



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

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

(11)



1-0023459

(51)⁷ C22C 38/00; B21B 3/00; C22C 38/60; (13) B
C22C 38/06; B21B 1/26; C21D 9/48

(21) 1-2014-00613

(22) 27/07/2012

(86) PCT/JP2012/069259 27/07/2012

(87) WO2013/015428A1 31/01/2013

(30) 2011-164383 27/07/2011 JP

(45) 27/04/2020 385

(43) 26/05/2014 314A

(73) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)

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

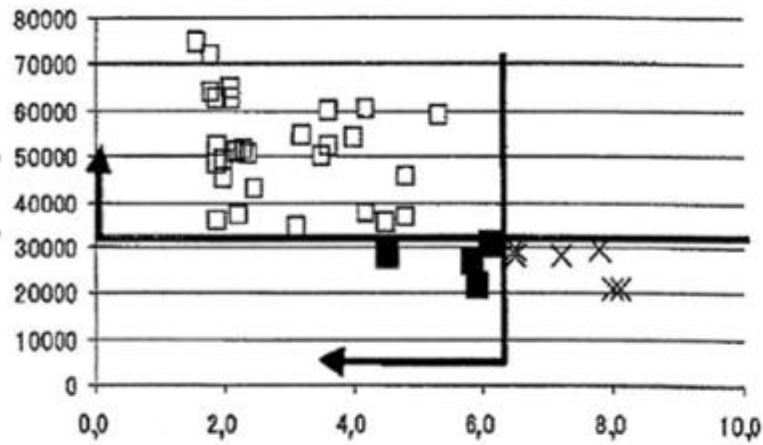
(72) SHUTO, Hiroshi (JP); FUJITA, Nobuhiro (JP); YOKOI, Tatsuo (JP); OKAMOTO, Riki (JP); NAKANO, Kazuaki (JP); WATANABE, Shinichiro (JP)

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

(54) TẤM THÉP CÁN NGUỘI CÓ ĐỘ BỀN CAO, KHẢ NĂNG CUỐN MÉP KHI KÉO CĂNG ƯU VIỆT VÀ KHẢ NĂNG ĐỘT DẬP CHÍNH XÁC VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT TẤM THÉP NÀY

(57) Sáng chế đề cập tới tấm thép cán nguội có độ bền cao, khả năng cuộn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác chứa các thành phần định trước và phần còn lại là sắt và các tạp chất không tránh khỏi, trong đó ở khoảng từ 5/8 đến 3/8 theo chiều dày tấm tính 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 thể hiện bởi các định hướng tinh thể tương ứng là $\{100\}\langle 011 \rangle$, $\{116\}\langle 110 \rangle$, $\{114\}\langle 110 \rangle$, $\{113\}\langle 110 \rangle$, $\{112\}\langle 110 \rangle$, $\{335\}\langle 110 \rangle$, và $\{223\}\langle 110 \rangle$ là ít hơn hoặc bằng 6,5, và mật độ cực của định hướng tinh thể $\{332\}\langle 113 \rangle$ là ít hơn hoặc bằng 5,0, và cấu trúc kim loại chứa, tính theo tỷ lệ diện tích, lớn hơn 5% là pearlit, tổng của bainit và martensit được giới hạn đến ít hơn 5%, và phần còn lại là ferrit. Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có độ bền cao, khả năng cuộn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác.

ĐỘ BỀN KÉO X TỶ LỆ GIẢN RỘNG LỖ
[MPa%]



GIÁ TRỊ TRUNG BÌNH CỦA CÁC MẬT ĐỘ CỰC CỦA NHÓM
ĐỊNH HƯỚNG {100}<011> ĐẾN {223}<110>

- : GIÁ TRỊ TRUNG BÌNH CỦA CÁC MẬT ĐỘ CỰC CỦA NHÓM ĐỊNH HƯỚNG {100}<011> ĐẾN {223}<110> VÀ MẬT ĐỘ CỰC CỦA ĐỊNH HƯỚNG {332}<113> ĐỀU NẪM TRONG KHOẢNG YÊU CẦU BẢO HỘ
- : CHỈ CÓ CÁC MẬT ĐỘ CỰC CỦA NHÓM ĐỊNH HƯỚNG {100}<011> ĐẾN {223}<110> NẪM NGOÀI KHOẢNG YÊU CẦU BẢO HỘ
- × : CÁC MẬT ĐỘ CỰC CỦA HAI LOẠI NHÓM ĐỊNH HƯỚNG ĐỀU NẪM NGOÀI KHOẢNG YÊU CẦU BẢO HỘ

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tới tấm thép cán nguội có độ bền cao, khả năng cuốn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác và phương pháp sản xuất tấm thép này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Để làm giảm mức phát xạ khí cacbon dioxit từ ô tô, việc làm giảm trọng lượng thân ô tô đã được xúc tiến bằng cách sử dụng các tấm thép có độ bền cao. Ngoài ra, để đảm bảo sự an toàn cho hành khách, tấm thép có độ bền cao đã được tăng cường sử dụng làm thân ô tô thay cho tấm thép mềm. Để thúc đẩy hơn nữa việc giảm trọng lượng thân ô tô từ nay trở đi, cần phải tăng cường độ bền khi sử dụng của tấm thép có độ bền cao hơn so với thông thường. Tuy nhiên, khi tấm thép có độ bền cao được sử dụng làm phần tấm ngoài, thì việc cắt, dập phôi, và tương tự thường được áp dụng, và ngoài ra khi tấm thép có độ bền cao được sử dụng cho phần thân ngoài, thì các phương pháp gia công đi kèm với cắt như đột dập thường được áp dụng, nên cần có tấm thép có độ chính xác khi đột dập ưu việt. Hơn nữa, các bước gia công như viền mép lỗ cũng đã được thực hiện nhiều hơn sau khi cắt, do đó khả năng cuốn mép khi kéo căng cũng là một đặc tính quan trọng liên quan đến gia công. Tuy nhiên, khi tấm thép được tăng bền nói chung, thì độ chính xác khi đột dập lại giảm và khả năng cuốn mép khi kéo căng cũng giảm.

Liên quan đến khả năng đột dập chính xác, chẳng hạn như trong các tài liệu sáng chế 1 và 2, có đề cập rằng bước đột dập được thực hiện ở trạng thái mềm và thu được độ bền cao bằng cách xử lý nhiệt và thấm cacbon, tuy nhiên quy trình sản xuất bị kéo dài, dẫn đến làm gia tăng chi phí. Mặt khác, như trong tài liệu sáng chế 3, đề cập đến phương pháp làm cải thiện khả năng đột dập

chính xác bằng cách cầu hóa xementit bằng cách ủ, tuy nhiên việc đạt được khả năng cuộn mép khi kéo căng quan trọng đối với việc gia công thân ô tô và tương tự và khả năng đột dập chính xác lại không hề được xét đến.

Liên quan đến khả năng cuộn mép khi kéo căng để đạt được độ bền cao, phương pháp điều chỉnh cấu trúc tâm thép để nâng cao độ giãn dài cục bộ cũng đã được đề xuất, và tài liệu phi sáng chế 1 đề cập tới việc điều chỉnh các hạt lẫn, tạo ra sự đồng đều về cấu trúc, và việc làm giảm hơn nữa độ chênh lệch độ cứng giữa các kết cấu là hữu hiệu đối với khả năng uốn cong và khả năng cuộn mép khi kéo căng. Hơn nữa, tài liệu phi sáng chế 2 đề cập tới phương pháp, mà trong đó nhiệt độ hoàn thiện cán nóng, mức độ giảm tiết diện và khoảng nhiệt độ hoàn thiện cán được điều chỉnh, sự kết tinh lại của austenit được thúc đẩy, sự phát triển của cấu trúc định hướng khi cán được ngăn ngừa, và định hướng tinh thể là ngẫu nhiên, nhờ vậy tăng cường độ bền, độ dẻo, và khả năng cuộn mép khi kéo căng.

Từ các tài liệu phi sáng chế 1 và 2, có thể thấy rằng cấu trúc kim loại và cấu trúc định hướng khi cán được làm trở nên đồng đều, nhờ đó giúp cải thiện khả năng cuộn mép khi kéo căng, tuy nhiên việc đạt được khả năng đột dập chính xác và khả năng cuộn mép khi kéo căng lại không hề được xét đến.

Danh mục tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số H3-2942

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số H5-14764

Tài liệu sáng chế 3: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số H2-19173

Tài liệu phi sáng chế

Tài liệu phi sáng chế 1: K. Sugimoto et al., [ISI International] (2000) Vol. 40, p. 920

Tài liệu phi sáng chế 2: Kishida, [Nippon Steel Technical Report] (1999)
No. 371, p. 13

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề cần giải quyết bởi sáng chế

Do đó, sáng chế được tạo để giải quyết các vấn đề nêu trên, và mục đích của sáng chế là đề xuất tấm thép cán nguội có độ bền cao, khả năng cuộn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác và phương pháp sản xuất tấm thép này, mà có khả năng sản xuất tấm thép một cách rẻ tiền và ổn định.

Cách thức giải quyết vấn đề

Các tác giả sáng chế đã tối ưu hóa các thành phần và các điều kiện sản xuất của tấm thép cán nguội có độ bền cao và kiểm soát các cấu trúc của tấm thép, nhờ vậy thành công trong việc sản xuất tấm thép có độ bền cao, khả năng cuộn mép khi kéo căng và khả năng đột dập chính xác. Các đối tượng của sáng chế là như sau:

[1] Tấm thép cán nguội có độ bền cao, khả năng cuộn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác chứa các thành phần sau đây (tính theo % khối lượng):

C: lớn hơn 0,01% đến ít hơn hoặc bằng 0,4%;

Si: không ít hơn 0,001% cũng không nhiều hơn 2,5%;

Mn: không ít hơn 0,001% cũng không nhiều hơn 4%;

P: 0,001% đến ít hơn hoặc bằng 0,15%;

S: 0,0005% đến ít hơn hoặc bằng 0,03%;

Al: không ít hơn 0,001% cũng không nhiều hơn 2%;

N: 0,0005% đến ít hơn hoặc bằng 0,01%; và

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

ở khoảng từ 5/8 đến 3/8 theo chiều dày tấm tính từ bề mặt của tấm thép, giá trị trung bình của các mật độ cực của nhóm định hướng $\{100\}<011>$ đến $\{223\}<110>$ được thể hiện bởi các định hướng tinh thể tương ứng là

$\{100\}\langle 011\rangle, \{116\}\langle 110\rangle, \{114\}\langle 110\rangle, \{113\}\langle 110\rangle, \{112\}\langle 110\rangle, \{335\}\langle 110\rangle$
và $\{223\}\langle 110\rangle$ là ít hơn hoặc bằng 6,5, và mật độ cực của định hướng tinh thể $\{332\}\langle 113\rangle$ là ít hơn hoặc bằng 5,0, và

cấu trúc kim loại chứa, tính theo tỷ lệ diện tích, lớn hơn 5% là peclit, tổng của bainit và mactensit được giới hạn đến ít hơn 5%, và phần còn lại là ferit.

[2] Tấm thép cán nguội có độ bền cao, khả năng cuốn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác theo mục [1], trong đó:

thêm nữa, độ cứng Vickers của pha peclit là không nhỏ hơn 150 HV cũng không lớn hơn 300 HV.

[3] Tấm thép cán nguội có độ bền cao, khả năng cuốn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác theo mục [1], trong đó:

thêm nữa, trị số r (R-Value) theo hướng vuông góc với hướng cán (rC) là lớn hơn hoặc bằng 0,70, trị số r theo hướng 30° so với hướng cán (r30) là nhỏ hơn hoặc bằng 1,10, trị số r theo hướng cán (rL) là lớn hơn hoặc bằng 0,70, và trị số r theo hướng 60° so với hướng cán (r60) là nhỏ hơn hoặc bằng 1,10.

[4] Tấm thép cán nguội có độ bền cao, khả năng cuốn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác theo mục [1], trong đó tấm thép này còn chứa:

một loại hoặc hai hoặc nhiều loại được lựa chọn trong số các thành phần sau (tính theo % khối lượng):

Ti: không ít hơn 0,001% cũng không nhiều hơn 0,2%,

Nb: không ít hơn 0,001% cũng không nhiều hơn 0,2%,

B: không ít hơn 0,0001% cũng không nhiều hơn 0,005%,

Mg: không ít hơn 0,0001% cũng không nhiều hơn 0,01%,

Rem (các kim loại đất hiếm): không ít hơn 0,0001% cũng không nhiều hơn 0,1%,

Ca: không ít hơn 0,0001% cũng không nhiều hơn 0,01%,

Mo: không ít hơn 0,001% cũng không nhiều hơn 1%,

Cr: không ít hơn 0,001% cũng không nhiều hơn 2%,

V: không ít hơn 0,001% cũng không nhiều hơn 1%,

Ni: không ít hơn 0,001% cũng không nhiều hơn 2%,
 Cu: không ít hơn 0,001% cũng không nhiều hơn 2%,
 Zr: không ít hơn 0,0001% cũng không nhiều hơn 0,2%,
 W: không ít hơn 0,001% cũng không nhiều hơn 1%,
 As: không ít hơn 0,0001% cũng không nhiều hơn 0,5%,
 Co: không ít hơn 0,0001% cũng không nhiều hơn 1%,
 Sn: không ít hơn 0,0001% cũng không nhiều hơn 0,2%,
 Pb: không ít hơn 0,001% cũng không nhiều hơn 0,1%,
 Y: không ít hơn 0,001% cũng không nhiều hơn 0,1%, và
 Hf: không ít hơn 0,001% cũng không nhiều hơn 0,1%.

[5] Tấm thép cán nguội có độ bền cao, khả năng cuộn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác theo mục [1], trong đó:

thêm nữa, khi tấm thép, mà chiều dày của nó bị giảm đến 1,2 mm với phần giữa chiều dày tấm được đặt làm tâm được đột dập bằng mũi đột dập tròn Φ 10 mm và khuôn dập tròn có khe hở 1%, phần trăm bề mặt cắt của bề mặt mép được đột dập là nhiều hơn hoặc bằng 90%.

[6] Tấm thép cán nguội có độ bền cao, khả năng cuộn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác theo mục [1], trong đó:

trên bề mặt, lớp mạ kẽm nhúng-nóng hoặc lớp mạ kẽm nhúng-nóng được hợp kim hóa được tạo ra.

[7] Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có độ bền cao, khả năng cuộn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác, bao gồm bước cán nóng lần thứ nhất trên phôi thép chứa các thành phần sau đây (tính theo % khối lượng):

C: lớn hơn 0,01% đến ít hơn hoặc bằng 0,4%;
 Si: không ít hơn 0,001% cũng không nhiều hơn 2,5%;
 Mn: không ít hơn 0,001% cũng không nhiều hơn 4%;
 P: 0,001% đến ít hơn hoặc bằng 0,15%;
 S: 0,0005% đến ít hơn hoặc bằng 0,03%;
 Al: không ít hơn 0,001% cũng không nhiều hơn 2%;

N: 0,0005% đến ít hơn hoặc bằng 0,01%; và

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

trong đó cán với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là nhiều hơn hoặc bằng 40% được thực hiện một lần hoặc nhiều lần ở khoảng nhiệt độ không thấp hơn 1000°C cũng không cao hơn 1200°C;

điều chỉnh đường kính hạt austenit đến nhỏ hơn hoặc bằng 200 μm bằng bước cán nóng thứ nhất;

thực hiện bước cán nóng thứ hai, trong đó cán với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là nhiều hơn hoặc bằng 30% được thực hiện trong một rãnh cán ít nhất một lần ở khoảng nhiệt độ không thấp hơn nhiệt độ T_1 được xác định bởi biểu thức (1) dưới đây + 30°C cũng không cao hơn $T_1 + 200^\circ\text{C}$;

điều chỉnh tổng tỷ lệ giảm tiết diện khi cán ở bước cán nóng thứ hai đến nhiều hơn hoặc bằng 50%;

thực hiện việc làm giảm tiết diện lần cuối với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là nhiều hơn hoặc bằng 30% ở bước cán nóng thứ hai và sau đó bắt đầu bước làm nguội-cán làm nguội sơ bộ 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 bước làm nguội-cán làm nguội sơ bộ đến lớn hơn hoặc bằng 50°C/giây và điều chỉnh nhiệt độ thay đổi nằm trong khoảng từ không thấp hơn 40°C cũng không cao hơn 140°C;

thực hiện bước cán nguội với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán bằng không nhỏ hơn 40% cũng không lớn hơn 80%;

thực hiện bước nung nóng đến khoảng nhiệt độ từ 750 đến 900°C và duy trì khoảng nhiệt độ này trong khoảng thời gian không ngắn hơn 1 giây đến không dài hơn 300 giây;

thực hiện bước làm nguội sơ cấp-cán làm nguội sau xuống đến khoảng nhiệt độ không thấp hơn 580°C cũng không cao hơn 750°C ở tốc độ làm nguội trung bình không nhỏ hơn 1°C/giây cũng không lớn hơn 10°C/giây;

duy trì khoảng nhiệt độ này trong khoảng thời gian không ngắn hơn 1 giây đến không dài hơn 1000 giây dưới điều kiện, mà trong đó tốc độ giảm nhiệt độ là nhỏ hơn hoặc bằng $1^{\circ}\text{C}/\text{giây}$; và

thực hiện bước làm nguội thứ cấp-cán làm nguội sau ở tốc độ làm nguội trung bình là nhỏ hơn hoặc bằng $5^{\circ}\text{C}/\text{giây}$.

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

trong đó: C, N, Mn, Nb, Ti, B, Cr, Mo, và V mỗi trong số chúng thể hiện hàm lượng nguyên tố đó (% khối lượng).

$$t \leq 2,5 \times t1 \quad \text{Biểu thức (2)}$$

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

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

Biểu thức (3)

trong đó, trong biểu thức (3) trên đây, Tf thể hiện nhiệt độ của phôi thép thu được sau khi giảm tiết diện lần cuối với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là nhiều hơn hoặc bằng 30%, và $P1$ thể hiện tỷ lệ giảm tiết diện khi cán của việc giảm tiết diện lần cuối ở nhiều hơn hoặc bằng 30%.

[8] Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có độ bền cao, khả năng cuộn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác theo mục [7], trong đó:

tổng tỷ lệ giảm tiết diện khi cán ở khoảng nhiệt độ thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ là ít hơn hoặc bằng 30%.

[9] Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có độ bền cao, khả năng cuộn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác theo mục [7], trong đó:

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

$$t < t1 \quad \text{Biểu thức (2a)}$$

[10] Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có độ bền cao, khả năng cuộn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác theo mục [7], trong đó: thời gian chờ t giây còn thỏa mãn biểu thức (2b) dưới đây:

$$t_1 \leq t \leq t_1 \times 2,5$$

Biểu thức (2b)

[11] Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có độ bền cao, khả năng cuộn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác theo mục [7], trong đó:

bước làm nguội-cán làm nguội sơ bộ được bắt đầu giữa các giá cán.

[12] Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có độ bền cao, khả năng cuộn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác theo mục [7], trong đó phương pháp này còn bao gồm bước cuộn ở nhiệt độ thấp hơn hoặc bằng 650°C để thu được tấm thép cán nóng sau khi thực hiện bước làm nguội-cán làm nguội sơ bộ và trước khi thực hiện bước cán nguội.

[13] Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có độ bền cao, khả năng cuộn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác theo mục [7], trong đó:

khi bước nung nóng được thực hiện đến khoảng nhiệt độ từ 750 đến 900°C sau bước cán nguội, tốc độ nung nóng trung bình không thấp hơn nhiệt độ trong phòng cũng không cao hơn 650°C được điều chỉnh đến HR1 ($^{\circ}\text{C}/\text{giây}$) được biểu thị bởi biểu thức (5) dưới đây, và

tốc độ nung nóng trung bình là cao hơn 650°C đến từ 750 đến 900°C được điều chỉnh đến HR2 ($^{\circ}\text{C}/\text{giây}$) được biểu thị bởi biểu thức (6) dưới đây.

$$\text{HR1} \geq 0,3$$

Biểu thức (5)

$$\text{HR2} \leq 0,5 \times \text{HR1}$$

Biểu thức (6)

[14] Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có độ bền cao, khả năng cuộn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác theo mục [7], trong đó phương pháp này còn bao gồm bước mạ kẽm nhúng-nóng trên bề mặt.

[15] Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có độ bền cao, khả năng cuộn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác theo mục [14], trong đó

phương pháp này còn bao gồm bước xử lý hợp kim hóa ở nhiệt độ từ 450 đến 600°C sau khi thực hiện bước mạ kẽm nhúng-nóng.

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, có thể tạo ra tấm thép có độ bền cao, khả năng cuộn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác. Khi tấm thép này được sử dụng, đặc biệt là, độ dẻo khi tấm thép có độ bền cao được gia công và sử dụng tăng lên, do đó chi phí giảm, và do đó đóng góp đáng kể cho việc áp dụng công nghiệp.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ thể hiện mối tương quan giữa giá trị trung bình của các mật độ cực của nhóm định hướng $\{100\}<011>$ đến $\{223\}<110>$ và độ bền kéo $\times$ tỷ lệ giãn rộng lỗ;

Fig.2 là hình vẽ thể hiện mối tương quan giữa mật độ cực của nhóm định hướng $\{332\}<113>$ và độ bền kéo $\times$ tỷ lệ giãn rộng lỗ;

Fig.3 là hình vẽ thể hiện mối tương quan giữa trị số r theo hướng vuông góc với hướng cán (r_C) và độ bền kéo $\times$ tỷ lệ giãn rộng lỗ;

Fig.4 là hình vẽ thể hiện mối tương quan giữa trị số r theo hướng 30° so với hướng cán (r_{30}) và độ bền kéo $\times$ tỷ lệ giãn rộng lỗ;

Fig.5 là hình vẽ thể hiện mối tương quan giữa trị số r theo hướng cán (r_L) và độ bền kéo $\times$ tỷ lệ giãn rộng lỗ;

Fig.6 là hình vẽ thể hiện mối tương quan giữa trị số r theo hướng 60° so với hướng cán (r_{60}) và độ bền kéo $\times$ tỷ lệ giãn rộng lỗ;

Fig.7 thể hiện mối tương quan giữa phân pha cứng và phần trăm bề mặt cắt của bề mặt mép được đột dập;

Fig.8 thể hiện mối tương quan giữa đường kính hạt austenit sau khi cán thô và trị số r theo hướng vuông góc với hướng cán (r_C);

Fig.9 thể hiện mối tương quan giữa đường kính hạt austenit sau khi cán thô và trị số r theo hướng 30° so với hướng cán (r_{30});

Fig.10 thể hiện mối tương quan giữa số lần cán ở nhiều hơn hoặc bằng 40% khi cán thô và đường kính hạt austenit sau khi cán thô;

Fig.11 thể hiện mối tương quan giữa mức độ giảm tiết diện ở $T_1 + 30$ đến $T_1 + 150^\circ\text{C}$ và giá trị trung bình của các mật độ cực của nhóm định hướng $\{100\}\langle 011\rangle$ đến $\{223\}\langle 110\rangle$;

Fig.12 là hình vẽ giải thích về dây chuyền cán nóng liên tục;

Fig.13 thể hiện mối tương quan giữa tỷ lệ giảm tiết diện ở $T_1 + 30$ đến $T_1 + 150^\circ\text{C}$ và mật độ cực của định hướng tinh thể $\{332\}\langle 113\rangle$; và

Fig.14 thể hiện mối tương quan giữa phần trăm bề mặt cắt và độ bền $\times$ tỷ lệ giãn rộng lỗ của thép theo sáng chế và thép theo ví dụ so sánh.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, nội dung của sáng chế sẽ được trình bày chi tiết.

Định hướng tinh thể

Theo sáng chế, điều đặc biệt quan trọng là ở khoảng từ $5/8$ đến $3/8$ theo chiều dày tấm tính từ bề mặt của tấm thép, giá trị trung bình của các mật độ cực của nhóm định hướng $\{100\}\langle 011\rangle$ đến $\{223\}\langle 110\rangle$ là ít hơn hoặc bằng 6,5 và mật độ cực của định hướng tinh thể $\{332\}\langle 113\rangle$ là ít hơn hoặc bằng 5,0. Như được thể hiện trên Fig.1, miễn là giá trị trung bình của nhóm định hướng $\{100\}\langle 011\rangle$ đến $\{223\}\langle 110\rangle$ khi nhiễu xạ tia X được thực hiện trong khoảng chiều dày tấm bằng $5/8$ đến $3/8$ theo chiều dày tấm tính từ bề mặt của tấm thép để thu được các mật độ cực của các định hướng tương ứng là ít hơn hoặc bằng 6,5 (tốt hơn là ít hơn hoặc bằng 4,0), độ bền kéo $\times$ tỷ lệ giãn rộng lỗ ≥ 30000 , mà cần thiết để gia công phần dưới thân, cần được thỏa mãn ngay lập tức. Khi giá trị trung bình này lớn hơn 6,5, tính dị hướng của các đặc tính cơ học của tấm thép trở nên cực mạnh, và hơn nữa khả năng giãn rộng lỗ chỉ được cải thiện theo một hướng nhất định, tuy nhiên vật liệu theo hướng khác với nó bị suy giảm đáng kể, dẫn đến khó có thể thỏa mãn độ bền kéo $\times$ tỷ lệ giãn rộng lỗ ≥ 30000 , mà cần thiết để gia công phần thân dưới. Mặt khác, khi giá trị trung bình này trở

nên nhỏ hơn 0,5, mà điều này khó đạt được trong bước cán nóng mà hiện nay thường là liên tục, thì làm suy giảm khả năng giãn rộng lỗ được quan tâm.

Các 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 $\{100\}\langle 011\rangle$ đến $\{223\}\langle 110\rangle$.

Mật độ cực là đồng nghĩa với tỷ số cường độ ngẫu nhiên tia X. Mật độ cực (Tỷ số cường độ ngẫu nhiên tia X) là giá trị số học thu được bằng cách đo cường độ tia X của mẫu chuẩn không có tích lũy định hướng cụ thể và mẫu thử trong cùng các điều kiện bằng nhiều xạ tia X hoặc tương tự và chia cường độ tia X thu được của mẫu thử cho cường độ tia X của mẫu chuẩn. Mật độ cực này được đo bằng cách sử dụng thiết bị nhiễu xạ tia X, EBSD (Electron Back Scattering Diffraction - Nhiễu xạ tán xạ ngược điện tử), hoặc tương tự. Ngoài ra, nó cũng có thể được đo bằng phương pháp EBSP (Electron Back Scattering Pattern - Mẫu tán xạ ngược điện tử) hoặc phương pháp ECP (Electron Channeling Pattern - Mẫu kênh điện tử). Nó có thể thu được từ cấu trúc định hướng ba chiều được tính toán bởi phương pháp vector trên cơ sở hình ảnh cực của $\{110\}$, hoặc cũng có thể thu được từ cấu trúc định hướng ba chiều được tính toán bằng phương pháp giãn nở theo dãy nhờ sử dụng các (tốt hơn là nhiều hơn hoặc bằng ba) hình ảnh cực lấy từ các hình ảnh cực của $\{110\}$, $\{100\}$, $\{211\}$, và $\{310\}$.

Ví dụ, đối với mật độ cực của mỗi trong số các định hướng tinh thể nêu trên, mỗi cường độ trong số $(001)[1-10]$, $(116)[1-10]$, $(114)[1-10]$, $(113)[1-10]$, $(112)[1-10]$, $(335)[1-10]$, và $(223)[1-10]$ ở mặt cắt ngang $\phi 2 = 45^\circ$ trong cấu trúc định hướng ba chiều (ODF) có thể được sử dụng nguyên như vậy.

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 mật độ cực của các định hướng tương ứng nêu trên. Khi không thể thu được các cường độ của tất cả các định hướng nêu trên, trung bình số học của các mật độ cực của các định hướng tương

ứng là $\{100\}\langle 011\rangle$, $\{116\}\langle 110\rangle$, $\{114\}\langle 110\rangle$, $\{112\}\langle 110\rangle$, và $\{223\}\langle 110\rangle$ cũng có thể được sử dụng thay thế.

Hơn nữa, vì lý do tương tự, miễn là mật độ cực của định hướng tinh thể $\{332\}\langle 113\rangle$ của mặt phẳng tấm nằm trong khoảng $5/8$ đến $3/8$ theo chiều dày tấm tính từ bề mặt của tấm thép là ít hơn hoặc bằng $5,0$ (tốt hơn là ít hơn hoặc bằng $3,0$) như được thể hiện trên Fig.2, độ bền kéo $\times$ tỷ lệ giãn rộng lỗ ≥ 30000 , mà cần thiết để gia công phần dưới, cần được thỏa mãn ngay lập tức. Khi nó lớn hơn $5,0$, tính dị hướng của các đặc tính cơ học của tấm thép trở nên cực mạnh, và hơn nữa khả năng giãn rộng lỗ chỉ được cải thiện theo hướng nhất định, nhưng vật liệu theo hướng khác nó bị suy giảm đáng kể, dẫn đến trở nên khó có thể đảm bảo thỏa mãn độ bền kéo $\times$ tỷ lệ giãn rộng lỗ ≥ 30000 , mà cần thiết để gia công phần dưới. Mặt khác, khi mật độ cực trở nên nhỏ hơn $0,5$, mà điều này khó đạt được trong bước cán nóng, mà hiện nay thường là liên tục, thì sự suy giảm của khả năng giãn rộng lỗ được quan tâm.

Lý do tại sao các mật độ cực của các định hướng tinh thể nêu trên là quan trọng để nâng cao khả năng giãn rộng lỗ không cần thiết phải làm rõ, nhưng điều này được suy ra liên quan đến thuộc tính trượt của tinh thể ở thời điểm gia công giãn rộng lỗ.

Liên quan đến mẫu thử được cho nhiều xạ tia X, tấm thép được giảm chiều dày đến chiều dày tấm định trước từ bề mặt bằng cách đánh bóng cơ học hoặc tương tự, và tiếp theo ứng suất được loại bỏ bằng cách đánh bóng cơ học, đánh bóng bằng điện phân, hoặc tương tự, và đồng thời, mẫu thử được điều chỉnh theo phương pháp nêu trên theo cách sao cho, nằm trong khoảng $3/8$ đến $5/8$ chiều dày, một mặt phẳng thích hợp trở thành mặt phẳng đo, và được đo.

Tất nhiên, giới hạn của các mật độ cực nêu trên được thỏa mãn không chỉ ở lân cận của $1/2$ chiều dày tấm, mà còn khoảng chiều dày bất kỳ càng tốt, và nhờ vậy khả năng giãn rộng lỗ được gia tăng hơn nữa. Tuy nhiên, khoảng từ $3/8$ đến $5/8$ theo chiều dày tấm tính từ bề mặt của tấm thép được đo, nhờ vậy có thể

thể hiện đặc tính vật liệu của toàn bộ tấm thép nói chung. Do đó, 5/8 đến 3/8 chiều dày tấm được quy định là khoảng đo.

Nhân đây, định hướng tinh thể được thể hiện bởi $\{hkl\}\langle uvw \rangle$ có nghĩa là hướng trục giao với mặt phẳng tấm thép mà song song với $\langle hkl \rangle$ và hướng cán là song song với $\langle uvw \rangle$. Liên quan đến định hướng tinh thể, thông thường, hướng vuông góc với bề mặt tấm được thể hiện bởi $[hkl]$ hoặc $\{hkl\}$ và hướng song song với hướng cán được thể hiện bởi (uvw) hoặc $\langle uvw \rangle$. $\{hkl\}$ và $\langle uvw \rangle$ là các thuật ngữ thông thường đối với các mặt phẳng tương tự, và $[hkl]$ và (uvw) lần lượt chỉ các mặt phẳng tinh thể tương ứng. Tức là, theo sáng chế, cấu trúc hình khối định tâm ở thân được nhắm tới, 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 nên không thể tạo ra sự khác biệt của chúng. Trong trường hợp như vậy, các định hướng này thường được gọi là $\{111\}$. Trong phép biểu diễn ODF, $[hkl]$ (uvw) cũng được sử dụng để thể hiện các định hướng của các cấu trúc tinh thể có tính đối xứng thấp khác, và do đó nó thường thể hiện mỗi định hướng tinh thể như $[hkl]$ (uvw) , nhưng theo sáng chế, $[hkl]$ (uvw) và $\{hkl\}\langle uvw \rangle$ là đồng nghĩa với nhau. Phép đo định hướng tinh thể bởi tia X được thực hiện theo phương pháp được mô tả trong, ví dụ, Cullity, Elements of X-ray Diffraction, ấn phẩm mới (công bố 1986, được dịch bởi MATSUMURA, Gentaro, được công bố bởi AGNE Inc.) ở các trang 274 đến 296.

Trị số r

Trị số r theo hướng vuông góc với hướng cán (rC) là quan trọng theo sáng chế. Tức là, nhờ kiểm tra một cách nghiêm túc, các tác giả sáng chế phát hiện ra rằng khả năng giãn rộng lỗ tốt không thể luôn luôn thu được ngay cả khi chỉ các mật độ cực của các định hướng tinh thể khác nhau nêu trên là thích hợp. Như được thể hiện trên Fig.3, đồng thời với các mật độ cực nêu trên, rC cần phải là lớn hơn hoặc bằng 0,70. Giới hạn trên của rC không được xác định một cách cụ thể, nhưng nếu (rC) là nhỏ hơn hoặc bằng 1,10, thì có thể thu được khả năng giãn rộng lỗ ưu việt hơn.

Trị số r theo hướng 30° so với hướng cán (r_{30}) là quan trọng theo sáng chế. Tức là, nhờ kiểm tra một cách nghiêm túc, các tác giả sáng chế phát hiện ra rằng khả năng giãn rộng lỗ tốt không thể luôn luôn thu được ngay cả khi cường độ tia X của các định hướng tinh thể khác nhau nêu trên là thích hợp. Như được thể hiện trên Fig.4, đồng thời với các cường độ tia X nêu trên, r_{30} cần phải là nhỏ hơn hoặc bằng 1,10. Giới hạn dưới của r_{30} không được xác định một cách cụ thể, nhưng nếu r_{30} là lớn hơn hoặc bằng 0,70, thì có thể thu được khả năng giãn rộng lỗ ưu việt hơn.

Nhờ kiểm tra một cách nghiêm túc, các tác giả sáng chế còn phát hiện ra rằng nếu ngoài ra các tỷ số cường độ ngẫu nhiên tia X của các định hướng tinh thể khác nhau nêu trên, r_C , và r_{30} , như được thể hiện trên Fig.5 và Fig.6, thì trị số r theo hướng cán (r_L) và trị số r theo hướng 60° so với hướng cán (r_{60}) lần lượt là $r_L \geq 0,70$ và $r_{60} \leq 1,10$, độ bền kéo $\times$ tỷ lệ giãn rộng lỗ ≥ 30000 được thỏa mãn tốt hơn.

Giới hạn trên của trị số r_L nêu trên và giới hạn dưới của trị số r_{60} không được xác định cụ thể, nhưng nếu r_L là ít hơn hoặc bằng 1,00 và r_{60} là nhiều hơn hoặc bằng 0,90, thì có thể thu được khả năng giãn rộng lỗ ưu việt hơn.

Mỗi trị số r nêu trên được đánh giá bởi thử nghiệm kéo căng nhờ sử dụng mẫu thử kéo căng JIS số 5. Ứng suất kéo căng cần phải được đánh giá ở khoảng từ 5 đến 15% trong trường hợp tấm thép có độ bền cao thông thường, và trong khoảng độ giãn dài đồng đều. Bằng cách này, đã thấy rằng cấu trúc định hướng và các trị số r thường tương quan với nhau, nhưng theo sáng chế, giới hạn đã nêu đối với các mật độ cực của các định hướng tinh thể và giới hạn đối với các trị số r là không đồng nghĩa với nhau, và trừ khi cả hai giới hạn này được thỏa mãn đồng thời, không thể thu được khả năng giãn rộng lỗ tốt.

Cấu trúc kim loại

Tiếp theo, sẽ trình bày cấu trúc kim loại của tấm thép của sáng chế. Cấu trúc kim loại của tấm thép của sáng chế chứa, tính theo tỷ lệ diện tích, lớn hơn 5% là pearlit, tổng của bainit và martensit được giới hạn đến ít hơn 5%, và phần

còn lại là ferit. Trong tấm thép có độ bền cao, để tăng cường độ bền, cấu trúc phức tạp được bằng cách tạo thành pha thứ hai có độ bền cao trong pha ferit thường được sử dụng. Cấu trúc này thường tạo bởi ferit-peclit, ferit-bainit, ferit-mactensit, hoặc tương tự, và miễn là phần của pha thứ hai là cố định, khi có nhiều hơn các pha chuyển hóa nhiệt độ thấp, mà mỗi pha có pha thứ hai rắn, mà độ cứng của nó là cứng, độ bền của tấm thép tăng lên. Tuy nhiên, pha chuyển hóa nhiệt độ thấp càng cứng thì sự chênh lệch càng rõ ràng hơn về độ dẻo so với ferit, và trong khi đột dập, sự tập trung ứng suất của ferit và pha chuyển hóa nhiệt độ thấp xảy ra, sao cho vết nứt bề mặt xuất hiện ở phần đột dập và do đó độ chính xác khi đột dập bị suy giảm.

Cụ thể là, khi tổng của các phần bainit và mactensit trở thành nhiều hơn hoặc bằng 5% tính theo tỷ lệ diện tích, như được thể hiện trên Fig.7, phần trăm bề mặt cắt là chuẩn sơ bộ về độ chính xác khi đột dập của tấm thép có độ bền cao giảm xuống dưới 90%. Hơn nữa, khi phần peclit trở thành ít hơn hoặc bằng 5%, độ bền giảm xuống dưới 500 MPa là tiêu chuẩn của tấm thép cán nguội có độ bền cao. Do đó, theo sáng chế, tổng của các phần bainit và mactensit được điều chỉnh đến nhỏ hơn 5%, phần peclit được điều chỉnh đến lớn hơn 5%, và phần còn lại được điều chỉnh đến ferit. Bainit và mactensit cũng có thể là 05. Do đó, đối với cấu trúc kim loại của tấm thép của sáng chế, dạng tạo thành là peclit và ferit, dạng chứa peclit và ferit và ngoài ra dạng chứa bainit và mactensit, và dạng chứa peclit và ferit và ngoài ra cả bainit và mactensit đều được quan tâm.

Nhân đây, khi phần peclit trở nên cao hơn, độ bền tăng lên, nhưng phần trăm bề mặt cắt giảm. Tốt hơn là phần peclit nhỏ hơn 30%. Mặc dù phần peclit là 30%, nhiều hơn hoặc bằng 90% của phần trăm bề mặt cắt có thể đạt được, nhưng miễn là phần peclit nhỏ hơn 30%, nhiều hơn hoặc bằng 95% tính theo phần trăm bề mặt cắt có thể đạt được và khả năng đột dập chính xác được cải thiện hơn.

Độ cứng Vickers của pha peclit

Độ cứng của pha peclit ảnh hưởng đến đặc tính kéo căng và độ chính xác khi đột dập. Khi độ cứng Vickers của pha peclit tăng lên, thì độ bền tăng lên, nhưng khi độ cứng Vickers của pha peclit vượt quá 300 HV, thì độ chính xác khi đột dập bị suy giảm. Để thu được độ bền kéo-khả năng giãn rộng lỗ còn lại và độ chính xác khi đột dập tốt, độ cứng Vickers của pha peclit được điều chỉnh đến không nhỏ hơn 150 HV cũng không lớn hơn 300 HV. Nhân đây, độ cứng Vickers được đo nhờ sử dụng thiết bị đo micro-Vickers.

Hơn nữa, theo sáng chế, khả năng đột dập chính xác của tấm thép được đánh giá bởi phần trăm bề mặt cắt của bề mặt mép được đột dập [= chiều dài của bề mặt cắt/(chiều dài của bề mặt cắt + chiều dài của bề mặt gãy)]. Tấm thép, mà chiều dày của nó bị giảm đến 1,2 mm với phần giữa chiều dày tấm được đặt làm tâm, được đột dập bằng mũi đột dập tròn Φ 10 mm và khuôn dập tròn có khe hở 1%, và số đo chiều dài của bề mặt cắt và chiều dài của bề mặt gãy đối với toàn bộ chu vi của bề mặt mép được đột dập được thực hiện. Sau đó, giá trị tối thiểu của chiều dài của bề mặt cắt trong toàn bộ chu vi của bề mặt mép được đột dập được sử dụng để xác định phần trăm bề mặt cắt.

Nhân đây, phần giữa chiều dày tấm có khả năng ảnh hưởng nhiều nhất đến sự tách ở giữa. Có thể hiểu rằng nếu tấm thép có khả năng đột dập chính xác định trước ở phần giữa chiều dày tấm, thì khả năng đột dập chính xác định trước có thể được thỏa mãn trên toàn bộ chiều dày tấm.

Thành phần hóa học của tấm thép

Tiếp theo, sẽ được trình bày các lý do giới hạn các thành phần của tấm thép cán nguội có độ bền cao của sáng chế. Trong đó, % của hàm lượng là % khối lượng.

C: lớn hơn 0,01% đến 0,4%

C là nguyên tố góp phần vào việc làm tăng độ bền của vật liệu nền, nhưng cũng là nguyên tố tạo thành cacbua trên cơ sở sắt, chẳng hạn như xementit (Fe_3C), trở thành điểm bắt đầu nứt ở thời điểm giãn rộng lỗ. Khi hàm lượng C là ít hơn hoặc bằng 0,01%, không thể thu được hiệu quả cải thiện độ bền bằng cách

tăng bền cấu trúc bởi pha tạo thành sự chuyển hóa nhiệt độ thấp. Khi chứa nhiều hơn 0,4% , sự phân tách ở tâm trở nên đáng kể và cacbua trên cơ sở sắt, chẳng hạn như xementit (Fe_3C), trở thành điểm bắt đầu nứt trong bề mặt cắt thứ cấp ở thời điểm đột dập tăng lên, dẫn đến khả năng đột dập bị suy giảm. Do đó, hàm lượng C được giới hạn trong khoảng từ lớn hơn 0,01% đến ít hơn hoặc bằng 0,4%. Hơn nữa, khi phần dư với độ dẻo được xem xét cùng với sự cải thiện độ bền, hàm lượng C được tốt hơn là ít hơn hoặc bằng 0,20%.

Si: 0,001% đến 2,5%

Si là nguyên tố góp phần vào việc làm tăng độ bền của vật liệu nền, và cũng có một phần làm vật liệu khử oxy ở thép nóng chảy, và do đó được bổ sung khi cần. Đối với hàm lượng Si, khi nhiều hơn hoặc bằng 0,001% được bổ sung, thì hiệu quả nêu trên được thể hiện, nhưng ngay cả khi nhiều hơn 2,5% được bổ sung, thì hiệu quả góp phần vào việc làm tăng độ bền bị bão hòa. Do đó, hàm lượng Si được giới hạn trong khoảng không ít hơn 0,001% cũng không nhiều hơn 2,5%. Hơn nữa, khi nhiều hơn 0,1% Si được bổ sung, thì Si, với sự gia tăng hàm lượng, cản trở sự kết tủa của cacbua trên cơ sở sắt, chẳng hạn như xementit, trong cấu trúc vật liệu và góp phần vào việc làm tăng độ bền và cải thiện khả năng giãn rộng lỗ. Hơn nữa, khi Si vượt quá 1%, hiệu quả ngăn ngừa kết tủa của cacbua trên cơ sở sắt bị bão hòa. Do đó, khoảng mong muốn của hàm lượng Si là lớn hơn 0,1 đến 1%.

Mn: 0,01 đến 4%

Mn là nguyên tố góp phần vào việc cải thiện độ bền bằng cách tăng bền dung dịch rắn và tăng bền tôi và được bổ sung khi cần. Khi hàm lượng Mn nhỏ hơn 0,01%, thì hiệu quả này không thể thu được, và ngay cả khi nhiều hơn 4% được bổ sung, thì hiệu quả này bị bão hòa. Vì lý do này, hàm lượng Mn được giới hạn trong khoảng không ít hơn 0,01% cũng không nhiều hơn 4%. Hơn nữa, để ngăn ngừa sự xuất hiện nứt nóng bởi S, khi các nguyên tố khác với Mn không được bổ sung đầy đủ, lượng của Mn cho phép hàm lượng Mn ($[\text{Mn}]$) và hàm lượng S ($[\text{S}]$) thỏa mãn $[\text{Mn}] / [\text{S}] \geq 20$ tính theo % khối lượng tốt hơn là được

bổ sung. Hơn nữa, Mn là nguyên tố mà, với sự gia tăng hàm lượng, làm mở rộng nhiệt độ vùng austenit đến phía nhiệt độ thấp, làm cải thiện độ thấm tôi, và tạo điều kiện thuận lợi cho sự tạo thành cấu trúc chuyển hóa liên tục khi làm nguội có làm nguội viên mép lỗ ưu việt. Khi hàm lượng Mn nhỏ hơn 1%, hiệu quả này không dễ dàng thể hiện, và do đó nhiều hơn hoặc bằng 1% tốt hơn là được bổ sung.

P: 0,001% đến ít hơn hoặc bằng 0,15%

P là tạp chất được chứa trong sắt nóng chảy, và là nguyên tố mà phân tách ở biên giới hạt và làm giảm độ dai khi gia tăng hàm lượng của nó. Vì lý do này, hàm lượng P càng nhỏ càng tốt, và khi nhiều hơn 0,15% được chứa, P ảnh hưởng bất lợi đến khả năng gia công và khả năng hàn, và do đó P được điều chỉnh để ít hơn hoặc bằng 0,15%. Cụ thể là, khi khả năng giãn rộng lỗ và khả năng hàn được xem xét, hàm lượng P tốt hơn là ít hơn hoặc bằng 0,02%. Giới hạn dưới được điều chỉnh đến 0,001% áp dụng được trong quy trình tinh chế thông thường hiện nay (bao gồm tinh chế thứ cấp).

S: 0,0005% đến ít hơn hoặc bằng 0,03%

S là tạp chất được chứa trong sắt nóng chảy, và là nguyên tố mà không chỉ gây ra nứt ở thời điểm cán nóng mà còn tạo thành các thể lẫn trên cơ sở A, làm suy giảm khả năng giãn rộng lỗ khi hàm lượng của nó quá lớn. Vì lý do này, hàm lượng S cần được giảm càng nhiều càng tốt, nhưng miễn là S là ít hơn hoặc bằng 0,03%, nó giảm xuống trong khoảng được cho phép, sao cho S được điều chỉnh đến ít hơn hoặc bằng 0,03%. Tuy nhiên, mong muốn rằng hàm lượng S, khi khả năng giãn rộng lỗ đến mức độ cần thiết, tốt hơn là ít hơn hoặc bằng 0,01%, và tốt hơn nữa là ít hơn hoặc bằng 0,005%. Giới hạn dưới được điều chỉnh đến 0,0005% áp dụng được trong quy trình tinh chế thông thường hiện nay (bao gồm tinh chế thứ cấp).

Al: 0,001% đến 2%

Để khử oxy thép nóng chảy trong quy trình tinh chế thép, nhiều hơn hoặc bằng 0,001% của Al cần được bổ sung, tuy nhiên giới hạn trên được điều chỉnh

đến 2% do gây ra sự gia tăng chi phí. Hơn nữa, khi Al được bổ sung với các lượng rất lớn, các thể lẫn không kim loại được gia tăng làm cho độ dẻo và độ dai bị suy giảm, do đó Al tốt hơn là ít hơn hoặc bằng 0,06%. Tốt hơn là ít hơn hoặc bằng 0,04%. Hơn nữa, để thu được hiệu quả ngăn ngừa sự kết tủa của cacbua trên cơ sở sắt, chẳng hạn như xementit, trong cấu trúc vật liệu, tương tự với Si, nhiều hơn hoặc bằng 0,016% tốt hơn là được bổ sung. Do đó, tốt hơn là ít hơn 0,016% cũng không nhiều hơn 0,04%.

N: 0,0005% đến ít hơn hoặc bằng 0,01%

Hàm lượng N cần được giảm càng nhiều càng tốt, miễn là nó là ít hơn hoặc bằng 0,01%, nó giảm xuống trong khoảng được cho phép. Đối với tính chống hóa già, tuy nhiên, hàm lượng N tốt hơn là được điều chỉnh đến ít hơn hoặc bằng 0,005%. Giới hạn dưới được điều chỉnh đến 0,0005% áp dụng được trong quy trình tinh chế thông thường hiện nay (bao gồm tinh chế thứ cấp).

Hơn nữa, đối với các nguyên tố mà đã được sử dụng cho đến nay để không chế các thể lẫn và làm cho các kết tủa mịn sao cho khả năng giãn rộng lỗ có thể được cải thiện, một loại hoặc hai hoặc nhiều loại được lựa chọn trong số Ti, Nb, B, Mg, Rem, Ca, Mo, Cr, V, W, Zr, Cu, Ni, As, Co, Sn, Pb, Y, và Hf có thể được chứa.

Ti, Nb, và B cải thiện vật liệu qua cơ chế cố định cacbon và nitơ, tăng bền kết tủa, điều chỉnh kết cấu, tăng bền hạt mịn, và tương tự, sao cho khi cần, 0,001% Ti, 0,001% Nb, và nhiều hơn hoặc bằng 0,0001% B tốt hơn là được bổ sung. Ti tốt hơn là 0,01%, và Nb tốt hơn là nhiều hơn hoặc bằng 0,005%. Tuy nhiên, ngay cả khi chúng được bổ sung quá mức, không thu được hiệu quả đáng kể thay thế cho khả năng gia công và khả năng sản xuất bị suy giảm, do đó giới hạn trên của Ti được điều chỉnh đến 0,2%, giới hạn trên của Nb được điều chỉnh đến 0,2%, và giới hạn trên của B được điều chỉnh đến 0,005%. B tốt hơn là ít hơn hoặc bằng 0,003%.

Mg, Rem, và Ca là các nguyên tố bổ sung quan trọng để làm cho các thể lẫn trở nên vô hại. Giới hạn dưới của mỗi nguyên tố được điều chỉnh đến

0,0001%. Đối với các giới hạn dưới được ưu tiên của chúng, Mg tốt hơn là 0,0005%, Rem tốt hơn là 0,001%, và Ca tốt hơn là 0,0005%. Mặt khác, việc bổ sung chúng quá mức sẽ làm suy giảm độ sạch, do đó giới hạn trên của Mg được điều chỉnh đến 0,01%, giới hạn trên của Rem được điều chỉnh đến 0,1%, và giới hạn trên của Ca được điều chỉnh đến 0,01%. Ca tốt hơn là ít hơn hoặc bằng 0,01%.

Mo, Cr, Ni, W, Zr, và As mỗi nguyên tố trong số chúng có hiệu quả làm tăng độ bền cơ học và cải thiện vật liệu, sao cho khi cần, nhiều hơn hoặc bằng 0,001% của mỗi trong số Mo, Cr, Ni, và W tốt hơn là được bổ sung, và nhiều hơn hoặc bằng 0,0001% của mỗi trong số Zr và As tốt hơn là được bổ sung. Đối với các giới hạn dưới được ưu tiên của chúng, Mo tốt hơn là 0,01%, Cr tốt hơn là 0,01%, Ni tốt hơn là 0,05%, và W tốt hơn là 0,01%. Tuy nhiên, khi chúng được bổ sung quá mức, khả năng gia công bị suy giảm ngược lại, do đó giới hạn trên của Mo được điều chỉnh đến 1,0%, giới hạn trên của Cr được điều chỉnh đến 2,0%, giới hạn trên của Ni được điều chỉnh đến 2,0%, giới hạn trên của W được điều chỉnh đến 1,0%, giới hạn trên của Zr được điều chỉnh đến 0,2%, và giới hạn trên của As được điều chỉnh đến 0,5%. Zr tốt hơn là ít hơn hoặc bằng 0,05%.

V và Cu, tương tự với Nb và Ti, là các nguyên tố bổ sung mà hữu hiệu để tăng bền kết tủa, có khoảng suy giảm ít hơn đối với độ dẻo cục bộ có thể quy cho việc tăng bền bằng cách bổ sung so với các nguyên tố này, và hữu hiệu hơn so với Nb và Ti khi cần đến độ bền cao và khả năng giãn rộng lỗ tốt hơn. Do đó, các giới hạn dưới của V và Cu được điều chỉnh đến 0,001%. Tốt hơn là mỗi trong số chúng nhiều hơn hoặc bằng 0,01%. Việc bổ sung chúng quá mức dẫn tới làm suy giảm khả năng gia công, do đó giới hạn trên của V được điều chỉnh đến 1,0% và giới hạn trên của Cu được điều chỉnh đến 2,0%. V tốt hơn là ít hơn hoặc bằng 0,5%.

Co làm tăng đáng kể điểm chuyển hóa γ thành α , do đó nó là nguyên tố hữu hiệu khi việc cán nóng ở điểm Ar_3 hoặc thấp hơn được quan tâm cụ thể. Để

thu được hiệu quả này, giới hạn dưới được điều chỉnh đến 0,0001%. Tốt hơn là nhiều hơn hoặc bằng 0,001%. Tuy nhiên, khi nó quá nhiều, khả năng hàn bị suy giảm, nên giới hạn trên được điều chỉnh đến 1,0%. Tốt hơn là nó ít hơn hoặc bằng 0,1%.

Sn và Pb là các nguyên tố hữu hiệu để nâng cao khả năng thấm ướt và độ bám dính của đặc tính mạ, và 0,0001% và nhiều hơn hoặc bằng 0,001% có thể được bổ sung lần lượt. Sn tốt hơn là nhiều hơn hoặc bằng 0,001%. Tuy nhiên, khi chúng quá nhiều, vết nứt ở thời điểm sản xuất có khả năng xảy ra, và hơn nữa gây ra sự giảm độ dai, do đó giới hạn trên được điều chỉnh lần lượt đến 0,2% và 0,1%. Sn tốt hơn là ít hơn hoặc bằng 0,1%.

Y và Hf là các nguyên tố hữu hiệu để nâng cao độ bền chống ăn mòn, và 0,001% đến 0,10% có thể được bổ sung. Khi mỗi trong số chúng nhỏ hơn 0,001%, hiệu quả không được xác nhận, và khi chúng được bổ sung vượt quá 0,10%, khả năng giãn rộng lỗ bị suy giảm, nên giới hạn trên được điều chỉnh đến 0,10%.

Xử lý bề mặt

Nhân đây, tấm thép cán nguội có độ bền cao của sáng chế cũng có thể bao gồm, trên bề mặt của tấm thép cán nguội được trình bày như nêu trên, lớp mạ kẽm nhúng-nóng được chế tạo bằng cách xử lý mạ kẽm nhúng nóng, và ngoài ra lớp mạ kẽm được hợp kim hóa bằng cách thực hiện xử lý hợp kim hóa sau khi mạ kẽm. Mặc dù có các lớp mạ kẽm như vậy, khả năng cuộn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác của sáng chế không bị suy giảm. Hơn nữa, mặc dù các lớp được xử lý bề mặt bất kỳ được chế tạo bằng cách tạo thành màng phủ hữu cơ, tạo lớp màng, xử lý bằng muối hữu cơ/muối vô cơ, xử lý không crom, và v.v. được bao gồm, hiệu quả của sáng chế có thể đạt được.

Phương pháp sản xuất tấm thép

Tiếp theo, phương pháp sản xuất tấm thép của sáng chế sẽ được trình bày.

Để đạt được khả năng cuộn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác, quan trọng là tạo thành cấu trúc định hướng ngẫu nhiên đối với mật

độ cực và để sản xuất tấm thép thỏa mãn các điều kiện của các trị số r theo hướng tương ứng. Các chi tiết về điều kiện sản xuất để thỏa mãn đồng thời chúng sẽ được mô tả dưới đây.

Phương pháp sản xuất trước khi cán nóng không bị giới hạn cụ thể. Tức là, tiếp theo việc làm nóng chảy bằng lò đứng, lò điện, hoặc tương tự, chỉ cần thực hiện thay đổi tinh chế thứ cấp, nhờ vậy thực hiện điều chỉnh để có các thành phần nêu trên và tiếp theo thực hiện đúc bằng cách đúc liên tục thông thường, hoặc phương pháp đúc thổi, hoặc ngoài ra bằng cách đúc phôi tấm mỏng, hoặc tương tự. Trong trường hợp đúc liên tục, có thể là phôi tấm đúc được làm nguội một lần xuống đến nhiệt độ thấp và sau đó được nung nóng lại tiếp theo được cho cán nóng, hoặc cũng có thể là phôi tấm đúc được cho cán nóng liên tục. Thép vụn cũng có thể được sử dụng làm nguyên liệu.

Bước cán nóng thứ nhất

Phôi tấm được lấy ra từ lò nung được tiến hành quy trình cán thô là bước cán nóng thứ nhất để được cán thô, và nhờ vậy thu được thanh cán thô. Tấm thép theo sáng chế cần phải thỏa mãn các yêu cầu sau đây. Trước hết, đường kính hạt austenit sau khi cán thô, tức là đường kính hạt austenit trước khi cán hoàn thiện, là quan trọng. Đường kính hạt austenit trước khi cán hoàn thiện tốt hơn là nhỏ, và đường kính hạt austenit nhỏ hơn hoặc bằng 200 μm đóng góp nhiều vào việc tạo ra độ mịn của các hạt tinh thể và đồng nhất hóa các hạt tinh thể, nhờ vậy làm cho có thể phân tán mịn và đồng đều mactensit cần được tạo thành trong phương pháp dưới đây.

Để thu được đường kính hạt austenit nhỏ hơn hoặc bằng 200 μm trước khi cán hoàn thiện, cần phải thực hiện bước cán với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là lớn hơn hoặc bằng 40% bằng một hoặc nhiều lần cán thô ở khoảng nhiệt độ từ 1000 đến 1200°C.

Đường kính hạt austenit trước khi cán hoàn thiện tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 100 μm , và để thu được đường kính hạt này, bước cán ở nhiều hơn hoặc bằng 40% được thực hiện nhiều hơn hoặc bằng hai lần. Tuy nhiên, khi cán thô,

mức độ giảm tiết diện lớn hơn 70% và bước cán được thực hiện nhiều hơn 10 lần, có e ngại rằng nhiệt độ cán giảm hoặc vẩy được tạo thành quá mức.

Theo cách này, khi đường kính hạt austenit trước khi cán hoàn thiện được điều chỉnh đến nhỏ hơn hoặc bằng 200 μm , sự kết tinh lại của austenit được thúc đẩy khi cán hoàn thiện, và cụ thể là, trị số r_L và trị số r_{30} được điều chỉnh, dẫn đến hữu hiệu để nâng cao khả năng giãn rộng lỗ.

Giả sử rằng bởi vì biên giới hạt austenit sau khi cán thô (tức là trước khi cán hoàn thiện) đóng vai trò như một nhân tái kết tinh trong khi cán hoàn thiện. Đường kính hạt austenit sau khi cán thô được xác nhận theo cách mà miếng thép trước khi được cho qua cán hoàn thiện được tôi càng nhiều càng tốt, (mà được làm nguội ở tốc độ nhiều hơn hoặc bằng 10°C/giây, chẳng hạn), và mặt cắt ngang của miếng thép được khắc ăn mòn để làm cho biên giới hạt austenit xuất hiện, và biên giới hạt austenit được quan sát bằng kính hiển vi quang học. Trong trường hợp này, ở độ phóng đại là nhiều hơn hoặc bằng 50, đường kính hạt austenit ở nhiều hơn hoặc bằng 20 thị trường được đo bằng cách phân tích hình ảnh hoặc phương pháp đếm điểm.

Để r_C và r_{30} có thể thỏa mãn các giá trị xác định nêu trên, đường kính hạt austenit sau khi cán thô, tức là trước khi cán hoàn thiện là quan trọng. Như được thể hiện trên Fig.8 và Fig.9, đường kính hạt austenit trước khi cán hoàn thiện tốt hơn là nhỏ, và nó được chế tạo miễn là nó nhỏ hơn hoặc bằng 200 μm , r_C và r_{30} thỏa mãn các giá trị nêu trên.

Bước cán nóng thứ hai

Sau khi bước cán thô (bước cán nóng thứ nhất) được hoàn tất, bước cán hoàn thiện là bước cán nóng thứ hai được bắt đầu. Thời gian giữa lúc hoàn thiện bước cán thô và bắt đầu bước cán hoàn thiện tốt hơn là được điều chỉnh đến 150 giây hoặc ngắn hơn.

Trong bước cán hoàn thiện (bước cán nóng thứ hai), nhiệt độ bắt đầu cán hoàn thiện tốt hơn là được điều chỉnh đến 1000°C hoặc cao hơn. Khi nhiệt độ bắt đầu cán hoàn thiện thấp hơn 1000°C, ở mỗi rãnh cán hoàn thiện, nhiệt độ cán

được tác dụng lên thép đã cán thô cần được cán bị giảm, bước giảm tiết diện được thực hiện ở vùng nhiệt độ không tái kết tinh, cấu trúc định hướng phát triển, và do đó tính đẳng hướng bị suy giảm.

Nhân đây, giới hạn trên của nhiệt độ bắt đầu cán hoàn thiện không bị giới hạn cụ thể. Tuy nhiên, khi nó là 1150°C hoặc cao hơn, thì bọt khí là điểm bắt đầu của khuyết tật dạng vảy hình kim có khả năng xuất hiện giữa sắt nền của tấm thép và lớp vảy cán bề mặt trước khi cán hoàn thiện và giữa các rãnh cán, và do đó nhiệt độ bắt đầu cán hoàn thiện tốt hơn là thấp hơn 1150°C.

Khi cán hoàn thiện, nhiệt độ được xác định bởi thành phần hóa học của tấm thép được điều chỉnh đến T1, và ở khoảng nhiệt độ không thấp hơn T1 + 30°C cũng không cao hơn T1 + 200°C, việc cán ở nhiều hơn hoặc bằng 30% được thực hiện trong một rãnh cán ít nhất một lần. Hơn nữa, khi cán hoàn thiện, tổng tỷ lệ giảm tiết diện khi cán được điều chỉnh đến nhiều hơn hoặc bằng 50%. Bằng cách thỏa mãn điều kiện này, nằm trong khoảng 5/8 đến 3/8 theo chiều dày tấm tính 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 nên ít hơn hoặc bằng 6,5 và mật độ cực của định hướng tinh thể {332}<113> trở nên ít hơn hoặc bằng 5,0. Điều này giúp cho có thể đảm bảo khả năng cuốn mép ưu việt và khả năng đột dập chính xác.

Trong đó, T1 là nhiệt độ được tính toán bởi biểu thức (1) dưới đây:

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

Biểu thức (1)

C, N, Mn, Nb, Ti, B, Cr, Mo, và V mỗi trong số chúng thể hiện hàm lượng nguyên tố đó (% khối lượng). Nhân đây, khi không chứa Ti, B, Cr, Mo, và V, phép tính được thực hiện theo cách xét đến Ti, B, Cr, Mo, và V bằng không.

Trên Fig.10 và Fig.11, mối tương quan giữa mức độ giảm tiết diện trong mỗi vùng nhiệt độ và mật độ cực trong mỗi định hướng được thực hiện. Như

được thể hiện trên Fig.10 và Fig.11, sự giảm mạnh tiết diện khi cán ở vùng nhiệt độ không thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ cũng không cao hơn $T1 + 200^{\circ}\text{C}$ và sự giảm nhẹ tiết diện khi cán ở $T1$ hoặc cao hơn và thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ sau khi điều chỉnh giá trị trung bình của các mật độ cực của nhóm định hướng $\{100\}<011>$ đến $\{223\}<110>$ và mật độ cực của định hướng tinh thể $\{332\}<113>$ nằm trong khoảng 5/8 đến 3/8 theo chiều dày tấm tính từ bề mặt của tấm thép, và nhờ vậy khả năng giãn rộng lỗ của sản phẩm cuối được cải thiện mạnh, như được thể hiện trong các bảng 2 và 3 của các ví dụ được mô tả dưới đây.

Bản thân nhiệt độ $T1$ thu được theo kinh nghiệm. Các tác giả sáng chế đã tìm ra theo kinh nghiệm bởi các thử nghiệm mà tái kết tinh ở vùng austenit của mỗi thép được thúc đẩy trên cơ sở nhiệt độ $T1$. Để thu được khả năng giãn rộng lỗ tốt hơn, điều này là quan trọng để tích lũy ứng suất bằng cách giảm mạnh tiết diện khi cán, và tổng tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là nhiều hơn hoặc bằng 50% là cần thiết khi cán hoàn thiện. Hơn nữa, tốt hơn là mức độ giảm tiết diện khi cán là nhiều hơn hoặc bằng 70%, và mặt khác, nếu tỷ lệ giảm tiết diện khi cán lớn hơn 90% được lấy, thì việc đảm bảo nhiệt độ và mức độ bổ sung khi cán dư thu được thêm.

Khi tổng tỷ lệ giảm tiết diện khi cán ở vùng nhiệt độ không thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ cũng không cao hơn $T1 + 200^{\circ}\text{C}$ nhỏ hơn 50%, ứng suất cán được tích lũy trong khi cán nóng là không đạt yêu cầu và sự kết tinh lại của austenit không tiến hành đạt yêu cầu. Do đó, cấu trúc định hướng phát triển và tính đẳng hướng bị suy giảm. Khi tổng tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là nhiều hơn hoặc bằng 70%, có thể thu được đầy đủ tính đẳng hướng mặc dù sự thay đổi có thể quy cho sự thăng giáng nhiệt độ hoặc tương tự được xem xét. Mặt khác, khi tổng tỷ lệ giảm tiết diện khi cán vượt quá 90%, thì khó có thể thu được khoảng nhiệt độ thấp hơn hoặc bằng $T1 + 200^{\circ}\text{C}$ do sự sinh nhiệt khi gia công, và ngoài ra tải trọng khi cán tăng lên dẫn tới nguy cơ là việc thực hiện quá trình cán trở nên khó khăn.

Khi cán hoàn thiện, để thúc đẩy sự tái kết tinh đồng đều gây ra bởi sự giải phóng ứng suất tích lũy, mức độ cán nhiều hơn hoặc bằng 30% được thực hiện trong một rãnh cán ít nhất một lần ở nhiệt độ không thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ cũng không cao hơn $T1 + 200^{\circ}\text{C}$.

Nhân đây, để thúc đẩy sự tái kết tinh đồng đều gây ra bởi sự giải phóng ứng suất tích lũy, cần phải ngăn ngừa mức độ gia công ở khoảng nhiệt độ thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ càng thấp càng tốt. Để đạt được điều này, tỷ lệ giảm tiết diện ở thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ tốt hơn là ít hơn hoặc bằng 30%. Đối với độ chính xác về chiều dày và hình dạng tấm, tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là ít hơn hoặc bằng 10% được mong muốn. Khi khả năng giãn rộng lỗ được nhân mạnh hơn, tỷ lệ giảm tiết diện khi cán ở vùng nhiệt độ thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ tốt hơn là 0%.

Bước cán hoàn thiện tốt hơn là được thực hiện ở $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ hoặc cao hơn. Nếu tỷ lệ giảm tiết diện khi cán ở vùng nhiệt độ $T1$ hoặc cao hơn và thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ là lớn, thì các hạt austenit tái kết tinh có dạng dài, và nếu thời gian lưu là ngắn, thì sự tái kết tinh không tiến hành đủ, do đó làm cho khả năng giãn rộng lỗ bị suy giảm. Tức là, liên quan đến các điều kiện sản xuất của sáng chế, bằng cách làm cho austenit tái kết tinh đồng đều và mịn khi cán hoàn thiện, cấu trúc định hướng của sản phẩm được điều chỉnh và khả năng giãn rộng lỗ được cải thiện.

Tỷ lệ cán có thể thu được bằng cách thể hiện thực tế hoặc tính toán từ tải trọng cán, đo chiều dày tấm, hoặc/và tương tự. Nhiệt độ có thể được đo trong thực tế bằng các nhiệt kế giữa các giá cán, hoặc có thể thu được bằng cách tính toán mô phỏng xét đến sự sinh nhiệt khi gia công từ tốc độ dây chuyền, tỷ lệ giảm tiết diện khi cán, hoặc/và tương tự. Nhờ vậy, có thể dễ dàng xác nhận có hoặc không cán được quy định theo sáng chế được thực hiện.

Các bước cán nóng được thực hiện như trên (bước cán nóng thứ nhất và thứ hai) được hoàn tất ở nhiệt độ chuyển hóa Ar_3 hoặc cao hơn. Khi bước cán nóng được hoàn tất ở Ar_3 hoặc thấp hơn, thì sản phẩm cán nóng trở thành sản phẩm cán vùng hai pha của austenit và ferit, và việc tích tụ tới nhóm định hướng

$\{100\}<011>$ đến $\{223\}<110>$ trở nên mạnh. Kết quả là, khả năng giãn rộng lỗ bị suy giảm đáng kể.

Để thu được độ bền tốt hơn và thỏa mãn tỷ lệ giãn rộng lỗ ≥ 30000 bằng cách điều chỉnh rL theo hướng cán và r60 theo hướng 60° so với hướng cán đến $rL \geq 0,70$ và $r60 \leq 1,10$ một cách tương ứng, mức độ sinh nhiệt khi gia công tối đa ở thời điểm giảm tiết diện không thấp hơn $T1 + 30^\circ\text{C}$ cũng không cao hơn $T1 + 200^\circ\text{C}$, tức là giới hạn tăng nhiệt độ ($^\circ\text{C}$) bằng cách giảm tiết diện tốt hơn là được hạn chế đến thấp hơn hoặc bằng 18°C . Để đạt được điều này, việc làm nguội giữa các giá cán hoặc tương tự mong muốn được áp dụng.

Bước làm nguội-cán làm nguội sơ bộ

Sau khi giảm tiết diện với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là nhiều hơn hoặc bằng 30% được thực hiện khi cán hoàn thiện, bước làm nguội-cán làm nguội sơ bộ được bắt đầu theo cách sao cho thời gian chờ t giây thỏa mãn biểu thức (2) dưới đây.

$$t \leq 2,5 \times t_1$$

Biểu thức (2)

Trong đó, t_1 thu được bởi biểu thức (3) dưới đây:

$$t_1 = 0,001 \times ((T_f - T_1) \times P1/100)^2 - 0,109 \times ((T_f - T_1) \times P1/100) + 3,1$$

Biểu thức (3)

Trong đó, trong biểu thức (3) trên đây, T_f thể hiện nhiệt độ của phôi cán thép thu được sau khi giảm tiết diện lần cuối với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là nhiều hơn hoặc bằng 30%, và $P1$ thể hiện tỷ lệ giảm tiết diện khi cán của việc giảm tiết diện lần cuối là nhiều hơn hoặc bằng 30%.

Nhân đây, thuật ngữ “mức độ giảm tiết diện cuối cùng với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là nhiều hơn hoặc bằng 30%” chỉ mức độ cán được thực hiện lần cuối cùng trong số các lần cán mà tỷ lệ giảm tiết diện khi cán của chúng trở nên nhiều hơn hoặc bằng 30% trong số các mức độ cán trong nhiều rãnh cán khi cán hoàn thiện. Ví dụ, khi trong số các mức độ cán trong nhiều rãnh cán được thực

hiện khi cán hoàn thiện, thì tỷ lệ giảm tiết diện khi cán của lần cán được thực hiện ở giai đoạn cuối là nhiều hơn hoặc bằng 30%, mức độ cán được thực hiện ở giai đoạn cuối là “mức độ giảm tiết diện khi cán cuối cùng với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là nhiều hơn hoặc bằng 30%.” Hơn nữa, khi trong số các mức độ cán trong nhiều rãnh cán được thực hiện khi cán hoàn thiện, thì tỷ lệ giảm tiết diện khi cán của mức độ cán được thực hiện trước giai đoạn cuối cùng là nhiều hơn hoặc bằng 30% và sau khi mức độ cán được thực hiện trước giai đoạn cuối cùng (cán với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là nhiều hơn hoặc bằng 30%) được thực hiện, mức độ cán, mà tỷ lệ giảm tiết diện khi cán của nó trở nên nhiều hơn hoặc bằng 30%, không được thực hiện, mức độ cán được thực hiện trước giai đoạn cuối cùng (cán với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là nhiều hơn hoặc bằng 30%) là “mức độ giảm tiết diện cuối cùng với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là nhiều hơn hoặc bằng 30%.”

Khi cán hoàn thiện, thì thời gian chờ t giây cho đến khi bước làm nguội-cán làm nguội sơ bộ được bắt đầu sau khi giảm tiết diện lần cuối với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là nhiều hơn hoặc bằng 30% được thực hiện ảnh hưởng mạnh đến đường kính hạt austenit. Tức là, nó ảnh hưởng mạnh đến phân hạt đẳng trục và tỷ lệ diện tích hạt thô của tấm thép.

Khi thời gian chờ t vượt quá $t_1 \times 2,5$, thì việc tái kết tinh hầu như hoàn tất, tuy nhiên các hạt tinh thể phát triển đáng kể và quá trình làm thô hạt tiên triển, và do đó các trị số r và độ giãn dài giảm đi.

Thời gian chờ t giây còn thỏa mãn biểu thức (2a) dưới đây, nhờ vậy làm cho có thể ngăn ngừa một cách ưu tiên sự phát triển của các hạt tinh thể. Do đó, mặc dù sự tái kết tinh không tiến hành đủ, có thể cải thiện đủ độ giãn dài của tấm thép và đồng thời cải thiện đặc tính nứt gãy.

$$t < t_1$$

Biểu thức (2a)

Đồng thời, thời gian chờ t giây còn thỏa mãn biểu thức (2b) dưới đây, và do đó sự tái kết tinh phát triển đủ và định hướng tinh thể là ngẫu nhiên. Do đó,

có thể cải thiện đầy đủ độ giãn dài của tấm thép và đồng thời cải thiện mạnh tính đẳng hướng.

$$t_1 \leq t \leq t_1 \times 2,5$$

Biểu thức (2b)

Trong đó, như được thể hiện trên Fig.12, trên dây chuyền cán nóng liên tục 1, phôi thép (phôi tấm) được nung nóng đến nhiệt độ định trước trong lò nung được cán trong máy cán thô 2 và trong máy cán hoàn thiện 3 một cách tuần tự để trở thành tấm thép cán nóng 4 có chiều dày định trước, và tấm thép cán nóng 4 được mang lên bàn tháo 5. Trong phương pháp sản xuất của sáng chế, trong bước cán thô (bước cán nóng thứ nhất) được thực hiện trong máy cán thô 2, việc cán với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là nhiều hơn hoặc bằng 40% được thực hiện trên phôi thép (phôi tấm) một lần hoặc nhiều lần ở nhiệt độ nằm trong khoảng không thấp hơn 1000°C cũng không cao hơn 1200°C.

Phôi cán thô được cán tới chiều dày định trước trong máy cán thô 2 theo cách này tiếp theo được cán hoàn thiện (được cho qua bước cán nóng thứ hai) qua các giá cán 6 của máy cán hoàn thiện 3 để trở thành tấm thép cán nóng 4. Sau đó, trong máy cán hoàn thiện 3, mức độ cán nhiều hơn hoặc bằng 30% được thực hiện trong một rãnh cán ít nhất một lần ở vùng nhiệt độ không thấp hơn nhiệt độ $T_1 + 30^\circ\text{C}$ cũng không cao hơn $T_1 + 200^\circ\text{C}$. Hơn nữa, trong máy cán hoàn thiện 3, tổng tỷ lệ giảm tiết diện khi cán trở nên nhiều hơn hoặc bằng 50%.

Hơn nữa, khi tiến hành cán hoàn thiện, sau khi giảm tiết diện lần cuối với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là nhiều hơn hoặc bằng 30% được thực hiện, thì bước làm nguội-cán làm nguội sơ bộ được bắt đầu theo cách sao cho thời gian chờ t gây thỏa mãn biểu thức (2) trên đây hoặc một trong số biểu thức (2a) hoặc (2b) trên đây. Việc bắt đầu bước làm nguội trước khi-cán nguội được thực hiện bằng các vòi phun làm nguội trong giá cán 10 được bố trí giữa hai giá cán 6 tương ứng của máy cán hoàn thiện 3, hoặc các vòi phun làm nguội 11 được bố trí trong bàn tháo 5.

Ví dụ, khi giảm tiết diện lần cuối với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là nhiều hơn hoặc bằng 30% được thực hiện chỉ ở giá cán 6 được bố trí ở giai đoạn đầu

của máy cán hoàn thiện 3 (ở phía trái trên Fig.12, ở trước bước cán) và mức độ cán mà tỷ lệ giảm tiết diện khi cán của nó trở nên nhiều hơn hoặc bằng 30% không được thực hiện ở giá cán 6 được bố trí ở giai đoạn sau của máy cán hoàn thiện 3 (ở phía phải trên Fig.12, ở sau bước cán), nếu việc bắt đầu bước làm nguội-cán làm nguội sơ bộ được thực hiện bởi các vòi phun làm nguội 11 được bố trí trong bàn tháo 5, trường hợp mà thời gian chờ t giây không thỏa mãn biểu thức (2) trên đây hoặc các biểu thức (2a) và (2b) trên đây đôi khi xảy ra. Trong trường hợp như vậy, bước làm nguội-cán làm nguội sơ bộ được bắt đầu bằng các vòi phun làm nguội giữa các giá cán 10 được bố trí giữa hai giá cán 6 tương ứng của máy cán hoàn thiện 3.

Hơn nữa, ví dụ, khi giảm tiết diện lần cuối với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là nhiều hơn hoặc bằng 30% được thực hiện ở giá cán 6 được bố trí ở giai đoạn sau của máy cán hoàn thiện 3 (ở bên phải trên Fig.12, ở sau bước cán), thì mặc dù việc bắt đầu bước làm nguội-cán làm nguội sơ bộ được thực hiện bởi các vòi phun làm nguội 11 được bố trí trong bàn tháo 5, đôi khi có trường hợp mà thời gian chờ t giây có thể thỏa mãn biểu thức (2) trên đây hoặc các biểu thức (2a) và (2b) trên đây. Trong trường hợp như vậy, bước làm nguội-cán làm nguội sơ bộ cũng có thể được bắt đầu bởi các vòi phun làm nguội 11 được bố trí trong bàn tháo 5. Khởi phải nói, miễn là việc thực hiện giảm tiết diện lần cuối với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là nhiều hơn hoặc bằng 30% được hoàn tất, bước làm nguội-cán làm nguội sơ bộ cũng có thể được bắt đầu bởi các vòi phun làm nguội giữa các giá cán 10 được bố trí giữa hai giá cán 6 tương ứng của máy cán hoàn thiện 3.

Sau đó, trong bước làm nguội-cán làm nguội sơ bộ này, việc làm nguội mà ở tốc độ làm nguội trung bình lớn hơn hoặc bằng $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, sự thay đổi nhiệt độ (giảm nhiệt độ) trở nên không thấp hơn 40°C cũng không cao hơn 140°C được thực hiện.

Khi mức độ thay đổi nhiệt độ nhỏ hơn 40°C , thì các hạt austenit kết tinh lại phát triển và độ dai ở nhiệt độ thấp bị suy giảm. Mức độ thay đổi nhiệt độ

được điều chỉnh đến 40°C hoặc cao hơn, nhờ vậy làm cho có thể ngăn ngừa sự làm thô của các hạt austenit. Khi mức độ thay đổi nhiệt độ nhỏ hơn 40°C , thì không thể thu được hiệu quả này. Mặt khác, khi mức độ thay đổi nhiệt độ vượt quá 140°C , thì sự tái kết tinh trở nên không đủ nên khó có thể thu được cấu trúc định hướng ngẫu nhiên theo mục tiêu. Hơn nữa, pha ferit hữu hiệu đối với độ giãn dài cũng không dễ dàng được chứa và độ cứng của pha ferit trở nên cao, và do đó khả năng giãn rộng lỗ cũng bị suy giảm. Hơn nữa, khi mức độ thay đổi nhiệt độ lớn hơn 140°C , thì sự quá mức đến/vượt quá nhiệt độ chuyển hóa Ar_3 có khả năng xảy ra. Trong trường hợp này, ngay cả bởi sự chuyển hóa từ austenit tái kết tinh, kết quả của việc đột ngột lựa chọn biến, cấu trúc định hướng được tạo thành và tính đẳng hướng do đó cũng giảm.

Khi tốc độ làm nguội trung bình trong bước làm nguội-cán làm nguội sơ bộ nhỏ hơn $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, thì như mong đợi, các hạt austenit kết tinh lại phát triển và độ dai ở nhiệt độ thấp bị suy giảm. Giới hạn trên của tốc độ làm nguội trung bình không được xác định một cách cụ thể, nhưng đối với hình dạng tấm thép, ít hơn hoặc bằng $200^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ được xem là thích hợp.

Hơn nữa, như đã được trình bày trên đây, để thúc đẩy sự tái kết tinh đồng đều, mức độ gia công ở vùng nhiệt độ thấp hơn $T_1 + 30^{\circ}\text{C}$ tốt hơn là càng nhỏ càng tốt và tỷ lệ giảm tiết diện khi cán ở vùng nhiệt độ thấp hơn $T_1 + 30^{\circ}\text{C}$ tốt hơn là ít hơn hoặc bằng 30%. 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.12, khi đi qua một hoặc hai hoặc nhiều thành phần trong số các giá cán 6 được bố trí ở phía giai đoạn đầu (ở phía trái trên Fig.12, phía trước bước cán), thì tấm thép là ở vùng nhiệt độ không thấp hơn $T_1 + 30^{\circ}\text{C}$ cũng không cao hơn $T_1 + 200^{\circ}\text{C}$, và khi đi qua một hoặc hai hoặc nhiều thành phần trong số các giá cán 6 được bố trí ở phía giai đoạn sau tiếp theo (ở phía phải trên Fig.12, phía sau bước cán), tấm thép ở vùng nhiệt độ thấp hơn $T_1 + 30^{\circ}\text{C}$, khi tấm thép đi qua một hoặc hai hoặc nhiều thành phần trong số các giá cán 6 được bố trí ở phía giai đoạn sau tiếp theo (ở phía phải trên Fig.12, phía sau bước cán), thì mặc dù việc giảm tiết diện

không được thực hiện hoặc được thực hiện, tỷ lệ giảm tiết diện ở thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ tốt hơn là ít hơn hoặc bằng 30% tính theo tổng số. Độ với độ chính xác của chiều dày tấm và hình dạng tấm, tỷ lệ giảm tiết diện ở thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ tốt hơn là mức độ giảm tiết diện ít hơn hoặc bằng 10% tính theo tổng số. Khi tính đẳng hướng thu được tiếp, thì tỷ lệ giảm tiết diện khi cán ở vùng nhiệt độ thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ tốt hơn là 0%.

Trong phương pháp sản xuất của sáng chế, tốc độ cán không bị giới hạn cụ thể. Tuy nhiên, khi tốc độ cán ở phía giá cán cuối cùng của bước cán hoàn thiện nhỏ hơn 400 mpm, thì hạt γ phát triển trở thành thô, các vùng trong đó ferit có thể kết tủa để thu được độ giãn dài bị giảm, và do đó độ giãn dài có khả năng bị suy giảm. Mặc dù giới hạn trên của tốc độ cán không bị giới hạn cụ thể, hiệu quả của sáng chế có thể đạt được, nhưng trong thực tế tốc độ cán là nhỏ hơn hoặc bằng 1800 mpm do hạn chế của thiết bị. Do đó, trong bước cán hoàn thiện, tốc độ cán tốt hơn là không ít hơn 400 mpm cũng không nhiều hơn 1800 mpm. Hơn nữa, trong bước cán nóng, các phôi cán cũng có thể được nối sau khi cán thô để được cho cán hoàn thiện một cách liên tục. Trong trường hợp này, các phôi cán thô cũng có thể được cuộn thành hình dạng cuộn một lần, được bảo quản trong vỏ có chức năng cách nhiệt khi cần, và lại được tháo cuộn để nối.

Cuộn

Sau khi thu được theo cách này, tấm thép cán nóng có thể được cuộn ở thấp hơn hoặc bằng 650°C . Khi nhiệt độ cuộn vượt quá 650°C , thì tỷ lệ diện tích của cấu trúc ferit tăng lên và tỷ lệ diện tích của peclit không trở nên lớn hơn 5%.

Cán nguội

Tấm ban đầu được cán nóng được sản xuất như mô tả trên đây được tẩy gỉ khi cần được cho cán nguội với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán bằng không ít hơn 40% cũng không nhiều hơn 80%. Khi tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là ít hơn hoặc bằng 40%, thì trở nên khó làm cho tái kết tinh khi nung nóng và duy trì sau đó, dẫn đến phân hạt đẳng trục giảm và ngoài ra các hạt tinh thể sau khi nung nóng trở nên thô. Khi việc cán ở mức độ trên 80% được thực hiện, thì cấu trúc định

hướng được phát triển ở thời điểm nung nóng, và do đó tính dị hướng trở nên mạnh. Do đó, tỷ lệ giảm tiết diện khi cán của bước cán nguội được điều chỉnh đến không ít hơn 40% cũng không nhiều hơn 80%.

Nung nóng và duy trì

Tấm thép, mà đã được cho qua bước cán nguội (tấm thép cán nguội) sau đó, được nung nóng lên đến khoảng nhiệt độ từ 750 đến 900°C và được duy trì trong khoảng thời gian không ngắn hơn 1 giây đến không dài hơn 300 giây ở vùng nhiệt độ từ 750 đến 900°C. Khi nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ này hoặc thời gian ngắn hơn thời gian này, thì sự chuyển hóa ngược từ ferit thành austenit không tiến hành đủ và trong bước làm nguội tiếp theo, pha thứ hai không thể thu được, dẫn đến không thể thu được đủ độ bền. Mặt khác, khi nhiệt độ cao hơn nhiệt độ này hoặc việc duy trì được tiếp tục trong 300 giây hoặc lâu hơn, thì các hạt tinh thể trở nên thô.

Khi tấm thép sau bước cán nguội được nung nóng đến khoảng nhiệt độ từ 750 đến 900°C theo cách này, thì tốc độ nung nóng trung bình không thấp hơn nhiệt độ trong phòng cũng không cao hơn 650°C được điều chỉnh đến HR1 (°C/giây) được biểu thị bởi biểu thức (5) dưới đây, và tốc độ nung nóng trung bình cao hơn 650°C đến khoảng nhiệt độ từ 750 đến 900°C được điều chỉnh đến HR2 (°C/giây) được biểu thị bởi biểu thức (6) dưới đây.

$$HR1 \geq 0,3$$

Biểu thức (5)

$$HR2 \leq 0,5 \times HR1$$

Biểu thức (6)

Bước cán nóng được thực hiện dưới điều kiện nêu trên, và ngoài ra bước làm nguội-cán làm nguội sơ bộ được thực hiện, và do đó làm mịn các hạt tinh thể và đạt được tính ngẫu nhiên của các định hướng tinh thể. Tuy nhiên, nhờ thực hiện bước cán nguội sau đó, cấu trúc định hướng phát triển mạnh và cấu trúc định hướng trở nên có khả năng ở lại trong tấm thép. Kết quả là, các trị số r và độ giãn dài của tấm thép giảm và tính đẳng hướng giảm. Do đó, mong muốn là tạo ra cấu trúc định hướng mà được phát triển bởi bước cán nguội biến mất

càng nhiều càng tốt bằng cách thực hiện một cách thích hợp bước nung nóng thực hiện sau bước cán nguội. Để đạt được điều này, cần phải chia tốc độ nung nóng trung bình của bước nung nóng thành hai giai đoạn được biểu thị bởi các biểu thức (5) và (6) trên đây.

Lý do chi tiết tại sao cấu trúc định hướng và các đặc tính của tấm thép được cải thiện bằng cách nung nóng hai giai đoạn là không rõ ràng, nhưng hiệu quả này được cho rằng liên quan đến sự phục hồi chuyển vị xảy ra ở thời điểm bước cán nguội và sự tái kết tinh. Tức là, lực dẫn động của sự tái kết tinh xảy ra trong tấm thép bằng cách nung nóng là ứng suất được tích tụ trong tấm thép bởi bước cán nguội. Khi tốc độ nung nóng trung bình HR1 ở nhiệt độ nằm trong khoảng không thấp hơn nhiệt độ trong phòng cũng không cao hơn 650°C là nhỏ, thì sự chuyển vị gây ra bởi bước cán nguội phục hồi và sự tái kết tinh không xảy ra. Kết quả là, cấu trúc định hướng mà phát triển ở thời điểm bước cán nguội vẫn còn nguyên như vậy và các đặc tính như tính đẳng hướng bị suy giảm. Khi tốc độ nung nóng trung bình HR1 ở nhiệt độ nằm trong khoảng không thấp hơn nhiệt độ trong phòng cũng không cao hơn 650°C nhỏ hơn $0,3^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, thì sự chuyển vị gây ra bởi bước cán nguội phục hồi, dẫn đến cấu trúc định hướng tạo thành mạnh mẽ ở thời điểm bước cán nguội vẫn còn lại. Do đó, cần phải điều chỉnh tốc độ nung nóng trung bình HR1 ở nhiệt độ nằm trong khoảng không thấp hơn nhiệt độ trong phòng cũng không cao hơn 650°C đến nhiều hơn hoặc bằng $0,3 (^{\circ}\text{C}/\text{giây})$.

Mặt khác, khi tốc độ nung nóng trung bình HR2 cao hơn 650°C đến khoảng nhiệt độ từ 750 đến 900°C là lớn, thì ferit tồn tại trong tấm thép sau bước cán nguội không tái kết tinh và ferit không tái kết tinh này ở trạng thái được gia công vẫn ở lại. Khi thép chứa C với lượng lớn hơn $0,01\%$ được nung nóng một cách cụ thể thành vùng hai pha của ferit và austenit, thì austenit tạo thành làm chặn sự phát triển của ferit tái kết tinh, và do đó ferit không tái kết tinh trở nên có nhiều khả năng ở lại. Ferit không tái kết tinh này có cấu trúc định hướng mạnh, do đó ảnh hưởng bất lợi đến các đặc tính như các trị số r và tính

đẳng hướng, và ferit không tái kết tinh này chứa nhiều chuyển vị, do đó làm suy giảm nghiêm trọng độ giãn dài. Do đó, ở nhiệt độ nằm trong khoảng cao hơn 650°C đến khoảng nhiệt độ từ 750 đến 900°C, tốc độ nung nóng trung bình HR2 cần phải là ít hơn hoặc bằng $0,5 \times \text{HR1}$ (°C/giây).

Làm nguội sơ cấp-cán làm nguội sau

Sau khi bước duy trì được thực hiện trong thời gian định trước trong khoảng nhiệt độ nêu trên, bước làm nguội sơ cấp-cán làm nguội sau được thực hiện xuống đến khoảng nhiệt độ không thấp hơn 580°C cũng không cao hơn 750°C ở tốc độ làm nguội trung bình không nhỏ hơn 1°C/giây cũng không lớn hơn 10°C/giây.

Duy trì

Sau khi bước làm nguội sơ cấp-cán làm nguội sau được hoàn tất, bước duy trì được thực hiện trong khoảng thời gian không ngắn hơn 1 giây đến không dài hơn 1000 giây dưới điều kiện, mà trong đó tốc độ giảm nhiệt độ là nhỏ hơn hoặc bằng 1°C/giây.

Làm nguội thứ cấp-cán làm nguội sau

Sau bước duy trì nêu trên, bước làm nguội thứ cấp-cán làm nguội sau được thực hiện ở tốc độ làm nguội trung bình là nhỏ hơn hoặc bằng 5°C/giây. Khi tốc độ làm nguội trung bình của bước làm nguội thứ cấp-cán làm nguội sau là lớn hơn 5°C/giây, thì tổng của bainit và mactensit trở nên nhiều hơn hoặc bằng 5% và khả năng đột dập chính xác giảm, dẫn đến không được ưu tiên.

Trên tấm thép cán nguội được sản xuất như nêu trên, việc xử lý mạ kẽm nhúng nóng, và ngoài ra tiếp theo việc xử lý mạ kẽm, việc xử lý hợp kim hóa cũng có thể được thực hiện khi cần. Việc xử lý mạ kẽm nhúng nóng có thể được thực hiện khi làm nguội sau khi duy trì ở vùng nhiệt độ không thấp hơn 750°C cũng không cao hơn 900°C như nêu trên, hoặc cũng có thể được thực hiện sau khi làm nguội. Trong trường hợp này, bước xử lý mạ kẽm nhúng nóng và xử lý hợp kim hóa có thể được thực hiện bằng các phương pháp thông thường. Ví dụ, bước xử lý hợp kim hóa được thực hiện ở khoảng nhiệt độ từ 450 đến 600°C.

Khi nhiệt độ xử lý hợp kim hóa thấp hơn 450°C , thì việc hợp kim hóa không tiến hành đủ, và mặt khác, khi nó vượt quá 600°C , việc hợp kim hóa xảy ra quá nhiều và độ bền chống ăn mòn bị suy giảm.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Tiếp theo, các ví dụ của sáng chế sẽ được trình bày. Nhân đây, các điều kiện của các ví dụ là các ví dụ về điều kiện được sử dụng để chứng minh khả năng áp dụng và các hiệu quả của sáng chế, và sáng chế không bị giới hạn ở các ví dụ về điều kiện này. Sáng chế có thể sử dụng các điều kiện khác miễn là đạt được mục đích của sáng chế mà không trệch khỏi 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. Hơn nữa, các thành phần cấu trúc và các đặc tính cơ học của các loại thép tương ứng trong các điều kiện sản xuất trong bảng 2 được thể hiện trong bảng 3. Nhân đây, số được gạch chân trong mỗi bảng chỉ giá trị số học vượt quá phạm vi của sáng chế hoặc nằm ngoài khoảng được ưu tiên của sáng chế.

Ở đây sẽ trình bày các kết quả kiểm tra nhờ sử dụng thép theo sáng chế “A đến U” và thép so sánh “a đến g,” mỗi loại có thành phần hóa học được thể hiện trong bảng 1. Nhân đây, trong bảng 1, mỗi giá trị số học của thành phần hóa học có nghĩa là % khối lượng. Trong các bảng 2 và 3, các chữ tiếng Anh từ A đến U và các chữ tiếng Anh từ a đến g mà được thêm vào các loại thép lần lượt chỉ thành phần của thép theo sáng chế A đến U và thép so sánh a đến g trong bảng 1.

Các thép này (các thép theo sáng chế A đến U và các thép so sánh a đến g) được đúc và sau đó được nung nóng nguyên như vậy đến khoảng nhiệt độ từ 1000 đến 1300°C , hoặc được đúc sau đó được nung nóng đến khoảng nhiệt độ từ 1000 đến 1300°C sau khi được làm nguội một lần xuống đến nhiệt độ trong phòng, và sau đó được cho cán nóng, cán nguội, và làm nguội trong các điều kiện được thể hiện trong bảng 2.

Trong bước cán nóng, trước hết, trong bước cán thô là bước cán nóng thứ nhất, việc cán được thực hiện một lần hoặc nhiều lần với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là nhiều hơn hoặc bằng 40% ở khoảng nhiệt độ không thấp hơn 1000°C cũng không cao hơn 1200°C. Tuy nhiên, đối với các loại thép A3, E3, và M2, trong khi cán thô, việc cán với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là nhiều hơn hoặc bằng 40% trong một rãnh cán không được thực hiện. Bảng 2 thể hiện, trong khi cán thô, số lượng của lần giảm tiết diện với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là nhiều hơn hoặc bằng 40%, mỗi tỷ lệ giảm tiết diện khi cán (%), và đường kính hạt austenit (μm) sau khi cán thô (trước khi cán hoàn thiện). Nhân đây, nhiệt độ T1 (°C) và nhiệt độ Ac1 (°C) của các loại thép tương ứng được thể hiện trong bảng 2.

Sau khi việc cán thô được hoàn thiện, bước cán hoàn thiện là bước cán nóng thứ hai được thực hiện. Khi cán hoàn thiện, thì việc cán với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là nhiều hơn hoặc bằng 30% được thực hiện trong một rãnh cán ít nhất một lần ở khoảng nhiệt độ không thấp hơn $T1 + 30^\circ\text{C}$ cũng không cao hơn $T1 + 200^\circ\text{C}$, và ở khoảng nhiệt độ thấp hơn $T1 + 30^\circ\text{C}$, tổng tỷ lệ giảm tiết diện khi cán được điều chỉnh đến ít hơn hoặc bằng 30%. Nhân đây, khi cán hoàn thiện, thì cán với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là nhiều hơn hoặc bằng 30% trong một rãnh cán được thực hiện trong rãnh cán cuối cùng ở vùng nhiệt độ không thấp hơn $T1 + 30^\circ\text{C}$ cũng không cao hơn $T1 + 200^\circ\text{C}$.

Tuy nhiên, đối với các loại thép A9 và C3, việc cán với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là nhiều hơn hoặc bằng 30% không được thực hiện ở vùng nhiệt độ không thấp hơn $T1 + 30^\circ\text{C}$ cũng không cao hơn $T1 + 200^\circ\text{C}$. Hơn nữa, liên quan đến loại thép A7, tổng tỷ lệ giảm tiết diện khi cán ở nhiệt độ nằm trong khoảng thấp hơn $T1 + 30^\circ\text{C}$ là lớn hơn 30%.

Hơn nữa, khi cán hoàn thiện, thì tổng tỷ lệ giảm tiết diện khi cán được điều chỉnh đến nhiều hơn hoặc bằng 50%. Tuy nhiên, liên quan đến loại thép C3, tổng tỷ lệ giảm tiết diện khi cán ở vùng nhiệt độ không thấp hơn $T1 + 30^\circ\text{C}$ cũng không cao hơn $T1 + 200^\circ\text{C}$ là nhỏ hơn 50%.

Bảng 2 thể hiện, khi cán hoàn thiện, thì tỷ lệ giảm tiết diện khi cán (%) ở rãnh cán cuối cùng ở vùng nhiệt độ không thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ cũng không cao hơn $T1 + 200^{\circ}\text{C}$ và tỷ lệ giảm tiết diện khi cán ở rãnh cán ở giai đoạn trước rãnh cán cuối cùng (tỷ lệ giảm tiết diện khi cán ở rãnh cán trước khi hoàn thiện) (%). Hơn nữa, bảng 2 thể hiện, khi cán hoàn thiện, thì tổng tỷ lệ giảm tiết diện khi cán (%) ở vùng nhiệt độ không thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ cũng không cao hơn $T1 + 200^{\circ}\text{C}$, nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$) sau khi giảm tiết diện ở rãnh cán cuối cùng ở vùng nhiệt độ không thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ cũng không cao hơn $T1 + 200^{\circ}\text{C}$, lượng nhiệt sinh ra công tối đa ($^{\circ}\text{C}$) ở thời điểm giảm tiết diện ở vùng nhiệt độ không thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ cũng không cao hơn $T1 + 200^{\circ}\text{C}$, và tỷ lệ giảm tiết diện khi cán (%) ở thời điểm giảm tiết diện ở nhiệt độ nằm trong khoảng thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$.

Sau khi giảm tiết diện lần cuối ở vùng nhiệt độ không thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ cũng không cao hơn $T1 + 200^{\circ}\text{C}$ được thực hiện khi cán hoàn thiện, bước làm nguội-cán làm nguội sơ bộ được bắt đầu trước khi thời gian chờ t giây vượt quá $2,5 \times t1$. Trong bước làm nguội-cán làm nguội sơ bộ, tốc độ làm nguội trung bình được điều chỉnh đến lớn hơn hoặc bằng $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Hơn nữa, mức thay đổi nhiệt độ (mức nhiệt độ làm nguội) trong bước làm nguội-cán làm nguội sơ bộ được điều chỉnh nằm trong khoảng từ không thấp hơn 40°C cũng không cao hơn 140°C .

Tuy nhiên, đối với các loại thép A9 và J2, bước làm nguội-cán làm nguội sơ bộ được bắt đầu sau khi thời gian chờ t giây vượt quá $2,5 \times t1$ bởi vì giảm tiết diện lần cuối ở vùng nhiệt độ không thấp hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ cũng không cao hơn $T1 + 200^{\circ}\text{C}$ khi cán hoàn thiện. Liên quan đến loại thép A3, mức độ thay đổi nhiệt độ (mức nhiệt độ làm nguội) trong bước làm nguội sơ cấp trước khi cán nguội là nhỏ hơn 40°C , và liên quan đến loại thép B3, mức độ thay đổi nhiệt độ (mức nhiệt độ làm nguội) trong bước làm nguội-cán làm nguội sơ bộ là lớn hơn 140°C . Liên quan đến loại thép A8, tốc độ làm nguội trung bình trong bước làm nguội-cán làm nguội sơ bộ là nhỏ hơn $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$.

Bảng 2 thể hiện t_1 (giây) của các loại thép tương ứng, thời gian chờ t (giây) đến khi bắt đầu bước làm nguội-cán làm nguội sơ bộ bởi vì giảm tiết diện lần cuối ở vùng nhiệt độ không thấp hơn $T_1 + 30^\circ\text{C}$ cũng không cao hơn $T_1 + 200^\circ\text{C}$ khi cán hoàn thiện, t/t_1 , mức độ thay đổi nhiệt độ (mức độ làm nguội) ($^\circ\text{C}$) trong bước làm nguội-cán làm nguội sơ bộ, và tốc độ làm nguội trung bình trong bước làm nguội-cán làm nguội sơ bộ ($^\circ\text{C}/\text{giây}$).

Sau bước làm nguội-cán làm nguội sơ bộ, bước cuộn được thực hiện ở thấp hơn hoặc bằng 650°C , và các tấm ban đầu được cán nóng mỗi tấm có chiều dày 2 đến 5 mm thu được.

Tuy nhiên, liên quan đến các loại thép A6 và E3, nhiệt độ cuộn là cao hơn 650°C . Bảng 2 thể hiện nhiệt độ dừng của bước làm nguội-cán làm nguội sơ bộ (nhiệt độ cuộn) ($^\circ\text{C}$) của các loại thép tương ứng.

Tiếp theo, các tấm ban đầu được cán nóng được tẩy gỉ để sau đó được cho cán nguội với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán bằng không ít hơn 40% cũng không nhiều hơn 80%. Tuy nhiên, liên quan đến các loại thép A2, E3, I3, và M2, tỷ lệ giảm tiết diện khi cán của bước cán nguội là nhỏ hơn 40%. Hơn nữa, liên quan đến loại thép C4, tỷ lệ giảm tiết diện khi cán của bước cán nguội là lớn hơn 80%. Bảng 2 thể hiện tỷ lệ giảm tiết diện khi cán (%) của bước cán nguội của các loại thép tương ứng.

Sau bước cán nguội, bước nung nóng được thực hiện lên đến khoảng nhiệt độ từ 750 đến 900°C và bước duy trì được thực hiện trong khoảng thời gian không ngắn hơn 1 giây đến không dài hơn 300 giây. Hơn nữa, khi bước nung nóng được thực hiện đến khoảng nhiệt độ từ 750 đến 900°C , thì tốc độ nung nóng trung bình HR1 không thấp hơn nhiệt độ trong phòng cũng không cao hơn 650°C ($^\circ\text{C}/\text{giây}$) được điều chỉnh đến nhiều hơn hoặc bằng 0,3 ($\text{HR1} \geq 0,3$), và tốc độ nung nóng trung bình HR2 cao hơn 650°C đến 750 đến 900°C ($^\circ\text{C}/\text{giây}$) được điều chỉnh đến ít hơn hoặc bằng $0,5 \times \text{HR1}$ ($\text{HR2} \leq 0,5 \times \text{HR1}$). Bảng 2 thể hiện, của các loại thép tương ứng, nhiệt độ nung nóng (nhiệt độ ủ), thời gian nung nóng và thời gian duy trì (thời gian đến khi bắt đầu bước làm nguội sơ cấp-

cán làm nguội sau) (giây), và các tốc độ nung nóng trung bình HR1 và HR2 ($^{\circ}\text{C}/\text{giây}$).

Tuy nhiên, liên quan đến loại thép F3, nhiệt độ nung nóng là cao hơn 900°C . Liên quan đến loại thép N2, nhiệt độ nung nóng là thấp hơn 750°C . Liên quan đến loại thép C5, thời gian nung nóng và thời gian duy trì là ngắn hơn một giây. Liên quan đến loại thép F2, thời gian nung nóng và thời gian duy trì là dài hơn 300 giây. Hơn nữa, liên quan đến loại thép B4, tốc độ nung nóng trung bình HR1 là nhỏ hơn 0,3 ($^{\circ}\text{C}/\text{giây}$). Liên quan đến loại thép B5, tốc độ nung nóng trung bình HR2 ($^{\circ}\text{C}/\text{giây}$) là lớn hơn $0,5 \times \text{HR1}$.

Sau khi nung nóng và duy trì, bước làm nguội sơ cấp-cán làm nguội sau được thực hiện xuống đến khoảng nhiệt độ từ 580 đến 750°C ở tốc độ làm nguội trung bình không nhỏ hơn $1^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ cũng không lớn hơn $10^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Tuy nhiên, liên quan đến loại thép A2, tốc độ làm nguội trung bình trong bước làm nguội sơ cấp-cán làm nguội sau là lớn hơn $10^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Liên quan đến loại thép C6, tốc độ làm nguội trung bình trong bước làm nguội sơ cấp-cán làm nguội sau là nhỏ hơn $1^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Hơn nữa, liên quan đến các loại thép A2 và A5, nhiệt độ dừng của bước làm nguội sơ cấp-cán làm nguội sau là thấp hơn 580°C , và liên quan đến các loại thép A3, A4, và M2, nhiệt độ dừng của bước làm nguội sơ cấp-cán làm nguội sau là cao hơn 750°C . Bảng 2 thể hiện, của các loại thép tương ứng, tốc độ làm nguội trung bình ($^{\circ}\text{C}/\text{giây}$) và nhiệt độ dừng làm nguội ($^{\circ}\text{C}$) trong bước làm nguội sơ cấp-cán làm nguội sau .

Sau khi bước làm nguội sơ cấp-cán làm nguội sau được thực hiện, việc duy trì được thực hiện trong khoảng thời gian không ngắn hơn 1 giây đến không dài hơn 1000 giây dưới điều kiện, mà trong đó tốc độ giảm nhiệt độ là nhỏ hơn hoặc bằng $1^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Bảng 2 thể hiện thời gian duy trì (thời gian từ khi bắt đầu bước làm nguội sơ cấp-cán làm nguội sau) của các thép tương ứng.

Sau khi duy trì, bước làm nguội thứ cấp-cán làm nguội sau được thực hiện ở tốc độ làm nguội trung bình là nhỏ hơn hoặc bằng $5^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Tuy nhiên, liên quan đến loại thép A5, tốc độ làm nguội trung bình của bước làm nguội thứ cấp-

cán làm nguội sau là lớn hơn $5^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Bảng 2 thể hiện tốc độ làm nguội trung bình ($^{\circ}\text{C}/\text{giây}$) trong bước làm nguội thứ cấp-cán làm nguội sau của các loại thép tương ứng.

Sau đó, bước cán cán mặt ngoài ở mức 0,5% được thực hiện và việc đánh giá vật liệu được thực hiện. Nhân đây, đối với loại thép T1, bước xử lý mạ kẽm nhúng nóng được thực hiện. Đối với loại thép U1, việc xử lý hợp kim hóa được thực hiện ở khoảng nhiệt độ 450 đến 600°C sau khi mạ kẽm.

Bảng 3 thể hiện các tỷ lệ diện tích (các phần kết cấu) (%) của ferit, peclit, và bainit + mactensit trong cấu trúc kim loại của các loại thép tương ứng, và giá trị trung bình của các mật độ cực của nhóm định hướng $\{100\}<011>$ đến $\{223\}<110>$ và mật độ cực của định hướng tinh thể $\{332\}<113>$ ở khoảng từ 5/8 đến 3/8 theo chiều dày tấm tính từ bề mặt của tấm thép của các loại thép tương ứng. Nhân đây, phần cấu trúc được đánh giá bởi phần cấu trúc trước khi cán mặt ngoài. Hơn nữa, bảng 3 thể hiện, đối với các đặc tính cơ học của các loại thép tương ứng, rC, rL, r30, và r60 lần lượt là trị số r, độ bền kéo TS (MPa), phần trăm độ giãn dài El (%), tỷ lệ giãn rộng lỗ λ (%) là chỉ số đối với độ dẻo cục bộ, $\text{TS} \times \lambda$, độ cứng Vickers là peclit HVp, và phần trăm bề mặt cắt (%). Hơn nữa, nó thể hiện sự có mặt hoặc không có mặt bước xử lý mạ kẽm.

Nhân đây, thử nghiệm kéo căng dựa trên cơ sở JIS Z 2241. Thử nghiệm giãn rộng lỗ là trên cơ sở tiêu chuẩn của Japan Iron and Steel Federation (Hiệp hội Sắt Thép Nhật Bản) JFS T1001. Mật độ cực của mỗi trong số các định hướng tinh thể được đo nhờ sử dụng EBSP nêu trên ở bước 0,5 μm trên vùng 3/8 đến 5/8 của chiều dày của mặt cắt ngang song song với hướng cán. Hơn nữa, trị số r trong mỗi hướng được đo bởi phương pháp nêu trên. Liên quan đến phần trăm bề mặt cắt, mỗi trong số các tấm thép, mà chiều dày của nó được điều chỉnh đến 1,2 mm, được đột dập bằng mũi đột dập hình tròn Φ 10 mm và khuôn dập tròn có khe hở 1%, và sau đó mỗi bề mặt mép được đột dập được đo. vTrs (nhiệt độ chuyển tiếp về ngoài nút gãy Charpy) được đo bởi phương pháp thử nghiệm va đập Charpy trên cơ sở JIS Z 2241. Khả năng cuốn mép khi kéo căng

được xác định là ưu việt trong trường hợp $TS \times \lambda \geq 30000$, và khả năng đột dập chính xác được xác định là ưu việt trong trường hợp của phần trăm bề mặt cắt là nhiều hơn hoặc bằng 90%. Độ dai ở nhiệt độ thấp được xác định là kém trong trường hợp $v_{Trs} =$ cao hơn -40.

Như được thể hiện trên Fig.14, thấy rằng chỉ các tấm thép thỏa mãn các điều kiện được quy định theo sáng chế có khả năng đột dập chính xác và khả năng cuốn mép khi kéo căng ưu việt.

Bảng 1

Ti/ °C	C	Si	Mn	P	S	Al	N	O	Ti	Nb	B	Mg	Rem	Ca	Mo	Cr	Ni	W	Zr	As	V	Cu,Co,Sn, Pb,Y,Hf	Ghi chú
A	851	0,070	0,08	1,30	0,015	0,004	0,040	0,0026	0,0032	-	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Thép của sáng chế
B	851	0,070	0,08	1,30	0,015	0,004	0,040	0,0026	0,0032	-	0,00	0,005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Thép của sáng chế
C	865	0,080	0,31	1,35	0,012	0,005	0,016	0,0032	0,0023	-	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Thép của sáng chế
D	865	0,080	0,31	1,35	0,012	0,005	0,016	0,0032	0,0023	-	0,04	0,0000	-	0,002	-	-	-	-	-	-	-	-	Thép của sáng chế
E	858	0,060	0,87	1,20	0,009	0,004	0,038	0,0033	0,0026	-	0,02	-	0,0015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Thép của sáng chế
F	858	0,060	0,30	1,20	0,009	0,004	0,500	0,0033	0,0026	-	0,02	-	0,0015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Thép của sáng chế
G	865	0,210	0,15	1,62	0,012	0,003	0,026	0,0033	0,0021	0,021	0,00	0,0022	-	-	0,03	0,35	-	-	-	-	-	-	Thép của sáng chế
H	865	0,210	0,90	1,62	0,012	0,003	0,026	0,0033	0,0021	0,021	0,00	0,0022	-	-	0,03	0,35	-	-	-	-	-	-	Thép của sáng chế
I	861	0,035	0,67	1,88	0,015	0,003	0,045	0,0028	0,0029	-	0,02	-	0,002	-	0,0015	-	-	-	-	-	0,029	-	Thép của sáng chế
J	886	0,035	0,67	1,88	0,015	0,003	0,045	0,0028	0,0029	0,1	0,02	-	0,002	-	0,0015	-	-	-	-	-	0,029	-	Thép của sáng chế
K	875	0,180	0,48	2,72	0,009	0,003	0,050	0,0036	0,0022	-	-	-	0,002	-	0,1	0	-	-	-	-	0,1	-	Thép của sáng chế
L	892	0,180	0,48	2,72	0,009	0,003	0,050	0,0036	0,0022	-	0,05	-	0,002	-	0,002	0,1	0	-	-	-	0,1	-	Thép của sáng chế
M	892	0,060	0,11	2,12	0,01	0,005	0,033	0,0028	0,0035	0,036	0,089	0,0012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Y:0,004	Thép của sáng chế
N	886	0,060	0,11	2,12	0,01	0,005	0,033	0,0028	0,0035	0,089	0,036	0,0012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Hf:0,003	Thép của sáng chế
O	903	0,040	0,13	1,33	0,01	0,005	0,038	0,0032	0,0026	0,042	0,121	0,0009	-	-	-	-	-	-	0,001	-	0,00	Sn:0,002	Thép của sáng chế
P	903	0,040	0,13	1,33	0,01	0,005	0,038	0,0036	0,0029	0,042	0,121	0,0009	-	0,004	-	-	-	-	-	-	-	Co:0,003	Thép của sáng chế
Q	852	0,180	0,50	0,90	0,008	0,003	0,045	0,0028	0,0029	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	Thép của sáng chế
R	852	0,180	0,30	1,30	0,08	0,002	0,030	0,0032	0,0022	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	Thép của sáng chế
S	852	0,180	2,30	0,90	0,008	0,003	0,045	0,0028	0,0022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Thép của sáng chế
T	852	0,180	0,21	1,30	0,01	0,002	0,650	0,0032	0,0035	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Pb:0,003	Thép của sáng chế
U	880	0,035	0,02	1,30	0,01	0,002	0,035	0,0023	0,0033	0,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,002	-	Cu:0,2	Thép của sáng chế

a	856	0,450	0,52	1,33	0,26	0,003	0,045	0,0026	0,0019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Thép so sánh
b	1376	0,072	0,15	1,42	0,014	0,004	0,036	0,0022	0,0025	-	<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	-	-	<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	-	-	-	<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	-	-	-	-	-	-	-	-	Co: <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	-	-	-	-	-	-	-	-	Pb: <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	-	-	-	-	-	-	-	-	Y: <u>0,3</u>	Thép so sánh

Bảng 2

Loại thép	Acl	Tl/°C	Số lần giám tiết diện ở mức	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Đường kính hạt Austenit /mm	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tf. Nhiệt độ sau khi công giảm khí tối đa	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí	Tỷ lệ giám tiết diện khí
-----------	-----	-------	-----------------------------	--------------------------	-----------------------------	--------------------------	---	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

B1	711	851	1	50	145	15	936	40	40	80	0	86	100	0,55	0,66	1,20	300	60	0,35	0,13	780	100,0	5	690	200	5	Không có
B2	711	851	2	45/40	85	16	888	35	35	90	0	87	100	1,86	2,23	1,20	424	60	0,35	0,13	804	30,0	5	703	200	3	Không có
B3	711	851	2	45/40	85	18	924	20	30	60	0	105	210	1,72	2,07	1,20	335	41	0,35	0,13	792	30,0	5	671	300	5	Không có
B4	711	851	2	45/40	87	17	901	35	35	90	0	130	100	1,50	2,77	1,84	436	60	0,20	0,13	812	30,0	5	700	300	5	Không có
B5	711	851	2	45/40	90	15	913	35	35	90	0	105	100	1,21	2,34	1,94	400	60	0,42	0,23	797	30,0	5	677	300	5	Không có
C1	718	865	2	45/40	83	15	942	37	37	74	0	102	80	0,82	0,98	1,20	450	48	0,42	0,15	856	30,0	5	675	300	5	Không có
C2	718	865	2	45/45	82	18	920	40	31	71	0	97	80	1,54	1,85	1,20	441	40	0,42	0,15	852	30,0	5	691	300	5	Không có
C3	718	865	2	45/45	85	15	1084	10	20	30	0	95	80	0,25	0,30	1,20	462	62	0,42	0,15	831	30,0	5	714	300	5	Không có
C4	718	865	2	45/45	80	14	926	40	30	70	0	100	80	1,45	1,54	1,06	453	83	0,42	0,15	837	30,0	5	679	300	5	Không có
C5	718	865	2	45/45	78	17	913	40	30	70	0	96	80	1,75	2,05	1,17	478	65	0,42	0,15	835	0,5	5	675	300	5	Không có
C6	718	865	2	45/45	76	10	916	40	30	70	0	105	80	1,68	2,00	1,20	487	51	0,42	0,15	864	30,0	0,9	670	300	5	Không có
D1	718	865	2	45/45	81	15	950	40	37	77	0	72	100	0,67	0,80	1,20	496	41	0,42	0,15	815	30,0	5	712	300	5	Không có
D2	718	865	2	45/45	81	18	923	31	31	62	0	130	100	1,47	1,77	1,20	480	40	0,42	0,15	845	30,0	5	669	300	5	Không có
D3	718	865	3	40/40/40	60	18	925	40	31	71	0	104	80	1,43	1,71	1,20	477	43	0,42	0,15	843	30,0	5	654	500	5	Không có
E1	736	858	2	45/45	90	13	952	31	31	77	0	162	80	0,77	0,93	1,20	477	49	0,42	0,15	846	30,0	5	740	200	5	Không có
E2	736	858	2	45/45	90	14	931	40	40	80	0	127	80	0,77	0,93	1,20	518	49	0,42	0,15	820	30,0	5	669	200	5	Không có
E3	736	858	0	-	298	13	930	30	30	80	0	93	80	1,21	2,31	1,90	667	33	0,35	0,15	756	30,0	5	676	200	5	Không có
F1	736	858	2	45/40	90	13	946	31	31	62	0	61	80	0,87	1,66	1,90	480	49	0,35	0,15	852	30,0	5	694	300	5	Không có
F2	736	858	2	45/40	90	14	931	40	40	80	0	63	80	0,77	1,47	1,90	473	50	0,35	0,15	861	350,0	5	682	300	5	Không có

F3	736	858	2	45/40	95	13	957	31	31	62	0	108	80	0,70	1,33	1,90	466	51	0,35	0,15	923	30,0	5	679	300	5	Không có	—
G1	716	865	2	45/45	95	14	935	40	40	80	0	107	80	0,84	1,59	1,90	470	45	0,35	0,15	800	30,0	5	697	200	5	Không có	—
G2	716	865	2	40/45	95	12	<u>872</u>	30	30	60	0	103	80	2,88	5,48	1,90	463	60	0,35	0,15	787	30,0	5	700	200	5	Không có	—
H1	738	865	3	40/40/40	53	16	950	30	30	60	0	97	80	0,98	1,85	1,90	434	44	0,37	0,15	835	30,0	5	686	200	5	Không có	—
I1	723	861	2	45/40	94	16	961	40	30	90	0	104	80	0,73	1,39	1,90	520	40	0,35	0,15	856	30,0	5	657	300	5	Không có	—
I2	723	861	1	50	122	18	922	30	30	60	0	93	80	1,44	2,73	1,90	486	40	0,35	0,15	813	30,0	5	643	300	1	Không có	—
I3	723	861	1	70	154	<u>40</u>	860	40	40	80	0	102	80	3,14	6,91	2,20	521	<u>38</u>	0,37	0,15	880	30,0	5	630	300	5	Không có	—
J1	722	886	2	45/40	85	17	957	30	30	80	0	98	80	1,23	2,71	2,20	465	41	0,37	0,15	775	30,0	5	640	300	5	Không có	—
J2	722	886	1	50	125	18	915	30	30	60	0	89	80	2,23	10,00	<u>4,49</u>	532	57	0,37	0,15	783	30,0	5	607	300	5	Không có	—
J3	722	886	1	50	123	18	913	30	30	80	0	86	80	2,28	5,02	2,20	456	66	0,42	0,13	846	30,0	5	642	300	5	Không có	—
K1	708	875	3	40/40/40	62	18	987	40	30	70	0	94	160	0,57	1,25	2,20	437	44	0,42	0,13	857	30,0	5	742	500	5	Không có	—
L1	708	892	3	40/40/40	60	18	990	30	30	70	0	105	80	0,77	1,69	2,20	375	52	0,42	0,13	867	30,0	5	738	500	5	Không có	—
M1	704	892	3	40/40/40	65	10	950	35	35	70	0	93	80	1,29	2,83	2,20	450	40	0,35	0,13	780	30,0	5	710	300	5	Không có	—
M2	704	892	<u>0</u>	-	<u>340</u>	<u>30</u>	938	<u>20</u>	40	60	0	67	80	1,42	3,12	2,20	489	<u>35</u>	0,35	0,13	870	30,0	5	760	300	5	Không có	—
N1	704	886	3	40/40/40	65	10	940	35	35	70	0	120	80	1,40	3,09	2,20	460	40	0,35	0,13	850	30,0	5	730	300	5	Không có	—
N2	704	886	3	40/40/40	60	18	965	40	40	80	0	105	80	0,65	1,03	1,57	490	46	0,35	0,13	<u>730</u>	30,0	5	630	300	5	Không có	—
O1	713	903	2	45/45	75	15	982	40	40	100	0	107	80	0,66	1,46	2,20	475	54	0,35	0,13	815	30,0	5	748	300	5	Không có	—
O2	713	903	2	45/45	120	12	<u>878</u>	30	30	60	0	96	80	3,99	8,78	2,20	468	47	0,35	0,13	786	30,0	5	736	300	5	Không có	—
P1	713	903	2	45/45	70	13	1012	40	40	80	0	78	80	0,25	0,56	2,20	470	43	0,42	0,13	850	30,0	5	741	300	5	Không có	—

Q1	728	852	2	45/45	80	10	962	40	40	100	0	79	80	0,24	0,53	2,20	482	55	0,37	0,13	862	30,0	5	749	200	5	Không có	—
R1	716	852	2	45/45	82	12	996	40	40	80	0	100	80	0,14	0,31	2,20	451	40	0,35	0,13	883	30,0	5	731	200	5	Không có	—
S1	780	852	2	45/45	81	11	980	40	40	95	0	104	80	0,14	0,31	2,20	468	42	0,35	0,13	871	30	5	748	300	5	Không có	—
T1	715	852	2	45/45	80	12	978	40	40	80	0	93	80	0,15	0,32	2,20	458	50	0,35	0,13	766	30,0	5	730	200	5	Có	Không thực hiện
U1	710	846	2	45/45	68	12	972	30	35	65	0	107	80	0,24	0,52	2,20	444	47	0,35	0,13	760	30,0	5	722	200	5	Có	585
a1	724	855	XÂY RA NÚT TRONG KHI CÁN NÓNG																									Thép so sánh
b1	712	1376																										Thép so sánh
c1	718	851																										Thép so sánh
d1	713	1154																										Thép so sánh
e1	713	854																										Thép so sánh
f1	713	854																										Thép so sánh
g1	712	853																										Thép so sánh

Bảng 3

Loại thép	Phân Ferrit %	Phân Pearlit %	Phân Bainit + Phân Martensit %	Các mật độ cực của nhóm định hướng {112} <110> đến {113} <110> và định hướng tinh thể {112} <131>	Mật độ cực của định hướng tinh thể {332} <113>	rL	rC	r30	r60	TS (Mpa)	EL (%)	λ (%)	vTrs (°C)	TS $\times\lambda$	HVP	Phần trăm bề mặt cắt của bề mặt tiếp xúc (%)	Ghi chú
A1	85,7	13,7	0,6	4,8	2,6	0,76	0,78	1,09	1,09	506	17	90,5	-100	45793	163	100	Thép của sáng chế
A2	45,8	38,0	<u>16,2</u>	1,9	2,1	<u>0,69</u>	0,72	1,05	1,05	624	15	40,6	-90	25334	143	40	Thép so sánh
A3	79,6	17,3	3,1	5,9	<u>5,3</u>	<u>0,64</u>	<u>0,64</u>	<u>1,11</u>	<u>1,13</u>	523	18	42,3	-30	22123	124	86	Thép so sánh
A4	89,1	6,7	4,2	<u>7,8</u>	<u>6,7</u>	<u>0,64</u>	<u>0,65</u>	<u>1,13</u>	<u>1,21</u>	687	19	43,0	-110	29541	201	88	Thép so sánh
A5	40,6	38,7	<u>20,7</u>	<u>8,0</u>	<u>6,5</u>	<u>0,62</u>	<u>0,50</u>	<u>1,19</u>	<u>1,23</u>	517	16	40,2	-100	20783	133	46	Thép so sánh
A6	77,3	19,3	3,4	<u>8,1</u>	<u>6,7</u>	<u>0,61</u>	<u>0,62</u>	<u>1,23</u>	<u>1,19</u>	573	18	36,5	-90	20915	142	76	Thép so sánh
A7	82,7	16,1	1,2	<u>6,2</u>	<u>5,7</u>	<u>0,62</u>	<u>0,60</u>	<u>1,18</u>	<u>1,15</u>	517	16	41,9	-100	21662	170	90	Thép so sánh
A8	83,1	16,1	0,8	6,0	3,9	0,71	0,76	1,09	1,05	521	17	62,0	-30	32302	173	91	Thép so sánh
A9	87,6	11,3	1,1	<u>7,2</u>	<u>6,9</u>	<u>0,64</u>	<u>0,67</u>	<u>1,21</u>	<u>1,21</u>	524	15	35,0	-100	18340	180	90	Thép so sánh
B1	87,2	11,6	1,2	2,4	2,7	0,77	0,77	1,06	1,08	546	16	86,4	-90	50366	190	100	Thép của sáng chế
B2	89,6	9,5	0,9	2,2	2,0	0,78	0,79	1,04	1,06	621	17	82,6	-120	51024	227	100	Thép của sáng chế
B3	81,3	14,5	4,2	6,5	<u>5,1</u>	<u>0,68</u>	<u>0,64</u>	<u>1,28</u>	<u>1,22</u>	830	13	34,0	-20	28220	140	84	Thép so sánh

B4	90,1	9,2	0,7	<u>8,1</u>	<u>7,0</u>	<u>0,62</u>	<u>0,67</u>	<u>1,23</u>	<u>1,15</u>	634	16	43,0	-100	27262	197	90	<u>Thép so sánh</u>
B5	87,6	9,0	3,4	<u>7,8</u>	<u>6,7</u>	<u>0,61</u>	<u>0,67</u>	<u>1,22</u>	<u>1,19</u>	657	10	41,0	-90	26937	208	89	<u>Thép so sánh</u>
C1	78,7	19,5	1,8	3,5	3,4	0,73	0,72	1,08	1,08	913	16	55,0	-60	50215	151	98	Thép của sáng chế
C2	58,4	37,4	4,2	3,6	3,7	0,75	0,71	1,06	1,06	912	15	57,3	-50	52258	150	97	Thép của sáng chế
C3	60,1	38,3	1,6	6,1	<u>5,2</u>	<u>0,69</u>	<u>0,67</u>	<u>1,14</u>	1,08	872	15	34,3	-70	29910	150	51	<u>Thép so sánh</u>
C4	64,0	33,2	2,8	<u>7,6</u>	<u>6,1</u>	<u>0,69</u>	<u>0,65</u>	<u>1,20</u>	<u>1,16</u>	934	14	31,4	-50	29328	159	86	<u>Thép so sánh</u>
C5	67,5	29,4	3,1	<u>7,0</u>	<u>5,2</u>	<u>0,68</u>	<u>0,65</u>	<u>1,12</u>	<u>1,11</u>	905	14	30,2	-60	27331	151	90	<u>Thép so sánh</u>
C2	86,3	5,2	<u>8,5</u>	6,0	3,5	0,78	0,73	1,05	1,04	857	20	42,0	-70	35994	156	76	<u>Thép so sánh</u>
D1	59,3	37,7	3,0	3,2	4,6	0,74	0,71	1,05	1,07	907	15	60,2	-70	54601	152	98	<u>Thép của sáng chế</u>
D2	67,8	29,5	2,7	4,0	4,8	0,74	0,70	1,06	1,05	855	18	63,1	-80	53923	151	100	Thép của sáng chế
D3	70,9	25,5	3,6	5,3	4,6	0,75	0,72	1,03	1,04	928	14	63,4	-60	58835	162	94	<u>Thép của sáng chế</u>
E1	93,4	6,2	0,4	4,2	3,9	0,73	0,72	1,05	1,06	824	21	73,2	-80	60317	294	100	Thép của sáng chế
E2	91,4	7,5	1,1	3,6	4,1	0,73	0,71	1,05	1,07	846	19	71,0	-80	60066	232	100	Thép của sáng chế
E3	84,2	11,8	4,0	<u>7,2</u>	<u>5,6</u>	<u>0,57</u>	<u>0,58</u>	1,04	1,03	786	19	36,0	-10	28296	176	75	<u>Thép so sánh</u>
F1	87,2	10,7	2,1	4,8	4,1	0,72	0,72	1,05	1,05	724	16	50,7	-90	36707	166	100	Thép của sáng chế
F2	77,8	12,0	<u>10,2</u>	4,8	5,3	<u>0,69</u>	<u>0,67</u>	<u>1,13</u>	<u>1,14</u>	701	17	42,5	-90	29793	154	84	Thép so sánh
F3	64,5	25,8	<u>9,7</u>	6,2	5,4	<u>0,68</u>	<u>0,63</u>	<u>1,22</u>	<u>1,23</u>	678	17	40,1	-100	27188	137	72	Thép so sánh

G1	47,5	48,6	3,9	1,9	2,3	0,78	0,73	1,03	1,02	1022	13	61,1	-40	62444	164	90	<u>Thép của sáng chế</u>
G2	42,1	53,9	4,0	5,8	<u>5,8</u>	<u>0,62</u>	<u>0,65</u>	<u>1,23</u>	<u>1,22</u>	884	16	31,0	-50	27404	157	64	Thép so sánh
H1	63,4	34,2	2,4	2,1	2,5	0,77	0,72	1,02	1,02	1043	12	62,2	-40	64875	201	91	<u>Thép của sáng chế</u>
I1	92,1	7,0	0,9	2,5	2,2	0,75	0,72	1,07	1,05	852	16	50,4	-60	42941	156	100	Thép của sáng chế
I2	90,4	8,8	0,8	3,1	3,1	0,77	0,74	1,07	1,09	750	17	46,0	-80	34500	142	100	Thép của sáng chế
I3	85,5	12,5	2,0	6,5	5,0	<u>0,69</u>	<u>0,68</u>	<u>1,11</u>	1,09	742	16	39,5	-80	29309	142	91	<u>Thép so sánh</u>
J1	90,8	8,9	0,3	2,0	2,7	0,76	0,72	1,07	1,06	894	18	55,1	-60	49259	153	100	Thép của sáng chế
J2	87,1	7,6	5,3	2,1	2,4	0,80	0,74	1,09	1,09	846	13	35,2	-30	29779	151	80	<u>Thép so sánh</u>
J3	87,6	11,0	1,4	4,5	4,3	0,75	0,70	1,09	1,09	902	17	39,0	-60	35178	162	100	Thép của sáng chế
K1	80,1	15,3	4,6	1,8	2,0	0,80	0,74	1,02	1,03	1038	14	61,7	-40	64045	251	90	Thép của sáng chế
L1	83,4	12,7	3,9	2,1	2,2	0,78	0,71	1,05	1,04	1040	14	60,1	-50	62504	291	90	Thép của sáng chế
M1	90,8	6,8	2,4	4,2	4,6	0,73	0,75	1,04	1,02	735	18	50,9	-100	37412	198	100	Thép của sáng chế
M2	78,5	19,7	1,8	4,5	5,0	<u>0,69</u>	0,72	1,02	1,08	750	15	38,0	-20	28500	156	74	<u>Thép so sánh</u>
N1	91,3	6,4	2,3	2,0	2,8	0,73	0,70	1,05	1,04	755	16	59,8	-80	45149	236	100	Thép của sáng chế
N2	90,4	8,1	1,5	<u>7,5</u>	<u>6,4</u>	<u>0,59</u>	<u>0,60</u>	<u>1,38</u>	<u>1,42</u>	783	12	31,2	-70	24430	241	94	<u>Thép so sánh</u>
O1	92,6	6,8	0,6	1,9	2,0	0,76	0,70	1,03	1,02	694	16	48,6	-80	35964	185	100	Thép của sáng chế
O2	93,3	6,3	0,4	5,6	4,4	<u>0,68</u>	<u>0,54</u>	<u>1,46</u>	<u>1,37</u>	746	19	39,9	-70	29765	201	88	<u>Thép so sánh</u>
P1	92,1	7,9	0,0	2,2	3,3	0,76	0,71	1,03	1,03	673	15	52,1	-100	37252	175	100	Thép của sáng chế

Q1	83,4	15,9	<u>0,7</u>	1,9	2,2	0,77	0,71	1,00	1,03	802	16	60,4	-90	48441	353	92	Thép của sáng chế	
R1	84,6	14,1	<u>1,3</u>	2,3	3,1	0,72	0,72	1,04	1,03	792	15	65,1	-70	51559	378	93	Thép của sáng chế	
S1	57,4	41,4	<u>1,2</u>	1,6	2,1	0,74	0,71	1,05	1,04	868	18	85,8	-90	74455	184	100	Thép của sáng chế	
T1	61,6	36,6	<u>1,8</u>	1,8	1,9	0,72	0,71	1,07	1,05	780	16	92,1	-90	71833	196	100	Thép của sáng chế	
U1	87,6	11,1	<u>1,3</u>	1,9	2,1	0,72	0,72	1,08	1,08	742	20	70,6	-110	52385	165	100	Thép của sáng chế	
al	XÂY RA NÚT KHÍ CÁN NÓNG																	<u>Thép so sánh</u>
bl																		<u>Thép so sánh</u>
cl																		<u>Thép so sánh</u>
dl																		<u>Thép so sánh</u>
el																		<u>Thép so sánh</u>
fl																		<u>Thép so sánh</u>
gl																		<u>Thép so sánh</u>

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép cán nguội có độ bền cao, khả năng cuộn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác, bao gồm các thành phần sau (tính theo % khối lượng):

C: lớn hơn 0,01% đến ít hơn hoặc bằng 0,4%;

Si: không ít hơn 0,001% cũng không nhiều hơn 2,5%;

Mn: không ít hơn 0,001% cũng không nhiều hơn 4%;

P: 0,001% đến ít hơn hoặc bằng 0,15%;

S: 0,0005% đến ít hơn hoặc bằng 0,03%;

Al: không ít hơn 0,001% cũng không nhiều hơn 2%;

N: 0,0005% đến ít hơn hoặc bằng 0,01%; và

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

ở khoảng từ 5/8 đến 3/8 theo chiều dày tấm tính từ bề mặt của tấm thép, giá trị trung bình của các mật độ cực của nhóm định hướng $\{100\}<011>$ đến $\{223\}<110>$ được thể hiện bởi các định hướng tinh thể tương ứng là $\{100\}<011>$, $\{116\}<110>$, $\{114\}<110>$, $\{113\}<110>$, $\{112\}<110>$, $\{335\}<110>$ và $\{223\}<110>$ là ít hơn hoặc bằng 6,5, và mật độ cực của định hướng tinh thể $\{332\}<113>$ là ít hơn hoặc bằng 5,0, và

cấu trúc kim loại chứa, tính theo tỷ lệ diện tích, lớn hơn 5% là peclit, tổng của bainit và mactensit được giới hạn đến ít hơn 5%, và phần còn lại là ferit.

2. Tấm thép cán nguội có độ bền cao, khả năng cuộn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác theo điểm 1, trong đó:

thêm nữa, độ cứng Vickers của pha peclit là không nhỏ hơn 150 HV cũng không lớn hơn 300 HV.

3. Tấm thép cán nguội có độ bền cao, khả năng cuộn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác theo điểm 1, trong đó:

thêm nữa, trị số r (R-Value) theo hướng vuông góc với hướng cán (rC) là lớn hơn hoặc bằng 0,70, trị số r theo hướng 30° so với hướng cán (r30) là nhỏ

hơn hoặc bằng 1,10, trị số r theo hướng cán (r_L) là lớn hơn hoặc bằng 0,70, và trị số r theo hướng 60° so với hướng cán (r_{60}) là nhỏ hơn hoặc bằng 1,10.

4. Tấm thép cán nguội có độ bền cao, khả năng cuốn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác theo điểm 1, trong đó còn bao gồm:

một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố được lựa chọn trong số (tính theo % khối lượng):

Ti: không ít hơn 0,001% cũng không nhiều hơn 0,2%,

Nb: không ít hơn 0,001% cũng không nhiều hơn 0,2%,

B: không ít hơn 0,0001% cũng không nhiều hơn 0,005%,

Mg: không ít hơn 0,0001% cũng không nhiều hơn 0,01%,

Rem (các kim loại đất hiếm): không ít hơn 0,0001% cũng không nhiều hơn 0,1%,

Ca: không ít hơn 0,0001% cũng không nhiều hơn 0,01%,

Mo: không ít hơn 0,001% cũng không nhiều hơn 1%,

Cr: không ít hơn 0,001% cũng không nhiều hơn 2%,

V: không ít hơn 0,001% cũng không nhiều hơn 1%,

Ni: không ít hơn 0,001% cũng không nhiều hơn 2%,

Cu: không ít hơn 0,001% cũng không nhiều hơn 2%,

Zr: không ít hơn 0,0001% cũng không nhiều hơn 0,2%,

W: không ít hơn 0,001% cũng không nhiều hơn 1%,

As: không ít hơn 0,0001% cũng không nhiều hơn 0,5%,

Co: không ít hơn 0,0001% cũng không nhiều hơn 1%,

Sn: không ít hơn 0,0001% cũng không nhiều hơn 0,2%,

Pb: không ít hơn 0,001% cũng không nhiều hơn 0,1%,

Y: không ít hơn 0,001% cũng không nhiều hơn 0,1%, và

Hf: không ít hơn 0,001% cũng không nhiều hơn 0,1%.

5. Tấm thép cán nguội có độ bền cao, khả năng cuốn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác theo điểm 1, trong đó:

thêm nữa, khi tấm thép, mà chiều dày của nó bị giảm đến 1,2 mm với phần giữa chiều dày tấm được đặt làm tấm được đột dập bằng mũi đột dập tròn Φ 10 mm và khuôn dập tròn có khe hở 1%, thì phần trăm bề mặt cắt của bề mặt mép được đột dập là nhiều hơn hoặc bằng 90%.

6. Tấm thép cán nguội có độ bền cao, khả năng cuộn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác theo điểm 1, trong đó:

trên bề mặt, lớp mạ kẽm nhúng-nóng hoặc lớp mạ kẽm nhúng-nóng được hợp kim hóa được tạo ra.

7. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có độ bền cao, khả năng cuộn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác, bao gồm bước cán nóng lần thứ nhất trên phôi thép chứa các thành phần sau đây (tính theo % khối lượng):

C: lớn hơn 0,01% đến ít hơn hoặc bằng 0,4%;

Si: không ít hơn 0,001% cũng không nhiều hơn 2,5%;

Mn: không ít hơn 0,001% cũng không nhiều hơn 4%;

P: 0,001% đến ít hơn hoặc bằng 0,15%;

S: 0,0005% đến ít hơn hoặc bằng 0,03%;

Al: không ít hơn 0,001% cũng không nhiều hơn 2%;

N: 0,0005% đến ít hơn hoặc bằng 0,01%; và

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

trong đó cán với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là nhiều hơn hoặc bằng 40% được thực hiện một lần hoặc nhiều lần ở khoảng nhiệt độ không thấp hơn 1000°C cũng không cao hơn 1200°C;

điều chỉnh đường kính hạt austenit đến nhỏ hơn hoặc bằng 200 μ m bằng bước cán nóng thứ nhất;

thực hiện bước cán nóng thứ hai, trong đó cán với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là nhiều hơn hoặc bằng 30% được thực hiện trong một rãnh cán ít nhất một lần ở khoảng nhiệt độ không thấp hơn nhiệt độ T1 được xác định bởi biểu thức (1) dưới đây + 30°C cũng không cao hơn T1 + 200°C;

điều chỉnh tổng tỷ lệ giảm tiết diện khi cán ở bước cán nóng thứ hai đến nhiều hơn hoặc bằng 50%;

thực hiện việc làm giảm tiết diện lần cuối với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là nhiều hơn hoặc bằng 30% ở bước cán nóng thứ hai và sau đó bắt đầu bước làm nguội-cán làm nguội sơ bộ 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 bước làm nguội-cán làm nguội sơ bộ đến lớn hơn hoặc bằng 50°C/giây và điều chỉnh nhiệt độ thay đổi nằm trong khoảng từ không thấp hơn 40°C cũng không cao hơn 140°C;

thực hiện bước cán nguội với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán bằng không ít hơn 40% cũng không nhiều hơn 80%;

thực hiện bước nung nóng đến khoảng nhiệt độ từ 750 đến 900°C và duy trì khoảng nhiệt độ này trong khoảng thời gian không ngắn hơn 1 giây đến không dài hơn 300 giây;

thực hiện bước làm nguội sơ cấp-cán làm nguội sau xuống đến khoảng nhiệt độ không thấp hơn 580°C cũng không cao hơn 750°C ở tốc độ làm nguội trung bình không nhỏ hơn 1°C/giây cũng không lớn hơn 10°C/giây;

duy trì khoảng nhiệt độ này trong khoảng thời gian không ngắn hơn 1 giây đến không dài hơn 1000 giây dưới điều kiện, mà trong đó tốc độ giảm nhiệt độ là nhỏ hơn hoặc bằng 1°C/giây; và

thực hiện bước làm nguội thứ cấp-cán làm nguội sau ở tốc độ làm nguội trung bình là nhỏ hơn hoặc bằng 5°C/giây.

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

Biểu thức (1)

trong đó: C, N, Mn, Nb, Ti, B, Cr, Mo, và V mỗi trong số chúng thể hiện hàm lượng nguyên tố đó (% khối lượng).

$$t \leq 2,5 \times t1$$

Biểu thức (2)

trong đó, t_1 thu được bởi biểu thức (3) dưới đây:

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

Biểu thức (3)

trong đó, trong biểu thức (3) trên đây, T_f thể hiện nhiệt độ của phôi thép thu được sau khi giảm tiết diện lần cuối với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là nhiều hơn hoặc bằng 30%, và P_1 thể hiện tỷ lệ giảm tiết diện khi cán của việc giảm tiết diện lần cuối là nhiều hơn hoặc bằng 30%.

8. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có độ bền cao, khả năng cuốn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác theo điểm 7, trong đó:

tổng tỷ lệ giảm tiết diện khi cán ở khoảng nhiệt độ thấp hơn $T_1 + 30^\circ\text{C}$ là ít hơn hoặc bằng 30%.

9. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có độ bền cao, khả năng cuốn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác theo điểm 7, trong đó:

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

$$t < t_1$$

Biểu thức (2a)

10. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có độ bền cao, khả năng cuốn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác theo điểm 7, trong đó:

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

$$t_1 \leq t \leq t_1 \times 2,5$$

Biểu thức (2b)

11. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có độ bền cao, khả năng cuốn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác theo điểm 7, trong đó:

bước làm nguội-cán làm nguội sơ bộ được bắt đầu giữa các giá cán.

12. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có độ bền cao, khả năng cuốn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác theo điểm 7, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước cuộn ở nhiệt độ thấp hơn hoặc bằng 650°C

để thu được tấm thép cán nóng sau khi thực hiện bước làm nguội-cán làm nguội sơ bộ và trước khi thực hiện bước cán nguội.

13. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có độ bền cao, khả năng cuộn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác theo điểm 7, trong đó:

khi bước nung nóng được thực hiện đến khoảng nhiệt độ từ 750 đến 900°C sau bước cán nguội, thì tốc độ nung nóng trung bình không thấp hơn nhiệt độ trong phòng cũng không cao hơn 650°C được điều chỉnh đến HR1 (°C/giây) được biểu thị bởi biểu thức (5) dưới đây, và

tốc độ nung nóng trung bình là cao hơn 650°C đến từ 750 đến 900°C được điều chỉnh đến HR2 (°C/giây) được biểu thị bởi biểu thức (6) dưới đây.

$$HR1 \geq 0,3$$

Biểu thức (5)

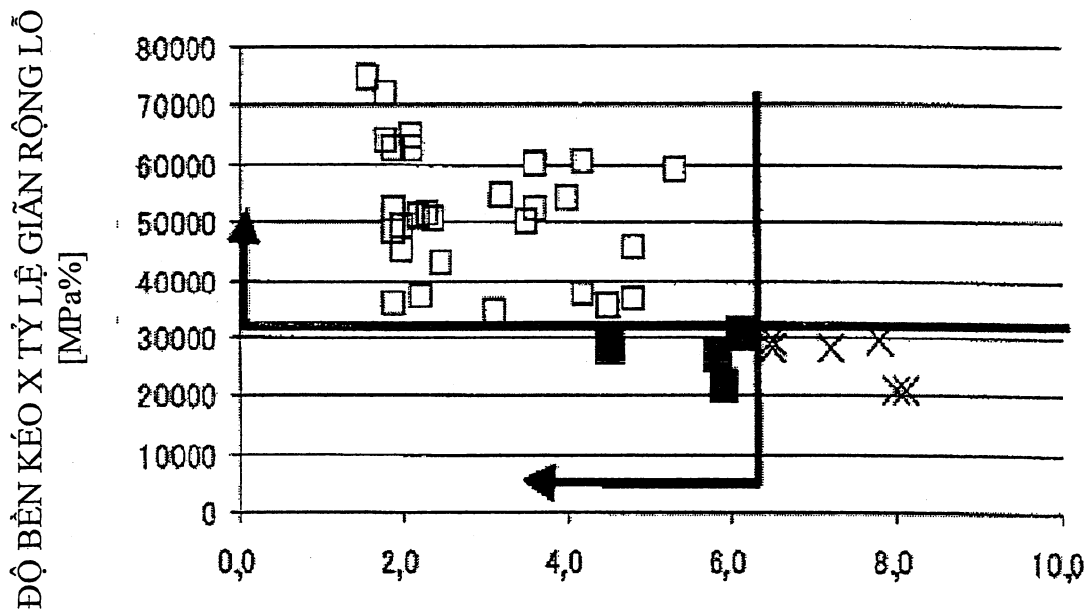
$$HR2 \leq 0,5 \times HR1$$

Biểu thức (6)

14. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có độ bền cao, khả năng cuộn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác theo điểm 7, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước mạ kẽm nhúng-nóng trên bề mặt.

15. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có độ bền cao, khả năng cuộn mép khi kéo căng ưu việt và khả năng đột dập chính xác theo điểm 14, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước xử lý hợp kim hóa ở nhiệt độ từ 450 đến 600°C sau khi thực hiện bước mạ kẽm nhúng-nóng.

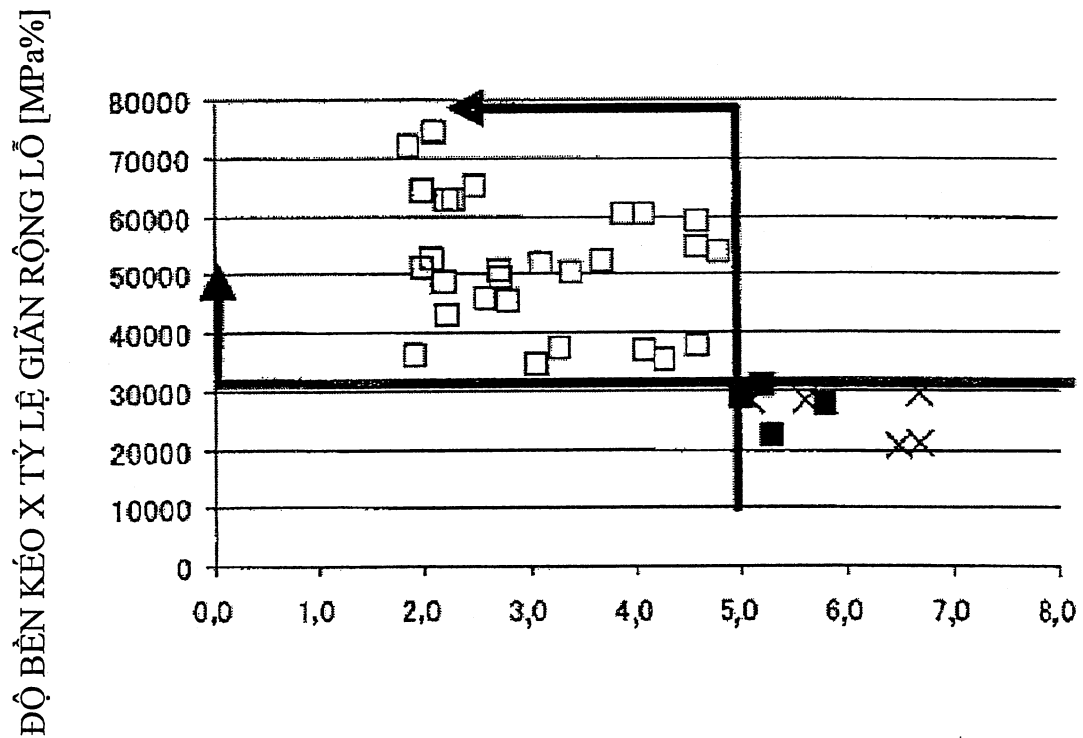
FIG.1



GIÁ TRỊ TRUNG BÌNH CỦA CÁC MẬT ĐỘ CỰC CỦA NHÓM ĐỊNH HƯỚNG {100}<011> ĐẾN {223}<110>

- : GIÁ TRỊ TRUNG BÌNH CỦA CÁC MẬT ĐỘ CỰC CỦA NHÓM ĐỊNH HƯỚNG {100}<011> ĐẾN {223}<110> VÀ MẬT ĐỘ CỰC CỦA ĐỊNH HƯỚNG {332}<113> ĐỀU NẪM TRONG KHOẢNG YÊU CẦU BẢO HỘ
- : CHỈ CÓ CÁC MẬT ĐỘ CỰC CỦA NHÓM ĐỊNH HƯỚNG {100}<011> ĐẾN {223}<110> NẪM NGOÀI KHOẢNG YÊU CẦU BẢO HỘ
- × : CÁC MẬT ĐỘ CỰC CỦA HAI LOẠI NHÓM ĐỊNH HƯỚNG ĐỀU NẪM NGOÀI KHOẢNG YÊU CẦU BẢO HỘ

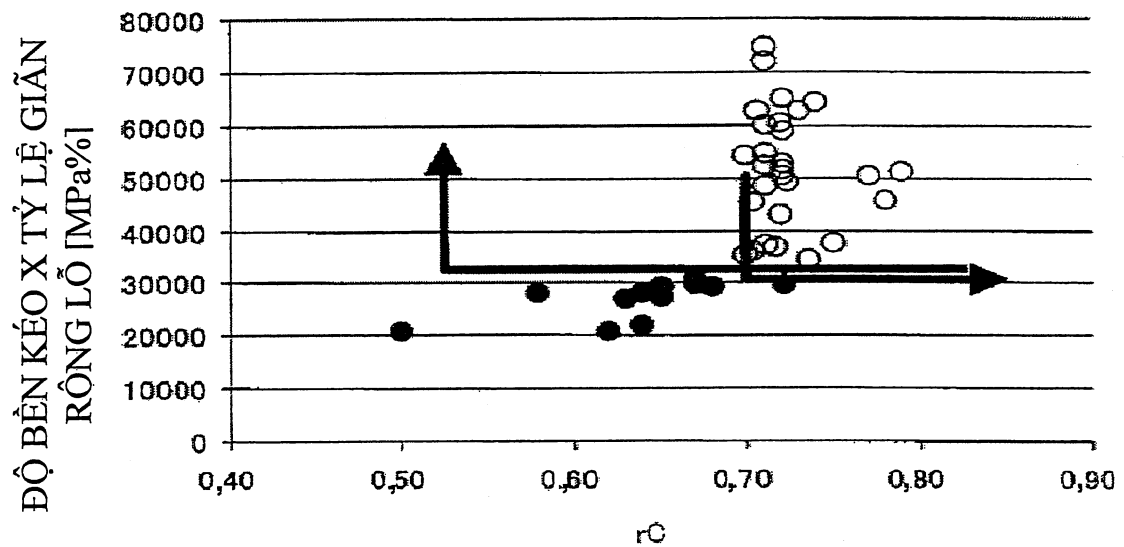
FIG.2



MẬT ĐỘ CỰC CỦA ĐỊNH HƯỚNG {332}<113>

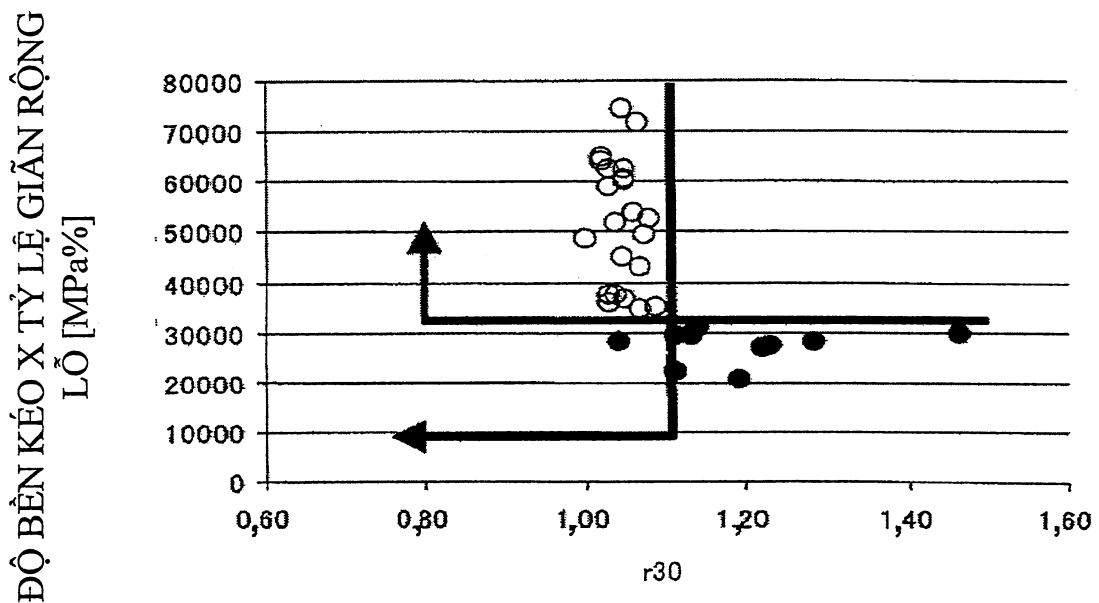
- : GIÁ TRỊ TRUNG BÌNH CỦA CÁC MẬT ĐỘ CỰC CỦA NHÓM ĐỊNH HƯỚNG {100}<011> ĐẾN {223}<110> VÀ MẬT ĐỘ CỰC CỦA ĐỊNH HƯỚNG {332}<113> ĐỀU NẪM TRONG KHOẢNG YÊU CẦU BẢO HỘ
- : CHỈ CÓ CÁC MẬT ĐỘ CỰC CỦA NHÓM ĐỊNH HƯỚNG {100}<011> ĐẾN {223}<110> NẪM NGOÀI KHOẢNG YÊU CẦU BẢO HỘ
- × : CÁC MẬT ĐỘ CỰC CỦA HAI LOẠI NHÓM ĐỊNH HƯỚNG ĐỀU NẪM NGOÀI KHOẢNG YÊU CẦU BẢO HỘ

FIG.3



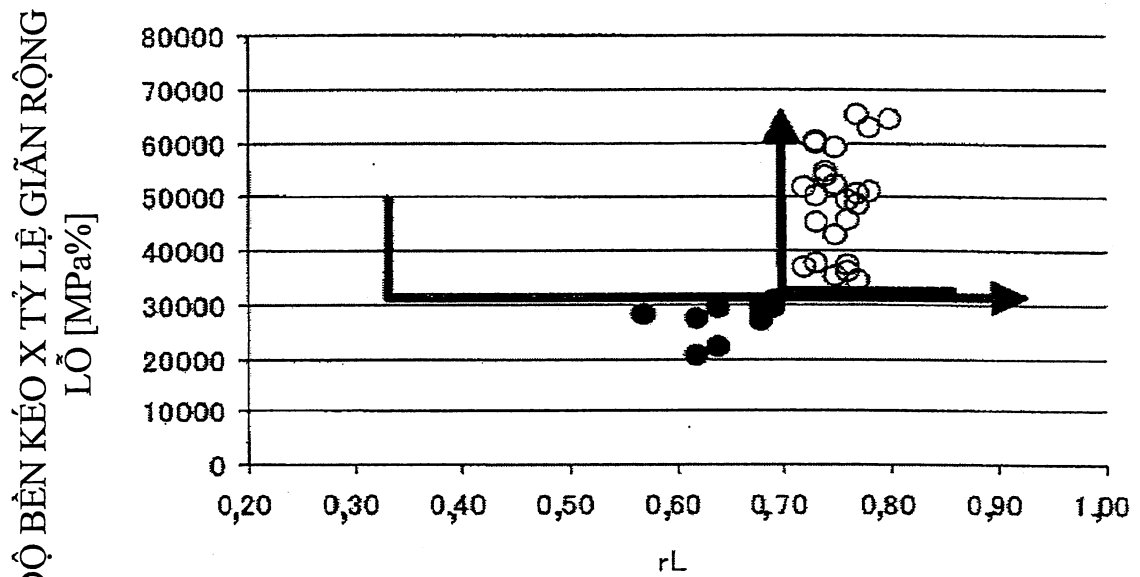
○: TRÊN FIG.1 VÀ FIG.2, CÁC MẬT ĐỘ CỤC CỦA HAI LOẠI NHÓM ĐỊNH HƯỚNG ĐỀU NẰM TRONG KHOẢNG YÊU CẦU BẢO HỘ VÀ $rC \geq 0,70$
 ● : $rC < 0,70$

FIG.4



○: TRÊN FIG.1 VÀ FIG.2, CÁC MẬT ĐỘ CỤC CỦA HAI LOẠI NHÓM ĐỊNH HƯỚNG ĐỀU NẰM TRONG KHOẢNG YÊU CẦU BẢO HỘ VÀ $r30 \leq 1,10$
 ● : $r30 > 1,10$

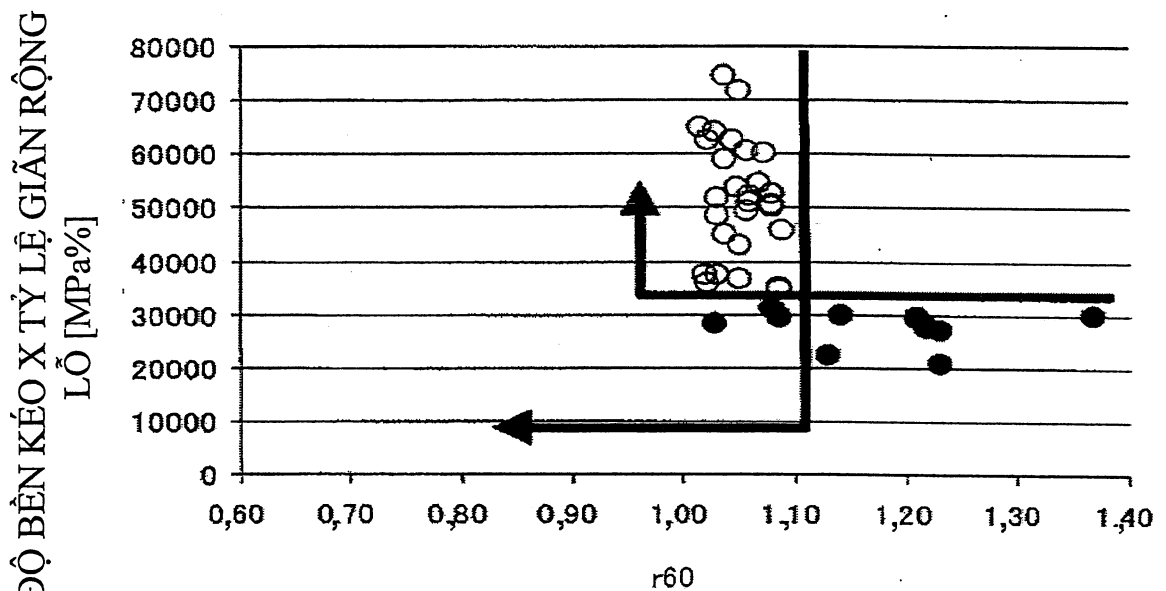
FIG.5



○: TRÊN FIG.1 VÀ FIG.2, CÁC MẬT ĐỘ CỰC CỦA HAI LOẠI
NHÓM ĐỊNH HƯỚNG ĐỀU NẪM TRONG KHOẢNG YÊU CẦU
BẢO HỘ VÀ $rL \geq 0,70$

● : $rL < 0,70$

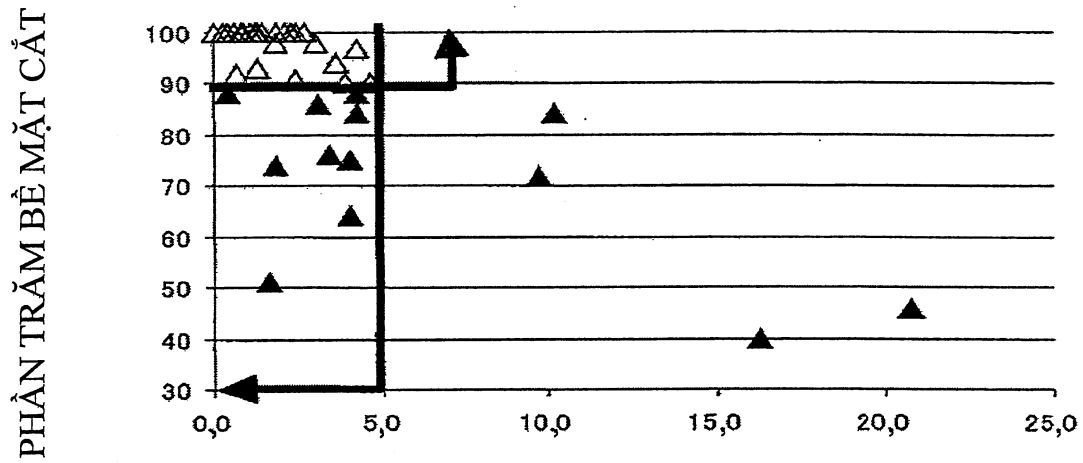
FIG.6



○: TRÊN FIG.1 VÀ FIG.2, CÁC MẬT ĐỘ CỰC CỦA HAI LOẠI
NHÓM ĐỊNH HƯỚNG ĐỀU NẪM TRONG KHOẢNG YÊU CẦU
BẢO HỘ VÀ $r60 \leq 1,10$

● : $r60 > 1,10$

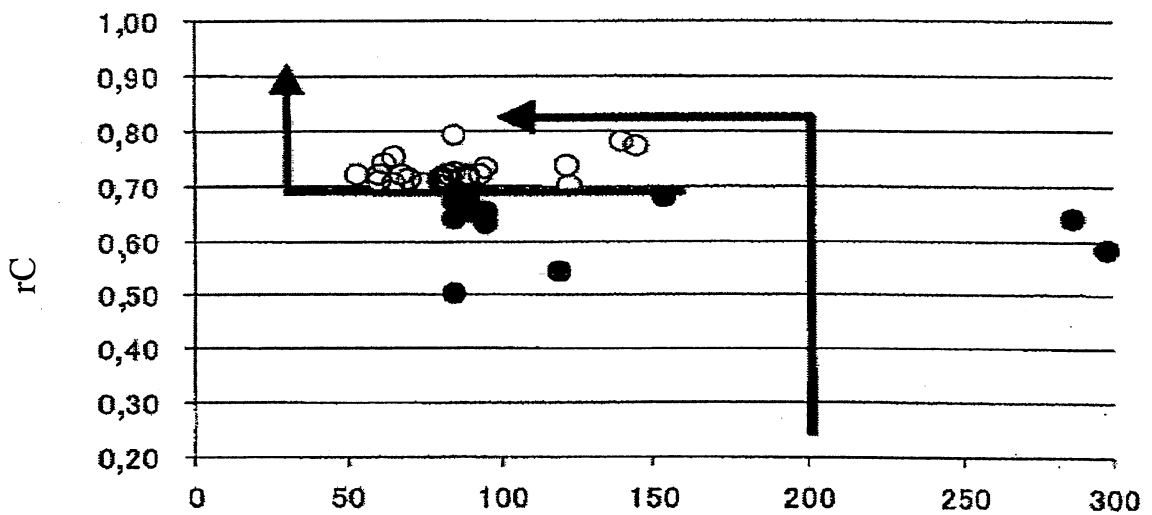
FIG.7



○: TRÊN FIG.1 VÀ FIG.2, CÁC MẬT ĐỘ CỰC CỦA HAI LOẠI NHÓM ĐỊNH HƯỚNG ĐỀU NẪM TRONG KHOẢNG YÊU CẦU BẢO HỘ VÀ PHẦN TRĂM BỀ MẶT CẮT $\geq 90\%$

● : PHẦN TRĂM BỀ MẶT CẮT $< 90\%$

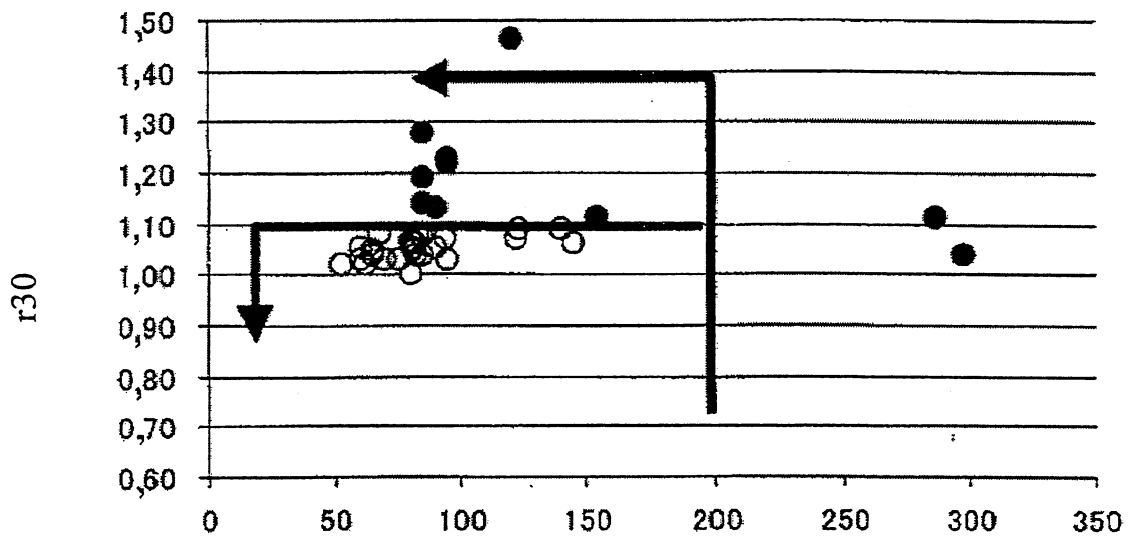
FIG.8



○: TRÊN FIG.1 VÀ FIG.2, CÁC MẬT ĐỘ CỰC CỦA HAI LOẠI NHÓM ĐỊNH HƯỚNG ĐỀU NẪM TRONG KHOẢNG YÊU CẦU BẢO HỘ VÀ $rC \geq 0,70$

● : CÁC MẬT ĐỘ CỰC CỦA HAI LOẠI NHÓM ĐỊNH HƯỚNG ĐỀU NẪM NGOÀI KHOẢNG YÊU CẦU BẢO HỘ

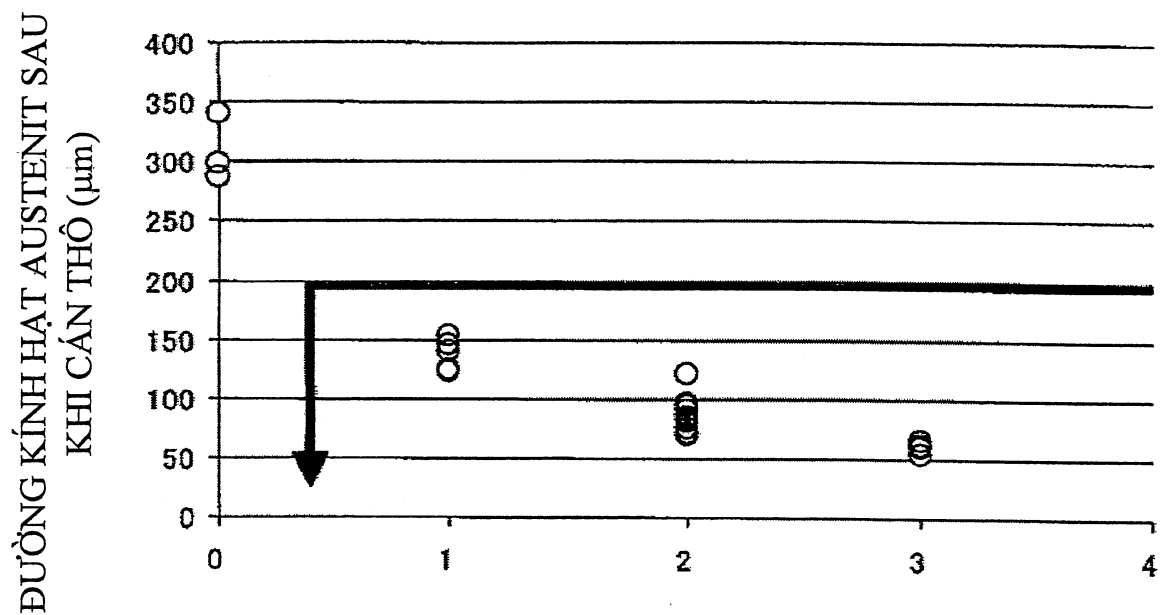
FIG.9



ĐƯỜNG KÍNH HẠT AUSTENIT SAU KHI CÁN THÔ (μm)

- : TRÊN FIG.1 VÀ FIG.2, CÁC MẬT ĐỘ CỰC CỦA HAI LOẠI NHÓM ĐỊNH HƯỚNG ĐỀU NẪM TRONG KHOẢNG YÊU CẦU BẢO HỘ VÀ $r_{30} \leq 1,10$
- : CÁC MẬT ĐỘ CỰC CỦA HAI LOẠI NHÓM ĐỊNH HƯỚNG ĐỀU NẪM NGOÀI KHOẢNG YÊU CẦU BẢO HỘ

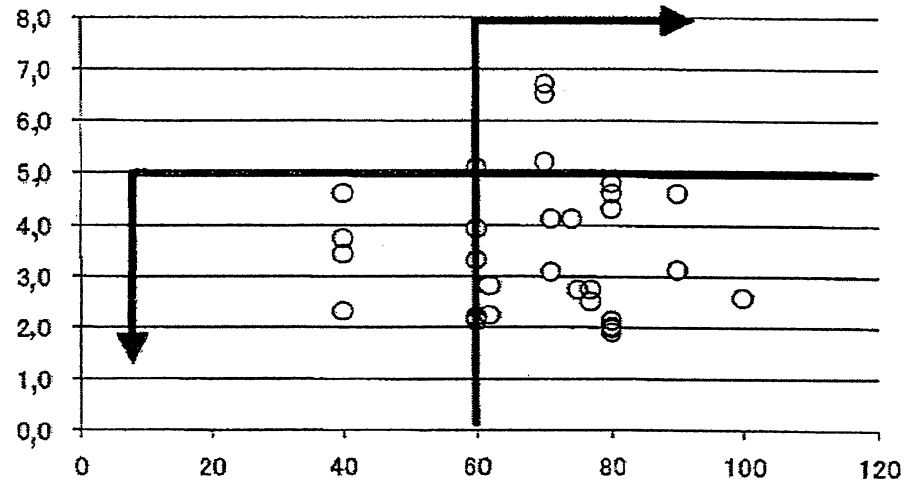
FIG.10



SỐ LẦN CÁN Ở MỨC ĐỘ 40% HOẶC CAO HƠN TRONG KHI CÁN THÔ

FIG.11

GIÁ TRỊ TRUNG BÌNH CỦA CÁC
MẬT ĐỘ CỰC CỦA NHÓM ĐỊNH
HƯỚNG $\{100\} \langle 011 \rangle$ ĐẾN



TỶ LỆ GIẢM TIẾT DIỆN KHI CÁN Ở T1+30 ĐẾN T1+200C [%]

FIG.12

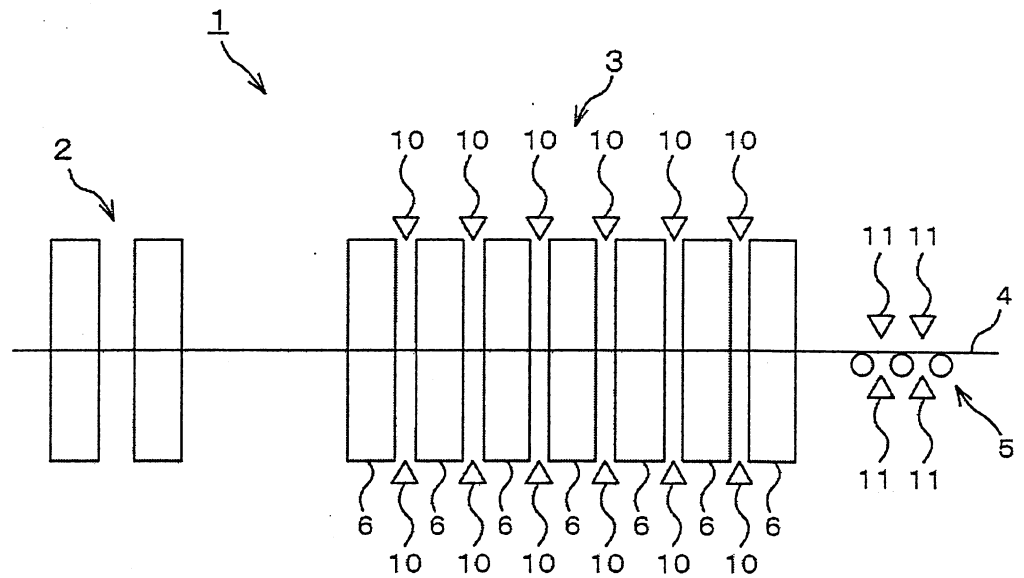


FIG.13

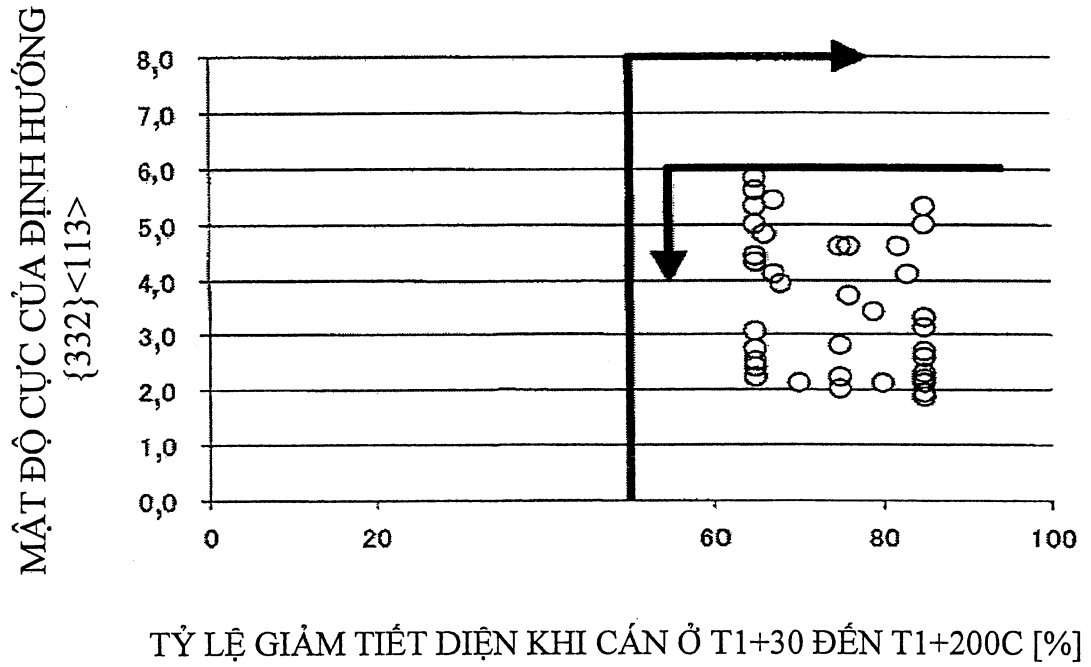


FIG.14

