



(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)



1-0025184

(51)^{2019.01} C22C 38/06; C25D 5/36; C22C 38/00; (13) B
C22C 38/02; C22C 38/04; C22C 38/08;
C22C 38/12; C22C 38/14; C22C 38/16;
C22C 38/18; C22C 38/22; C22C 38/28;
C22C 38/32; C22C 38/38; C23C 2/02;
C23C 2/26; C23C 2/40; B32B 15/01;
C21D 1/673

(21) 1-2014-02337

(22) 11/01/2013

(86) PCT/JP2013/050385 11/01/2013

(87) WO2013/105633A1 18/07/2013

(30) 2012-004550 13/01/2012 JP

(45) 25/08/2020 389

(43) 27/10/2014 319A

(73) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)

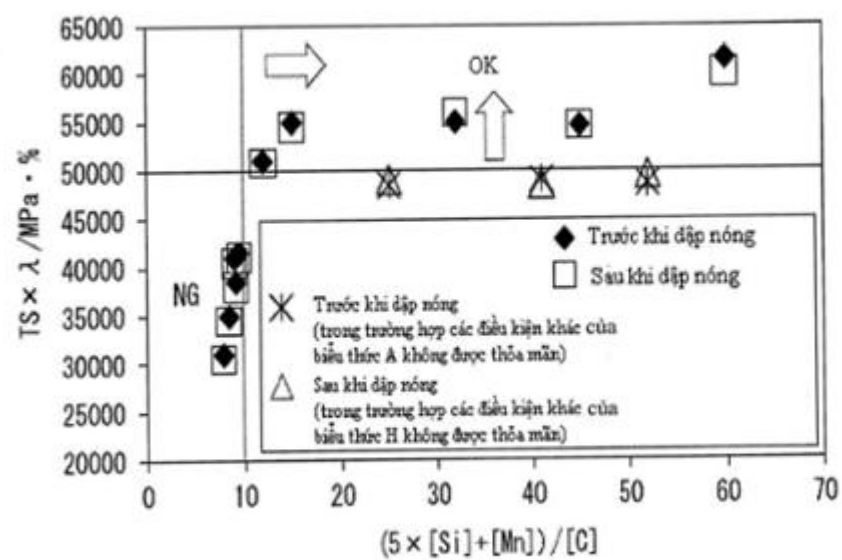
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071 Japan

(72) NONAKA Toshiki (JP); KATO Satoshi (JP); KAWASAKI Kaoru (JP);
TOMOKIYO Toshimasa (JP).

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

(54) THÉP DẬP NÓNG VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT THÉP DẬP NÓNG NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến thép dập nóng thỏa mãn biểu thức $(5 \times [\text{Si}] + [\text{Mn}]) / [\text{C}] > 11$, trong đó $[\text{C}]$ là lượng C tính theo % khối lượng, $[\text{Si}]$ là lượng Si tính theo % khối lượng, và $[\text{Mn}]$ là lượng Mn tính theo % khối lượng, cấu trúc kim tương sau khi dập nóng bao gồm từ 40% đến 90% ferit và từ 10% đến 60% mactensit, tính theo tỷ lệ diện tích, tổng tỷ lệ diện tích của ferit và tỷ lệ diện tích của mactensit là 60% hoặc lớn hơn, độ cứng của mactensit đo được bằng thiết bị đo độ cứng hệ nanô thỏa mãn $H2 / H1 < 1,10$ và $\sigma_{HM} < 20$, và $TS \times \lambda$ mà là tích của độ bền kéo TS và tỷ lệ giãn lỗ λ bằng 50000MPa•% hoặc lớn hơn. Sáng chế cũng đề cập đến phương pháp sản xuất thép dập nóng này.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thép dập nóng mà tấm thép cán nguội để dập nóng có đặc tính dễ tạo hình tuyệt vời sau khi dập nóng được sử dụng và phương pháp sản xuất thép dập nóng này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hiện nay, tấm thép dùng để chế tạo phương tiện vận chuyển cần có độ an toàn khi va chạm được cải thiện và có trọng lượng nhẹ. Do đó, phương pháp dập nóng (cũng được gọi là ép nóng, dập nóng, tôi trong khuôn, tôi có ép hoặc các phương pháp tương tự) thu hút được sự chú ý khi là phương pháp thu được độ bền kéo. Phương pháp dập nóng đề cập đến phương pháp tạo hình, trong đó tấm thép được gia nhiệt ở nhiệt độ cao, ví dụ, 700°C hoặc cao hơn, sau đó được tạo hình nóng để làm tăng đặc tính dễ tạo hình của tấm thép, và được tôi bằng cách làm mát sau khi tạo hình, nhờ đó thu được vật liệu có chất lượng mong muốn. Như nêu trên, tấm thép dùng để chế tạo cấu trúc phần thân của phương tiện vận chuyển cần có đặc tính dễ tạo hình ép cao và độ bền kéo cao. Tấm thép có cấu trúc ferit và mactensit, tấm thép có cấu trúc ferit và bainit, tấm thép chứa austenit dư trong cấu trúc hoặc thép tương tự đã được biết đến là tấm thép có cả đặc tính dễ tạo hình ép và độ bền kéo cao. Trong số các tấm thép này, tấm thép nhiều pha có mactensit được phân tán trong nền ferit có tỷ lệ chảy rã thấp và độ bền kéo cao, và ngoài ra, có các đặc tính giãn dài tuyệt vời. Tuy nhiên, tấm thép có nhiều pha có đặc tính giãn nở kém vì ứng suất tập trung ở bề mặt tiếp giáp giữa ferit và mactensit, và sự đứt gãy có thể xuất hiện từ bề mặt tiếp giáp này.

Ví dụ, các tài liệu sáng chế từ 1 đến 3 bộc lộ tấm thép có nhiều pha. Ngoài ra, các tài liệu sáng chế từ 4 đến 6 mô tả mối tương quan giữa độ cứng và đặc tính dễ tạo hình của tấm thép.

Tuy nhiên, ngay cả với các kỹ thuật đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này, khó có thể thu được tấm thép thỏa mãn các yêu cầu hiện tại để chế tạo phương

tiện vận chuyển như làm giảm hơn nữa trọng lượng và chế tạo các chi tiết có hình dạng phức tạp hơn.

Tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số H6-128688

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2000-319756

Tài liệu sáng chế 3: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2005-120436

Tài liệu sáng chế 4: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2005-256141

Tài liệu sáng chế 5: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2001-355044

Tài liệu sáng chế 6: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số H11-189842.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề cần được giải quyết bởi sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất tấm thép dập nóng, mà tấm thép cán nguội có thể đảm bảo độ bền kéo và có đặc tính giãn nở có lợi hơn khi được sản xuất thành thép dập nóng được sử dụng và phương pháp sản xuất thép dập nóng này.

Phương tiện giải quyết vấn đề

Các tác giả sáng chế đã tiến hành các nghiên cứu chuyên sâu về tấm thép cán nguội để dập nóng mà được đảm bảo độ bền kéo sau khi dập nóng (sau khi tôi trong quy trình dập nóng) và có đặc tính dễ tạo hình tuyệt vời (đặc tính giãn nở). Kết quả là, đã khám phá ra rằng, về thành phần của thép, khi mối tương quan thích hợp được thiết lập trong số lượng Si, lượng Mn và lượng C, tỷ lệ của ferit và tỷ lệ của mactensit trong tấm thép được thiết lập ở các tỷ lệ định trước, và tỷ lệ độ cứng (sự khác nhau về độ cứng) của mactensit giữa phần bề mặt theo

chiều dày tấm và phần trung tâm theo chiều dày tấm của tấm thép và sự phân bố độ cứng của mactensit ở phần trung tâm theo chiều dày tấm được thiết lập trong các khoảng cụ thể, có thể sản xuất thép cán nguội để dập nóng ở quy mô công nghiệp có thể đảm bảo, trong tấm thép, đặc tính dễ tạo hình, tức là, đặc tính $TS \times \lambda \geq 50000 \text{MPa} \cdot \%$ mà là trị số lớn hơn so với $TS \times \lambda$ mà là tích của độ bền kéo TS và tỷ lệ giãn lỗ λ . Hơn thế nữa, đã khám phá ra rằng, khi tấm thép cán nguội này được sử dụng để dập nóng, có thể thu được thép dập nóng có đặc tính dễ tạo hình tuyệt vời sau khi dập nóng. Ngoài ra, cũng rõ ràng rằng, việc hạn chế sự phân tách của MnS trong phần trung tâm theo chiều dày tấm của tấm thép cán nguội để dập nóng là cũng có tác dụng cải thiện đặc tính dễ tạo hình (đặc tính giãn lỗ) của thép dập nóng. Ngoài ra, cũng đã khám phá ra rằng, trong quy trình cán nguội, việc điều chỉnh mức giảm kích thước do cán so với tổng mức giảm do cán (mức giảm cộng dồn) từ giá cao nhất đến giá thứ ba dựa trên cơ sở giá cao nhất nằm trong khoảng cụ thể là có hiệu quả trong việc kiểm soát độ cứng của mactensit. Hơn thế nữa, các tác giả sáng chế cũng đã khám phá nhiều khía cạnh khác nhau của sáng chế như được mô tả dưới đây. Ngoài ra, đã khám phá ra rằng các hiệu quả không bị suy giảm thậm chí khi lớp mạ kẽm nhúng nóng, lớp mạ kẽm, lớp mạ kẽm bằng điện và lớp tráng nhôm được tạo ra trên tấm thép cán nguội.

(1) Tức là, theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, thép dập nóng chứa, tính theo % khối lượng, C: 0,030% đến 0,150%, Si: 0,010% đến 1,00%, Mn: 1,50% đến 2,70%, P: 0,001% đến 0,060%, S: 0,001% đến 0,010%, N: 0,0005% đến 0,0100%, Al: 0,010% đến 0,050%, và tùy ý một hoặc nhiều thành phần B: 0,0005% đến 0,0020%, Mo: 0,01% đến 0,50%, Cr: 0,01% đến 0,50%, V: 0,001% đến 0,100%, Ti: 0,001% đến 0,100%, Nb: 0,001% đến 0,050%, Ni: 0,01% đến 1,00%, Cu: 0,01% đến 1,00%, Ca: 0,0005% đến 0,0050%, REM: 0,00050% đến 0,0050%, và phần còn lại là Fe và các tạp chất không tránh khỏi, trong đó, khi [C] là lượng C tính theo % khối lượng, [Si] là lượng Si tính theo % khối lượng, và [Mn] là lượng Mn tính theo % khối lượng, thì biểu thức (A) dưới đây được thỏa mãn, cấu trúc kim tướng sau khi dập nóng bao gồm từ 40% đến

90% ferit và từ 10% đến 60% mactensit, tính theo tỷ lệ diện tích, tổng tỷ lệ diện tích của ferit và tỷ lệ diện tích của mactensit là 60% hoặc lớn hơn, cấu trúc kim tương này tùy ý có thể còn bao gồm một hoặc nhiều trong số peclit với tỷ lệ diện tích là 10% hoặc nhỏ hơn, austenit với tỷ lệ thể tích là 5% hoặc nhỏ hơn, và còn lại là bainit với tỷ lệ diện tích nhỏ hơn 40%, độ cứng của mactensit đo được bằng thiết bị đo độ cứng hệ nanô thỏa mãn biểu thức (B) dưới đây và biểu thức (C) dưới đây, $TS \times \lambda$ mà là tích của độ bền kéo TS và tỷ lệ giãn lỗ λ là 50000MPa·% hoặc lớn hơn,

$$(5 \times [\text{Si}] + [\text{Mn}]) / [\text{C}] > 11 \quad (\text{A}),$$

$$H2 / H1 < 1,10 \quad (\text{B}),$$

$$\sigma_{HM} < 20 \quad (\text{C}), \text{ và}$$

H1 là độ cứng trung bình của mactensit trong phần bề mặt theo chiều dày tấm sau khi dập nóng, H2 là độ cứng trung bình của mactensit trong phần trung tâm theo chiều dày tấm mà là diện tích có độ rộng là 200 μm theo hướng chiều dày ở trung tâm theo chiều dày tấm sau khi dập nóng, và σ_{HM} là phương sai của độ cứng trung bình của mactensit ở phần trung tâm theo chiều dày tấm sau khi dập nóng.

(2) Trong thép dập nóng theo mục (1) nêu trên, tỷ lệ diện tích của MnS có trong thép dập nóng và có đường kính tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm có thể là 0,01% hoặc nhỏ hơn, và biểu thức (D) dưới đây có thể được thỏa mãn,

$$n2 / n1 < 1,5 \quad (\text{D}), \text{ và}$$

$n1$ là mật độ trung bình số trên mỗi 10000 μm^2 của MnS có đường kính tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm ở 1/4 chiều dày tấm sau khi dập nóng, và $n2$ là mật độ trung bình số trên mỗi 10000 μm^2 của MnS có đường kính tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm trong phần trung tâm của chiều dày tấm sau khi dập nóng.

(3) Trong thép dập nóng theo mục (1) hoặc (2) nêu trên, lớp mạ kẽm nhúng nóng có thể được tạo ra trên bề mặt của thép này.

(4) Trong thép dập nóng theo mục (3) nêu trên, lớp mạ kẽm có thể được

tạo ra trên bề mặt của lớp mạ kẽm nhúng nóng.

(5) Trong thép dập nóng theo mục (1) hoặc (2) nêu trên, lớp mạ kẽm bằng điện có thể được tạo ra trên bề mặt của thép này.

(6) Trong thép dập nóng theo mục (1) hoặc (2) nêu trên, lớp tráng nhôm có thể được tạo ra trên bề mặt của thép này.

(7) Theo khía cạnh khác của sáng chế, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất thép dập nóng, phương pháp này bao gồm các bước: đúc thép nóng chảy có thành phần hóa học theo mục (1) nêu trên và thu được thép, gia nhiệt thép này, cán nóng thép này bằng máy cán nóng bao gồm nhiều giá cán, cuộn thép này sau khi cán nóng, tẩy gỉ thép này sau khi cuộn, cán nguội thép này bằng máy cán nguội bao gồm nhiều giá cán sau khi tẩy gỉ trong điều kiện thỏa mãn biểu thức (E) dưới đây, ủ, trong đó thép này được ủ dưới điều kiện nhiệt độ nằm trong khoảng từ 700°C đến 850°C và được làm mát sau khi cán nguội, cán ram thép này sau khi được làm mát sau quy trình ủ, và bước dập nóng, trong đó thép này được gia nhiệt tới nhiệt độ nằm trong khoảng từ 700°C đến 1000°C sau bước cán ram, được dập nóng trong khoảng nhiệt độ này, và sau đó được làm mát tới nhiệt độ trong phòng hoặc cao hơn và 300°C hoặc thấp hơn,

$$1,5 \times r_1 / r + 1,2 \times r_2 / r + r_3 / r > 1,0 \quad (E), \text{ và}$$

r_i ($i = 1, 2, 3$) là mức giảm đích riêng biệt do cán nguội ở giá cán thứ i ($i = 1, 2, 3$) dựa trên giá cao nhất trong nhiều giá cán trong quy trình cán nguội, tính theo đơn vị %, và r là tổng mức giảm do cán nguội trong quy trình cán nguội, tính theo đơn vị %.

(8) Trong phương pháp sản xuất thép dập nóng theo mục (7) nêu trên, khi CT là nhiệt độ cuộn ở bước cuộn, tính theo đơn vị °C, [C] là lượng C tính theo % khối lượng, [Mn] là lượng Mn tính theo % khối lượng, [Si] là lượng Si tính theo % khối lượng, và [Mo] là lượng Mo tính theo % khối lượng trong tấm thép, biểu thức (F) dưới đây có thể được thỏa mãn,

$$560 - 474 \times [C] - 90 \times [Mn] - 20 \times [Cr] - 20 \times [Mo] < CT < 830 - 270 \times [C] - 90 \times [Mn] - 70 \times [Cr] - 80 \times [Mo] \quad (F).$$

(9) Trong phương pháp sản xuất thép dập nóng theo mục (7) hoặc (8) nêu

trên, khi T là nhiệt độ gia nhiệt ở bước gia nhiệt, tính theo đơn vị °C, t là thời gian trong lò ở bước gia nhiệt, tính theo đơn vị phút, [Mn] là lượng Mn tính theo % khối lượng, và [S] là lượng S tính theo % khối lượng trong tấm thép, biểu thức (G) dưới đây có thể được thỏa mãn:

$$T \times \ln(t) / (1,7 \times [\text{Mn}] + [\text{S}]) > 1500 \quad (\text{G}).$$

(10) Phương pháp sản xuất thép dập nóng theo mục bất kỳ trong số các mục từ (7) đến (9) nêu trên có thể còn bao gồm bước mạ kẽm cho thép giữa bước ủ và bước cán ram.

(11) Phương pháp sản xuất thép dập nóng theo mục (10) nêu trên có thể bao gồm bước hợp kim hóa thép này giữa bước mạ kẽm và bước cán ram.

(12) Phương pháp sản xuất thép dập nóng theo mục bất kỳ trong số các mục từ (7) đến (9) nêu trên có thể còn bao gồm bước mạ kẽm bằng điện cho thép sau khi cán ram.

(13) Phương pháp sản xuất thép dập nóng theo mục bất kỳ trong số các mục từ (7) đến (9) nêu trên có thể còn bao gồm bước tráng nhôm cho thép giữa bước ủ và bước cán ram.

Hiệu quả của sáng chế

Theo khía cạnh nêu trên của sáng chế, do mối tương quan thích hợp đã được thiết lập giữa lượng C, lượng Mn và lượng Si, và, thậm chí trong thép dập nóng, độ cứng của mactensit đo được bằng thiết bị đo độ cứng hệ nanô được thiết lập ở trị số thích hợp, có thể thu được đặc tính giãn nở có lợi hơn trong thép dập nóng.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là đồ thị thể hiện mối tương quan giữa $(5 \times [\text{Si}] + [\text{Mn}]) / [\text{C}]$ và $\text{TS} \times \lambda$ trong tấm thép cán nguội để dập nóng trước khi dập nóng và trong thép đã dập nóng.

Fig.2A là đồ thị thể hiện cơ sở của biểu thức (B) và là đồ thị thể hiện mối tương quan giữa $\text{H20} / \text{H10}$ và σ_{HM0} trong tấm thép cán nguội để dập nóng trước khi dập nóng và mối tương quan giữa $\text{H2} / \text{H1}$ và σ_{HM} trong thép đã dập nóng.

Fig.2B là đồ thị thể hiện cơ sở của biểu thức (C) và là đồ thị thể hiện mối tương quan giữa σ_{HM0} và $TS \times \lambda$ trong tấm thép cán nguội để dập nóng trước khi dập nóng và mối tương quan giữa σ_{HM} và $TS \times \lambda$ trong thép đã dập nóng.

Fig.3 là đồ thị thể hiện mối tương quan giữa n_{20} / n_{10} và $TS \times \lambda$ trong tấm thép cán nguội để dập nóng trước khi dập nóng và mối tương quan giữa n_2 / n_1 và $TS \times \lambda$ trong thép đã dập nóng và thể hiện cơ sở của biểu thức (D).

Fig.4 là đồ thị thể hiện mối tương quan giữa $1,5 \times r_1 / r + 1,2 \times r_2 / r + r_3 / r$ và H_{20} / H_{10} trong tấm thép cán nguội để dập nóng trước khi dập nóng và mối tương quan giữa $1,5 \times r_1 / r + 1,2 \times r_2 / 2 + r_3 / r$ và H_2 / H_1 trong thép đã dập nóng, và thể hiện cơ sở của biểu thức (E).

Fig.5A là đồ thị thể hiện mối tương quan giữa biểu thức (F) và tỷ lệ của mactensit.

Fig.5B là đồ thị thể hiện mối tương quan giữa biểu thức (F) và tỷ lệ của peclit.

Fig.6 là đồ thị thể hiện mối tương quan giữa $T \times \ln(t) / (1,7 \times [Mn] + [S])$ và $TS \times \lambda$, và thể hiện cơ sở của biểu thức (G).

Fig.7 là hình chiếu phối cảnh của thép đã dập nóng được sử dụng trong một ví dụ.

Fig.8 là lưu đồ của phương pháp sản xuất thép dập nóng mà tấm thép cán nguội để dập nóng được sử dụng theo một phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Như nêu trên, điều quan trọng là thiết lập được mối tương quan thích hợp giữa lượng Si, lượng Mn và lượng C và tạo ra được độ cứng thích hợp cho mactensit ở vị trí định trước trong tấm thép để cải thiện đặc tính dễ tạo hình (đặc tính giãn lỗ). Do đó, không có nghiên cứu về mối tương quan giữa đặc tính dễ tạo hình hoặc độ cứng của mactensit trong thép đã dập nóng.

Ở đây, các lý do để giới hạn thành phần hóa học của thép dập nóng mà tấm thép cán nguội dùng để dập nóng được sử dụng theo phương án của sáng chế (trong một số trường hợp, cũng được đề cập dưới dạng thép dập nóng mà tấm thép cán nguội dùng để dập nóng được sử dụng theo phương án của sáng

chế) và thép được sử dụng để sản xuất thép sẽ được mô tả. Sau đây, “%” là đơn vị của lượng của mỗi thành phần riêng biệt để chỉ “% khối lượng”.

C: 0,030% đến 0,150%

C là nguyên tố quan trọng làm tăng cường mactensit và làm tăng độ bền kéo của thép. Khi lượng C nhỏ hơn 0,030%, không thể làm tăng một cách đầy đủ độ bền kéo của thép. Mặt khác, khi lượng C lớn hơn 0,150%, sự suy giảm về tính dẻo (đặc tính giãn dài) của thép trở nên đáng kể. Do đó, khoảng của lượng C được thiết lập nằm trong khoảng từ 0,030% đến 0,150%. Trong trường hợp có nhu cầu về đặc tính giãn nở cao, lượng C mong muốn được thiết lập ở 0,100% hoặc nhỏ hơn.

Si: 0,010% đến 1,000%

Si là nguyên tố quan trọng để ức chế sự tạo thành cacbua có hại và thu được cấu trúc nhiều pha bao gồm chủ yếu cấu trúc ferit và còn lại là mactensit. Tuy nhiên, trong trường hợp nếu lượng Si lớn hơn 1,0%, đặc tính giãn dài hoặc đặc tính giãn nở của thép suy giảm, và đặc tính xử lý chuyển hóa hóa học cũng giảm. Do đó, lượng Si được thiết lập ở 1,000% hoặc nhỏ hơn. Ngoài ra, trong khi Si được bổ sung để khử oxy, hiệu quả khử oxy là không đủ khi lượng Si nhỏ hơn 0,010%. Do đó, lượng Si được thiết lập ở 0,010% hoặc lớn hơn.

Al: 0,010% đến 0,050%

Al là nguyên tố quan trọng dùng làm chất khử oxy. Để thu được hiệu quả khử oxy, lượng Al được thiết lập ở 0,010% hoặc lớn hơn. Mặt khác, thậm chí nếu Al được bổ sung quá nhiều, hiệu quả nêu trên bị bão hòa, và ngược lại, thép trở nên giòn. Do đó, lượng Al được thiết lập nằm trong khoảng từ 0,010% đến 0,050%.

Mn: 1,50% đến 2,70%

Mn là nguyên tố quan trọng làm tăng độ thấm tôi của thép và làm tăng độ bền của thép. Tuy nhiên, nếu lượng Mn nhỏ hơn 1,50%, không thể làm tăng một cách đầy đủ độ bền kéo của thép. Mặt khác, nếu lượng Mn lớn hơn 2,70%, do độ thấm tôi tăng lên nhiều hơn mức cần thiết, nên gây ra làm tăng độ bền kéo của thép, và do vậy, đặc tính giãn dài hoặc đặc tính giãn nở của thép suy giảm. Do

đó, lượng Mn được thiết lập nằm trong khoảng từ 1,50% đến 2,70%. Trong trường hợp có nhu cầu về đặc tính giãn dài cao, lượng Mn mong muốn được thiết lập ở 2,00% hoặc nhỏ hơn.

P: 0,001% đến 0,060%

Trong trường hợp nếu lượng P lớn, P phân tách biên hạt, và làm giảm tính dẻo cục bộ và tính chịu hàn của thép. Do đó, lượng P được thiết lập ở 0,060% hoặc nhỏ hơn. Mặt khác, do sự suy giảm không cần thiết của P dẫn đến sự gia tăng chi phí tinh luyện, lượng P mong muốn được thiết lập ở 0,001% hoặc lớn hơn.

S: 0,001% đến 0,010%

S là nguyên tố tạo ra MnS và làm giảm đáng kể tính dẻo cục bộ hoặc đặc tính chịu hàn. Do đó, giới hạn trên của lượng S được thiết lập ở 0,010%. Ngoài ra, để làm giảm chi phí tinh luyện, giới hạn dưới của lượng S mong muốn được thiết lập ở 0,001%.

N: 0,0005% đến 0,0100%

N là nguyên tố quan trọng để kết tủa AlN và các chất tương tự và tối ưu hóa các hạt tinh thể. Tuy nhiên, nếu lượng N lớn hơn 0,0100%, dung dịch rắn chứa N (dung dịch rắn chứa nitơ) còn dư và tính dẻo của thép bị suy giảm. Do đó, lượng N được thiết lập ở 0,0100% hoặc nhỏ hơn. Do vấn đề về chi phí tinh luyện, giới hạn dưới của lượng N mong muốn được thiết lập ở 0,0005%.

Thép dập nóng mà tấm thép cán nguội để dập nóng được sử dụng theo phương án này có thành phần cơ bản bao gồm các thành phần nêu trên, lượng còn lại là Fe và các tạp chất không tránh khỏi, nhưng có thể còn chứa một hoặc nhiều nguyên tố bất kỳ trong số Nb, Ti, V, Mo, Cr, Ca, REM (kim loại đất hiếm), Cu, Ni và B là nguyên tố mà được sử dụng với lượng bằng hoặc nhỏ hơn các giới hạn trên được mô tả dưới đây để cải thiện độ bền kéo, để kiểm soát hình dạng của sulfua hoặc oxit, và các yếu tố tương tự. Do các thành phần nguyên tố này là không cần thiết bổ sung vào tấm thép, nên các giới hạn dưới của chúng là 0%.

Nb, Ti và V là các nguyên tố làm kết tủa cacbonitrua hạt mịn và làm tăng

độ bền cho thép. Ngoài ra, Mo và Cr là các nguyên tố làm tăng độ thấm tôi và làm tăng độ bền của thép. Để thu được những hiệu quả này, mong muốn là chứa Nb: 0,001% hoặc lớn hơn, Ti: 0,001% hoặc lớn hơn, V: 0,001% hoặc lớn hơn, Mo: 0,01% hoặc lớn hơn, và Cr: 0,01% hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, thậm chí nếu Nb: lớn hơn 0,050%, Ti: lớn hơn 0,100%, V: lớn hơn 0,100%, Mo: lớn hơn 0,50%, và Cr: lớn hơn 0,50% được chứa trong thép, hiệu quả làm tăng độ bền cho thép bị bão hòa, và có thể gây ra sự suy giảm đặc tính giãn dài hoặc đặc tính giãn lỗ.

Thép này còn có thể chứa Ca với lượng nằm trong khoảng từ 0,0005% đến 0,0050%. Ca và kim loại đất hiếm (REM) kiểm soát hình dạng của sulfua hoặc oxit và cải thiện độ dẻo cục bộ hoặc đặc tính giãn lỗ. Để thu được hiệu quả của việc sử dụng Ca, tốt hơn là bổ sung Ca với lượng là 0,0005% hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, do có sự lo ngại rằng việc bổ sung quá nhiều có thể làm giảm đặc tính dễ gia công, nên giới hạn trên của lượng Ca được thiết lập ở 0,0050%. Đối với lý do này, cũng như đối với kim loại đất hiếm (REM), tốt hơn là thiết lập giới hạn dưới của lượng này ở 0,0005% và giới hạn trên của lượng này ở 0,0050%.

Thép này còn có thể chứa Cu: 0,01% đến 1,00%, Ni: 0,01% đến 1,00% và B: 0,0005% đến 0,0020%. Các nguyên tố này cũng có thể cải thiện đặc tính thấm tôi và làm tăng độ bền kéo của thép. Tuy nhiên, để thu được hiệu quả này, tốt hơn là chứa Cu: 0,01% hoặc lớn hơn, Ni: 0,01% hoặc lớn hơn và B: 0,0005% hoặc lớn hơn. Trong trường hợp nếu những lượng này bằng hoặc nhỏ hơn các giá trị nêu trên, hiệu quả làm tăng độ bền của thép là nhỏ. Mặt khác, ngay cả khi Cu: lớn hơn 1,00%, Ni: lớn hơn 1,00% và B: lớn hơn 0,0020% được bổ sung, hiệu quả làm tăng độ bền kéo bị bão hòa, và có sự lo ngại rằng tính dẻo có thể giảm.

Trong trường hợp nếu thép chứa B, Mo, Cr, V, Ti, Nb, Ni, Cu, Ca và REM, một hoặc nhiều nguyên tố được bao gồm. Lượng còn lại của thép bao gồm Fe và các tạp chất không tránh khỏi. Các nguyên tố khác các nguyên tố được mô tả trên đây (ví dụ, Sn, As và các nguyên tố tương tự) có thể còn được

bao gồm dưới dạng các tạp chất không tránh khỏi miễn sao các nguyên tố này không làm giảm các đặc tính của thép. Hơn thế nữa, khi B, Mo, Cr, V, Ti, Nb, Ni, Cu, Ca và REM được bao gồm với lượng nhỏ hơn các giới hạn dưới nêu trên, các nguyên tố này được xem là các tạp chất không tránh khỏi.

Ngoài ra, trong thép dập nóng mà tấm thép cán nguội dùng để dập nóng được sử dụng theo phương án này, được thể hiện trên Fig.1, nếu lượng C (% khối lượng), lượng Si (% khối lượng) và lượng Mn (% khối lượng) lần lượt được biểu diễn dưới dạng [C], [Si] và [Mn], điều quan trọng là thỏa mãn biểu thức (A) dưới đây:

$$(5 \times [\text{Si}] + [\text{Mn}]) / [\text{C}] > 11 \quad (\text{A})$$

Để thỏa mãn điều kiện $\text{TS} \times \lambda \geq 50000 \text{MPa} \cdot \%$, biểu thức (A) nêu trên tốt hơn được thỏa mãn. Khi trị số $(5 \times [\text{Si}] + [\text{Mn}]) / [\text{C}]$ bằng 11 hoặc nhỏ hơn, không thể thu được đặc tính giãn nở đầy đủ. Điều này là vì, khi lượng C là lớn, độ cứng của pha cứng trở nên quá cao, sự chênh lệch về độ cứng (tỷ lệ của độ cứng) giữa pha cứng và pha mềm trở nên lớn, và do đó trị số λ suy giảm, và, khi lượng Si hoặc lượng Mn là nhỏ, TS trở nên thấp. Về trị số $(5 \times [\text{Si}] + [\text{Mn}]) / [\text{C}]$, do trị số này không thay đổi ngay cả sau khi dập nóng như nêu trên, công thức này tốt hơn được thỏa mãn trong khi sản xuất tấm kim loại.

Nhìn chung, mactensit là tốt hơn ferit ở tác dụng làm tăng đặc tính dễ tạo hình (đặc tính giãn nở) trong thép pha kép (thép DP). Kết quả của các nghiên cứu sâu rộng bởi các tác giả sáng chế về độ cứng của mactensit, cho thấy rõ ràng rằng, khi sự chênh lệch về độ cứng (tỷ lệ của độ cứng) của mactensit giữa phần bề mặt theo chiều dày tấm và phần trung tâm theo chiều dày tấm, và sự phân bố độ cứng của mactensit ở phần trung tâm theo chiều dày tấm là ở trạng thái định trước trong pha trước khi dập nóng (trước khi gia nhiệt để tiến hành tôi trong quy trình dập nóng), trạng thái này hầu như được duy trì ngay cả sau khi dập nóng, được thể hiện trong các Fig.2A và 2B, và đặc tính dễ tạo hình như đặc tính giãn dài hoặc đặc tính giãn nở trở nên có lợi. Điều này được xem là do sự phân bố độ cứng của mactensit tạo ra trước khi dập nóng vẫn có hiệu quả đáng kể ngay cả sau khi dập nóng, và các nguyên tố hợp kim tập trung trong phần trung

tâm của chiều dày tấm vẫn duy trì ở trạng thái được tập trung trong phần trung tâm của chiều dày tấm ngay cả sau khi dập nóng. Tức là, trong tấm thép trước khi dập nóng, trong trường hợp nếu tỷ lệ độ cứng giữa mactensit trong phần bề mặt theo chiều dày tấm và mactensit ở phần trung tâm theo chiều dày tấm là lớn, hoặc phương sai của độ cứng của mactensit là lớn, xu hướng tương tự được thể hiện ngay cả sau khi dập nóng. Được thể hiện trong các Fig.2A và 2B, tỷ lệ độ cứng giữa phần bề mặt theo chiều dày tấm và phần trung tâm theo chiều dày tấm trong tấm thép cán nguội để dập nóng đối với thép dập nóng theo phương án này trước khi dập nóng và tỷ lệ độ cứng giữa phần bề mặt theo chiều dày tấm và phần trung tâm theo chiều dày tấm trong thép dập nóng, mà tấm thép cán nguội để dập nóng được sử dụng theo phương án này, hầu như là giống nhau. Ngoài ra, tương tự, phương sai của độ cứng của mactensit ở phần trung tâm theo chiều dày tấm trong tấm thép cán nguội để dập nóng đối với thép dập nóng theo phương án này trước khi dập nóng và phương sai của độ cứng của mactensit ở phần trung tâm theo chiều dày tấm trong thép dập nóng, đối với tấm thép cán nguội để dập nóng được sử dụng theo phương án này, hầu như là giống nhau. Do đó, đặc tính dễ tạo hình của tấm thép cán nguội để dập nóng để sản xuất thép dập nóng theo phương án này là tương tự với đặc tính dễ tạo hình của thép dập nóng mà tấm thép cán nguội để dập nóng được sử dụng theo phương án này.

Ngoài ra, về độ cứng của mactensit đo được bằng thiết bị đo độ cứng hệ nanô được sản xuất bởi Hysitron Corporation ở độ phóng đại 1000 lần, các tác giả sáng chế đã khám phá ra rằng biểu thức (B) dưới đây và biểu thức (C) dưới đây (cũng như các biểu thức (H) và (I)) được thỏa mãn là có lợi cho đặc tính dễ tạo hình của thép dập nóng. Ở đây, “H1” là độ cứng trung bình của mactensit trong phần bề mặt theo chiều dày tấm mà nằm trong vùng có độ rộng là 200 μm theo hướng chiều dày từ lớp ngoài cùng của tấm thép theo chiều dày trong thép dập nóng, “H2” là độ cứng trung bình của mactensit trong vùng có độ rộng bằng ± 100 μm theo chiều dày từ phần trung tâm theo chiều dày tấm trong phần trung tâm của chiều dày tấm trong thép dập nóng, và “ σ_{HM} ” là phương sai của độ cứng của mactensit trong vùng có độ rộng bằng ± 100 μm theo chiều dày từ phần

trung tâm theo chiều dày tấm trong thép dập nóng. Ngoài ra, “H10” là độ cứng của mactensit trong phần bề mặt theo chiều dày tấm trong tấm thép cán nguội để dập nóng trước khi dập nóng, “H20” là độ cứng của mactensit ở phần trung tâm theo chiều dày tấm, tức là, trong vùng có độ rộng bằng 200 μm theo hướng chiều dày ở tâm của tấm trong tấm thép cán nguội để dập nóng trước khi dập nóng, và “ σ_{HM0} ” là phương sai của độ cứng của mactensit ở phần trung tâm theo chiều dày tấm trong tấm thép cán nguội để dập nóng trước khi dập nóng. H1, H10, H2, H20, σ_{HM} và σ_{HM0} lần lượt thu được từ các phép đo 300 điểm cho mỗi trị số. Vùng có độ rộng $\pm 100 \mu\text{m}$ theo chiều dày từ phần trung tâm theo chiều dày tấm để cập đến vùng có tâm ở giữa của tấm và có kích thước 200 μm theo hướng chiều dày.

$$H2 / H1 < 1,10 \quad (\text{B})$$

$$\sigma_{\text{HM}} < 20 \quad (\text{C})$$

$$H20 / H10 < 1,10 \quad (\text{H})$$

$$\sigma_{\text{HM0}} < 20 \quad (\text{I})$$

Ngoài ra, ở đây, phương sai là trị số thu được sử dụng biểu thức (K) dưới đây và thể hiện sự phân bố độ cứng của mactensit.

Biểu thức 1

$$\sigma_{\text{HM}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{\text{ave}} - x_i)^2 \dots \quad (\text{K})$$

x_{ave} là trị số độ cứng trung bình, và x_i là độ cứng thứ i .

Trị số H2/H1 là 1,10 hoặc lớn hơn cho thấy rằng độ cứng của mactensit ở phần trung tâm theo chiều dày tấm là 1,10 lần hoặc lớn hơn độ cứng của mactensit trong phần bề mặt theo chiều dày tấm, và, trong trường hợp này, σ_{HM} bằng 20 hoặc lớn hơn ngay cả sau khi dập nóng được thể hiện trên Fig.2A. Khi trị số H2 / H1 bằng 1,10 hoặc lớn hơn, độ cứng của phần trung tâm theo chiều dày tấm trở nên quá cao, $\text{TS} \times \lambda$ trở nên nhỏ hơn 50000MPa·% được thể hiện trên Fig.2B, và đặc tính dễ tạo hình đầy đủ không thể thu được cả trước khi tôi (tức là, trước khi dập nóng) và sau khi tôi (tức là, sau khi dập nóng). Hơn thế

nữa, theo lý thuyết, có trường hợp nếu giới hạn dưới của $H2 / H1$ là giống như trong phần trung tâm của chiều dày tấm và trong phần bề mặt theo chiều dày tấm trừ khi quá trình xử lý nhiệt đặc biệt được tiến hành; tuy nhiên, trong quy trình sản xuất thực, khi tính đến năng suất, giới hạn dưới là, ví dụ, lên đến xấp xỉ 1,005. Những gì đã nêu trên về trị số $H2 / H1$ cũng sẽ áp dụng tương tự cho trị số $H20 / H10$.

Ngoài ra, phương sai σ_{HM} bằng 20 hoặc lớn hơn ngay cả sau khi dập nóng chỉ ra rằng sự phân tán độ cứng của mactensit là lớn, và các phần mà, trong đó độ cứng là quá cao có mặt một cách cục bộ. Trong trường hợp này, $TS \times \lambda$ trở nên nhỏ hơn 50000MPa·% được thể hiện trên Fig.2B, và đặc tính dễ tạo hình đầy đủ của thép dập nóng không thể thu được. Những gì đã nêu trên liên quan đến trị số σ_{HM} cũng sẽ áp dụng theo cách tương tự cho trị số σ_{HM0} .

Trong thép dập nóng theo phương án này, tỷ lệ diện tích của ferit trong cấu trúc kim tướng sau khi dập nóng là 40% đến 90%. Nếu tỷ lệ diện tích của ferit nhỏ hơn 40%, đặc tính giãn dài đầy đủ hoặc đặc tính giãn lỗ đầy đủ không thể thu được. Mặt khác, nếu tỷ lệ diện tích của ferit lớn hơn 90%, mactensit trở nên không đầy đủ, và độ bền kéo đầy đủ không thể thu được. Do đó, tỷ lệ diện tích của ferit trong thép dập nóng được thiết lập ở 40% đến 90%. Ngoài ra, cấu trúc kim tướng của thép dập nóng cũng bao gồm mactensit, tỷ lệ diện tích của mactensit là 10% đến 60%, và tổng tỷ lệ diện tích của ferit và tỷ lệ diện tích của mactensit là 60% hoặc lớn hơn. Toàn bộ hoặc các phần chính của cấu trúc kim tướng của thép dập nóng được chiếm bởi ferit và mactensit, và hơn nữa, một hoặc nhiều trong số peclit, bainit làm phần còn lại và austenit dư có thể được bao gồm trong cấu trúc kim tướng. Tuy nhiên, khi austenit dư còn dư trong cấu trúc kim tướng, tính giòn trong xử lý thứ cấp và đặc tính gãy vỡ là có thể suy giảm. Do đó, tốt hơn nếu austenit dư hầu như không được bao gồm; tuy nhiên, không tránh khỏi, 5% austenit dư hoặc nhỏ hơn theo tỷ lệ thể tích có thể được bao gồm. Vì peclit là cấu trúc cứng và giòn, tốt hơn là không bao gồm peclit trong cấu trúc kim tướng; tuy nhiên, không tránh khỏi, lên đến 10% peclit, tính theo tỷ lệ diện tích có thể được bao gồm. Hơn thế nữa, lượng bainit dưới dạng

phần còn lại tốt hơn là 40% hoặc nhỏ hơn, tính theo tỷ lệ diện tích so với vùng bao gồm ferit và mactensit. Ở đây, các cấu trúc kim tương của ferit, bainit dưới dạng phần còn lại và peclit được quan sát nhờ phương pháp khắc ăn mòn Nital, và cấu trúc kim tương của mactensit được quan sát nhờ phương pháp khắc ăn mòn Le pera. Trong cả hai trường hợp, 1/4 phần chiều dày tấm được quan sát ở độ phóng đại 1000 lần. Tỷ lệ thể tích của austenit dư được đo bằng thiết bị nhiễu xạ tia X sau khi đánh bóng tấm thép lên đến 1/4 chiều dày tấm. 1/4 chiều dày tấm đề cập đến phần 1/4 chiều dày của tấm thép theo chiều dày của tấm thép trong tấm thép.

Theo phương án này, độ cứng của mactensit được đo ở độ phóng đại 1000 lần được mô tả bằng cách sử dụng thiết bị đo độ cứng hệ nanô. Do vết lõm được tạo ra trong thử nghiệm độ cứng Vicker thông thường là lớn hơn mactensit, theo thử nghiệm độ cứng Vickers, trong khi độ cứng vĩ mô của mactensit và các cấu trúc ngoại vi của nó (ferit và các cấu trúc tương tự) có thể thu được, không thể thu được độ cứng của mactensit. Do đặc tính dễ tạo hình (đặc tính giãn lỗ) bị ảnh hưởng đáng kể bởi độ cứng của chính mactensit, khó có thể đánh giá một cách đầy đủ đặc tính dễ tạo hình chỉ bằng độ cứng Vickers. Ngược lại, theo phương án này, do mối tương quan thích hợp của độ cứng của mactensit trong thép dập nóng đo được bằng thiết bị đo độ cứng hệ nanô được tạo ra, có thể thu được đặc tính dễ tạo hình rất có lợi.

Ngoài ra, trong tấm thép cán nguội để dập nóng trước khi dập nóng và thép dập nóng, là kết quả của việc quan sát MnS ở vị trí 1/4 chiều dày tấm và trong phần trung tâm theo chiều dày tấm, đã khám phá ra rằng tốt hơn nếu tỷ lệ diện tích của MnS có đường kính tròn tương đương từ 0,1 μm đến 10 μm là 0,01% hoặc nhỏ hơn, và, được thể hiện trên Fig.3, biểu thức (D) dưới đây (cũng như biểu thức (J)) được thỏa mãn để làm thỏa mãn một cách có lợi và ổn định điều kiện $TS \times \lambda \geq 50000\text{MPa} \cdot \%$. Khi MnS có đường kính tròn tương đương bằng 0,1 μm hoặc lớn hơn tồn tại trong khi thử nghiệm đặc tính giãn lỗ, do ứng suất tập trung trong vùng xung quanh nó, nên sự rạn nứt có thể xảy ra. Lý do cho việc không tính MnS có đường kính tròn tương đương nhỏ hơn 0,1 μm là ở

chỗ tác động do sự tập trung ứng suất là nhỏ. Ngoài ra, lý do cho việc không tính MnS có đường kính tròn tương đương lớn hơn 10 μm là ở chỗ, MnS có cỡ hạt nêu trên được bao gồm trong tấm thép, cỡ hạt là quá lớn, và tấm thép trở nên không thích hợp để xử lý. Hơn thế nữa, khi tỷ lệ diện tích của MnS có đường kính tròn tương đương từ 0,1 μm đến 10 μm lớn hơn 0,01%, khi đó dễ dàng xuất hiện các vết nứt nhỏ do sự tập trung ứng suất làn truyền, đặc tính giãn lỗ tiếp tục suy giảm, và có trường hợp nếu điều kiện $TS \times \lambda \geq 50000\text{MPa} \cdot \%$ không được thỏa mãn. Ở đây, “n1” và “n10” lần lượt là các tỷ trọng số của MnS có đường kính tròn tương đương từ 0,1 μm đến 10 μm ở 1/4 chiều dày tấm trong thép dập nóng và tấm thép cán nguội trước khi dập nóng, và “n2” và “n20” lần lượt là các tỷ trọng số của MnS có đường kính tròn tương đương từ 0,1 μm đến 10 μm ở phần trung tâm theo chiều dày tấm trong thép dập nóng và tấm thép cán nguội trước khi dập nóng.

$$n2 / n1 < 1,5 \quad (\text{D})$$

$$n20 / n10 < 1,5 \quad (\text{J})$$

Những mối tương quan này tất cả đều giống nhau ở tấm thép trước khi dập nóng, tấm thép sau khi dập nóng, và thép đã dập nóng.

Khi tỷ lệ diện tích của MnS có đường kính tròn tương đương từ 0,1 μm đến 10 μm là lớn hơn 0,01% sau khi dập nóng, đặc tính dễ tạo hình có khả năng suy giảm. Giới hạn dưới của tỷ lệ diện tích của MnS không được mô tả một cách cụ thể, tuy nhiên, 0,0001% MnS hoặc lớn hơn là có mặt do phương pháp đo được mô tả dưới đây, sự giới hạn về độ phóng đại và trường nhìn, và lượng ban đầu của Mn hoặc S. Ngoài ra, trị số $n2/n1$ (hoặc $n20/n10$) bằng 1,5 hoặc lớn hơn thể hiện rằng mật độ số của MnS có đường kính tròn tương đương từ 0,1 μm đến 10 μm trong phần trung tâm theo chiều dày tấm của thép dập nóng (hoặc tấm thép cán nguội để dập nóng trước khi dập nóng) bằng 1,5 lần hoặc lớn hơn mật độ số của MnS có đường kính tròn tương đương từ 0,1 μm đến 10 μm ở 1/4 chiều dày tấm của thép dập nóng (hoặc tấm thép cán nguội để dập nóng trước khi dập nóng). Trong trường hợp này, đặc tính dễ tạo hình có khả năng suy giảm do sự phân tách của MnS trong phần trung tâm theo chiều dày tấm của thép dập

nóng (hoặc tấm thép cán nguội để dập nóng trước khi dập nóng). Theo phương án này, đường kính tròn tương đương và mật độ số của MnS có đường kính tròn tương đương từ 0,1 μm đến 10 μm được đo bằng kính hiển vi điện tử quét phát xạ trường (Fe-SEM) được sản xuất bởi JEOL Ltd. Ở phép đo này, độ phóng đại là 1000 lần, và diện tích đo của trường nhìn thấy được thiết lập ở $0,12 \times 0,09 \text{ mm}^2$ ($= 10800 \mu\text{m}^2 \approx 10000 \mu\text{m}^2$). Mười trường nhìn thấy đã được quan sát ở 1/4 chiều dày tấm, và mười trường nhìn thấy đã được quan sát trong phân trung tâm theo chiều dày tấm. Tỷ lệ diện tích của MnS có đường kính tròn tương đương từ 0,1 μm đến 10 μm được tính toán bằng phần mềm phân tích hạt. Trong thép dập nóng mà tấm thép cán nguội để dập nóng được sử dụng theo phương án này, dạng (hình dạng và số) của MnS được tạo ra trước khi dập nóng là giống trước và sau khi dập nóng. Fig.3 là hình vẽ thể hiện mối tương quan giữa n_2 / n_1 và $TS \times \lambda$ sau khi dập nóng và mối tương quan giữa n_{20} / n_{10} và $TS \times \lambda$ trước khi dập nóng, và, theo Fig.3, n_{20} / n_{10} của tấm thép cán nguội trước khi dập nóng và n_2 / n_1 của thép dập nóng hầu như là giống nhau. Điều này là vì hình dạng của MnS thường không thay đổi ở nhiệt độ gia nhiệt của bước dập nóng.

Khi bước dập nóng được tiến hành trên tấm thép có kết cấu nêu trên, có thể thu được độ bền kéo từ 500 MPa đến 1500 MPa, và hiệu quả cải thiện khả năng tạo hình đáng kể là thu được trong thép dập nóng có độ bền kéo xấp xỉ 550 MPa đến 1200 MPa.

Ngoài ra, tốt hơn nếu tạo ra lớp mạ kẽm, lớp mạ kẽm, lớp mạ điện mạ kẽm hoặc lớp mạ nhôm trên bề mặt của thép dập nóng mà tấm thép cán nguội để dập nóng được sử dụng theo phương án này về khả năng ngăn ngừa gỉ. Sự hình thành các lớp mạ nêu trên không làm giảm hiệu quả của phương án này. Các lớp mạ nêu trên có thể được tiến hành bằng phương pháp đã biết.

Dưới đây, phương pháp sản xuất thép dập nóng mà tấm thép cán nguội (tấm thép cán nguội, tấm thép cán nguội được mạ kẽm, tấm thép cán nguội được mạ kẽm, tấm thép cán nguội được mạ kẽm bằng phương pháp điện và tấm thép cán nguội được mạ nhôm) để dập nóng được sử dụng theo phương án này sẽ được mô tả.

Khi sản xuất thép dập nóng mà tấm thép cán nguội để dập nóng được sử dụng theo phương án này, dưới dạng điều kiện thông thường, thép nóng chảy từ quy trình nóng chảy trong lò chuyển đổi được đúc liên tục, nhờ đó tạo ra phôi. Ở bước đúc liên tục này, khi tốc độ đúc là nhanh, kết tủa của Ti và các chất tương tự trở nên quá mịn, và, khi tốc độ đúc là chậm, năng suất sản xuất suy giảm, và do đó, cấu trúc kim tương của hạt kết tủa nêu trên trở nên thô và số lượng các hạt trong cấu trúc kim tương giảm, và do đó, có trường hợp các đặc tính khác như gãy mặt trễ không thể được kiểm soát. Do đó, tốc độ đúc mong muốn là từ 1,0 m/phút đến 2,5 m/phút.

Phôi sau khi đúc có thể được trải qua quy trình cán nóng. Theo cách khác, trong trường hợp nếu phôi sau khi làm mát được làm mát tới nhiệt độ thấp hơn 1100°C, có thể tái gia nhiệt phôi sau khi làm mát đến 1100°C đến 1300°C trong lò dạng ống hoặc các thiết bị tương tự, và đưa phôi này trải qua quy trình cán nóng. Khi nhiệt độ phôi nhỏ hơn 1100°C, khó có thể đảm bảo nhiệt độ cuối cùng trong quy trình cán nóng, mà gây ra sự suy giảm độ giãn dài. Ngoài ra, trong thép dập nóng mà tấm thép để dập nóng mà Ti và Nb được bổ sung được sử dụng, do sự hòa tan hạt kết tủa trở nên không đủ trong quá trình gia nhiệt, mà điều này làm suy giảm độ bền kéo. Mặt khác, khi nhiệt độ gia nhiệt cao hơn 1300°C, sự tạo thành vảy tăng lên, và có trường hợp ở đó không thể tạo ra đặc tính bề mặt có lợi của thép dập nóng mà tấm thép cán nguội để dập nóng được sử dụng.

Ngoài ra, để làm giảm tỷ lệ diện tích của MnS có đường kính tròn tương đương từ 0,1 μm đến 10 μm , khi lượng Mn và lượng S trong thép lần lượt được thể hiện bởi [Mn] và [S] tính theo % khối lượng, tốt hơn là để nhiệt độ T (°C) của lò gia nhiệt trước khi tiến hành cán nóng, thời gian giữ trong lò t (phút), [Mn] và [S] thỏa mãn biểu thức (G) dưới đây được thể hiện trên Fig.6.

$$T \times \ln(t) / (1,7 \times [\text{Mn}] + [\text{S}]) > 1500 \quad (\text{G})$$

Khi $T \times \ln(t) / (1,7 \times [\text{Mn}] + [\text{S}])$ bằng hoặc nhỏ hơn 1500, tỷ lệ diện tích của MnS có đường kính tròn tương đương từ 0,1 μm đến 10 μm trở nên lớn, và có trường hợp, trong đó sự khác nhau giữa mật độ số của MnS có đường kính

tròn tương đương từ 0,1 μm đến 10 μm ở 1/4 chiều dày tấm và mật độ số của MnS có đường kính tròn tương đương từ 0,1 μm đến 10 μm trong phần trung tâm của chiều dày tấm trở nên lớn. Nhiệt độ của lò gia nhiệt trước khi tiến hành cán nóng đề cập đến nhiệt độ ở phía cửa ra của lò gia nhiệt, và thời gian trong lò đề cập đến thời gian trôi qua kể từ lúc đưa phôi vào trong lò gia nhiệt làm nóng đến lúc lấy phôi ra khỏi lò gia nhiệt. Do MnS không thay đổi ngay cả sau khi dập nóng như nêu trên, tốt hơn là thỏa mãn biểu thức (G) trong quy trình gia nhiệt trước khi cán nóng.

Tiếp theo, quy trình cán nóng được tiến hành theo phương pháp thông thường. Do đó, mong muốn tiến hành quy trình cán nóng trên phôi ở nhiệt độ cán hoàn thiện (nhiệt độ cuối trong quy trình cán nóng) mà được thiết lập nằm trong khoảng từ nhiệt độ A_{r3} đến 970°C . Khi nhiệt độ cán hoàn thiện nhỏ hơn nhiệt độ A_{r3} này, quy trình cán nóng trở thành quy trình cán vùng hai pha ($\alpha + \gamma$) (quy trình cán vùng hai pha của ferit + mactensit), và có mối quan ngại rằng đặc tính giãn dài có thể suy giảm. Mặt khác, khi nhiệt độ cán hoàn thiện cao hơn 970°C , cỡ hạt austenit tăng lên, và tỷ lệ của ferit trở nên nhỏ, và do đó, có mối quan ngại rằng đặc tính giãn dài có thể suy giảm. Thiết bị cán nóng có thể có nhiều giá cán.

Ở đây, nhiệt độ A_{r3} được ước tính từ điểm uốn trên chiều dài của mẫu thử nghiệm sau khi tiến hành thử nghiệm Formastor.

Sau quy trình cán nóng, thép được làm mát ở tốc độ làm mát trung bình từ $20^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ đến $500^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, và được cuộn ở nhiệt độ cuộn định trước CT. Trong trường hợp nếu tốc độ làm mát trung bình nhỏ hơn $20^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, peclit mà gây ra sự suy giảm tính dẻo là có thể được tạo ra. Mặt khác, giới hạn trên của tốc độ làm mát không được mô tả một cách cụ thể và được thiết lập ở xấp xỉ $500^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ khi tính đến đặc điểm kỹ thuật của thiết bị, nhưng không chỉ giới hạn ở đó.

Sau khi cuộn, bước tẩy gỉ được tiến hành, và bước cán nguội được tiến hành. Do đó, để thu được khoảng thỏa mãn biểu thức (C) nêu trên được thể hiện trên Fig.4, bước cán nguội được tiến hành dưới điều kiện, trong đó biểu thức (E)

dưới đây được thỏa mãn. Khi các điều kiện ủ, làm mát và các điều kiện tương tự được mô tả dưới đây cũng được thỏa mãn sau quy trình cán nêu trên, $TS \times \lambda \geq 50000 \text{ MPa}\cdot\%$ được đảm bảo trong tấm thép cán nguội để dập nóng trước khi dập nóng và/hoặc thép dập nóng. Từ quan điểm về năng suất, quy trình cán nguội mong muốn được tiến hành bằng máy cán nối tiếp, trong đó nhiều máy cán được bố trí thẳng hàng, và tấm thép được cán liên tục theo chiều duy nhất, nhờ đó thu được chiều dày định trước.

$$1,5 \times r_1 / r + 1,2 \times r_2 / r + r_3 / r > 1,0 \quad (E)$$

Ở đây, “ r_i ” là mức giảm đích riêng biệt do cán nguội (%) ở giá cán thứ i ($i = 1, 2, 3$) từ giá cao nhất trong quy trình cán nguội, và “ r ” là tổng tỷ lệ giảm đích do cán nguội (%) trong quy trình cán nguội. Tổng tỷ lệ giảm do cán nguội cũng được gọi là tỷ lệ giảm gộp, và dựa trên chiều dày tấm ở cửa vào của giá thứ nhất, là phần trăm tỷ lệ cán gộp (độ chênh lệch giữa chiều dày tấm ở cửa vào trước lần cán qua thứ nhất và chiều dày tấm ở cửa ra sau lần cán qua cuối cùng) so với giá trị ban đầu nêu trên.

Khi bước cán nguội được tiến hành dưới điều kiện, trong đó biểu thức (E) được thỏa mãn, có thể phân chia peclit một cách đầy đủ trong quy trình cán nguội ngay cả khi peclit lớn tồn tại trước quy trình cán nguội. Kết quả là, có thể nung peclit hoặc làm giảm tỷ lệ diện tích của peclit tới mức nhỏ nhất nhờ quy trình ủ được tiến hành sau khi cán nguội, và do đó dễ dàng thu được cấu trúc, trong đó biểu thức (B) và biểu thức (C) được thỏa mãn. Mặt khác, trong trường hợp nếu biểu thức (E) không được thỏa mãn, các tỷ lệ giảm do cán nguội trong các giá phía trên là không được thỏa mãn, peclit kích thước lớn có thể còn dư, và không thể tạo ra mactensit như mong muốn trong quy trình ủ dưới đây. Ngoài ra, các tác giả sáng chế đã khám phá ra rằng, khi biểu thức (E) được thỏa mãn, dạng thu được của cấu trúc mactensit sau khi ủ được duy trì trong hầu hết các trạng thái giống nhau ngay cả sau khi bước dập nóng được tiến hành, và do đó thép dập nóng mà tấm thép cán nguội để dập nóng được sử dụng theo phương án này trở nên hữu ích về đặc tính giãn dài hoặc đặc tính giãn lỗ ngay cả sau khi dập nóng. Trong trường hợp nếu thép dập nóng mà tấm thép cán nguội để dập nóng

được sử dụng theo phương án này được gia nhiệt tới vùng hai pha trong quy trình dập nóng, pha cứng bao gồm mactensit trước khi dập nóng chuyển thành cấu trúc austenit, và ferit trước khi dập nóng còn dư. Cacbon (C) trong austenit không di chuyển ra ferit ngoại vi. Sau đó, khi được làm mát, austenit chuyển thành pha cứng bao gồm mactensit. Tức là, khi biểu thức (E) được thỏa mãn và $H2 / H1$ (hoặc $H20 / H10$) nêu trên là nằm trong khoảng định trước, $H2 / H1$ được duy trì ngay cả sau khi dập nóng và thép dập nóng trở nên tuyệt vời về đặc tính dễ tạo hình.

Theo phương án này, r , $r1$, $r2$ và $r3$ là các tỷ lệ giảm đích do cán nguội. Nhìn chung, bước cán nguội được tiến hành trong khi kiểm soát tỷ lệ giảm đích do cán nguội và tỷ lệ giảm thực do cán nguội to hầu như có cùng giá trị. Không được ưu tiên nếu tiến hành quy trình cán nguội ở trạng thái, trong đó tỷ lệ giảm thực do cán nguội không cần thiết được tạo ra khác so với tỷ lệ giảm đích do cán nguội. Tuy nhiên, trong trường hợp nếu có sự khác nhau lớn giữa tỷ lệ giảm đích do cán và tỷ lệ giảm thực do cán, có thể coi như rằng phương án này được tiến hành khi tỷ lệ giảm thực do cán nguội thỏa mãn biểu thức (E). Hơn thế nữa, tỷ lệ giảm thực do cán nguội tốt hơn là nằm trong khoảng $\pm 10\%$ của tỷ lệ giảm do cán nguội.

Sau khi cán nguội, bước kết tinh được tiến hành trong tấm thép bằng cách tiến hành bước ủ. Bước ủ này tạo ra mactensit như mong muốn. Hơn thế nữa, liên quan đến nhiệt độ ủ, tốt hơn là tiến hành bước ủ bằng cách gia nhiệt tấm thép đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 700°C đến 850°C , và làm mát tấm thép này tới nhiệt độ trong phòng hoặc nhiệt độ mà tại đó bước xử lý bề mặt như mạ kẽm được tiến hành. Khi bước ủ được tiến hành trong khoảng nêu trên, có thể đảm bảo một cách ổn định tỷ lệ diện tích định trước của ferit và tỷ lệ diện tích định trước của mactensit, để thiết lập một cách ổn định tổng tỷ lệ diện tích của ferit và tỷ lệ diện tích của mactensit đến 60% hoặc lớn hơn, và để đóng góp vào sự cải thiện $TS \times \lambda$. Các điều kiện ủ khác là không được mô tả một cách cụ thể, nhưng thời gian duy trì ở 700°C đến 850°C tốt hơn là 1 giây hoặc lâu hơn miễn sao năng suất không bị suy giảm để thu được một cách dễ dàng cấu trúc định

trước, và cũng tốt hơn nếu xác định một cách thích hợp tốc độ tăng nhiệt độ trong khoảng từ 1°C/giây đến giới hạn trên của năng suất thiết bị, và xác định một cách thích hợp tốc độ làm mát trong khoảng 1°C/giây đến giới hạn trên của khả năng của thiết bị. Ở bước cán ram, quy trình cán ram được tiến hành bằng phương pháp thông thường. Tỷ lệ giãn dài của quy trình cán ram thường xấp xỉ 0,2% đến 5%, và tốt hơn là nằm trong khoảng, trong đó sự giãn dài ở điểm chảy rã được tránh khỏi và hình dạng tấm thép có thể được hiệu chỉnh.

Vẫn tốt hơn với điều kiện của phương án này, khi lượng C (% khối lượng), lượng Mn (% khối lượng), lượng Si (% khối lượng) và lượng Mo (% khối lượng) của thép lần lượt được ký hiệu là [C], [Mn], [Si] và [Mo], về nhiệt độ cuộn CT, tốt hơn là thỏa mãn biểu thức (F) dưới đây.

$$560 - 474 \times [C] - 90 \times [Mn] - 20 \times [Cr] - 20 \times [Mo] < CT < 830 - 270 \times [C] - 90 \times [Mn] - 70 \times [Cr] - 80 \times [Mo] \quad (F)$$

Được thể hiện trên Fig.5A, khi nhiệt độ cuộn CT nhỏ hơn “ $560 - 474 \times [C] - 90 \times [Mn] - 20 \times [Cr] - 20 \times [Mo]$ ”, mactensit được tạo ra quá nhiều, tấm thép trở nên quá cứng, và có trường hợp ở đó quy trình cán nguội dưới đây trở nên khó thực hiện. Mặt khác, được thể hiện trên Fig.5B, khi nhiệt độ cuộn CT cao hơn “ $830 - 270 \times [C] - 90 \times [Mn] - 70 \times [Cr] - 80 \times [Mo]$ ”, cấu trúc dải của ferit và peclit có thể được tạo ra, và hơn nữa, tỷ lệ của peclit trong phần trung tâm của chiều dày tấm có khả năng tăng. Do đó, tính đồng đều trong phân bố của của mactensit tạo ra được trong quy trình ủ dưới đây suy giảm, và khó thỏa mãn biểu thức biểu thức (C) nêu trên. Ngoài ra, có trường hợp, trong đó khó để mactensit với lượng đầy đủ.

Khi biểu thức (F) được thỏa mãn, ferit và pha cứng có dạng phân bố lý tưởng trước khi dập nóng như nêu trên. Trong trường hợp này, khi quá trình gia nhiệt vùng hai pha được tiến hành trong quy trình dập nóng, dạng phân bố được duy trì như nêu trên. Nếu có thể dễ dàng đảm bảo hơn cấu trúc kim tương nêu trên bằng cách thỏa mãn biểu thức (F), cấu trúc kim tương được duy trì ngay cả sau khi dập nóng, và thép dập nóng có đặc tính dễ tạo hình tuyệt vời.

Hơn nữa, để cải thiện khả năng chống gỉ, cũng tốt hơn nếu bao gồm quy

trình mạ kẽm, trong đó quy trình mạ kẽm được tiến hành giữa bước ủ và bước cán ram, và để tạo ra lớp mạ kẽm trên bề mặt của tấm thép cán nguội. Hơn thế nữa, cũng tốt hơn nếu bao gồm quy trình tạo hợp kim, trong đó quy trình xử lý tạo hợp kim được tiến hành sau khi mạ kẽm. Trong trường hợp nếu quy trình tạo hợp kim được tiến hành, bước xử lý, trong đó bề mặt được mạ kẽm được tiếp xúc với chất oxy hóa bề mặt tấm như hơi nước, nhờ đó bước làm dày lớp phủ oxy hóa có thể được tiến hành trên bề mặt này.

Cũng tốt hơn nếu bao gồm, ví dụ, quy trình mạ kẽm bằng điện, trong đó lớp mạ kẽm bằng điện được tạo ra sau quy trình cán ram cũng như quy trình mạ kẽm và quy trình mạ kẽm và để tạo ra lớp mạ kẽm bằng điện trên bề mặt của tấm thép cán nguội. Ngoài ra, cũng tốt hơn nếu bao gồm, thay vì quy trình mạ kẽm, quy trình mạ nhôm, trong đó quy trình mạ nhôm được thực hiện giữa quy trình ủ và quy trình cán ram, và tạo ra lớp mạ nhôm trên bề mặt của tấm thép cán nguội. Lớp mạ nhôm này thường là lớp mạ nhôm nhúng nóng, mà được ưu tiên.

Sau một loạt các quy trình xử lý nêu trên, quy trình dập nóng được tiến hành bằng cách gia nhiệt tấm thép đến 700°C đến 1000°C . Trong quy trình dập nóng, quy trình dập nóng mong muốn được tiến hành, ví dụ, dưới các điều kiện dưới đây. Đầu tiên, tấm thép được gia nhiệt đến 700°C đến 1000°C ở tốc độ tăng nhiệt độ bằng $5^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ đến $500^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, và bước dập nóng (quy trình dập nóng) được tiến hành sau thời gian lưu giữ 1 giây đến 120 giây. Để cải thiện đặc tính dễ tạo hình, nhiệt độ gia nhiệt tốt hơn là nhiệt độ A_{c3} hoặc thấp hơn. Nhiệt độ A_{c3} được tính từ điểm uốn trên chiều dài của mẫu thử nghiệm sau khi tiến hành thử nghiệm Formastor. Sau đó, tấm thép làm mát, ví dụ, tới nhiệt độ trong phòng 300°C ở tốc độ làm mát $10^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ đến $1000^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ (tôi trong quy trình dập nóng).

Khi nhiệt độ gia nhiệt trong quy trình dập nóng nhỏ hơn 700°C , việc tôi là không đạt yêu cầu, và do đó, độ bền kéo không thể được đảm bảo, mà điều này là không được ưu tiên. Khi nhiệt độ gia nhiệt cao hơn 1000°C , tấm thép trở nên quá mềm, và, trong trường hợp nếu lớp mạ, đặc biệt là lớp mạ kẽm, được tạo ra trên bề mặt của tấm thép, và tấm này, có mối quan ngại rằng kẽm có thể bị bay

hoi và bị đốt, mà điều này là không được ưu tiên. Do đó, nhiệt độ gia nhiệt trong quy trình dập nóng tốt hơn là 700°C đến 1000°C . Khi tốc độ tăng nhiệt độ nhỏ hơn $5^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, do khó có thể kiểm soát việc gia nhiệt trong quy trình dập nóng, và năng suất suy giảm đáng kể, tốt hơn là tiến hành việc gia nhiệt ở tốc độ tăng nhiệt độ bằng $5^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn. Mặt khác, giới hạn trên của tốc độ tăng nhiệt độ là $500^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ phụ thuộc vào khả năng gia nhiệt hiện tại, nhưng không cần thiết giới hạn nó. Ở tốc độ làm mát nhỏ hơn $10^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, do việc kiểm soát tốc độ của quy trình làm mát sau khi quy trình dập nóng là khó, và năng suất cũng giảm đáng kể, tốt hơn là tiến hành làm mát ở tốc độ làm mát $10^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc cao hơn. Giới hạn trên của tốc độ làm mát $1000^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ phụ thuộc vào công suất làm mát hiện tại, nhưng không cần thiết giới hạn nó. Lý do cho việc thiết lập thời gian đến khi dập nóng sau khi tăng nhiệt độ ở 1 giây hoặc lâu hơn là năng lực kiểm soát hiện tại của quy trình (giới hạn dưới của năng suất của thiết bị), và lý do để thiết lập thời gian tới khi dập nóng sau khi nhiệt độ tăng ở 120 giây hoặc thấp hơn là để tránh sự bay hơi kẽm hoặc các chất tương tự trong trường hợp nếu lớp mạ kẽm hoặc lớp mạ tương tự được tạo ra trên bề mặt của tấm thép. Lý do để thiết lập nhiệt độ làm mát ở từ nhiệt độ trong phòng đến 300°C là để đảm bảo một cách đầy đủ mactensit và đảm bảo độ bền kéo của thép dập nóng.

Fig.8 là sơ đồ tiến trình của phương pháp sản xuất thép dập nóng mà để cho tấm thép được cán nguội dùng để dập nóng theo phương án của sáng chế được sử dụng. Các ký hiệu chỉ dẫn S1 đến S13 trong hình vẽ này lần lượt tương ứng là các quy trình riêng lẻ nêu trên.

Trong thép dập nóng của phương án này, biểu thức (B) và biểu thức (C) được thỏa mãn ngay cả sau khi quy trình dập nóng được tiến hành dưới điều kiện nêu trên. Ngoài ra, do đó, có thể thỏa mãn điều kiện $TS \times \lambda \geq 50000\text{MPa} \cdot \%$ ngay cả sau khi quy trình dập nóng được tiến hành.

Như nêu trên, khi các điều kiện mô tả trên đây được thỏa mãn, có thể sản xuất thép dập nóng, trong đó sự phân bố độ cứng hoặc cấu trúc được duy trì ngay cả sau khi dập nóng, và do đó độ bền kéo được đảm bảo và đặc tính giãn nở

có lợi hơn có thể thu được.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Thép có thành phần được mô tả trong Bảng 1 được đúc liên tục ở tốc độ đúc 1,0 m/phút đến 2,5 m/phút, thổi được gia nhiệt trong lò gia nhiệt dưới các điều kiện được thể hiện trong bảng 2 bằng phương pháp thông thường hoặc sau khi làm mát một lần, và quy trình cán nóng được tiến hành ở nhiệt độ cán hoàn thiện từ 910°C đến 930°C, nhờ đó tạo ra tấm thép được cán nóng. Sau đó, tấm thép cán nóng này được cuộn ở nhiệt độ cuộn CT được mô tả trong bảng 1. Sau đó, bước tẩy gỉ được tiến hành để loại bỏ vảy trên bề mặt của tấm thép, và chiều dày tấm được tạo ra là từ 1,2 mm đến 1,4 mm thông qua quy trình cán nguội. Do đó, quy trình cán nguội được tiến hành sao cho giá trị của biểu thức (E) trở thành giá trị được mô tả trong bảng 5. Sau quy trình cán nguội, quy trình ủ được tiến hành trong lò ủ liên tục ở nhiệt độ ủ được mô tả trong bảng 2. Trên các phần của tấm thép, lớp mạ kẽm tiếp tục được tạo ra ở bước trung gian giữa bước làm mát sau khi giữ trong lò tôi liên tục, và sau đó quy trình xử lý tạo hợp kim tiếp tục được tiến hành trên các phần của tấm thép, nhờ đó tạo ra lớp mạ kẽm. Ngoài ra, lớp mạ kẽm bằng điện hoặc lớp mạ nhôm được tạo ra trên các phần của tấm thép. Hơn thế nữa, quy trình cán ram được tiến hành ở tỷ lệ giãn dài 1% bằng phương pháp thông thường. Ở trạng thái này, mẫu được lấy để đánh giá chất lượng vật liệu và các yếu tố tương tự trước khi dập nóng, và thử nghiệm chất lượng bề mặt hoặc thử nghiệm tương tự được tiến hành. Sau đó, để thu được thép dập nóng có hình dạng được thể hiện trên Fig.7, quy trình dập nóng, trong đó nhiệt độ được làm tăng ở tốc độ tăng nhiệt độ 10°C/giây đến 100°C/giây, tấm thép được giữ ở nhiệt độ gia nhiệt 780°C trong 10 giây, và được làm mát ở tốc độ dòng bằng 100°C/giây đến 200°C hoặc nhỏ hơn, được tiến hành. Mẫu được cắt từ vị trí được thể hiện trên Fig.7 trong thép dập nóng thu được, thử nghiệm chất lượng bề mặt và thử nghiệm tương tự được tiến hành, và độ bền kéo (TS), đặc tính giãn dài (El), tỷ lệ giãn lỗ (λ) và các đặc tính tương tự là thu được. Các kết quả được mô tả trong bảng 2, bảng 3 (tiếp theo của bảng 2), bảng 4 và bảng 5 (tiếp theo của bảng 4). Tỷ lệ giãn lỗ λ trong các bảng này là thu được từ công

thức (L) dưới đây.

$$\lambda (\%) = \{(d' - d) / d\} \times 100 \quad (L)$$

d': đường kính lỗ khi vết nứt kéo dài theo chiều dày tấm

d: đường kính lỗ ban đầu

Hơn nữa, về các loại lớp mạ trong bảng 2, CR là tấm thép cán nguội không được mạ, GI thể hiện rằng lớp mạ kẽm được tạo ra, GA thể hiện rằng lớp mạ kẽm được tạo ra, EG thể hiện rằng lớp mạ kẽm bằng điện được tạo ra, và Al thể hiện rằng lớp mạ nhôm được tạo ra.

Hơn nữa, kết quả đánh giá G và B trong các bảng có các ý nghĩa như sau:

G: thể hiện điều kiện đích được thỏa mãn.

B: thể hiện điều kiện đích không được thỏa mãn.

Ngoài ra, do biểu thức (H), biểu thức (I) và biểu thức (J) hầu như tương ứng là giống như biểu thức (B), biểu thức (C) và biểu thức (D), trong phần đầu của các bảng tương ứng, biểu thức (B), biểu thức (C) và biểu thức (D) được mô tả làm đại diện.

Bảng 1

Ký hiệu chỉ dẫn loại thép		C	Si	Mn	P	S	N	Al	Cr	Mo	V	Ti	Nb	Ni	Cu	Ca	B	REM	Biên thử (A)
A	Ví dụ	0,042	0,145	1,55	0,003	0,008	0,0035	0,035	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54,2
B	"	0,062	0,231	1,61	0,023	0,006	0,0064	0,021	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	44,6
C	"	0,144	0,950	2,03	0,008	0,009	0,0034	0,042	0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47,1
D	"	0,072	0,342	1,62	0,007	0,007	0,0035	0,042	0	0,15	0	0	0	0	0	0	0	0	46,3
E	"	0,074	0,058	1,54	0,008	0,008	0,0045	0,034	0,21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24,7
F	"	0,081	0,256	1,71	0,006	0,009	0,0087	0,041	0	0	0	0	0	0	0,4	0,004	0	0	36,9
G	"	0,095	0,321	1,51	0,012	0,008	0,0041	0,038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32,8
H	"	0,090	0,465	1,51	0,051	0,001	0,0035	0,032	0,32	0,05	0	0	0	0	0	0,003	0	0	42,6
I	"	0,084	0,512	1,54	0,008	0,002	0,0065	0,041	0	0	0,03	0	0	0	0	0	0	0	48,8
J	"	0,075	0,785	1,62	0,007	0,009	0,0014	0,025	0	0,31	0	0	0	0	0	0	0	0	73,9
K	"	0,089	0,145	1,52	0,006	0,008	0,0026	0,034	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25,2
L	"	0,098	0,624	2,11	0,012	0,006	0,0035	0,012	0	0,21	0	0,05	0	0	0	0	0	0	53,4
M	"	0,103	0,325	1,58	0,011	0,005	0,0032	0,025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31,1
N	"	0,101	0,265	2,61	0,009	0,008	0,0035	0,041	0	0,31	0	0	0	0	0	0	0,0015	0	38,9
O	"	0,142	0,955	1,74	0,007	0,007	0,0041	0,037	0	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	45,9
P	"	0,097	0,210	2,45	0,005	0,008	0,0022	0,045	0,42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36,1
Q	"	0,123	0,325	1,84	0,011	0,003	0,0037	0,035	0	0,11	0	0	0,01	0	0	0	0,0010	0	28,2
R	"	0,113	0,120	2,06	0,008	0,004	0,0047	0,035	0	0	0	0	0,03	0	0	0	0	0	23,5
S	"	0,134	0,562	1,86	0,013	0,007	0,0034	0,034	0	0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	34,9
T	"	0,141	0,150	2,35	0,018	0,003	0,0029	0,031	0	0,21	0	0,03	0	0	0	0	0	0	22,0
U	"	0,128	0,115	2,41	0,011	0,003	0,0064	0,021	0	0,31	0	0	0	0	0	0	0,0008	0	23,3
W	"	0,142	0,562	2,03	0,012	0,007	0,0012	0,036	0	0	0	0	0	0	0	0,002	0	0	34,1
X	"	0,118	0,921	1,54	0,013	0,003	0,0087	0,026	0,15	0,11	0	0,05	0	0	0	0	0,0014	0,0005	52,1
Y	"	0,125	0,150	2,44	0,009	0,007	0,0087	0,034	0,32	0	0	0	0	0	0	0	0,0015	0	25,5
Z	"	0,145	0,110	2,31	0,008	0,004	0,0069	0,035	0	0,15	0,05	0	0	0	0	0	0	0	19,7
AA	"	0,075	0,210	1,85	0,010	0,005	0,0025	0,025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38,7
AB	"	0,085	0,210	1,84	0,011	0,005	0,0032	0,032	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34,0
AC	"	0,092	0,150	1,95	0,008	0,003	0,0035	0,035	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,3
AD	"	0,075	0,325	1,95	0,008	0,004	0,0034	0,031	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47,7
AE	"	0,087	0,256	1,99	0,008	0,002	0,0030	0,031	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37,6
AF	"	0,092	0,263	1,85	0,008	0,002	0,0030	0,031	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34,4
AG	Ví dụ so sánh	0,111	0,526	1,85	0,007	0,003	0,0034	0,030	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40,4
AH	"	0,028	0,321	1,55	0,007	0,003	0,0035	0,035	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0006	112,7
AI	"	0,252	0,512	2,15	0,003	0,006	0,0009	0,041	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0012	0	28,6
AJ	"	0,075	0,005	2,12	0,007	0,009	0,0035	0,035	0	0,15	0	0	0	0	0	0	0,0015	0	112,4
AK	"	0,081	0,521	1,50	0,008	0,005	0,0034	0,026	0,28	0,32	0	0	0	0	0	0	0	0	34,1
AL	"	0,099	0,660	0,08	0,009	0,003	0,0032	0,029	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24,5
AM	"	0,125	0,050	2,81	0,007	0,004	0,0034	0,036	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27,9
AN	"	0,131	0,321	2,05	0,091	0,003	0,0021	0,034	0,26	0,15	0	0	0,03	0	0	0	0	0	48,8
AO	"	0,064	0,125	2,50	0,002	0,022	0,0059	0,034	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	72,9
AP	"	0,039	0,265	1,52	0,011	0,009	0,0152	0,026	0	0	0	0	0,02	0	0	0,003	0	0	17,0
AQ	"	0,144	0,012	2,39	0,007	0,004	0,0065	0,003	0	0,20	0	0	0	0	0	0	0	0	21,8
AR	"	0,142	0,150	2,35	0,005	0,003	0,0035	0,060	0	0,22	0	0	0	0	0	0	0	0	10,7
AS	"	0,149	0,020	1,50	0,005	0,003	0,0020	0,025	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0	18,9
AT	"	0,132	0,090	2,05	0,005	0,003	0,0020	0,025	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0	23,4
AU	"	0,135	0,220	2,06	0,005	0,003	0,0020	0,025	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0	

Bảng 2

Ký hiệu chỉ dẫn loại thép	Ký hiệu chỉ dẫn thử nghiệm	Nhiệt độ ủ (°C)	Sau khi ủ và cán ram và trước khi dập nóng							Tỷ lệ diện tích của austenit dư (%)	Tỷ lệ diện tích của bainit (%)	Tỷ lệ diện tích của pearlit (%)	Tỷ lệ diện tích của pearlit trước khi cán ngủ (°)
			TS (Mpa)	EL(%)	λ (%)	TS x EL	TS x λ	Tỷ lệ diện tích của ferit (%)	Tỷ lệ diện tích của martensit (%)	Tỷ lệ diện tích của ferit + austenit (%)			
A	1	750	485	32,5	111	15763	53835	88	11	99	1	0	35
B	2	750	492	33,2	107	16334	52644	78	15	93	3	0	25
C	3	720	524	30,5	99	15982	51876	75	10	85	4	6	34
D	4	745	562	34,2	95	19220	53390	74	15	89	3	0	25
E	5	775	591	29,8	90	17612	53190	70	15	85	4	0	56
F	6	780	601	25,5	84	15326	50484	74	10	84	3	8	62
G	7	741	603	26,1	83	15738	50049	70	10	80	5	9	75
H	8	756	612	32,1	88	19645	53856	71	15	86	3	3	35
I	9	778	614	28,1	90	17253	55260	75	12	87	4	4	42
J	10	762	615	30,5	91	18758	55965	78	12	90	3	0	25
K	11	761	621	24,2	81	15028	50301	71	10	81	4	8	35
L	12	745	633	31,6	84	20003	53172	81	12	93	2	0	15
M	13	738	634	32,4	85	20542	53890	51	35	86	3	6	8
N	14	789	642	28,6	84	18361	53928	50	34	84	4	7	42
O	15	756	653	29,8	81	19459	52893	72	19	91	3	0	33
P	16	785	666	27,5	79	18315	52614	68	28	96	3	0	25
Q	17	777	671	26,5	80	17782	53680	52	41	93	3	0	34
R	18	746	684	21,5	80	14706	54720	51	35	86	4	0	52
S	19	789	712	24,1	74	17159	52688	48	38	86	4	0	46
T	20	785	745	28,5	71	21233	52895	44	41	85	3	0	18
U	21	746	781	20,2	69	15776	53889	41	42	83	5	0	22
W	22	845	812	17,4	65	14129	52780	45	39	84	4	0	15
X	23	800	988	17,5	55	17290	54340	42	46	88	2	5	45
Y	24	820	1012	17,4	54	17609	54648	41	41	82	2	0	42
Z	25	836	1252	13,5	45	16902	56340	41	48	89	2	0	10

Bảng 3

Ký hiệu chỉ dẫn loại thép	Ký hiệu chỉ dẫn thử nghiệm	Nhiệt độ ủ(°C)	Sau khi ủ và cán ram và trước khi dập nóng										Tỷ lệ diện tích của pearlit trước khi cán ngủội (%)	
			TS (Mpa)	EL (%)	λ(%)	TS x EL	TS x λ	Tỷ lệ diện tích của ferit (%)	Tỷ lệ diện tích mactensit (%)	Tỷ lệ diện tích của ferit + mactensit (%)	Tỷ lệ tích austenit (%)	Tỷ lệ diện tích của baunit (%)		Tỷ lệ diện tích của pearlit (%)
AA	26	794	625	24,4	72	15250	45000	59	10	69	2	16	13	27
AB	27	777	626	27,1	64	16965	40064	56	15	71	1	11	17	30
AC	28	754	594	28,0	78	16632	46332	58	12	70	2	14	14	24
AD	29	749	627	21,6	62	13543	38874	37	19	56	1	24	19	36
AE	30	783	627	24,9	71	15612	44517	66	10	76	2	10	12	21
AF	31	748	683	24,3	72	16597	49176	59	21	80	2	8	10	46
AG	32	766	632	28,6	58	18075	36656	69	20	89	2	9	0	25
AH	33	768	326	41,9	112	13659	36512	95	0	95	3	2	0	2
AI	34	781	1512	8,9	25	13457	37800	5	90	95	4	1	0	3
AJ	35	739	635	22,5	72	14288	45720	74	22	96	2	2	0	42
AK	36	789	625	31,2	55	19500	34375	75	22	97	2	1	0	15
AL	37	784	705	26,0	48	18330	33840	42	25	67	1	25	7	2
AM	38	746	795	15,6	36	12402	28620	30	52	82	3	10	5	14
AN	39	812	784	19,1	42	14974	32928	51	37	88	3	9	0	16
AO	40	826	602	30,5	35	18361	21070	68	21	89	4	7	0	22
AP	41	785	586	27,4	66	16056	38676	69	21	90	4	6	0	32
AQ	42	845	1254	7,5	25	9405	31350	11	68	79	4	11	6	22
AR	43	775	1480	9,6	26	14208	38480	12	69	81	3	16	0	5
AS	45	778	1152	12,0	42	13824	48384	41	35	76	0	23	1	5
AT	46	688	855	15,9	53	13595	45315	30	20	50	1	19	30	40
AU	47	893	1349	6,3	35	8499	47215	5	51	56	1	41	2	5

Bảng 4

Ký hiệu chỉ dẫn loại thép	Ký hiệu chỉ dẫn thử nghiệm	Sau khi dập nóng										Loại lớp mạ*	
		TS (Mpa)	EL (%)	λ (%)	TS x EL	TS x λ	Tỷ lệ diện tích của ferrit	Tỷ lệ diện tích của mactensit (%)	Tỷ lệ diện tích của ferrit + mactensit (%)	Tỷ lệ diện tích của austenit dư (%)	Tỷ lệ diện tích của bainit (%)		Tỷ lệ diện tích của pearlit (%)
A	1	445	41,2	125	18334	55625	87	11	98	1	0	1	CR
B	2	457	40,5	118	18509	53926	76	15	91	3	4	2	GA
C	3	532	35,2	101	18726	53732	75	10	85	1	5	9	GI
D	4	574	33,3	96	19114	55104	74	15	89	3	8	0	EG
E	5	591	30,9	86	18262	50826	69	15	84	1	11	4	AI
F	6	605	30,1	88	18211	53240	82	10	92	3	5	0	CR
G	7	611	30,8	87	18819	53157	75	15	90	1	6	3	CR
H	8	612	32,0	85	19584	52020	80	15	95	3	0	2	GA
I	9	785	25,3	65	19861	51025	56	15	71	4	23	2	GA
J	10	795	23,5	65	18683	51675	55	25	80	1	19	0	GA
K	11	815	23,5	71	19153	57865	50	32	82	1	17	0	GA
L	12	912	22,5	63	20520	57456	45	33	78	2	20	0	GI
M	13	975	20,6	60	20085	58500	50	41	91	3	5	1	GA
N	14	992	19,2	52	19046	51584	52	34	86	4	5	5	GA
O	15	1005	18,6	51	18693	51255	48	40	88	3	6	3	GI
P	16	1012	17,8	52	18014	52624	42	28	70	1	29	0	GA
Q	17	1023	18,2	50	18619	51150	46	41	87	3	4	6	GA
R	18	1031	18,0	55	18558	56705	51	35	86	4	10	0	CR
S	19	1042	20,5	48	21361	50016	52	38	90	4	0	6	GA
T	20	1125	18,5	48	20813	54000	41	41	82	3	12	3	GI
U	21	1185	16,0	45	18960	53325	42	42	84	1	12	3	EG
W	22	1201	15,6	46	18736	55246	43	39	82	4	12	2	GA
X	23	1224	14,9	41	18238	50184	41	46	87	2	10	1	AI
Y	24	1342	13,5	40	18117	53680	41	41	82	1	16	1	GA
Z	25	1482	12,5	40	18525	59280	41	48	89	1	9	1	CR

Bảng 5

Ký hiệu chỉ dẫn loại thép	Ký hiệu chỉ dẫn thử nghiệm	Sau khi dập nóng										Loại lớp mạ*
		TS (Mpa)	EL (%)	λ (%)	TS x EL	TS x λ	Tỷ lệ diện tích của mactensit (%)	Tỷ lệ diện tích của ferrit + mactensit (%)	Tỷ lệ diện tích của austenit dư (%)	Tỷ lệ diện tích của bainit (%)	Tỷ lệ diện tích của peclit (%)	
AA	26	814	18,9	61	15385	49654	39	44	2	4	11	GA
AB	27	991	17,1	47	16946	46577	37	47	1	3	12	CR
AC	28	1004	16,5	47	16566	47188	36	44	2	7	11	GA
AD	29	1018	15,9	43	16186	43774	31	42	1	8	18	EG
AE	30	1018	16,3	48	16593	48864	43	40	2	3	12	GI
AF	31	1184	14,2	42	16813	49728	33	46	2	9	10	AI
AG	32	715	18,5	55	13228	39325	69	18	2	9	2	CR
AH	33	440	42,5	105	18700	46200	95	0	3	2	0	GA
AI	34	1812	8,5	26	15402	47112	5	90	4	1	0	GA
AJ	35	812	18,5	50	15022	40600	60	22	2	15	1	GA
AK	36	1012	17,2	41	17406	41492	55	42	2	1	0	GA
AL	37	1005	16,5	35	16583	35175	45	41	3	10	1	GI
AM	38	1002	15,0	41	15030	41082	45	41	3	10	1	GI
AN	39	1015	18,2	41	18473	41615	51	37	3	9	0	GI
AO	40	1111	17,0	36	18887	39996	50	30	4	7	9	GI
AP	41	566	31,0	71	17546	40186	48	40	4	6	2	EG
AQ	42	1312	11,1	31	14563	40672	11	68	4	11	6	AI
AR	43	1512	10,2	31	15422	46872	12	69	3	16	0	GA
AS	45	1242	10,0	39	12420	48438	41	32	3	21	3	GA
AT	46	991	13,1	40	12982	39640	24	34	1	14	27	GA
AU	47	1326	8,9	31	11801	41106	6	69	3	21	1	GA

Bảng 6

Ký hiệu chỉ dẫn loại thép	Ký hiệu chỉ dẫn thử nghiệm	Bên trái của biểu thức (B)	Kết quả đánh giá	Bên trái của biểu thức (B) sau khi đập nóng	Kết quả đánh giá	Bên trái của biểu thức (C)	Kết quả đánh giá	Bên trái của biểu thức (C) sau khi đập nóng	Kết quả đánh giá	Tỷ lệ diện tích của MnS là 0,1 μ m hoặc lớn hơn trước khi đập nóng (%)	Tỷ lệ diện tích của MnS là 0,1 μ m hoặc lớn hơn sau khi đập nóng (%)
A	1	1,02	G	1,03	G	15	G	16	G	0,005	0,005
B	2	1,03	G	1,03	G	18	G	17	G	0,006	0,006
C	3	1,09	G	1,08	G	2	G	3	G	0,014	0,013
D	4	1,04	G	1,04	G	19	G	18	G	0,006	0,006
E	5	1,06	G	1,05	G	14	G	14	G	0,008	0,008
F	6	1,09	G	1,09	G	13	G	13	G	0,013	0,013
G	7	1,09	G	1,08	G	10	G	9	G	0,009	0,008
H	8	1,06	G	1,06	G	8	G	8	G	0,005	0,005
I	9	1,04	G	1,04	G	7	G	8	G	0,006	0,006
J	10	1,03	G	1,02	G	12	G	11	G	0,007	0,007
K	11	1,02	G	1,03	G	16	G	16	G	0,006	0,006
L	12	1,02	G	1,03	G	15	G	16	G	0,008	0,008
M	13	1,09	G	1,08	G	12	G	12	G	0,011	0,011
N	14	1,07	G	1,07	G	13	G	14	G	0,003	0,003
O	15	1,08	G	1,08	G	11	G	11	G	0,002	0,002
P	16	1,06	G	1,06	G	10	G	10	G	0,005	0,005
Q	17	1,05	G	1,06	G	11	G	11	G	0,006	0,006
R	18	1,03	G	1,03	G	17	G	16	G	0,007	0,007
S	19	1,07	G	1,07	G	18	G	18	G	0,008	0,008
T	20	1,09	G	1,08	G	10	G	10	G	0,004	0,004
U	21	1,09	G	1,09	G	5	G	6	G	0,012	0,012
W	22	1,08	G	1,08	G	6	G	6	G	0,006	0,006
X	23	1,07	G	1,06	G	12	G	8	G	0,007	0,007
Y	24	1,06	G	1,06	G	10	G	10	G	0,005	0,005
Z	25	1,04	G	1,03	G	15	G	17	G	0,006	0,006

Bảng 7

Ký hiệu chỉ dẫn loại thép	Ký hiệu chỉ dẫn thử nghiệm	Bên trái của biểu thức (B)	Kết quả đánh giá	Bên trái của biểu thức (B) sau khi dập nóng	Kết quả đánh giá	Bên trái của biểu thức (C)	Kết quả đánh giá	Bên trái của biểu thức (C) sau khi dập nóng	Kết quả đánh giá	Tỷ lệ diện tích của MnS là 0,1 μ m hoặc lớn hơn trước khi dập nóng (%)	Tỷ lệ diện tích của MnS là 0,1 μ m hoặc lớn hơn sau khi dập nóng (%)
AA	26	1,12	B	1,12	B	21	B	21	B	0,010	0,010
AB	27	1,14	B	1,13	B	23	B	22	B	0,008	0,008
AC	28	1,11	B	1,11	B	20	B	20	B	0,006	0,006
AD	29	1,17	B	1,16	B	25	B	25	B	0,007	0,007
AE	30	1,13	B	1,13	B	22	B	21	B	0,009	0,009
AF	31	1,10	B	1,09	G	20	B	19	G	0,002	0,002
AG	32	1,12	B	1,13	B	22	B	23	B	0,003	0,003
AH	33	1,15	B	1,15	B	21	B	21	B	0,004	0,004
AI	34	1,23	B	1,18	B	25	B	25	B	0,006	0,006
AJ	35	1,21	B	1,21	B	22	B	22	B	0,007	0,007
AK	36	1,14	B	1,14	B	21	B	21	B	0,008	0,007
AL	37	0,36	B	0,37	B	31	B	30	B	0,006	0,006
AM	38	1,36	B	1,37	B	32	B	31	B	0,006	0,006
AN	39	1,23	B	1,25	B	25	B	28	B	0,009	0,008
AO	40	1,35	B	1,33	B	30	B	35	B	0,004	0,004
AP	41	1,05	G	1,04	G	12	G	11	G	0,006	0,006
AQ	42	1,15	B	1,16	B	21	B	25	B	0,003	0,003
AR	43	1,08	G	1,08	G	18	G	18	G	0,002	0,002
AS	45	1,19	B	1,17	B	24	B	23	B	0,005	0,005
AT	46	1,29	B	1,28	B	28	B	27	B	0,004	0,005
AU	47	1,09	G	1,09	G	19	G	19	G	0,005	0,005

Bảng 8

Ký hiệu chỉ dẫn loại thép	Ký hiệu chỉ dẫn thử nghiệm	Trước khi dập nóng				Sau khi dập nóng				Kết quả đánh giá	Bên trái của biểu thức (F)	CT	Bên phải của biểu thức (F)	Kết quả đánh giá	Nhiệt độ của lò gia nhiệt(°C)	Thời gian giữ trong lò gia nhiệt (phút)	Bên trái của biểu thức (G)	Kết quả đánh giá
		n10	n20	Bên trái của biểu thức (D)	Kết quả đánh giá	n1	n2	Bên trái của biểu thức (D)	Kết quả đánh giá									
A	1	9	13	1,4	G	9	12	1,3	G	1,4	401	550	679	G	1200	85	1918	G
B	2	3	4	1,3	G	3	4	1,3	G	1,2	386	620	668	G	1250	102	1948	G
C	3	2	3	1,5	B	2	3	1,5	B	1,1	307	542	600	G	1154	152	1317	B
D	4	6	7	1,2	G	5	6	1,2	G	1,4	377	553	653	G	1123	124	1748	G
E	5	2	2	1,0	G	2	2	1,0	G	1,6	382	632	657	G	1215	136	2231	G
F	6	2	2	1,0	G	2	2	1,0	G	1,2	368	664	654	B	1223	127	1873	G
G	7	1	1	1,0	G	1	1	1,0	G	1,3	379	701	668	B	1123	111	1831	G
H	8	5	5	1,0	G	5	6	1,2	G	1,2	374	631	643	G	1156	106	1778	G
I	9	4	5	1,3	G	4	5	1,3	G	1,7	382	558	669	G	1148	95	1670	G
J	10	3	4	1,3	G	3	4	1,3	G	1,4	372	559	639	G	1206	87	1522	G
K	11	7	7	1,0	G	7	8	1,1	G	1,1	381	674	669	B	1214	152	2235	G
L	12	5	6	1,2	G	5	6	1,2	G	1,3	319	452	597	G	1233	182	1524	G
M	13	11	19	1,7	B	11	18	1,6	B	1,3	369	442	660	G	1112	47	1422	B
N	14	6	7	1,2	G	6	8	1,3	G	1,2	271	512	543	G	1287	252	1513	G
O	15	2	2	1,0	G	2	2	1,0	G	1,6	331	612	615	G	1250	122	1535	G
P	16	4	5	1,3	G	4	5	1,3	G	1,7	285	487	554	G	1285	222	1587	G
Q	17	7	8	1,1	G	7	9	1,3	G	1,9	334	566	622	G	1156	135	1642	G
R	18	16	19	1,2	G	15	18	1,2	G	1,4	321	567	614	G	1222	185	1761	G
S	19	11	12	1,1	G	10	12	1,2	G	1,3	327	554	617	G	1232	122	1589	G
T	20	6	7	1,2	G	6	7	1,2	G	1,1	277	512	564	G	1256	152	1522	G
U	21	7	14	2,0	B	7	13	1,9	B	1,2	277	521	554	G	1256	138	1472	B
W	22	17	21	1,2	G	15	20	1,3	G	1,1	310	571	609	G	1250	145	1550	G
X	23	23	27	1,2	G	22	25	1,1	G	1,2	360	656	640	B	1150	138	1600	G
Y	24	21	28	1,3	G	20	28	1,4	G	1,4	275	522	554	G	1260	182	1526	G
Z	25	26	33	1,3	G	25	32	1,3	G	1,5	280	504	571	G	1250	151	1554	G

Bảng 9

Ký hiệu chỉ dẫn loại thép	Ký hiệu chỉ dẫn thứ nhị	Trước khi dập nóng				Sau khi dập nóng				Bên trái của biểu thức (E)	Kết quả đánh giá	Bên trái của biểu thức (F)	CT	Bên phải của biểu thức (F)	Kết quả đánh giá	Nhiệt độ của lò gia nhiệt (°C)	Thời gian giữ trong lò gia nhiệt (phút)	Bên trái của biểu thức (G)	Kết quả đánh giá
		n10	n20	Bên trái của biểu thức (D)	Kết quả đánh giá	n1	n2	Bên trái của biểu thức (D)	Kết quả đánh giá										
AA	26	12	14	1,2	G	12	15	1,3	G	0,9	B	358	602	643	G	1200	132	1746	G
AB	27	9	13	1,4	G	9	13	1,4	G	0,8	B	354	505	641	G	1200	126	1739	G
AC	28	14	18	1,3	G	14	19	1,4	G	0,8	B	341	506	630	G	1188	133	1677	G
AD	29	5	7	1,4	G	5	7	1,4	G	0,6	B	349	443	634	G	1165	145	1593	G
AE	30	12	16	1,3	G	12	15	1,3	G	0,7	B	340	611	627	G	1152	152	1590	G
AF	31	17	23	1,4	G	16	22	1,4	G	1,0	B	350	352	639	G	1187	89	1563	G
AG	32	5	6	1,2	G	5	7	1,4	G	0,9	B	341	555	634	G	1201	152	1644	G
AH	33	3	4	1,3	G	3	4	1,3	G	1,1	G	407	436	683	G	1203	125	1965	G
AI	34	12	16	1,3	G	12	15	1,3	G	1,1	G	247	541	568	G	1250	175	1549	G
AJ	35	16	21	1,3	G	15	20	1,3	G	1,3	G	331	577	607	G	1200	96	1518	G
AK	36	11	13	1,2	G	11	12	1,1	G	1,2	G	375	578	628	G	1201	166	1508	G
AL	37	12	18	1,5	G	12	17	1,4	G	1,1	G	506	578	796	G	1285	205	8593	G
AM	38	15	20	1,3	G	14	20	1,4	G	1,2	G	248	533	543	G	1285	312	1529	G
AN	39	10	11	1,1	G	10	12	1,2	G	1,1	G	305	580	580	G	1212	125	1538	G
AO	40	9	11	1,2	G	8	11	1,4	G	1,2	G	302	564	578	G	1285	185	1535	G
AP	41	6	8	1,3	G	6	8	1,3	G	1,1	G	405	582	683	G	1200	135	2066	G
AQ	42	12	14	1,2	G	12	15	1,3	G	1,1	G	273	477	560	G	1250	166	1568	G
AR	43	21	24	1,1	G	22	25	1,1	G	1,5	G	277	504	563	G	1254	222	1634	G
AS	45	17	19	1,1	G	15	18	1,2	G	1,3	G	354	620	655	G	1224	201	2526	G
AT	46	16	16	1,0	G	15	17	1,1	G	1,3	G	313	550	610	G	1199	201	1779	G
AU	47	16	19	1,2	G	15	18	1,2	G	1,6	G	311	552	608	G	1184	201	1687	G

Dựa vào các ví dụ nêu trên, miễn sao các điều kiện của sáng chế được thỏa mãn, có thể thu được thép dập nóng mà tấm thép cán nguội tuyệt vời để dập nóng, tấm thép cán nguội được mạ kẽm tuyệt vời để dập nóng, tấm thép cán nguội được mạ kẽm bằng điện tuyệt vời để dập nóng hoặc tấm thép cán nguội được mạ nhôm tuyệt vời để dập nóng, tất cả chúng thỏa mãn $TS \times \lambda \geq 50000 \text{ MPa}\cdot\%$ được sử dụng, ngay cả sau khi dập nóng.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Do thép dập nóng, mà thu được trong sáng chế và mà tấm thép cán nguội để dập nóng được sử dụng, có thể thỏa mãn $TS \times \lambda \geq 50000 \text{ MPa}\cdot\%$ sau khi dập nóng, thép dập nóng có đặc tính dễ tạo hình ép cao và độ bền kéo cao, và thỏa mãn các yêu cầu hiện tại đối với phương tiện vận chuyển như trọng mức giảm và hình dạng phức tạp của các bộ phận.

Danh mục các số chỉ dẫn

S1	Quy trình làm nóng chảy
S2	Quy trình đúc
S3	Quy trình gia nhiệt
S4	Quy trình cán nóng
S5	Quy trình cuộn
S6	Quy trình tẩy gỉ
S7	Quy trình cán nguội
S8	Quy trình ủ
S9	Quy trình cán ram
S10	Quy trình mạ kẽm
S11	Quy trình tạo hợp kim
S12	Quy trình mạ nhôm
S13	Quy trình mạ kẽm bằng điện

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thép dập nóng chỉ bao gồm, tính theo % khối lượng:

C: 0,030% đến 0,150%;

Si: 0,010% đến 1,00%;

Mn: 1,50% đến 2,70%;

P: 0,001% đến 0,060%;

S: 0,001% đến 0,010%;

N: 0,0005% đến 0,0100%;

Al: 0,010% đến 0,050%, và

tùy ý một hoặc nhiều nguyên tố trong số:

B: 0,0005% đến 0,0020%;

Mo: 0,01% đến 0,50%;

Cr: 0,01% đến 0,50%;

V: 0,001% đến 0,100%;

Ti: 0,001% đến 0,100%;

Nb: 0,001% đến 0,050%;

Ni: 0,01% đến 1,00%;

Cu: 0,01% đến 1,00%;

Ca: 0,0005% đến 0,0050%;

REM: 0,0005% đến 0,0050%, và

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

khi [C] là lượng C tính theo % khối lượng, [Si] là lượng Si tính theo % khối lượng, và [Mn] là lượng Mn tính theo % khối lượng, thì biểu thức (A) dưới đây được thỏa mãn,

cấu trúc kim tương sau khi dập nóng bao gồm từ 40% đến 90% ferit và từ 10% đến 60% mactensit, tính theo tỷ lệ diện tích,

tổng tỷ lệ diện tích của ferit và tỷ lệ diện tích của mactensit là 60% hoặc lớn hơn,

cấu trúc kim tương tùy ý còn bao gồm một hoặc nhiều trong số peclit với

tỷ lệ diện tích là 10% hoặc nhỏ hơn, austenit với tỷ lệ thể tích là 5% hoặc nhỏ hơn, và còn lại là bainit với tỷ lệ diện tích là 40% hoặc nhỏ hơn,

độ cứng của mactensit đo được bằng thiết bị đo độ cứng hệ nanô thỏa mãn biểu thức (B) và biểu thức (C) dưới đây,

$TS \times \lambda$ mà là tích của độ bền kéo TS và tỷ lệ giãn lỗ λ là 50000MPa·% hoặc lớn hơn,

$$(5 \times [\text{Si}] + [\text{Mn}]) / [\text{C}] > 11 \quad (\text{A}),$$

$$H2 / H1 < 1,10 \quad (\text{B}),$$

$$\sigma_{HM} < 20 \quad (\text{C}), \text{ và}$$

H1 là độ cứng trung bình của mactensit trong phần bề mặt theo chiều dày tấm sau khi dập nóng, H2 là độ cứng trung bình của mactensit trong phần trung tâm theo chiều dày tấm mà là diện tích có độ rộng là 200 μm theo hướng chiều dày ở trung tâm theo chiều dày tấm sau khi dập nóng, và σ_{HM} là phương sai của độ cứng trung bình của mactensit ở phần trung tâm theo chiều dày tấm sau khi dập nóng.

2. Thép dập nóng theo điểm 1, trong đó:

tỷ lệ diện tích của MnS có trong thép dập nóng và có đường kính tròn tương đương từ 0,1 μm đến 10 μm là 0,01% hoặc nhỏ hơn,

biểu thức (D) dưới đây được thỏa mãn:

$$n2 / n1 < 1,5 \quad (\text{D}), \text{ và}$$

$n1$ là mật độ trung bình số trên mỗi 10000 μm^2 của MnS có đường kính tròn tương đương từ 0,1 μm đến 10 μm ở 1/4 chiều dày tấm sau khi dập nóng, và $n2$ là mật độ trung bình số trên mỗi 10000 μm^2 của MnS có đường kính tròn tương đương từ 0,1 μm đến 10 μm trong phần trung tâm của chiều dày tấm sau khi dập nóng.

3. Thép dập nóng theo điểm 1 hoặc 2, trong đó lớp mạ kẽm nhúng nóng được tạo ra trên bề mặt của thép này.

4. Thép dập nóng theo điểm 3, trong đó lớp mạ kẽm được tạo ra trên bề mặt của lớp mạ kẽm nhúng nóng.

5. Thép dập nóng theo điểm 1 hoặc 2, trong đó lớp mạ kẽm bằng điện được tạo

ra trên bề mặt của thép này.

6. Thép dập nóng theo điểm 1 hoặc 2, trong đó lớp mạ nhôm được tạo ra trên bề mặt của thép này.

7. Phương pháp sản xuất thép dập nóng, phương pháp này bao gồm các bước:

đúc thép nóng chảy có thành phần hóa học theo điểm 1 và thu được thép;
gia nhiệt thép này;

cán nóng thép này bằng máy cán nóng bao gồm nhiều giá cán;

cuộn thép này sau khi cán nóng;

tẩy gỉ thép này sau khi cuộn;

cán nguội thép này bằng máy cán nguội bao gồm nhiều giá cán sau khi tẩy
gỉ trong điều kiện thỏa mãn biểu thức (E) dưới đây;

ủ, trong đó thép này được ủ dưới điều kiện nhiệt độ từ 700°C đến 850°C
và được làm mát sau khi cán nguội;

cán ram thép sau khi làm mát sau bước ủ;

dập nóng, trong đó thép này được gia nhiệt tới nhiệt độ nằm trong khoảng
từ 700°C đến 1000°C ở tốc độ tăng nhiệt độ từ 5°C/giây đến 500°C/giây sau khi
cán ram, được dập nóng trong khoảng nhiệt độ này sau thời gian giữ từ 1 giây
đến 120 giây, và sau đó được làm mát tới nhiệt độ trong phòng hoặc cao hơn và
300°C hoặc thấp hơn ở tốc độ làm mát từ 10°C/giây đến 1000°C/giây,

$$1,5 \times r_1 / r + 1,2 \times r_2 / r + r_3 / r > 1,0 \quad (E), \text{ và}$$

r_i ($i = 1, 2, 3$) là mức giảm đích riêng biệt do cán nguội ở giá cán thứ i ($i = 1, 2, 3$) được tính từ giá cao nhất trong nhiều giá cán trong quy trình cán nguội, tính theo đơn vị %, và r là tổng mức giảm do cán nguội trong quy trình cán nguội, tính theo đơn vị %, trong đó:

bước cán nguội được thực hiện trong khi kiểm soát mức giảm do cán nguội đích và mức giảm do cán nguội thực tế về cơ bản trở thành trị số giống nhau.

8. Phương pháp sản xuất thép dập nóng theo điểm 7, trong đó:

khi CT là nhiệt độ cuộn ở bước cuộn, tính theo đơn vị °C, [C] là lượng C tính theo % khối lượng, [Mn] là lượng Mn tính theo % khối lượng, [Cr] là lượng

Cr tính theo % khối lượng, và [Mo] là lượng Mo tính theo % khối lượng, biểu thức (F) dưới đây được thỏa mãn:

$$560 - 474 \times [C] - 90 \times [Mn] - 20 \times [Cr] - 20 \times [Mo] < CT < 830 - 270 \times [C] - 90 \times [Mn] - 70 \times [Cr] - 80 \times [Mo] \quad (F).$$

9. Phương pháp sản xuất thép dập nóng theo điểm 8, trong đó:

khi T là nhiệt độ gia nhiệt ở bước gia nhiệt có đơn vị °C, t là thời gian trong lò ở bước gia nhiệt, tính theo đơn vị phút, [Mn] là lượng Mn tính theo % khối lượng, và [S] là lượng S tính theo % khối lượng trong tấm thép, thì biểu thức (G) dưới đây được thỏa mãn:

$$T \times \ln(t) / (1,7 \times [Mn] + [S]) > 1500 \quad (G).$$

10. Phương pháp sản xuất thép dập nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 9, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

mạ kẽm thép này giữa bước ủ và bước cán ram.

11. Phương pháp sản xuất thép dập nóng theo điểm 10, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

hợp kim hóa thép này giữa bước mạ kẽm và bước cán ram.

12. Phương pháp sản xuất thép dập nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 9, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

mạ kẽm bằng điện cho thép sau bước cán ram.

13. Phương pháp sản xuất thép dập nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 9, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

mạ nhôm thép này giữa bước ủ và bước cán ram.

FIG. 1

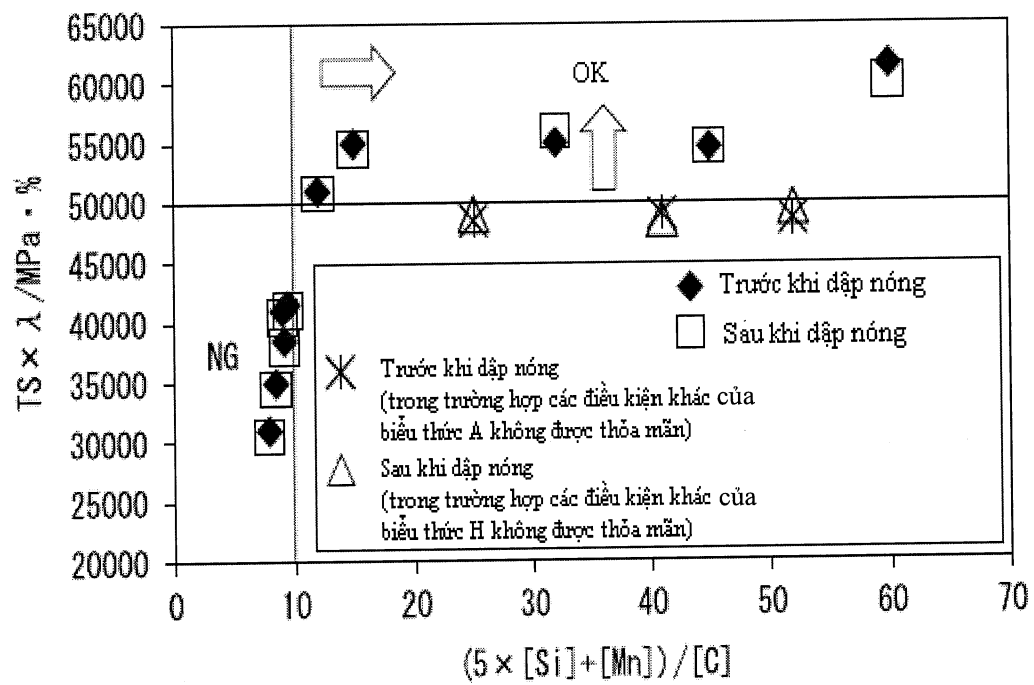


FIG. 2A

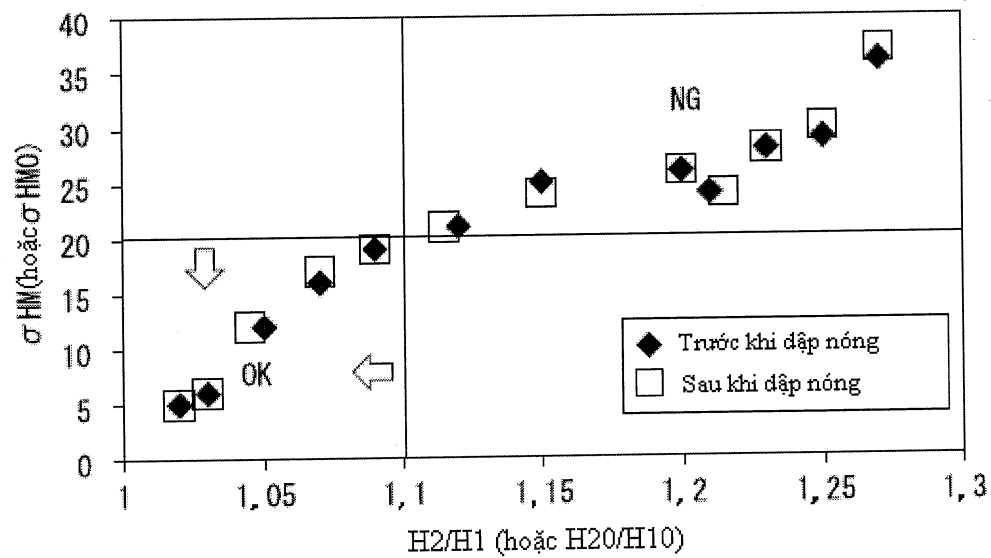


FIG. 2B

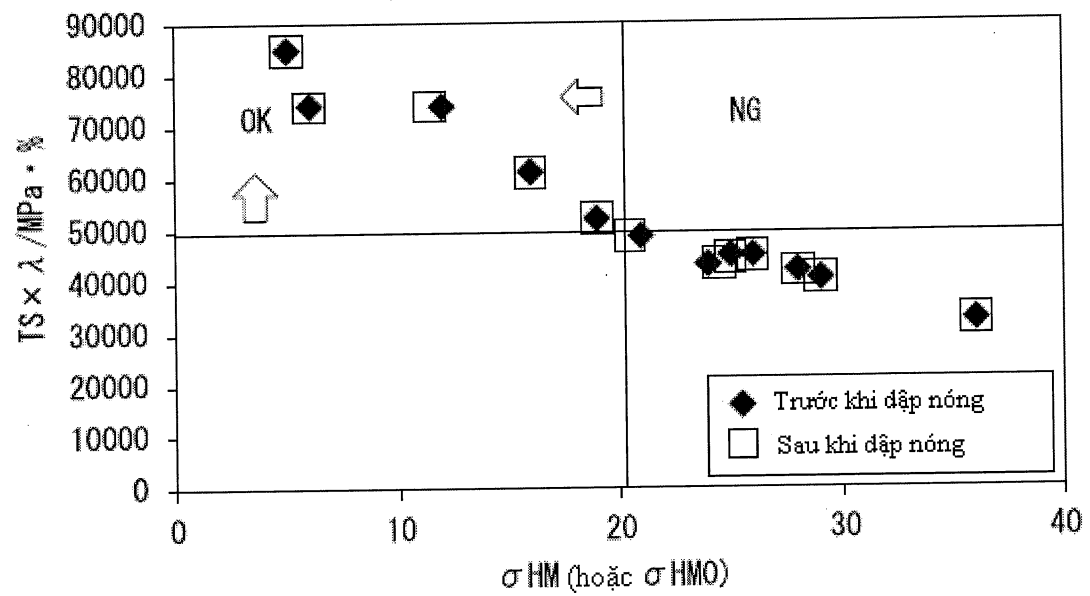


FIG. 3

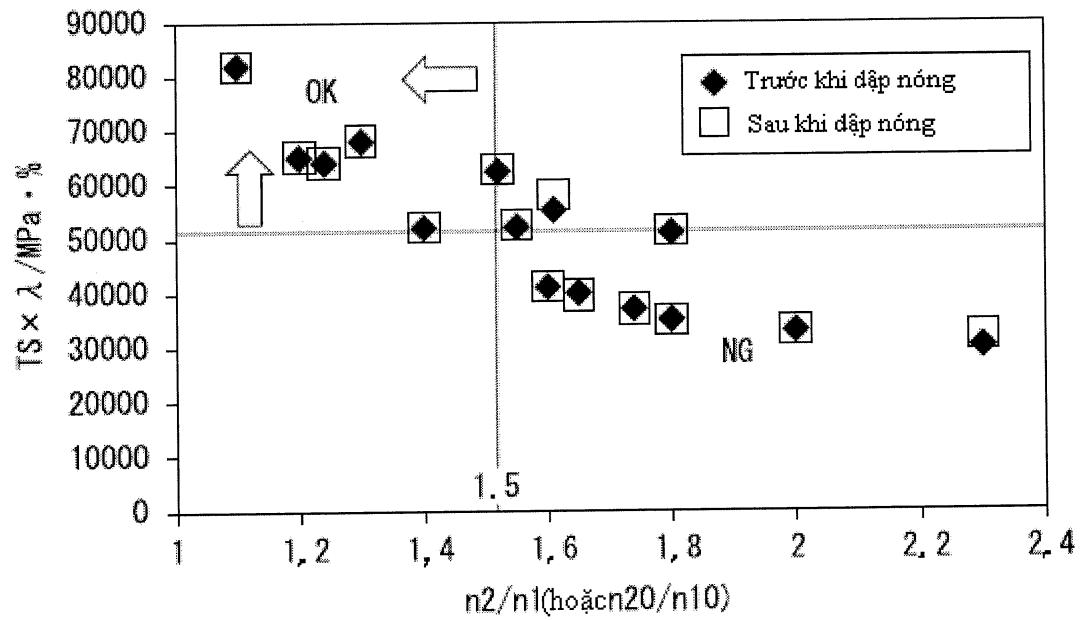


FIG. 4

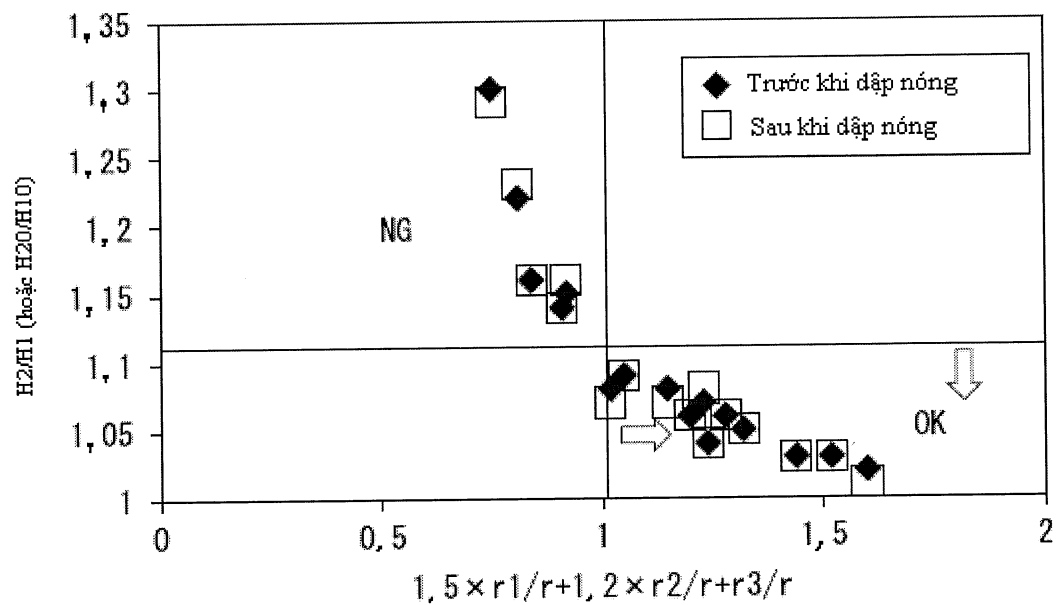


FIG. 5A

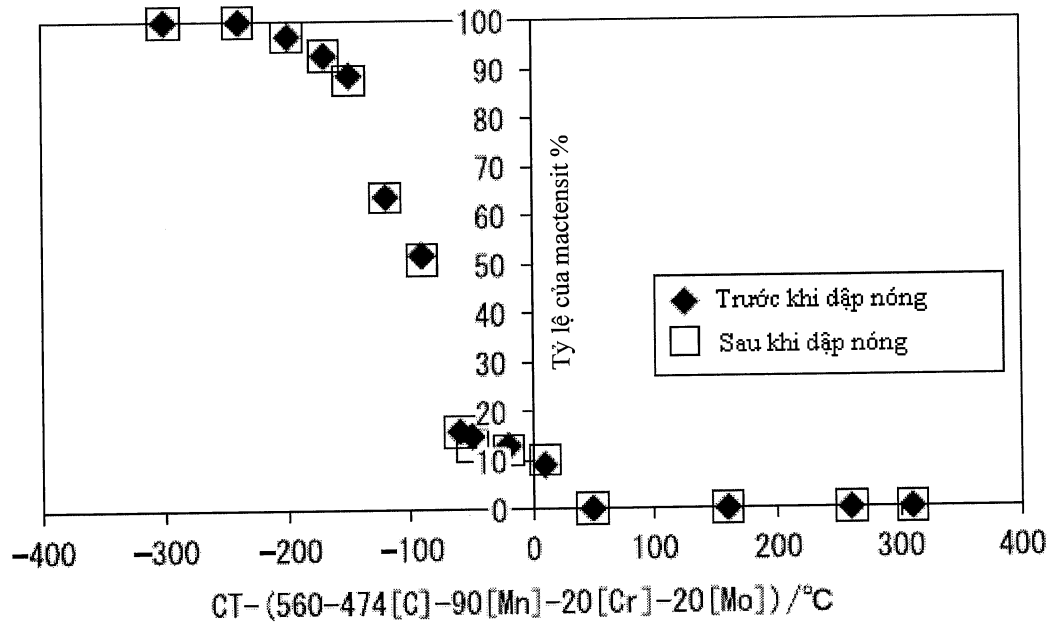


FIG. 5B

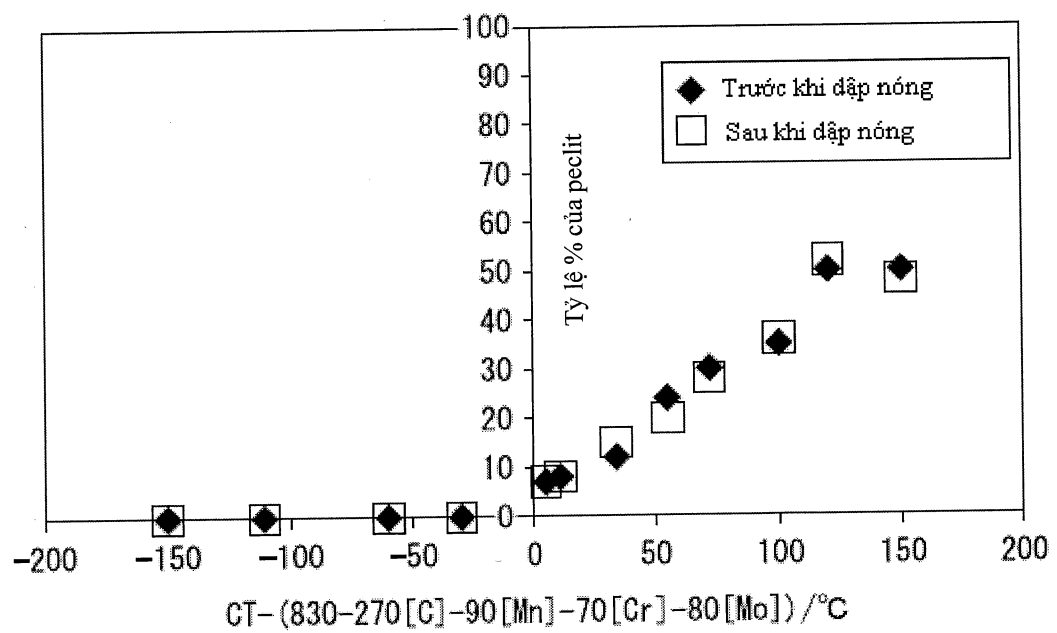


FIG. 6

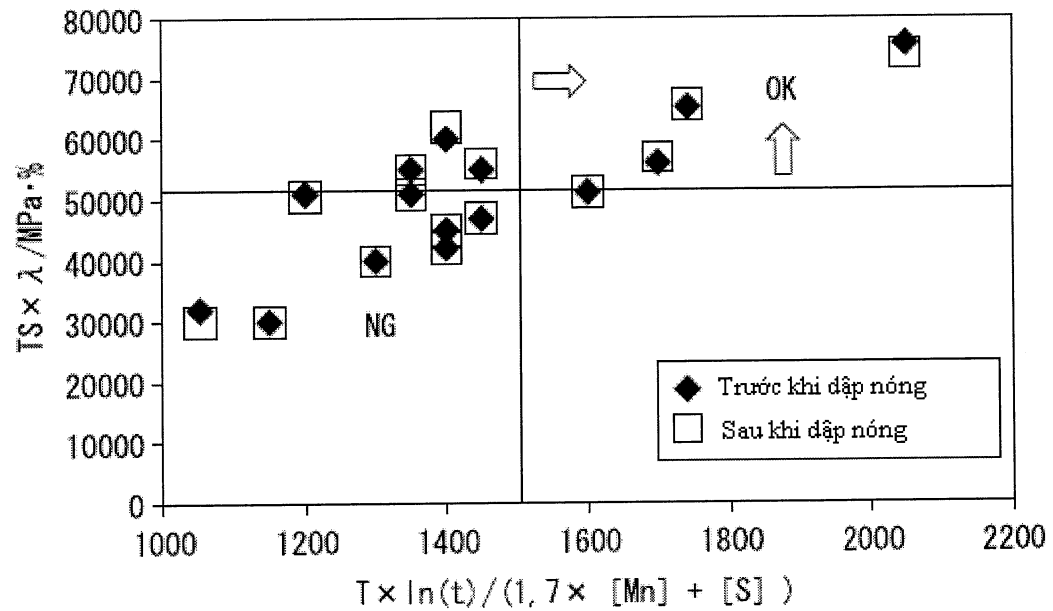


FIG. 7

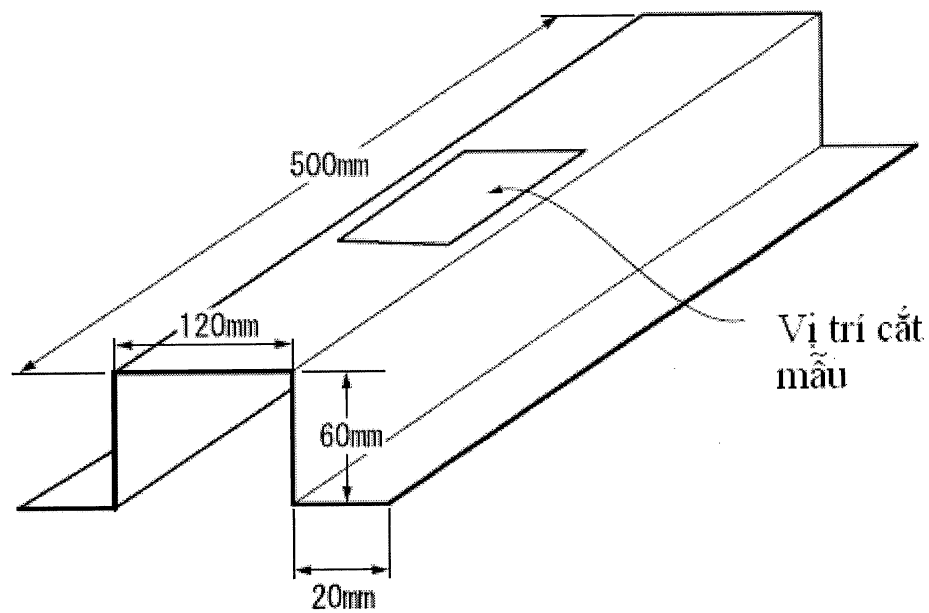


FIG. 8

