	<u>THÉP SO SÁNH</u>
H1	891	14	19	82,4	2,2	2,7	0,70	0,75	1,02	1,02	<u>THÉP CỦA SÁNG CHẾ</u>
I1	997	14	20	75,9	2,5	2,2	0,72	0,77	1,07	1,05	<u>THÉP CỦA SÁNG CHẾ</u>
I2	657	12	17	99,5	3,1	3,1	0,74	0,79	1,11	1,09	<u>THÉP CỦA SÁNG CHẾ</u>
I3	881	14	19	46,0	2,3	1,6	0,74	0,79	1,09	1,09	<u>THÉP SO SÁNH</u>
J1	959	14	20	78,9	2,0	2,7	0,72	0,77	1,07	1,06	<u>THÉP CỦA SÁNG CHẾ</u>
J2	854	13	19	44,0	2,5	2,4	0,74	0,79	1,09	1,09	<u>THÉP SO SÁNH</u>
J3	953	14	20	39,0	4,8	4,3	0,55	0,60	1,09	1,09	<u>THÉP SO SÁNH</u>
K1	365	16	22	32,0	1,5	2,2	0,70	0,75	1,05	1,04	<u>THÉP SO SÁNH</u>
L1	853	12	17	85,9	1,5	2,2	0,71	0,76	1,06	1,04	<u>THÉP CỦA SÁNG CHẾ</u>
M1	727	12	17	95,5	2,9	3,6	0,70	0,75	1,04	1,03	<u>THÉP CỦA SÁNG CHẾ</u>

M2	936	14	20	38,0	4,1	0,9	0,88	0,93	1,04	1,03	<u>THÉP SO SÁNH</u>
N1	883	14	19	82,9	1,9	2,6	0,70	0,75	1,05	1,04	THÉP CỦA SÁNG CHẾ
O1	852	13	19	85,8	1,8	2,0	0,70	0,75	1,03	1,02	THÉP CỦA SÁNG CHẾ
O2	764	13	18	41,0	<u>5,6</u>	<u>4,4</u>	<u>0,55</u>	<u>0,60</u>	<u>1,46</u>	<u>1,37</u>	THÉP SO SÁNH
P1	873	13	19	84,1	2,2	3,3	0,71	0,76	1,04	1,03	THÉP CỦA SÁNG CHẾ
P2	1051	9	10	26,1	<u>6,1</u>	<u>5,8</u>	<u>0,49</u>	<u>0,54</u>	<u>1,51</u>	<u>1,21</u>	THÉP SO SÁNH
P3	1042	9	10	25,8	<u>6,0</u>	<u>5,8</u>	<u>0,48</u>	<u>0,55</u>	<u>1,49</u>	<u>1,25</u>	THÉP SO SÁNH
P4	1113	6	7	23,1	1,8	2,2	0,72	0,77	1,09	1,07	THÉP SO SÁNH
Q1	818	13	19	88,9	2,3	2,7	0,71	0,76	1,04	1,03	THÉP CỦA SÁNG CHẾ
Q2	485	12	13	55,0	2,5	2,2	0,72	0,77	1,07	1,05	THÉP SO SÁNH
Q3	568	10	11	51,2	1,5	1,7	0,71	0,76	1,03	1,02	THÉP SO SÁNH
Q4	657	11	12	34,0	3,1	3,1	0,74	0,79	1,11	1,09	THÉP SO SÁNH
R1	752	13	18	93,3	2,6	3,1	0,71	0,76	1,04	1,03	THÉP CỦA SÁNG CHẾ
R2	1080	17	24	74,0	2,6	3,0	0,69	0,74	1,03	1,04	THÉP CỦA SÁNG CHẾ
R3	1073	17	24	73,7	2,5	2,9	0,77	0,82	1,02	1,02	THÉP CỦA SÁNG CHẾ
R4	1060	16	23	74,3	2,3	2,6	0,72	0,77	1,04	1,03	THÉP CỦA SÁNG CHẾ
S1	868	13	19	85,8	1,6	2,1	0,71	0,76	1,05	1,04	THÉP CỦA SÁNG CHẾ
S2	1020	16	22	77,0	2,0	2,4	0,72	0,77	1,05	1,03	THÉP CỦA SÁNG CHẾ
S3	1050	16	23	74,9	1,9	2,3	0,71	0,76	1,02	1,03	THÉP CỦA SÁNG CHẾ
S4	1020	15	21	75,2	1,5	1,8	0,78	0,83	1,08	1,04	THÉP CỦA SÁNG CHẾ
T1	780	13	18	92,1	1,8	1,9	0,71	0,76	1,07	1,05	THÉP CỦA SÁNG CHẾ
T2	720	12	17	39	<u>5,7</u>	<u>4,6</u>	<u>0,52</u>	<u>0,57</u>	<u>1,47</u>	<u>1,39</u>	THÉP SO SÁNH
T3	735	12	17	41	<u>5,5</u>	<u>4,3</u>	<u>0,53</u>	<u>0,58</u>	<u>1,45</u>	<u>1,37</u>	THÉP SO SÁNH
T4	986	15	21	36	<u>5,5</u>	<u>4,4</u>	<u>0,55</u>	<u>0,60</u>	<u>1,44</u>	<u>1,40</u>	THÉP SO SÁNH
T5	998	16	22	35	<u>6,2</u>	<u>5,1</u>	<u>0,58</u>	<u>0,63</u>	<u>1,57</u>	<u>1,42</u>	THÉP SO SÁNH
T6	898	14	20	32	<u>6,1</u>	<u>4,6</u>	<u>0,55</u>	<u>0,60</u>	<u>1,62</u>	<u>1,41</u>	THÉP SO SÁNH
T7	880	6	9	33	<u>6,2</u>	<u>4,7</u>	<u>0,57</u>	<u>0,62</u>	<u>1,59</u>	<u>1,44</u>	THÉP SO SÁNH
al											THÉP SO SÁNH
bl											THÉP SO SÁNH
cl											THÉP SO SÁNH
dl											THÉP SO SÁNH
el											THÉP SO SÁNH
fl											THÉP SO SÁNH
gl											THÉP SO SÁNH
hl											THÉP SO SÁNH

RAN NÚT XUẤT HIỆN TRONG KHI CÁN NÓNG

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Như được mô tả trước đó, theo sáng chế, có thể đề xuất tấm thép cán nguội độ bền cao mà không có tính dị hướng lớn thậm chí khi Nb, Ti, và/hoặc các nguyên tố tương tự được bổ sung và có độ giãn dài đồng đều và tính nong rộng lỗ tốt. Do đó, giải pháp theo sáng chế có khả năng áp dụng công nghiệp cao.

Danh mục các số chỉ dẫn

- 1 dây chuyền cán nóng liên tục
- 2 máy cán thô
- 3 máy cán hoàn thiện
- 4 tấm thép cán nóng
- 5 bàn chạy
- 6 giá cán
- 10 vòi phun làm nguội giữa các giá
- 11 vòi phun làm nguội 11

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép cán nguội độ bền cao có độ giãn dài đồng đều và tính nong rộng lỗ tốt chứa:

theo % khối lượng,

C: từ 0,01 đến 0,4%;

Si: từ 0,001 đến 2,5%;

Mn: từ 0,001 đến 4,0%;

P: từ 0,001 đến 0,15%;

S: từ 0,0005 đến 0,03%;

Al: từ 0,001 đến 2,0%;

N: từ 0,0005 đến 0,01%; và

O: từ 0,0005 đến 0,01%; trong đó Si + Al được giới hạn nhỏ hơn 1,0%, và

phần còn lại là sắt và các tạp chất không tránh được, trong đó:

ở phần tâm chiều dày của tấm nằm trong khoảng từ 5/8 đến 3/8 độ dày tấm từ bề mặt của tấm thép, giá trị trung bình của các mật độ cực của nhóm định hướng $\{100\}\langle 011 \rangle$ đến $\{223\}\langle 110 \rangle$ được biểu thị bởi các hướng tinh thể tương ứng $\{100\}\langle 011 \rangle$, $\{116\}\langle 110 \rangle$, $\{114\}\langle 110 \rangle$, $\{113\}\langle 110 \rangle$, $\{112\}\langle 110 \rangle$, $\{335\}\langle 110 \rangle$, và $\{223\}\langle 110 \rangle$ là 5,0 hoặc nhỏ hơn, và mật độ cực của hướng tinh thể $\{332\}\langle 113 \rangle$ là 4,0 hoặc nhỏ hơn,

cấu trúc kim loại chứa từ 5 đến 80% ferit, từ 5 đến 80% bainit, và 1% martensit hoặc nhỏ hơn dưới dạng tỷ lệ diện tích và tổng martensit, pearlit, và austenit còn lại là 5% hoặc nhỏ hơn, và

giá trị r (r_C) theo chiều vuông góc với chiều cán là 0,70 hoặc lớn hơn và giá trị r (r_{30}) theo hướng 30° từ chiều cán là 1,10 hoặc nhỏ hơn.

2. Tấm thép cán nguội độ bền cao có độ giãn dài đồng đều và tính nong rộng lỗ tốt theo điểm 1, trong đó:

giá trị r (r_L) theo chiều cán là 0,70 hoặc lớn hơn và giá trị r (r_{60}) theo hướng 60° từ chiều cán là 1,10 hoặc nhỏ hơn.

3. Tấm thép cán nguội độ bền cao có độ giãn dài đồng đều và tính nóng rộng lỗ tốt theo điểm 1, trong đó:

trong cấu trúc kim loại, đường kính khối trung bình của các hạt tinh thể là $7\ \mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn, và giá trị trung bình của tỷ lệ, của các hạt tinh thể, của độ dài d_L theo chiều cán so với độ dài d_t theo chiều dày của tấm: d_L/d_t là 3,0 hoặc nhỏ hơn.

4. Tấm thép cán nguội độ bền cao có độ giãn dài đồng đều và tính nóng rộng lỗ tốt theo điểm 1, trong đó: tấm thép này còn chứa:

một loại hoặc hai hoặc nhiều loại

theo % khối lượng,

Ti: từ 0,001 đến 0,2%,

Nb: từ 0,001 đến 0,2%,

B: từ 0,0001 đến 0,005%,

Mg: từ 0,0001 đến 0,01%,

Rem: từ 0,0001 đến 0,1%,

Ca: từ 0,0001 đến 0,01%,

Mo: từ 0,001 đến 1,0%,

Cr: từ 0,001 đến 2,0%,

V: từ 0,001 đến 1,0%,

Ni: từ 0,001 đến 2,0%,

Cu: từ 0,001 đến 2,0%,

Zr: từ 0,0001 đến 0,2%,

W: từ 0,001 đến 1,0%,

As: từ 0,0001 đến 0,5%,

Co: từ 0,0001 đến 1,0%,

Sn: từ 0,0001 đến 0,2%,

Pb: từ 0,001 đến 0,1%,

Y: từ 0,001 đến 0,10%, và

Hf: từ 0,001 đến 0,10%.

5. Tấm thép cán nguội độ bền cao có độ giãn dài đồng đều và tính nong rộng lỗ tốt theo điểm 1, trong đó:

việc xử lý mạ kẽm nhúng nóng được thực hiện trên bề mặt.

6. Tấm thép cán nguội độ bền cao có độ giãn dài đồng đều và tính nong rộng lỗ tốt theo điểm 5, trong đó:

sau khi mạ kẽm nhúng nóng, bước xử lý tạo hợp kim được thực hiện ở nhiệt độ từ 450 đến 600°C.

7. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội độ bền cao có độ giãn dài đồng đều và tính nong rộng lỗ tốt, bao gồm các bước:

trên phôi thép chứa:

theo % khối lượng,

C: từ 0,01 đến 0,4%;

Si: từ 0,001 đến 2,5%;

Mn: từ 0,001 đến 4,0%;

P: từ 0,001 đến 0,15%;

S: từ 0,0005 đến 0,03%;

Al: từ 0,001 đến 2,0%;

N: từ 0,0005 đến 0,01%; và

O: từ 0,0005 đến 0,01%; trong đó Si + Al được giới hạn nhỏ hơn 1,0%, và

phần còn lại là sắt và các tạp chất không tránh được,

bước thực hiện quy trình cán nóng thứ nhất trong đó quy trình cán ở tỷ lệ giảm bằng 40% hoặc lớn hơn được thực hiện một hoặc nhiều lần trong khoảng nhiệt độ không thấp hơn 1000°C và cũng không cao hơn 1200°C ;

điều chỉnh đường kính hạt austenit tới 200 μm hoặc nhỏ hơn bằng quy trình cán nóng thứ nhất;

thực hiện quy trình cán nóng thứ hai trong đó quy trình cán nóng ở tỷ lệ giảm bằng 30% hoặc lớn hơn được thực hiện trong một lần đi qua ở một thời điểm trong vùng nhiệt độ không thấp hơn nhiệt độ $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ và cũng không cao hơn $T1 + 200^{\circ}\text{C}$ được xác định bởi biểu thức (1) dưới đây;

điều chỉnh tỷ lệ giảm trong quy trình cán nóng thứ hai này đến 50% hoặc cao hơn;

tiến hành việc làm giảm kích thước cuối cùng ở tỷ lệ giảm bằng 30% hoặc lớn hơn trong quy trình cán nóng thứ hai và sau đó bắt đầu quy trình làm nguội sơ bộ trước khi cán nguội theo cách sao cho thời gian chờ t giây thỏa mãn biểu thức (2) dưới đây;

điều chỉnh tốc độ làm nguội trung bình trong quy trình làm nguội sơ bộ tới $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn và thực hiện quy trình làm nguội sơ bộ theo cách sao cho sự thay đổi nhiệt độ nằm trong khoảng không thấp hơn 40°C và cũng không cao hơn 140°C ;

thực hiện quy trình cán nguội ở tỷ lệ giảm không nhỏ hơn 30% và cũng không lớn hơn 70%;

thực hiện gia nhiệt tới vùng nhiệt độ từ 700 đến 900°C và duy trì không ngắn hơn 1 giây và cũng không lâu hơn 1000 giây;

thực hiện quy trình làm nguội sơ bộ sau khi cán nguội xuống vùng nhiệt độ từ 580 đến 750°C ở tốc độ làm nguội trung bình bằng $12^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc thấp hơn;

thực hiện quy trình làm nguội thứ cấp sau khi cán nguội xuống vùng nhiệt độ từ 350 đến 500°C ở tốc độ làm nguội trung bình từ 4 đến $300^{\circ}\text{C}/\text{giây}$; và

thực hiện quy trình xử lý nhiệt lão hóa quá mức trong đó việc duy trì được thực hiện không ngắn hơn t_2 giây thỏa mãn biểu thức (4) dưới đây, và cũng không lâu hơn 400 giây trong vùng nhiệt độ không thấp hơn 350°C và cũng không cao hơn 500°C ,

$$T_1 (^{\circ}\text{C}) = 850 + 10 \times (C + N) \times \text{Mn} + 350 \times \text{Nb} + 250 \times \text{Ti} + 40 \times \text{B} + 10 \times \text{Cr} + 100 \times \text{Mo} + 100 \times \text{V} \dots (1)$$

ở đây, C, N, Mn, Nb, Ti, B, Cr, Mo, và V mỗi nguyên tố này thể hiện hàm lượng của nguyên tố (% khối lượng),

$$t \leq 2,5 \times t_1 \dots (2)$$

ở đây, t_1 thu được bởi biểu thức (3) dưới đây,

$$t_1 = 0,001 \times ((T_f - T_1) \times P_1/100)^2 - 0,109 \times ((T_f - T_1) \times P_1/100) + 3,1 \dots (3)$$

ở đây, trong biểu thức (3) nêu trên, T_f là nhiệt độ của phôi thép thu được sau bước làm giảm kích thước cuối cùng ở tỷ lệ giảm bằng 30% hoặc lớn hơn, và P_1 là tỷ lệ giảm của bước làm giảm kích thước cuối cùng là 30% hoặc lớn hơn,

$$\log(t_2) = 0,0002(T_2 - 425)^2 + 1,18 \dots (4)$$

ở đây, T_2 là nhiệt độ xử lý lão hóa quá mức, và giá trị cực đại của t_2 được đặt ở 400.

8. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội độ bền cao có độ giãn dài đồng đều và tính nong rộng lỗ tốt theo điểm 7, trong đó phương pháp này còn bao gồm:

sau khi thực hiện bước làm nguội sơ bộ trước khi cán nguội, thực hiện bước làm nguội thứ hai trước khi cán nguội xuống nhiệt độ ngừng làm nguội bằng 600°C hoặc thấp hơn ở tốc độ làm nguội trung bình từ 10 đến 300°C/giây trước khi thực hiện bước cán nguội, và thực hiện cuộn ở nhiệt độ 600°C hoặc thấp hơn để thu được tấm thép cán nóng.

9. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội độ bền cao có độ giãn dài đồng đều và tính nong rộng lỗ tốt theo điểm 7, trong đó:

tổng tỷ lệ giảm trong khoảng nhiệt độ thấp hơn $T_1 + 30^{\circ}\text{C}$ là 30% hoặc nhỏ

hơn.

10. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội độ bền cao có độ giãn dài đồng đều và tính nong rộng lỗ tốt theo điểm 7, trong đó:

thời gian chờ t giây còn thỏa mãn biểu thức (2a) dưới đây:

$$t < t_1 \dots (2a).$$

11. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội độ bền cao có độ giãn dài đồng đều và tính nong rộng lỗ tốt theo điểm 7, trong đó:

thời gian chờ t giây còn thỏa mãn biểu thức (2b) dưới đây:

$$t_1 \leq t \leq t_1 \times 2,5 \dots (2b).$$

12. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội độ bền cao có độ giãn dài đồng đều và tính nong rộng lỗ tốt theo điểm 7, trong đó:

bước làm nguội sơ bộ sau khi cán nóng được bắt đầu giữa các giá cán.

13. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội độ bền cao có độ giãn dài đồng đều và tính nong rộng lỗ tốt theo điểm 7, trong đó:

khi bước gia nhiệt được thực hiện tới vùng nhiệt độ từ 700 đến 900°C sau bước cán nguội, tốc độ gia nhiệt trung bình không thấp hơn nhiệt độ phòng và cũng không cao hơn 650°C được thiết đặt ở HR1 (°C/giây) được biểu thị bởi biểu thức (5) dưới đây, và

tốc độ gia nhiệt trung bình cao hơn 650°C tới 700 đến 900°C được thiết lập là HR2 (°C/giây) được biểu thị bởi biểu thức (6) dưới đây:

$$HR1 \geq 0,3 \dots (5)$$

$$HR2 \leq 0,5 \times HR1 \dots (6).$$

14. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội độ bền cao có độ giãn dài đồng đều và tính nong rộng lỗ tốt theo điểm 7, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

thực hiện mạ kẽm nhúng nóng trên bề mặt.

15. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội độ bền cao có độ giãn dài đồng đều và tính nong rộng lỗ tốt theo điểm 14, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

thực hiện bước xử lý tạo hợp kim ở nhiệt độ từ 450 đến 600°C sau khi thực hiện quy trình mạ kẽm nhúng nóng.

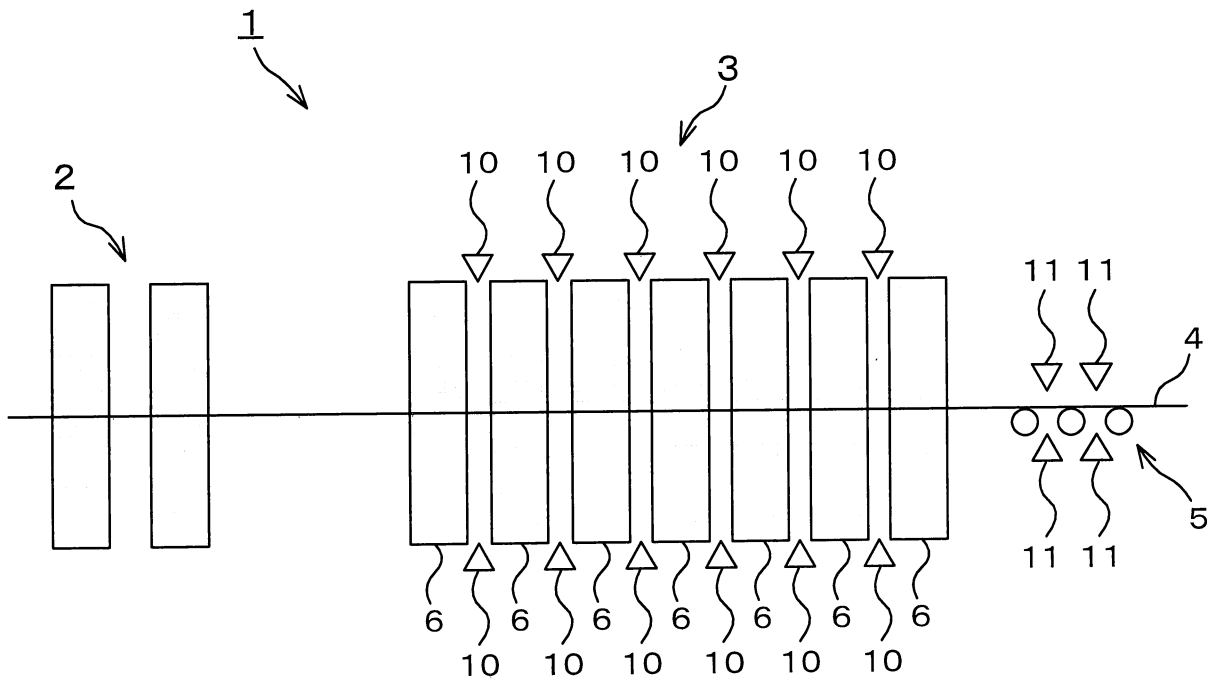


FIG. 1