



(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)



1-0024332

(51)⁷ C22C 38/00; C25D 5/36; C22C 38/02; (13) B
C22C 38/04; C22C 38/06; C22C 38/08;
C22C 38/12; C22C 38/14; C22C 38/16;
C22C 38/18; C22C 38/22; C22C 38/28;
C22C 38/32; C23C 2/02; C23C 2/06;
C23C 2/12; C23C 2/26; C23C 2/28;
C21D 8/02; C21D 9/46

(21) 1-2014-02363

(22) 11/01/2013

(86) PCT/JP2013/050382 11/01/2013

(87) WO2013/105632A1 18/07/2013

(30) 2012-004551 13/01/2012 JP

(45) 27/07/2020 388

(43) 27/10/2014 319A

(73) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)

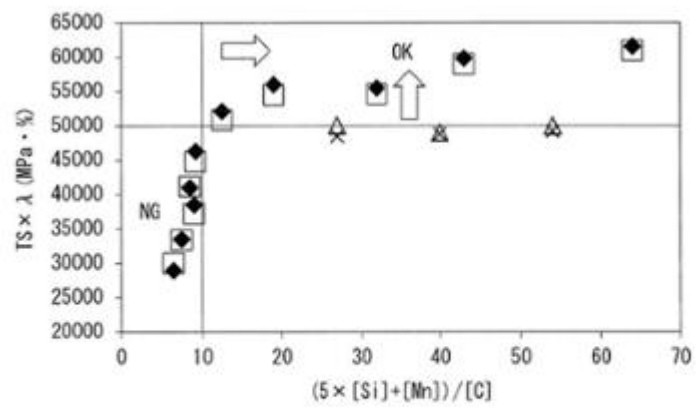
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071 Japan

(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) TẤM THÉP CÁN NGUỘI VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT TẤM THÉP CÁN NGUỘI NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nguội và phương pháp sản xuất tấm thép này, trong đó khi hàm lượng C, Si và Mn lần lượt được thể hiện bởi [C], [Si] và [Mn], tính theo đơn vị % khối lượng, tấm thép cán nguội thỏa mãn mỗi tương quan $(5 \times [\text{Si}] + [\text{Mn}]) / [\text{C}] > 10$, cấu trúc kim tương chứa: ferit với lượng nằm trong khoảng từ 40% đến 90% và mactensit với lượng nằm trong khoảng từ 10% đến 60%, tính theo tỷ lệ diện tích, còn chứa một hoặc nhiều hợp chất trong số: peclit với lượng bằng 10% hoặc nhỏ hơn, tính theo tỷ lệ diện tích, austenit dư với lượng bằng 5% hoặc nhỏ hơn, tính theo tỷ lệ thể tích và bainit với lượng bằng 20% hoặc nhỏ hơn, tính theo tỷ lệ diện tích, độ cứng của mactensit được đo bằng cách sử dụng thiết bị đo độ cứng hệ nano thỏa mãn $H20/H10 < 1,10$ và $\sigma_{HM0} < 20$, và $TS \times \lambda$, thể hiện tích số của độ bền kéo TS và tỷ số nóng rộng λ bằng 50000 MPa·% hoặc lớn hơn.



- ◆ Trước khi đập nóng
- Sau khi đập nóng
- × Trước khi đập nóng (các điều kiện khác không được thỏa mãn)
- △ Sau khi đập nóng (các điều kiện khác không được thỏa mãn)

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nguội có khả năng gia công tuyệt vời trước khi dập nóng và/hoặc sau khi dập nóng, và phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội này. Tấm thép cán nguội theo sáng chế bao gồm tấm thép cán nguội, tấm thép cán nguội mạ kẽm nhúng nóng, tấm thép cán nguội tráng kẽm, tấm thép cán nguội mạ kẽm điện phân và tấm thép cán nguội mạ nhôm.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hiện nay, tấm thép dùng cho phương tiện giao thông được yêu cầu cần cải thiện xét về sự toàn khi va chạm và có trọng lượng giảm. Hiện nay, có nhu cầu đối với tấm thép có độ bền cao hơn ngoài các tấm thép loại 980 MPa (980 MPa hoặc cao hơn) và các tấm thép loại 1180 MPa (1180 MPa hoặc cao hơn) xét về độ bền kéo. Ví dụ, có nhu cầu đối với tấm thép có độ bền kéo lớn hơn 1,5 GPa. Trong trường hợp này, dập nóng (còn được gọi là ép nóng, tôi bằng khuôn, tôi-ép hoặc tương tự) là phương pháp để thu được độ bền cao đang được quan tâm. Dập nóng là phương pháp tạo hình, trong đó tấm thép được gia nhiệt ở nhiệt độ 750°C hoặc cao hơn, được tạo hình (gia công) nóng để cải thiện khả năng gia công của tấm thép có độ bền cao, và sau đó được làm nguội để tôi tấm thép, nhờ đó thu được chất lượng vật liệu mong muốn.

Tấm thép chứa ferit và mactensit, tấm thép chứa ferit và bainit, tấm thép chứa austenit dư trong cấu trúc hoặc tương tự được biết đến là tấm thép có cả khả năng tạo hình bằng cách ép và độ bền cao. Trong số các tấm thép nêu trên, tấm thép nhiều pha chứa mactensit phân tán trong nền ferit (tấm thép chứa ferit và mactensit, nghĩa là, tấm thép DP) có hệ số uốn thấp và độ bền kéo cao, và hơn nữa, có đặc tính giãn dài tuyệt vời. Tuy nhiên, tấm thép nhiều pha có khả năng nong rộng lỗ kém do ứng suất tập trung ở mặt phân cách giữa ferit và mactensit, và sự rạn nứt có thể bắt nguồn từ mặt phân cách này. Ngoài ra, tấm thép có nhiều pha nêu trên không có khả năng tạo ra độ bền kéo loại 1,5 GPa.

Ví dụ, các tài liệu sáng chế từ 1 đến 3 bộc lộ tấm thép nhiều pha nêu trên. Ngoài ra, các tài liệu sáng chế từ 4 đến 6 bộc lộ mối tương quan giữa độ cứng và khả năng tạo hình của tấm thép có độ bền cao.

Tuy nhiên, thậm chí với các kỹ thuật đã biết nêu trên, sẽ khó thỏa mãn các yêu cầu hiện nay đối với phương tiện giao thông như trọng lượng giảm hơn nữa, độ bền tăng hơn nữa và hình dạng các chi tiết 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: Đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2000-319756

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

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

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

Tài liệu sáng chế 6: 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

Sáng chế được tạo ra để giải quyết các vấn đề nêu trên. Nghĩa là, mục đích của sáng chế là đề xuất tấm thép cán nguội có khả năng gia công tuyệt vời và có thể thu được khả năng nóng rộng lỗ cũng như độ bền tốt hơn, và phương pháp sản xuất tấm thép này. Hơn nữa, mục đích khác của sáng chế là đề xuất tấm thép cán nguội có khả năng đảm bảo độ bền bằng 1,5 GPa hoặc lớn hơn, tốt hơn là 1,8 GPa hoặc lớn hơn, và 2,0 GPa hoặc lớn hơn sau khi tạo hình bằng cách dập nóng và có khả năng thu được sự nóng rộng lỗ tốt hơn, và phương pháp sản xuất tấm thép này.

Phương tiện giải quyết vấn đề

Các tác giả sáng chế đã tiến hành các nghiên cứu chuyên sâu đối với tấm thép cán nguội có độ bền cao, mà đảm bảo độ bền trước khi dập nóng (trước khi gia nhiệt trong quá trình dập nóng bao gồm bước gia nhiệt ở nhiệt độ nằm trong

khoảng từ 750°C đến 1000°C, bước gia công và bước làm nguội) và có khả năng gia công tuyệt vời như khả năng nóng rộng lỗ. Hơn nữa, các tác giả sáng chế đã thực hiện các nghiên cứu chuyên sâu đối với tấm thép cán nguội, mà tấm thép cán nguội này đảm bảo độ bền bằng 1,5 GPa hoặc lớn hơn, tốt hơn là 1,8 GPa hoặc lớn hơn, và 2,0 GPa hoặc lớn hơn sau khi dập nóng (sau bước gia công và bước làm nguội trong quá trình dập nóng) và có khả năng gia công tuyệt vời như khả năng nóng rộng lỗ. Kết quả là đã nhận thấy rằng, trong tấm thép cán nguội, khả năng tạo hình tốt hơn so với trước đây, nghĩa là, tích số của độ bền kéo TS và tỷ số nóng rộng lỗ λ ($TS \times \lambda$) bằng 50000 MPa·% hoặc lớn hơn có thể được đảm bảo bởi (i), đối với các thành phần thép, thiết lập mối tương quan thích hợp giữa hàm lượng của Si, Mn và C, (ii) điều chỉnh các tỷ lệ của ferit và mactensit với các tỷ lệ định trước, và (iii) điều chỉnh hàm lượng cán của bước cán nguội để thu được tỷ số độ cứng (sự chênh lệch về độ cứng) của mactensit giữa phần bề mặt của chiều dày tấm và phần giữa của chiều dày tấm (phần tâm) của tấm thép và sự phân bố độ cứng của mactensit ở phần tâm trong khoảng cụ thể. Ngoài ra, đã nhận thấy rằng, khi tấm thép cán nguội thu được theo cách nêu trên được sử dụng cho việc dập nóng trong khoảng điều kiện nhất định, tỷ số độ cứng của mactensit giữa phần bề mặt của chiều dày tấm và phần giữa của tấm thép cán nguội và sự phân bố độ cứng của mactensit ở phần giữa của chiều dày tấm ít bị thay đổi ngay cả sau khi dập nóng, và do đó tấm thép cán nguội (tấm thép dập nóng) có độ bền cao và khả năng gia công tuyệt vời có thể thu được. Ngoài ra, cũng rõ ràng rằng sự ngăn chặn sự phân tách của MnS ở phần giữa của chiều dày tấm của tấm thép cán nguội là có hiệu quả trong việc cải thiện khả năng nóng rộng lỗ cả trong tấm thép cán nguội trước khi dập nóng và trong tấm thép cán nguội sau khi dập nóng.

Ngoài ra, cũng nhận thấy rằng, ở bước cán nguội, trong đó máy cán nguội có nhiều giá cán được sử dụng, việc điều chỉnh tỷ lệ của tốc độ cán nguội trong mỗi giá cán từ giá cán trên cùng đến giá cán thứ ba theo tổng tốc độ cán nguội (tốc độ cán tích lũy) đến khoảng cụ thể là có hiệu quả trong việc kiểm soát độ cứng của mactensit. Dựa trên phát hiện nêu trên, các tác giả sáng chế đã tìm

ra các khía cạnh khác nhau của sáng chế được mô tả dưới đây. Ngoài ra, đã nhận thấy rằng các hiệu quả này không bị suy giảm ngay cả khi thực hiện việc mạ kẽm nhúng nóng, tráng kẽm, mạ kẽm điện phân và mạ nhôm trên tấm thép cán nguội.

(1) Tức là, theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất tấm thép cán nguội chứa các nguyên tố sau (tính theo % khối lượng): C: lớn hơn 0,150% đến 0,300%, Si: 0,010% đến 1,000%, Mn: 1,50% đến 2,70%, P: 0,001% đến 0,060%, S: 0,001% đến 0,010%, N: 0,0005% đến 0,0100% và Al: 0,010% đến 0,050%, và tùy ý chứa 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% và REM: 0,0005% đến 0,0050%, và lượng còn lại là Fe và các tạp chất không tránh khỏi, trong đó, khi hàm lượng C, hàm lượng Si và hàm lượng Mn lần lượt được thể hiện bởi [C], [Si] và [Mn], tính theo đơn vị % khối lượng, thì mối tương quan của biểu thức 1 dưới đây được thỏa mãn, cấu trúc kim tương chứa: ferit với lượng nằm trong khoảng từ 40% đến 90% và mactensit với lượng nằm trong khoảng từ 10% đến 60%, tính theo tỷ lệ diện tích, còn chứa một hoặc nhiều hợp chất trong số: peclit với lượng bằng 10% hoặc nhỏ hơn, tính theo tỷ lệ diện tích, austenit dư với lượng bằng 5% hoặc nhỏ hơn, tính theo tỷ lệ thể tích và bainit với lượng bằng 20% hoặc nhỏ hơn, tính theo tỷ lệ diện tích, độ cứng của mactensit được đo bằng cách sử dụng thiết bị đo độ cứng hệ nano thỏa mãn các biểu thức 2a và 3a dưới đây, và $TS \times \lambda$ thể hiện tích số của độ bền kéo TS và tỷ số nong rộng lỗ λ bằng 50000 MPa·% hoặc lớn hơn.

$$(5 \times [\text{Si}] + [\text{Mn}]) / [\text{C}] > 10 \cdots (1)$$

$$H_{20} / H_{10} < 1,10 \cdots (2a)$$

$$\sigma_{HM0} < 20 \cdots (3a)$$

Trong đó, H10 thể hiện độ cứng trung bình của mactensit ở phần bề mặt của tấm thép cán nguội, H20 thể hiện độ cứng trung bình của mactensit ở phần giữa của chiều dày tấm, mà chiếm khoảng $\pm 100 \mu\text{m}$, tính từ tâm chiều dày tấm

của tấm thép cán nguội theo hướng chiều dày, và σ_{HM0} thể hiện phương sai của độ cứng của mactensit có mặt trong khoảng $\pm 100\mu\text{m}$, tính từ phần giữa của chiều dày tấm theo hướng chiều dày.

(2) Trong tấm thép cán nguội theo mục (1) nêu trên, tỷ lệ diện tích của MnS có mặt trong cấu trúc kim tương và có đường kính vòng tròn tương đương nằm trong khoảng từ $0,1\ \mu\text{m}$ đến $10\ \mu\text{m}$ có thể bằng $0,01\%$ hoặc nhỏ hơn, và biểu thức 4a dưới đây có thể được thỏa mãn.

$$n_{20}/n_{10} < 1,5 \dots (4a)$$

Trong đó, n_{10} thể hiện mật độ số trung bình của MnS trên mỗi $10000\ \mu\text{m}^2$ tại phần $1/4$ chiều dày tấm của tấm thép cán nguội, và n_{20} thể hiện mật độ số trung bình của MnS trên mỗi $10000\ \mu\text{m}^2$ ở phần giữa của chiều dày tấm.

(3) Trong tấm thép cán nguội theo mục (1) nêu trên, sau bước dập nóng bao gồm bước gia nhiệt ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 750°C đến 1000°C , bước gia công và bước làm nguội, được thực hiện, độ cứng của mactensit còn được đo bằng cách sử dụng thiết bị đo độ cứng hệ nano có thể thỏa mãn các biểu thức 2b và 3b dưới đây, cấu trúc kim tương có thể chứa mactensit với lượng bằng 80% hoặc lớn hơn, tính theo tỷ lệ diện tích, tùy ý còn chứa một hoặc nhiều hợp chất trong số: peclit với lượng bằng 10% hoặc nhỏ hơn, tính theo tỷ lệ diện tích, austenit dư với lượng bằng 5% hoặc nhỏ hơn, tính theo tỷ lệ thể tích, ferit với lượng nhỏ hơn 20% và bainit với lượng nhỏ hơn 20% , tính theo tỷ lệ diện tích, và $TS \times \lambda$ thể hiện tích số của độ bền kéo TS và tỷ số nồng độ lỏng λ có thể bằng $50000\ \text{MPa} \cdot \%$ hoặc lớn hơn.

$$H_2/H_1 < 1,10 \dots (2b)$$

$$\sigma_{HM} < 20 \dots (3b)$$

Trong đó, H_2 thể hiện độ cứng trung bình của mactensit ở phần bề mặt sau khi dập nóng, H_1 thể hiện độ cứng trung bình của mactensit ở phần giữa của chiều dày tấm sau khi dập nóng, và σ_{HM} thể hiện phương sai của độ cứng của mactensit có mặt ở phần giữa của chiều dày tấm sau khi dập nóng.

(4) Trong tấm thép cán nguội theo mục (3), tỷ lệ diện tích của MnS có mặt trong cấu trúc kim tương và có đường kính vòng tròn tương đương nằm

trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm có thể bằng 0,01% hoặc nhỏ hơn, và biểu thức 4b dưới đây có thể được thỏa mãn.

$$n_2/n_1 < 1,5 \dots (4b)$$

Trong đó, n_1 thể hiện mật độ số trung bình của MnS trên mỗi 10000 μm^2 tại phần 1/4 chiều dày tấm trong tấm thép cán nguội sau khi dập nóng, và n_2 thể hiện mật độ số trung bình của MnS trên mỗi 10000 μm^2 ở phần giữa của chiều dày tấm sau khi dập nóng.

(5) Trong tấm thép cán nguội theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (4), lớp mạ kẽm nhúng nóng có thể còn được tạo ra trên bề mặt của tấm thép cán nguội.

(6) Trong tấm thép cán nguội theo mục (5), lớp mạ kẽm nhúng nóng có thể bao gồm lớp tráng kẽm.

(7) Trong tấm thép cán nguội theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (4), lớp mạ kẽm điện phân có thể còn được tạo ra trên bề mặt của tấm thép cán nguội.

(8) Trong tấm thép cán nguội theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (4), lớp mạ nhôm có thể còn được tạo ra trên bề mặt của tấm thép cán nguội.

(9) Theo khía cạnh khác, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội bao gồm các bước: đúc để đúc thép nóng chảy chứa các thành phần hoá học nêu ở mục (1) và tạo ra tấm thép; gia nhiệt tấm thép; cán nóng, mà thực hiện trên tấm thép này bằng cách sử dụng thiết bị cán nóng có nhiều giá cán; cuộn tấm thép sau khi cán nóng; tẩy gỉ tấm thép sau khi cuộn; cán nguội tấm thép sau khi tẩy gỉ bằng cách sử dụng máy cán nguội có nhiều giá cán dưới các điều kiện trong đó biểu thức 5 dưới đây được thỏa mãn; ủ bằng cách thực hiện gia nhiệt ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 700°C đến 850°C và làm nguội tấm thép sau khi cán nguội; và cán-tôi tấm thép sau khi ủ.

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

Trong đó, r_i thể hiện tỷ lệ giảm tiết diện cán nguội đích riêng ở giá cán thứ i , tính từ giá cán trên cùng trong số các giá cán trong bước cán nguội, tính theo đơn vị %, trong đó i bằng 1, 2 hoặc 3, và r thể hiện lượng cán nguội tổng

cộng trong bước cán nguội, tính theo đơn vị %.

(10) Trong phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội theo mục (9), khi nhiệt độ cuộn trong bước cuộn được thể hiện bởi CT, tính theo đơn vị °C; và hàm lượng C, hàm lượng Mn, hàm lượng Si và hàm lượng Mo của thép lần lượt được thể hiện bởi [C], [Mn], [Si] và [Mo], tính theo đơn vị % khối lượng, biểu thức 6 dưới đây có thể được thỏa mãn.

$$560-474 \times [C]-90 \times [Mn]-20 \times [Cr]-20 \times [Mo] < CT < 830-270 \times [C]-90 \times [Mn]-70 \times [Cr]-80 \times [Mo] \cdots (6)$$

(11) Trong phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội theo mục (9) hoặc (10), khi nhiệt độ gia nhiệt trong bước gia nhiệt được thể hiện bởi T, tính theo đơn vị °C, thời gian ở trong lò được thể hiện bởi T, tính theo đơn vị phút; và hàm lượng Mn và hàm lượng S trong thép lần lượt được thể hiện bằng [Mn] và [S], tính theo đơn vị % khối lượng; biểu thức 7 dưới đây có thể được thỏa mãn.

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

(12) Trong phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội theo mục bất kỳ trong số các mục từ (9) đến (11), có thể còn có bước mạ kẽm nhúng nóng tấm thép được thực hiện giữa bước ủ và bước cán-tôi.

(13) Trong phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội theo mục bất kỳ trong số các mục từ (9) đến (12), có thể còn có bước xử lý hợp kim hoá tấm thép được thực hiện giữa bước mạ kẽm nhúng nóng và bước cán-tôi.

(14) Trong phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội theo mục bất kỳ trong số các mục từ (9) đến (11), có thể còn có bước mạ kẽm điện phân tấm thép được thực hiện sau bước cán-tôi.

(15) Trong phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội theo mục bất kỳ trong số các mục từ (9) đến (11), có thể còn có bước mạ nhôm tấm thép được thực hiện giữa bước ủ và bước cán-tôi.

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, do mối tương quan thích hợp được thiết lập giữa hàm lượng C, hàm lượng Mn và hàm lượng Si, và mactensit có độ cứng thích hợp được đo bằng cách sử dụng thiết bị đo độ cứng hệ nano, nên có thể thu được tấm

thép cán nguội có khả năng nong rộng lỗ tốt hơn. Hơn nữa, có thể thu được tấm thép cán nguội có khả năng nong rộng lỗ tốt hơn ngay cả sau khi dập nóng.

Trong khi đó, tấm thép cán nguội theo các mục từ (1) đến (8) và tấm thép dập nóng được sản xuất bằng cách sử dụng tấm thép cán nguội được sản xuất theo mục từ (9) đến (15) có khả năng gia công tuyệt vời.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là đồ thị minh họa mối tương quan giữa $(5 \times [\text{Si}] + [\text{Mn}]) / [\text{C}]$ và $\text{TS} \times \lambda$.

Fig.2A là đồ thị minh họa cơ sở của các biểu thức 2a, 2b, 3a và 3b, và là đồ thị minh họa mối tương quan giữa $\text{H}_{20}/\text{H}_{10}$ và $\sigma_{\text{HM}0}$ của tấm thép cán nguội trước khi dập nóng và mối tương quan giữa H_2/H_1 và σ_{HM} của tấm thép cán nguội sau khi dập nóng.

Fig.2B là đồ thị minh họa cơ sở của các biểu thức 3a và 3b, và là đồ thị minh họa mối tương quan giữa $\sigma_{\text{HM}0}$ trước khi dập nóng và σ_{HM} sau khi dập nóng, và $\text{TS} \times \lambda$.

Fig.3 là đồ thị minh họa mối tương quan giữa n_{20}/n_{10} của tấm thép cán nguội trước khi dập nóng và n_2/n_1 của tấm thép cán nguội sau khi dập nóng, và $\text{TS} \times \lambda$ và minh họa cơ sở của các biểu thức 4a và 4b.

Fig.4 là đồ thị minh họa mối tương quan giữa $1,5 \times r_1 / r + 1,2 \times r_2 / 2 + r_3 / r$, và $\text{H}_{20}/\text{H}_{10}$ của tấm thép cán nguội trước khi dập nóng và H_2/H_1 sau khi dập nóng, và minh họa cơ sở của biểu thức 5.

Fig.5A là đồ thị minh họa mối tương quan giữa biểu thức 6 và tỷ lệ của mactensit.

Fig.5B là đồ thị minh họa mối tương quan giữa biểu thức 6 và tỷ lệ của peclit.

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

Fig.7 là hình vẽ phối cảnh của tấm thép dập nóng (tấm thép cán nguội sau khi dập nóng) được dùng trong ví dụ.

Fig.8 là sơ đồ khối minh họa phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội

theo phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Như được mô tả trên đây, cần phải thiết lập mối tương quan thích hợp giữa hàm lượng của Si, Mn và C và, hơn nữa, tạo ra độ cứng thích hợp cho mactensit ở các phần định trước trong tấm thép để cải thiện khả năng nong rộng lỗ. Cho đến nay, không có các nghiên cứu về mối tương quan giữa khả năng gia công của tấm thép cán nguội và độ cứng của mactensit cả trước khi và sau khi dập nóng.

Dưới đây, phương án của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết.

Đầu tiên, tấm thép cán nguội theo phương án của sáng chế và các lý do giới hạn các thành phần hoá của tấm thép được dùng để sản xuất tấm thép cán nguội sẽ được mô tả. Dưới đây, “%”, mà là đơn vị hàm lượng của mỗi thành phần, thể hiện “% khối lượng”.

Trong khi đó, theo sáng chế, để thuận tiện, tấm thép cán nguội, mà không được dập nóng, được gọi đơn giản là tấm thép cán nguội, tấm thép cán nguội trước khi dập nóng hoặc tấm thép cán nguội theo sáng chế, và tấm thép cán nguội đã được dập nóng (được gia công thông qua việc dập nóng) sẽ được gọi là tấm thép cán nguội sau khi dập nóng hoặc tấm thép cán nguội sau khi dập nóng theo sáng chế.

C: lớn hơn 0,150% đến 0,300%

C là nguyên tố quan trọng để tăng bền ferit và mactensit và làm tăng độ bền của thép. Tuy nhiên, khi hàm lượng C bằng 0,150% hoặc nhỏ hơn, không thể thu được lượng mactensit đủ, và không thể tăng đủ độ bền. Mặt khác, khi hàm lượng C lớn hơn 0,300%, độ giãn dài hoặc khả năng nong rộng lỗ giảm đáng kể. Do đó, hàm lượng C được thiết đặt nằm trong khoảng lớn hơn 0,150% và nhỏ hơn hoặc bằng 0,300%.

Si: 0,010% đến 1,000%

Si là nguyên tố quan trọng để làm giảm sự tạo ra cacbua độc hại và để thu được nhiều pha mà chủ yếu chứa ferit và mactensit. Tuy nhiên, khi hàm lượng Si lớn hơn 1,000%, độ giãn dài hoặc khả năng nong rộng lỗ giảm, và tính

chất chuyển hoá hoá học cũng giảm. Do đó, hàm lượng Si được thiết đặt bằng 1,000% hoặc nhỏ hơn. Ngoài ra, Si được bổ sung cho quá trình khử oxy, nhưng hiệu quả khử oxy là không đủ với hàm lượng Si nhỏ hơn 0,010%. Do đó, hàm lượng Si được thiết đặt bằng 0,010% hoặc lớn hơn.

Al: 0,010% đến 0,050%

Al là nguyên tố quan trọng làm chất khử oxy. Để thu được hiệu quả khử oxy, hàm lượng Al được thiết đặt bằng 0,010% hoặc lớn hơn. Mặt khác, ngay cả khi Al được bổ sung quá mức cần thiết, hiệu quả nêu trên bị bão hoà, và ngược lại, thép trở nên giòn, và $TS \times \lambda$ giảm. Do đó, hàm lượng Al được thiết đặt nằm trong khoảng từ 0,010% đến 0,050%.

Mn: 1,50% đến 2,70%

Mn là nguyên tố quan trọng để cải thiện khả năng tôi cứng và tăng bền thép. Tuy nhiên, khi hàm lượng Mn nhỏ hơn 1,50%, không thể tăng đủ độ bền. Mặt khác, khi hàm lượng Mn lớn hơn 2,70%, độ thấm tôi trở nên cao quá mức cần thiết, và độ giãn dài hoặc khả năng nong rộng lỗ giảm. Do đó, hàm lượng Mn được thiết đặt nằm trong khoảng từ 1,50% đến 2,70%. Trong trường hợp nếu cần độ giãn dài cao hơn, hàm lượng Mn cần được thiết đặt bằng 2,00% hoặc nhỏ hơn.

P: 0,001% đến 0,060%

Với hàm lượng lớn, P phân tách ở các biên hạt, và làm giảm độ giãn dài cục bộ và khả năng hàn. Do đó, hàm lượng P được thiết đặt bằng 0,060% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng P càng nhỏ càng tốt, nhưng việc làm giảm hàm lượng P quá mức cần thiết dẫn đến làm tăng chi phí làm sạch, và do đó hàm lượng P cần được thiết đặt bằng 0,001% hoặc lớn hơn.

S: 0,001% đến 0,010%

S là nguyên tố tạo ra MnS và làm giảm đáng kể độ giãn dài cục bộ hoặc khả năng hàn. Do đó, giới hạn trên của hàm lượng S được thiết đặt bằng 0,010%. Ngoài ra, hàm lượng S càng nhỏ càng tốt; tuy nhiên, do vấn đề về chi phí làm sạch, giới hạn dưới của hàm lượng S cần được thiết đặt bằng 0,001%.

N: 0,0005% đến 0,0100%

N là nguyên tố quan trọng để làm kết tủa AlN và tương tự và thu nhỏ các hạt tinh thể. Tuy nhiên, khi hàm lượng N lớn hơn 0,0100%, dung dịch rắn chứa nitơ còn sót lại và độ giãn dài hoặc khả năng nóng rộng lỗ giảm. Do đó, hàm lượng N được thiết đặt bằng 0,0100% hoặc nhỏ hơn. Trong khi đó, hàm lượng N càng nhỏ càng tốt; tuy nhiên, do vấn đề về chi phí làm sạch, giới hạn dưới của hàm lượng N cần được thiết đặt bằng 0,0005%.

Tám thép cán nguội theo sáng chế có thành phần cơ bản gồm các thành phần nêu trên và lượng còn lại là sắt 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 các nguyên tố mà đã được sử dụng với lượng bằng giới hạn trên nêu trên hoặc nhỏ hơn để cải thiện độ bền, kiểm soát hình dạng của sulfua hoặc oxit, và tương tự. Các nguyên tố hoá học nêu trên thường không được bổ sung vào tám thép, và do đó giới hạn dưới của chúng bằng 0%.

Nb, Ti và V là các nguyên tố làm kết tủa cacbonitrit mịn và tăng bền thép. Ngoài ra, Mo và Cr là các nguyên tố cải thiện khả năng tôi cứng và tăng bền thép. Để thu được các hiệu quả nêu trên, thép cần phải chứa Nb với lượng bằng 0,001% hoặc lớn hơn, Ti với lượng bằng 0,001% hoặc lớn hơn, V với lượng bằng 0,001% hoặc lớn hơn, Mo với lượng bằng 0,01% hoặc lớn hơn và Cr với lượng bằng 0,01% hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, ngay cả khi chứa Nb với lượng lớn hơn 0,050%, Ti với lượng lớn hơn 0,100%, V với lượng lớn hơn 0,100%, Mo với lượng lớn hơn 0,50%, và Cr với lượng lớn hơn 0,50%, hiệu quả tăng bền này bị bão hoà, và gây ra sự suy giảm độ giãn dài hoặc khả năng nóng rộng lỗ. Do đó, giới hạn trên của Nb, Ti, V, Mo và Cr lần lượt được thiết đặt bằng 0,050%, 0,100%, 0,100%, 0,50% và 0,50%.

Thép có thể còn chứa Ca với lượng nằm trong khoảng từ 0,0005% đến 0,0050%. Ca điều chỉnh hình dạng của sulfua hoặc oxit và cải thiện độ giãn dài cục bộ hoặc khả năng nóng rộng lỗ. Để thu được hiệu quả nêu trên, thép cần phải chứa Ca với hàm lượng bằng 0,0005% hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, khi hàm lượng Ca có mặt với lượng quá mức cần thiết, khả năng gia công giảm, và do đó

giới hạn trên của hàm lượng Ca được thiết đặt bằng 0,0050%. Với lý do tương tự, giới hạn dưới của hàm lượng Ca được thiết đặt bằng 0,0005%, và giới hạn trên của nguyên tố đất hiếm (REM) được thiết đặt bằng 0,0050%.

Thép có thể còn chứa Cu với lượng nằm trong khoảng từ 0,01% đến 1,00%, Ni với lượng nằm trong khoảng từ 0,01% đến 1,00% và B với lượng nằm trong khoảng từ 0,0005% đến 0,0020%. Các nguyên tố nêu trên cũng có thể cải thiện độ thấm tôi và làm tăng độ bền của thép. Tuy nhiên, để thu được hiệu quả nêu trên, thép cần phải chứa Cu với lượng bằng 0,01% hoặc lớn hơn, Ni với lượng bằng 0,01% hoặc lớn hơn và B với lượng bằng 0,0005% hoặc lớn hơn. Với các lượng nêu trên hoặc nhỏ hơn, hiệu quả tăng bền thép nhỏ. Mặt khác, ngay cả khi lượng Cu lớn hơn 1,00%, Ni lớn hơn 1,00% và B lớn hơn 0,0020% được bổ sung, hiệu quả tăng bền này bị bão hoà, và độ giãn dài hoặc khả năng nong rộng lỗ giảm. Do đó, giới hạn trên của hàm lượng Cu, hàm lượng Ni và hàm lượng B lần lượt được thiết đặt bằng 1,00%, 1,00% và 0,0020%.

Trong trường hợp nếu thép chứa B, Mo, Cr, V, Ti, Nb, Ni, Cu, Ca và REM, ít nhất một nguyên tố được chứa. Lượng còn lại của thép là Fe và các tạp chất không tránh khỏi. Thép có thể còn chứa các nguyên tố ngoài các nguyên tố nêu trên (ví dụ, Sn, As và tương tự) như các tạp chất không tránh khỏi miễn là các tính chất của thép không bị ảnh hưởng. B, Mo, Cr, V, Ti, Nb, Ni, Cu, Ca và REM được chứa với lượng nhỏ hơn các giới hạn dưới nêu trên được coi như các tạp chất không tránh khỏi.

Trong khi đó, do không có sự thay đổi về thành phần hóa học ngay cả sau khi dập nóng, nên các thành phần hóa học này vẫn thỏa mãn các khoảng nêu trên ngay cả trong tấm thép sau khi dập nóng.

Ngoài ra, trong tấm thép cán nguội theo sáng chế và tấm thép cán nguội sau khi dập nóng theo sáng chế, khi hàm lượng C (tính theo % khối lượng), hàm lượng Si (tính theo % khối lượng) và hàm lượng Mn (tính theo % khối lượng) lần lượt được thể hiện bởi [C], [Si] và [Mn], điều quan trọng là thỏa mãn mối tương quan của biểu thức 1 dưới đây để thu được khả năng nong rộng lỗ đủ như được minh họa trên Fig.1.

$$(5 \times [\text{Si}] + [\text{Mn}]) / [\text{C}] > 10 \cdots (1)$$

Khi giá trị của $(5 \times [\text{Si}] + [\text{Mn}]) / [\text{C}]$ bằng 10 hoặc nhỏ hơn, $\text{TS} \times \lambda$ sẽ nhỏ hơn 50000 MPa·%, và không thể thu được khả năng nong rộng lỗ đủ. Điều này là do, khi hàm lượng C cao, độ cứng của pha cứng trở nên quá cao, sự chênh lệch với độ cứng của pha mềm trở nên lớn, và do đó giá trị λ giảm, và khi hàm lượng Si hoặc hàm lượng Mn nhỏ, TS trở nên thấp. Do đó, cần phải kiểm soát sự cân bằng giữa các hàm lượng của các nguyên tố tương ứng ngoài việc bao gồm các nguyên tố với các khoảng nêu trên. Giá trị của $(5 \times [\text{Si}] + [\text{Mn}]) / [\text{C}]$ không thay đổi do việc cán hoặc dập nóng. Tuy nhiên, ngay cả khi $(5 \times [\text{Si}] + [\text{Mn}]) / [\text{C}] > 10$ được thỏa mãn, trong trường hợp nếu tỷ số độ cứng nêu trên của mactensit (H20/H10, H2/H1) hoặc sự phân tán của độ cứng mactensit (σ_{HM0} , σ_{HM}) không thỏa mãn các điều kiện này, không thể thu được khả năng nong rộng lỗ đủ trong tấm thép cán nguội hoặc tấm thép cán nguội sau khi dập nóng.

Tiếp theo, lý do giới hạn cấu trúc kim tương của tấm thép cán nguội theo sáng chế và tấm thép cán nguội sau khi dập nóng theo sáng chế sẽ được mô tả.

Thông thường, trong tấm thép cán nguội có cấu trúc kim tương hầu như chứa ferit và mactensit, yếu tố chi phối khả năng tạo hình như khả năng nong rộng lỗ là mactensit chứ không phải ferit. Các tác giả sáng chế đã thực hiện các nghiên cứu chuyên sâu đối với mối tương quan giữa độ cứng của mactensit và khả năng tạo hình như độ giãn dài hoặc khả năng nong rộng lỗ. Kết quả, đã nhận thấy rằng, như được minh họa trên Fig.2A và Fig.2B, khả năng tạo hình như độ giãn dài hoặc khả năng nong rộng lỗ trở nên dễ dàng miễn là tỷ số độ cứng (sự chênh lệch về độ cứng) của mactensit giữa phần bề mặt của chiều dày tấm và phần giữa của chiều dày tấm và sự phân bố độ cứng của mactensit ở phần giữa của chiều dày tấm là ở các trạng thái định trước trong cả tấm thép cán nguội và tấm thép cán nguội sau khi dập nóng. Ngoài ra, đã nhận thấy rằng tỷ số độ cứng của mactensit và sự phân bố độ cứng của mactensit trong tấm thép cán nguội trước khi dập nóng ít bị thay đổi trong tấm thép cán nguội sau khi dập nóng, mà thu được bằng cách thực hiện việc tôi thông qua quá trình dập nóng tấm thép cán

nguội có khả năng tạo hình tốt hơn, và do đó, khả năng tạo hình như độ giãn dài hoặc khả năng nong rộng lỗ là tốt hơn. Điều này là do sự phân bố độ cứng của mactensit tạo ra trong tấm thép cán nguội trước khi dập nóng vẫn còn có hiệu quả đáng kể ngay cả sau khi dập nóng. Cụ thể là, điều này được cho là do các nguyên tố hợp kim được tập trung ở phần giữa của chiều dày tấm vẫn còn lại ở phần giữa của chiều dày tấm với mật độ cao ngay cả sau khi dập nóng. Nghĩa là, trong trường hợp nếu tỷ số độ cứng của mactensit giữa phần bề mặt của chiều dày tấm và phần giữa của chiều dày tấm lớn hoặc trường hợp nếu sự thay đổi về độ cứng của mactensit ở phần giữa của chiều dày tấm lớn, cùng tỷ số độ cứng và cùng phương sai thu được ngay cả sau khi dập nóng.

Hơn nữa, đối với việc đo độ cứng của mactensit, mà được đo với độ phóng đại bằng 1000 lần bằng cách sử dụng thiết bị đo độ cứng hệ nano được sản xuất bởi Hysitron Corporation, các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng, trong tấm thép cán nguội trước khi dập nóng, khả năng tạo hình được cải thiện bằng cách thỏa mãn các biểu thức 2a và 3a dưới đây. Ngoài ra, đối với các mối tương quan nêu trên, các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng, tấm thép cán nguội sau khi dập nóng, tương tự, có khả năng tạo hình được cải thiện bằng cách thỏa mãn các biểu thức 2b và 3b dưới đây.

$$H_{20}/H_{10} < 1,10 \dots (2a)$$

$$\sigma_{HM0} < 20 \dots (3a)$$

$$H_2/H_1 < 1,10 \dots (2b)$$

$$\sigma_{HM} < 20 \dots (3b)$$

Trong đó, H_{10} thể hiện độ cứng của mactensit ở phần bề mặt của chiều dày tấm của tấm thép cán nguội trước khi dập nóng bằng 200 μm hoặc nhỏ hơn, tính từ lớp ngoài cùng theo hướng chiều dày. H_{20} thể hiện độ cứng của mactensit ở phần giữa của chiều dày tấm của tấm thép cán nguội trước khi dập nóng, nghĩa là, mactensit trong khoảng $\pm 100 \mu\text{m}$, tính từ tâm chiều dày tấm theo hướng chiều dày. σ_{HM0} thể hiện phương sai của độ cứng của mactensit có mặt trong khoảng $\pm 100 \mu\text{m}$, tính từ tâm chiều dày tấm của tấm thép cán nguội trước khi dập nóng theo hướng chiều dày.

Ngoài ra, H1 thể hiện độ cứng của mactensit ở phần bề mặt của chiều dày tấm của tấm thép cán nguội sau khi dập nóng bằng 200 μm hoặc nhỏ hơn từ lớp ngoài cùng theo hướng chiều dày. H2 thể hiện độ cứng của mactensit ở phần giữa của chiều dày tấm của tấm thép cán nguội sau khi dập nóng, nghĩa là, mactensit trong khoảng $\pm 100 \mu\text{m}$, tính từ tâm chiều dày tấm theo hướng chiều dày. σ_{HM} thể hiện phương sai của độ cứng của mactensit có mặt trong khoảng $\pm 100 \mu\text{m}$, tính từ tâm chiều dày tấm của tấm thép cán nguội sau khi dập nóng theo hướng chiều dày.

Độ cứng được đo ở 300 điểm đối với mỗi trường hợp. Khoảng $\pm 100 \mu\text{m}$, tính từ tâm chiều dày tấm theo hướng chiều dày dùng để chỉ khoảng có tâm ở giữa chiều dày tấm và có kích thước 200 μm theo hướng chiều dày.

Ngoài ra, sự thay đổi về độ cứng σ_{HM0} hoặc σ_{HM} thu được bằng cách sử dụng biểu thức 8 dưới đây, và chỉ sự phân bố của độ cứng của mactensit. Trong khi đó, σ_{HM} trong biểu thức này thể hiện σ_{HM0} và được biểu thị là σ_{HM} .

Biểu thức 1

$$\sigma_{\text{HM}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{\text{ave}} - x_i)^2 \quad \dots (8)$$

X_{ave} thể hiện giá trị trung bình của độ cứng đo được của mactensit, và X_i thể hiện độ cứng của mactensit thứ i . Trong khi đó, biểu thức này vẫn đúng ngay cả khi σ_{HM} được thay bằng σ_{HM0} .

Fig.2A minh họa các tỷ lệ giữa độ cứng của mactensit ở phần bề mặt và độ cứng của mactensit ở phần giữa của chiều dày tấm trong tấm thép cán nguội trước khi dập nóng và tấm thép cán nguội sau khi dập nóng. Ngoài ra, Fig.2B minh họa chung phương sai s của độ cứng của mactensit có mặt trong khoảng $\pm 100 \mu\text{m}$, tính từ tâm chiều dày tấm theo hướng chiều dày của tấm thép cán nguội trước khi dập nóng và tấm thép cán nguội sau khi dập nóng. Như được minh họa trên Fig.2A và Fig.2B, tỷ số độ cứng của tấm thép cán nguội trước khi dập nóng và tỷ số độ cứng của tấm thép cán nguội sau khi dập nóng gần như

bằng nhau. Ngoài ra, phương sai s của độ cứng của mactensit ở phần giữa của chiều dày tấm cũng gần như bằng nhau cả trong tấm thép cán nguội trước khi dập nóng và trong tấm thép cán nguội sau khi dập nóng. Do đó, đã nhận thấy rằng khả năng gia công của tấm thép cán nguội sau khi dập nóng tuyệt vời như khả năng gia công của tấm thép cán nguội trước khi dập nóng.

Giá trị của H_{20}/H_{10} hoặc H_2/H_1 bằng 1,10 hoặc lớn hơn thể hiện rằng, trong tấm thép cán nguội trước khi dập nóng hoặc tấm thép cán nguội sau khi dập nóng, độ cứng của mactensit ở phần giữa của chiều dày tấm gấp lớn hơn hoặc bằng 1,10 lần độ cứng của mactensit ở phần bề mặt của chiều dày tấm. Nghĩa là, giá trị này thể hiện rằng độ cứng ở phần giữa của chiều dày tấm trở nên quá cao. Như được minh họa trên Fig.2A, khi H_{20}/H_{10} bằng 1,10 hoặc lớn hơn, σ_{HM0} đạt 20 hoặc lớn hơn, và khi H_2/H_1 bằng 1,10 hoặc lớn hơn, σ_{HM} đạt 20 hoặc lớn hơn. Trong trường hợp này, $TS \times \lambda$ sẽ nhỏ hơn 50000 MPa·%, và khả năng tạo hình đủ không thu được cả trước khi tôi (nghĩa là, trước khi dập nóng) và sau khi tôi (nghĩa là, sau khi dập nóng). Hơn nữa, theo lý thuyết, có trường hợp nếu các giới hạn dưới của H_{20}/H_{10} và H_2/H_1 là giống như ở phần giữa của chiều dày tấm và ở phần bề mặt của chiều dày tấm miễn là không có bước xử lý nhiệt đặc biệt được thực hiện; tuy nhiên, trong quá trình sản xuất thực tế có xét đến năng suất, các giới hạn dưới, ví dụ, được giảm xuống xấp xỉ 1,005.

Phương sai σ_{HM0} hoặc σ_{HM} bằng 20 hoặc lớn hơn thể hiện rằng, trong tấm thép cán nguội trước khi dập nóng và tấm thép cán nguội sau khi dập nóng, xuất hiện sự không đồng đều lớn về độ cứng của mactensit, và xuất hiện các phần cục bộ có độ cứng rất cao. Trong trường hợp này, $TS \times \lambda$ sẽ nhỏ hơn 50000 MPa·%, và không thu được khả năng tạo hình đủ.

Tiếp theo, cấu trúc kim tương của tấm thép cán nguội theo sáng chế (trước khi dập nóng) và tấm thép cán nguội sau khi dập nóng theo sáng chế sẽ được mô tả.

Trong cấu trúc kim tương của tấm thép cán nguội theo sáng chế, tỷ lệ diện tích ferit nằm trong khoảng từ 40% đến 90%. Khi tỷ lệ diện tích ferit nhỏ

hơn 40%, độ bền trở nên quá cao ngay cả trước khi đập nóng, do đó có trường hợp trong đó hình dạng của tấm thép giảm hoặc việc cắt trở nên khó khăn. Do đó, tỷ lệ diện tích ferit được thiết đặt bằng 40% hoặc lớn hơn. Mặt khác, trong tấm thép cán nguội theo sáng chế, do một lượng lớn các nguyên tố hợp kim được bổ sung, nên khó thiết đặt tỷ lệ diện tích ferit lớn hơn 90%. Cấu trúc kim tương chứa không chỉ ferit mà cả mactensit, và tỷ lệ diện tích của mactensit nằm trong khoảng từ 10% đến 60%. Tổng tỷ lệ diện tích ferit và tỷ lệ diện tích mactensit mong muốn bằng 60% hoặc lớn hơn. Cấu trúc kim tương có thể còn chứa một hoặc nhiều hợp chất trong số: peclit, bainit và austenit dư. Tuy nhiên, khi austenit dư còn sót lại trong cấu trúc kim tương, tính giòn khi gia công thứ cấp và tính phá hủy chậm có khả năng giảm, và do đó tốt hơn là cấu trúc kim tương hầu như không chứa austenit dư. Tuy nhiên, chắc chắn là, austenit dư có thể được chứa với tỷ lệ thể tích bằng 5% hoặc nhỏ hơn. Do peclit là cấu trúc cứng và giòn, cấu trúc kim tương tốt hơn là không chứa peclit; tuy nhiên, chắc chắn là, peclit có thể được chứa với tỷ lệ diện tích lên đến 10%. Bainit là cấu trúc có thể được tạo ra như cấu trúc dư, và là cấu trúc trung gian xét về độ bền hoặc khả năng tạo hình. Sự vắng mặt bainit không tạo ra sự khác biệt bất kỳ, nhưng cấu trúc kim tương có thể chứa tới 20% bainit theo tỷ lệ diện tích. Theo sáng chế, đối với cấu trúc kim tương, ferit, bainit và peclit được quan sát thông qua việc khắc ăn mòn bằng nitan, và mactensit được quan sát thông qua việc khắc ăn mòn Le Pera. Các cấu trúc này đều được quan sát tại phần 1/4 chiều dày tấm với độ phóng đại bằng 1000 lần bằng cách sử dụng kính hiển vi quang học. Đối với austenit dư, tỷ lệ thể tích được đo bằng cách sử dụng thiết bị nhiễu xạ tia X sau khi đánh bóng tấm thép đến phần 1/4 chiều dày tấm.

Trong cấu trúc kim tương của tấm thép cán nguội sau khi đập nóng theo sáng chế, tỷ lệ diện tích của mactensit bằng 80% hoặc lớn hơn. Khi tỷ lệ diện tích của mactensit nhỏ hơn 80%, độ bền đủ được yêu cầu đối với tấm thép đập nóng hiện có (ví dụ, 1,5 GPa hoặc lớn hơn) không thể thu được. Do đó, tỷ lệ diện tích mactensit cần được thiết đặt bằng 80% hoặc lớn hơn. Toàn bộ hoặc các phần quan trọng của cấu trúc kim tương của tấm thép cán nguội sau khi đập

nóng chứa mactensit, nhưng có trường hợp trong đó cấu trúc kim tương còn lại chứa một hoặc nhiều hợp chất: peclit với lượng bằng 10% hoặc nhỏ hơn, tính theo tỷ lệ diện tích, austenit dư với lượng bằng 5% hoặc nhỏ hơn, tính theo tỷ lệ thể tích, nhỏ hơn 20% ferit theo tỷ lệ diện tích và nhỏ hơn 20% bainit theo tỷ lệ diện tích. Ferit có mặt với lượng nằm trong khoảng từ 0% đến nhỏ hơn 20% phụ thuộc vào các điều kiện dập nóng, và không có vấn đề nào đối với độ bền sau khi dập nóng miễn là ferit được chứa trong khoảng nêu trên. Ngoài ra, khi austenit dư còn sót lại trong cấu trúc kim tương, tính giòn khi gia công thứ cấp và tính phá hủy chậm có khả năng giảm. Do đó, tốt hơn là cấu trúc kim tương hầu như không chứa austenit dư; tuy nhiên, chắc chắn là, austenit dư có thể được chứa với tỷ lệ thể tích bằng 5% hoặc nhỏ hơn. Do peclit là cấu trúc cứng và giòn, nên cấu trúc kim tương tốt hơn là không chứa peclit; tuy nhiên, chắc chắn là, peclit có thể được chứa với tỷ lệ diện tích lên đến 10%. Với lý do tương tự, cấu trúc kim tương có thể chứa tới 20% bainit theo tỷ lệ diện tích. Tương tự như trường hợp của tấm thép cán nguội trước khi dập nóng, các cấu trúc kim tương được quan sát tại phần 1/4 chiều dày tấm với độ phóng đại bằng 1000 lần bằng cách sử dụng kính hiển vi quang học sau khi thực hiện việc khắc ăn mòn bằng nitan đối với ferit, bainit và peclit và thực hiện việc khắc ăn mòn Le Pera đối với mactensit. Đối với austenit dư, tỷ lệ thể tích được đo bằng cách sử dụng thiết bị nhiễu xạ tia X sau khi đánh bóng tấm thép đến phần 1/4 chiều dày tấm.

Trong khi đó, việc dập nóng có thể thực hiện bằng phương pháp thông thường, ví dụ, có thể thực hiện việc gia nhiệt ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 750°C đến 1000°C, bước gia công và bước làm nguội.

Theo sáng chế, độ cứng của mactensit được đo trong tấm thép cán nguội trước khi dập nóng và tấm thép cán nguội sau khi dập nóng bằng cách sử dụng thiết bị đo độ cứng hệ nano với độ phóng đại bằng 1000 lần (độ cứng ấn lõm (GPa hoặc N/mm²) hoặc giá trị độ cứng Vicker (Hv) được chuyển đổi từ độ cứng ấn lõm) được xác định cụ thể. Trong thử nghiệm độ cứng Vicker thông thường, độ cứng ấn lõm lớn hơn mactensit được tạo ra. Do đó, độ cứng nhận thấy bằng mắt thường của mactensit và các kết cấu ngoại biên của nó (ferit và

tương tự) có thể thu được, nhưng không thể thu được độ cứng của chính mactensit. Do khả năng tạo hình như khả năng nong rộng lỗ bị ảnh hưởng một cách đáng kể bởi độ cứng của chính mactensit, nên khó đánh giá một cách đầy đủ khả năng tạo hình chỉ bằng độ cứng Vicker. Trái lại, theo sáng chế, do tỷ số độ cứng và trạng thái phân tán của mactensit được đo bằng cách sử dụng thiết bị đo độ cứng hệ nano được kiểm soát trong khoảng định trước, nên có thể thu được khả năng tạo hình tốt hơn nhiều.

MnS được quan sát ở vị trí 1/4 chiều dày tấm (vị trí 1/4 chiều dày tấm, tính từ bề mặt) và phần giữa của chiều dày tấm của tấm thép cán nguội theo sáng chế. Kết quả, đã nhận thấy rằng tỷ lệ diện tích của MnS có đường kính vòng tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm bằng 0,01% hoặc nhỏ hơn, và như được minh họa trên Fig.3, tốt hơn là thỏa mãn biểu thức 4a dưới đây để thỏa mãn $TS \times \lambda \geq 50000 \text{ MPa} \cdot \%$ một cách thích hợp và ổn định. Điều này được cho là do, khi MnS có đường kính vòng tròn tương đương bằng 0,1 μm có mặt trong thử nghiệm khả năng nong rộng lỗ, ứng suất tập trung quanh MnS, và do đó vết rạn nứt có thể xuất hiện. Lý do để không tính MnS có đường kính vòng tròn tương đương nhỏ hơn 0,1 μm , tức là MnS như vậy có ảnh hưởng rất nhỏ đến sự tập trung ứng suất. Mặt khác, MnS, mà lớn hơn 10 μm , là quá lớn và do đó không thích hợp cho việc gia công. Hơn nữa, khi tỷ lệ diện tích của MnS nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm lớn hơn 0,01%, các vết rạn nứt rất nhỏ sẽ dễ dàng tạo ra do sự tập trung ứng suất lan truyền. Do đó, có trường hợp trong đó khả năng nong rộng lỗ giảm.

$$n_{20}/n_{10} < 1,5 \cdots (4a)$$

Trong đó, n_{10} thể hiện mật độ số (số hạt/10000 μm^2) của MnS có đường kính vòng tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm trên mỗi đơn vị diện tích (10000 μm^2) tại phần 1/4 chiều dày tấm của tấm thép cán nguội trước khi dập nóng. n_{20} thể hiện mật độ số (mật độ số trung bình) của MnS có đường kính vòng tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm trên mỗi đơn vị diện tích ở phần giữa của chiều dày tấm của tấm thép cán nguội trước khi dập nóng.

Ngoài ra, các tác giả sáng chế đã quan sát MnS ở vị trí 1/4 chiều dày tấm (vị trí 1/4 chiều dày tấm, tính từ bề mặt) và phần giữa của chiều dày tấm của tấm thép cán nguội sau khi dập nóng theo sáng chế. Kết quả là đã nhận thấy rằng, tương tự như tấm thép cán nguội trước khi dập nóng, tỷ lệ diện tích của MnS có đường kính vòng tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm bằng 0,01% hoặc nhỏ hơn, và như được minh họa trên Fig.3, tốt hơn là thỏa mãn biểu thức 4b dưới đây để thỏa mãn $TS \times \lambda \geq 50000 \text{ MPa}\cdot\%$ một cách thích hợp và ổn định.

$$n_2/n_1 < 1,5 \dots (4b)$$

Trong đó, n_1 thể hiện mật độ số của MnS có đường kính vòng tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm trên mỗi đơn vị diện tích tại phần 1/4 chiều dày tấm của tấm thép cán nguội sau khi dập nóng. n_2 thể hiện mật độ số (mật độ số trung bình) của MnS có đường kính vòng tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm trên mỗi đơn vị diện tích ở phần giữa của chiều dày tấm của tấm thép cán nguội sau khi dập nóng.

Khi tỷ lệ diện tích của MnS có đường kính vòng tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm lớn hơn 0,01%, như nêu trên, khả năng tạo hình có thể giảm do sự tập trung ứng suất. Giới hạn dưới của tỷ lệ diện tích của MnS không được quy định một cách cụ thể, nhưng 0,0001% hoặc lớn hơn của MnS có thể có mặt do sự hạn chế của phương pháp đo nêu trên, độ phóng đại và trường quan sát, khả năng xử lý khử lưu huỳnh và hàm lượng ban đầu của Mn hoặc S.

Mặt khác, giá trị của n_{20}/n_{10} hoặc n_2/n_1 bằng 1,5 hoặc lớn hơn thể hiện rằng mật độ số của MnS ở phần giữa của chiều dày tấm trong tấm thép cán nguội trước khi dập nóng hoặc tấm thép được cán sau khi dập nóng gấp lớn hơn hoặc bằng 1,5 lần mật độ số của MnS tại phần 1/4 chiều dày tấm. Trong trường hợp này, khả năng tạo hình có thể giảm do sự phân tách của MnS ở phần giữa của chiều dày tấm.

Theo sáng chế, đường kính vòng tròn tương đương và mật độ số của MnS được đo bằng cách sử dụng kính hiển vi điện tử quét phát xạ trường

(Fe-SEM) được sản xuất bởi JEOL Ltd. Độ phóng đại là 1000 lần, và diện tích đo của trường quan sát được thiết đặt bằng $0,12 \times 0,09 \text{ mm}^2$ ($=10800 \text{ }\mu\text{m}^2 \approx 10000 \text{ }\mu\text{m}^2$). Việc quan sát được thực hiện với mười trường quan sát ở vị trí 1/4 chiều dày tấm, tính từ bề mặt (phần 1/4 chiều dày tấm) và với mười trường quan sát ở phần giữa của chiều dày tấm. Tỷ lệ diện tích của MnS được tính toán bằng cách sử dụng phần mềm phân tích hạt. Theo sáng chế, MnS được quan sát trong tấm thép cán nguội trước khi dập nóng và tấm thép cán nguội sau khi dập nóng, dạng của MnS trong tấm thép cán nguội sau khi dập nóng ít bị thay đổi từ dạng (hình dạng và số lượng) của MnS trong tấm thép cán nguội trước khi dập nóng. Fig.3 là hình vẽ minh họa mối tương quan giữa n_{20}/n_{10} của tấm thép cán nguội trước khi dập nóng và n_2/n_1 của tấm thép cán nguội sau khi dập nóng và $TS \times \lambda$. Đã nhận thấy rằng n_{20}/n_{10} của tấm thép cán nguội trước khi dập nóng và n_2/n_1 của tấm thép cán nguội sau khi dập nóng gần như bằng nhau. Điều này là do dạng của MnS không thay đổi tại nhiệt độ gia nhiệt của bước dập nóng thông thường.

Tấm thép cán nguội theo sáng chế có khả năng gia công tuyệt vời. Hơn nữa, tấm thép cán nguội sau khi dập nóng thu được bằng cách thực hiện việc dập nóng tấm thép cán nguội nêu trên có độ bền kéo nằm trong khoảng từ 1500 MPa (1,5 GPa) đến 2200 MPa, và có khả năng gia công tuyệt vời. Hiệu quả đáng kể mà cải thiện khả năng gia công so với khả năng của tấm thép cán nguội đã biết thu được với độ bền cao nằm trong khoảng từ xấp xỉ 1800 MPa đến 2000 MPa.

Tốt hơn nếu thực hiện việc mạ kẽm, ví dụ, mạ kẽm nhúng nóng, tráng kẽm, mạ kẽm điện phân hoặc mạ nhôm trên các bề mặt của tấm thép cán nguội theo sáng chế và tấm thép cán nguội sau khi dập nóng theo sáng chế nhằm mục đích chống gỉ. Việc thực hiện bước mạ nêu trên không làm giảm các hiệu quả của sáng chế. Bước mạ nêu trên có thể được thực hiện bằng cách sử dụng phương pháp đã biết.

Dưới đây, phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội theo sáng chế sẽ được mô tả.

Khi sản xuất tấm thép cán nguội theo sáng chế, như điều kiện thông thường, thép nóng chảy được làm nóng chảy để có các thành phần hóa học nêu

trên được đúc một cách liên tục sau lò chuyển, nhờ đó tạo ra phôi tấm. Trong quá trình đúc liên tục, khi tốc độ đúc quá nhanh, các kết tủa chứa Ti và tương tự trở nên quá mịn. Mặt khác, khi tốc độ đúc quá thấp, năng suất giảm, và các kết tủa nêu trên thô và số lượng hạt giảm do đó có trường hợp trong đó tấm thép cán nguội thu được dạng trong đó có tính chất khác và do đó sự phá huỷ chậm không thể kiểm soát được. Do đó, tốc độ đúc nên được thiết đặt nằm trong khoảng từ 1,0 m/phút đến 2,5 m/phút.

Phôi tấm sau khi làm nóng chảy và đúc có thể được cán nóng như đúc. Theo cách khác, trong trường hợp nếu phôi tấm đã được làm nguội đến nhiệt độ dưới 1100°C, có thể gia nhiệt lại phôi tấm trong lò hâm hoặc tương tự đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1100°C đến 1300°C và sau đó cán nóng phôi tấm. Khi nhiệt độ của phôi tấm trong bước cán nóng thấp hơn 1100°C, sẽ khó đảm bảo nhiệt độ cuối của bước cán nóng, mà gây ra sự suy giảm độ giãn dài. Ngoài ra, trong tấm thép trong đó TiNb được bổ sung, các kết tủa là không được hòa tan một cách đầy đủ trong quá trình gia nhiệt, và do đó độ bền giảm. Mặt khác, khi nhiệt độ của phôi tấm cao hơn 1300°C, lo ngại rằng có thể tạo ra nhiều xỉ và không thể thu được chất lượng bề mặt tốt hơn của tấm thép.

Ngoài ra, để giảm tỷ lệ diện tích của MnS, khi hàm lượng Mn (tính theo % khối lượng) và hàm lượng S (tính theo % khối lượng) của thép lần lượt được thể hiện bởi [Mn] và [S], tốt hơn là nhiệt độ T (°C) của lò gia nhiệt, thời gian ở trong lò t (phút), [Mn] và [S] trước khi cán nóng thỏa mãn biểu thức 7 dưới đây.

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

Khi giá trị của $T \times \ln(t) / (1,7 \times [\text{Mn}] + [\text{S}])$ bằng 1500 hoặc nhỏ hơn, tỷ lệ diện tích của MnS trở nên lớn, và có trường hợp trong đó sự chênh lệch này trở nên lớn giữa lượng MnS tại phần 1/4 chiều dày tấm và lượng MnS ở phần giữa của chiều dày tấm. Trong khi đó, nhiệt độ của lò gia nhiệt trước khi cán nóng dùng để chỉ nhiệt độ trích xuất ở bên ngoài của lò gia nhiệt, và thời gian ở trong lò dùng để chỉ thời gian trôi qua từ lúc đưa phôi tấm vào trong lò gia nhiệt cán nóng đến khi lấy phôi tấm ra khỏi lò gia nhiệt này. Do MnS không thay đổi do

việc cán hoặc dập nóng như nêu trên, nên biểu thức 7 tốt hơn là được thỏa mãn trong bước gia nhiệt phối tẩm. Trong khi đó, ln nêu trên thể hiện logarit tự nhiên.

Tiếp theo, bước cán nóng được thực hiện bằng phương pháp thông thường. Lúc này, mong muốn thực hiện việc cán nóng phối tẩm với nhiệt độ cuối (nhiệt độ khi kết thúc bước cán nóng) được thiết đặt nằm trong khoảng từ nhiệt độ Ar_3 đến $970^{\circ}C$. Khi nhiệt độ cuối thấp hơn nhiệt độ Ar_3 , lo ngại rằng bước cán có thể được thực hiện ở vùng hai pha gồm ferit (α) và austenit (γ) và độ giãn dài có thể giảm. Mặt khác, khi nhiệt độ cuối cao hơn $970^{\circ}C$, cỡ hạt austenit thô, và tỷ lệ ferit trở nên nhỏ, và do đó lo ngại rằng độ giãn dài có thể giảm.

Nhiệt độ Ar_3 có thể thu được bằng cách thực hiện thử nghiệm Formastor, đo sự thay đổi chiều dài của mẫu thử tương ứng với sự thay đổi nhiệt độ, và tính toán nhiệt độ từ điểm uốn.

Sau khi cán nóng, thép được làm nguội với tốc độ làm nguội trung bình nằm trong khoảng từ $20^{\circ}C/giây$ đến $500^{\circ}C/giây$, và được cuộn lại tại nhiệt độ cuộn định trước $CT^{\circ}C$. Trong trường hợp nếu tốc độ làm nguội nhỏ hơn $20^{\circ}C/giây$, peclit gây ra sự suy giảm độ giãn dài có thể được tạo ra, nhiệt độ này không được ưu tiên.

Mặt khác, giới hạn trên của tốc độ làm nguội không được quy định một cách cụ thể, nhưng giới hạn trên của tốc độ làm nguội cần được thiết lập xấp xỉ $500^{\circ}C/giây$ từ quan điểm về thông số kỹ thuật của thiết bị, nhưng giới hạn trên không bị giới hạn ở đó.

Sau khi cuộn, bước tẩy gỉ được thực hiện, và bước làm nguội được thực hiện. Lúc này, như được minh họa trên Fig.4, bước làm nguội được thực hiện dưới các điều kiện trong đó biểu thức 5 dưới đây được thỏa mãn để thu được khoảng thỏa mãn biểu thức 2a nêu trên. Khi các điều kiện nêu trên của bước ủ, làm nguội và tương tự vẫn được thỏa mãn sau khi bước cán nêu trên được thực hiện, thu được tấm thép cán nguội trong đó $TS \times \lambda \geq 50000 \text{ MPa}\cdot\%$ được thỏa mãn. Ngoài ra, tấm thép cán nguội vẫn thỏa mãn $TS \times \lambda \geq 50000 \text{ MPa}\cdot\%$ ngay cả sau

khi dập nóng bao gồm việc thực hiện bước gia nhiệt ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 750°C đến 1000°C, bước gia công và bước làm nguội. Bước làm nguội tốt hơn là được thực hiện bằng cách sử dụng máy cán liên tục trong đó tấm thép được cán một cách liên tục theo một hướng thông qua các máy cán được bố trí thẳng hàng, nhờ đó thu được chiều dày định trước.

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

Trong đó, r_i ($i=1, 2$ hoặc 3) thể hiện tỷ lệ giảm tiết diện cán nguội đích riêng (%) ở giá cán thứ i ($i=1, 2$ hoặc 3) từ giá cán trên cùng trong bước cán nêu trên, và r thể hiện lượng cán nguội tổng cộng (%) trong bước cán nêu trên. Lượng cán tổng cộng được gọi là lượng cán tích lũy, và là tỷ lệ phần trăm của lượng cán tích lũy đối với tiêu chuẩn của chiều dày tấm tại đầu vào của rãnh cán thứ nhất (sự khác nhau giữa chiều dày tấm tại đầu vào trước rãnh cán thứ nhất và chiều dày tấm tại đầu ra sau rãnh cán cuối cùng).

Khi bước làm nguội được thực hiện dưới các điều kiện trong đó biểu thức 5 nêu trên được thỏa mãn, có thể phân chia một cách đầy đủ peclit trong quá trình cán nguội ngay cả khi peclit lớn có mặt trước khi cán nguội. Kết quả, có thể đốt cháy peclit hoặc làm giảm tỷ lệ diện tích của peclit đến mức tối thiểu thông qua bước ủ thực hiện sau khi cán nguội. Do đó, sẽ dễ thu được cấu trúc trong đó các biểu thức 2 và 3 được thỏa mãn. Mặt khác, trong trường hợp nếu biểu thức 5 không được thỏa mãn, lượng cán nguội s ở giá cán trước là không đủ, và peclit lớn có thể còn sót lại. Kết quả, không thể tạo ra mactensit có dạng mong muốn trong quá trình tôi.

Ngoài ra, các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng, trong tấm thép cán nguội đã được cán để thỏa mãn biểu thức 5, có thể duy trì dạng của mactensit thu được sau khi ủ (tỷ số độ cứng và phương sai) gần như cùng một trạng thái ngay cả sau khi thực hiện việc dập nóng, và tấm thép cán nguội trở nên tốt hơn xét về độ giãn dài hoặc khả năng nong rộng lỗ ngay cả sau khi dập nóng. Trong trường hợp nếu tấm thép cán nguội theo sáng chế được gia nhiệt đến vùng austenit thông qua việc dập nóng, pha cứng chứa mactensit chuyển hóa thành austenit có nồng độ C cao, và pha ferit chuyển hóa thành austenit có nồng độ C

thấp. Khi tấm thép cán nguội được làm nguội sau đó, austenit chuyển hóa thành pha cứng chứa mactensit. Nghĩa là, khi biểu thức 5 được thỏa mãn để thu được H20/H10 nêu trên trong khoảng định trước, H20/H10 được duy trì ngay cả sau khi dập nóng, và do đó H2/H1 thu được trong khoảng định trước, và tấm thép cán nguội trở nên tuyệt vời xét về khả năng tạo hình sau khi dập nóng.

Trong trường hợp nếu việc dập nóng được thực hiện trên tấm thép cán nguội theo sáng chế, khi gia nhiệt ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 750°C đến 1000°C, bước gia công và bước làm nguội được thực hiện bằng phương pháp thông thường, khả năng gia công tuyệt vời được tạo ra ngay cả sau khi dập nóng. Ví dụ, việc dập nóng tốt hơn là được thực hiện dưới các điều kiện sau. Đầu tiên, tấm thép cán nguội được gia nhiệt đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 750°C đến 1000°C với tốc độ tăng nhiệt độ nằm trong khoảng từ 5°C/giây đến 500°C/giây, và được gia công (được tạo hình) trong thời gian 1 giây đến 120 giây. Để thu được độ bền cao, nhiệt độ gia nhiệt tốt hơn là cao hơn điểm Ac3. Điểm Ac3 có thể thu được bằng cách thực hiện thử nghiệm Formastor, đo sự thay đổi chiều dài của mẫu thử tương ứng với sự thay đổi nhiệt độ, và tính toán nhiệt độ từ điểm uốn. Sau khi gia công, tấm thép cán nguội tốt hơn là được làm nguội đến, ví dụ, nhiệt độ nằm trong khoảng từ nhiệt độ phòng đến 300°C với tốc độ làm nguội nằm trong khoảng từ 10°C/giây đến 1000°C/giây.

Khi nhiệt độ gia nhiệt thấp hơn 750°C, tỷ lệ của mactensit là không đủ, và lo ngại rằng không thể đảm bảo độ bền. Mặt khác, khi nhiệt độ gia nhiệt cao hơn 1000°C, cấu trúc trở nên quá mềm, và trong trường hợp nếu bề mặt của tấm thép được mạ, cụ thể là, được mạ kẽm, lo ngại rằng kẽm có thể bị hóa hơi và bị đốt cháy, nhiệt độ này không được ưu tiên. Do đó, nhiệt độ gia nhiệt của bước dập nóng tốt hơn là nằm trong khoảng từ 750°C đến 1000°C. Khi tốc độ tăng nhiệt độ nhỏ hơn 5°C/giây, việc kiểm soát là khó và năng suất giảm đáng kể, và do đó tấm thép cán nguội tốt hơn là được gia nhiệt với tốc độ tăng nhiệt độ bằng 5°C/giây hoặc lớn hơn. Trong khi đó, không cần phải giới hạn giới hạn trên của tốc độ tăng nhiệt độ; tuy nhiên, khi khả năng gia nhiệt hiện có được xem xét, giới hạn trên của tốc độ tăng nhiệt độ cần được thiết đặt bằng 500°C/giây. Khi

tốc độ làm nguội sau khi gia công nhỏ hơn $10^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, việc kiểm soát tốc độ là khó, và năng suất giảm đáng kể. Trong khi đó, không cần phải giới hạn giới hạn trên của tốc độ làm nguội; tuy nhiên, khi khả năng làm nguội hiện có được xem xét, giới hạn trên của tốc độ làm nguội cần được thiết đặt bằng $1000^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Lý do để thiết lập thời gian trôi qua mong muốn cho đến khi dập nóng tăng nhiệt độ trong thời gian 1 giây đến 120 giây là để tránh sự hóa hơi của kẽm hoặc tương tự trong trường hợp nếu bề mặt của tấm thép được mạ kẽm hoặc tương tự. Lý do để nhiệt độ kết thúc việc làm nguội nằm trong khoảng từ nhiệt độ phòng đến 300°C là để đảm bảo độ bền sau khi dập nóng bằng cách đảm bảo lượng mactensit đủ.

Theo sáng chế, r , r_1 , r_2 và r_3 thể hiện các lượng cán nguội đích. Thông thường, tấm thép được cán nguội có kiểm soát để thu được giá trị gần như bằng giá trị lượng cán nguội thực làm lượng cán nguội đích. Không thích hợp nếu thực hiện việc cán nguội với lượng cán nguội thực lệch quá mức cần thiết với lượng cán nguội đích. Trong trường hợp nếu có sự chênh lệch lớn giữa lượng cán nguội đích và lượng cán nguội thực, có thể coi là tấm thép cán nguội là phương án của sáng chế miễn là lượng cán nguội thực thỏa mãn biểu thức 5 nêu trên. Lượng cán nguội thực tốt hơn là bằng khoảng $\pm 10\%$ lượng cán nguội đích.

Sau khi cán nguội, bước ủ được thực hiện. Việc ủ gây ra sự tái kết tinh trong tấm thép, và tạo ra mactensit mong muốn. Trong quá trình ủ, tốt hơn là, bằng phương pháp thông thường, gia nhiệt tấm thép đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 700°C đến 850°C , và làm nguội tấm thép này đến nhiệt độ phòng hoặc nhiệt độ, mà tại đó việc xử lý bề mặt như mạ kẽm nhúng nóng được thực hiện. Khi thực hiện bước ủ trong khoảng nhiệt độ nêu trên, các tỷ lệ diện tích định trước của ferit và mactensit thu được, và tổng của tỷ lệ diện tích ferit và tỷ lệ diện tích mactensit đạt 60% hoặc lớn hơn, và do đó $TS \times \lambda$ cải thiện.

Các điều kiện khác ngoài nhiệt độ ủ không được quy định một cách cụ thể; tuy nhiên, để đảm bảo một cách đáng tin cậy cấu trúc định trước, thời gian giữ ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 700°C đến 850°C tốt hơn là 1 giây hoặc lớn hơn, ví dụ, xấp xỉ 10 phút trong phạm vi mà năng suất không bị giảm. Tốc độ tăng nhiệt độ tốt hơn là được xác định phù hợp với lượng nằm trong khoảng từ

1°C/giây đến giới hạn trên của khả năng thiết bị, ví dụ, 500°C/giây, và tốc độ làm nguội tốt hơn là được xác định thích hợp nằm trong khoảng từ 1°C/giây đến giới hạn trên của khả năng thiết bị, ví dụ, 500°C/giây

Sau khi ủ, bước cán-tôi được thực hiện trên thép. Việc cán-tôi có thể được thực hiện bằng phương pháp thông thường. Tỷ lệ giãn dài của bước cán-tôi thường nằm trong khoảng từ xấp xỉ 0,2% đến 5%, và tỷ lệ giãn dài mà tại đó độ giãn dài ở điểm uốn có thể tránh được và hình dạng của tấm thép có thể được hiệu chỉnh là được ưu tiên.

Về điều kiện thích hợp hơn nữa của sáng chế, khi hàm lượng C (tính theo % khối lượng), hàm lượng Mn (tính theo % khối lượng), hàm lượng Si (tính theo % khối lượng) và hàm lượng Mo (tính theo % khối lượng) của thép lần lượt được thể hiện bởi [C], [Mn], [Si] và [Mo], nhiệt độ cuộn CT trong bước cuộn tốt hơn là thỏa mãn biểu thức 6 dưới đây.

$$560-474 \times [C] - 90 \times [Mn] - 20 \times [Cr] - 20 \times [Mo] < CT < 830 - 270 \times [C] - 90 \times [Mn] - 70 \times [Cr] - 80 \times [Mo] \cdots (6)$$

Như được minh họa trên Fig.5A, khi nhiệt độ cuộn CT nhỏ hơn $560-474 \times [C] - 90 \times [Mn] - 20 \times [Cr] - 20 \times [Mo]$, nghĩa là, $CT - (560-474 \times [C] - 90 \times [Mn] - 20 \times [Cr] - 20 \times [Mo])$ nhỏ hơn 0, lượng dư mactensit được tạo ra, và tấm thép trở nên cứng đến nỗi có trường hợp trong đó việc cán nguội tiếp sau trở nên khó khăn. Mặt khác, như được minh họa trên Fig.5B, khi nhiệt độ cuộn CT lớn hơn $830-270 \times [C] - 90 \times [Mn] - 70 \times [Cr] - 80 \times [Mo]$, nghĩa là, $CT - (830-270 \times [C] - 90 \times [Mn] - 70 \times [Cr] - 80 \times [Mo])$ lớn hơn 0, có thể tạo ra cấu trúc dạng dải chứa ferit và peclit. Ngoài ra, tỷ lệ của peclit ở phần giữa của chiều dày tấm có thể trở nên cao. Do đó, tính đồng đều phân bố mactensit tạo ra trong quá trình ủ sau đó giảm, và sẽ khó thỏa mãn biểu thức 2a nêu trên. Ngoài ra, có trường hợp trong đó việc tạo ra lượng mactensit đủ là khó khăn.

Khi biểu thức 6 được thỏa mãn, sự phân bố của ferit và pha cứng trở thành dạng lý tưởng trong tấm thép cán nguội trước khi dập nóng như nêu trên. Hơn nữa, trong trường hợp này, C và nguyên tố tương tự dễ dàng phân tán đồng đều ngay cả sau khi gia nhiệt và làm nguội thông qua việc dập nóng. Do đó,

dạng phân bố này của độ cứng của mactensit sẽ gần lý tưởng thậm chí sau khi thực hiện việc làm nguội. Nghĩa là, miễn là có thể đảm bảo một cách đáng tin cậy hơn cấu trúc kim tương nêu trên bằng cách thỏa mãn biểu thức 6, khả năng tạo hình trở nên tuyệt vời trong cả hai trường hợp trước khi và sau khi đập nóng.

Hơn nữa, với mục đích cải thiện khả năng chống gỉ, tốt hơn là đề xuất bước mạ kẽm nhúng nóng trong đó bước mạ kẽm nhúng nóng được thực hiện giữa bước ủ nêu trên và bước cán-tôi nêu trên, và thực hiện việc mạ kẽm nhúng nóng trên bề mặt của tấm thép cán nguội. Hơn nữa, cũng tốt hơn là đề xuất bước xử lý hợp kim hoá trong đó việc xử lý hợp kim hoá được thực hiện giữa bước mạ kẽm nhúng nóng và bước cán-tôi để thu được lớp tráng kẽm bằng cách hợp kim hóa lớp mạ kẽm nhúng nóng. Trong trường hợp nếu bước xử lý hợp kim hoá được thực hiện, việc xử lý cũng có thể được thực hiện trên bề mặt này của lớp tráng kẽm trong đó bề mặt được cho tiếp xúc với chất oxy hóa bề mặt của lớp mạ như hơi nước, nhờ đó làm dày màng oxi hoá.

Cũng tốt hơn là đề xuất, ví dụ, bước mạ kẽm điện phân trong đó việc mạ kẽm điện phân được thực hiện trên bề mặt của tấm thép cán nguội sau khi cán-tôi ngoài bước mạ kẽm nhúng nóng và bước xử lý hợp kim hoá. Ngoài ra, cũng tốt hơn là đề xuất, thay cho việc thực hiện mạ kẽm nhúng nóng, bước mạ nhôm trong đó việc mạ nhôm được thực hiện giữa bước ủ và bước cán-tôi, và thực hiện việc mạ nhôm trên bề mặt của tấm thép cán nguội. Mạ nhôm là mạ nhôm thường và tốt hơn là mạ nhôm nhúng nóng.

Như được mô tả trên đây, khi các điều kiện nêu trên được thỏa mãn, có thể sản xuất tấm thép cán nguội, mà đảm bảo độ bền và có sự nong rộng lỗ tốt hơn. Hơn nữa, sự phân bố độ cứng hoặc cấu trúc được duy trì ngay cả sau khi đập nóng, do đó độ bền được đảm bảo và sự nong rộng lỗ tốt hơn thu được ngay cả sau khi đập nóng.

Trong khi đó, Fig.8 minh họa sơ đồ khối (các bước từ S1 đến S9 và các bước từ S11 đến S14) của ví dụ về phương pháp nêu trên.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Thép có các thành phần được nêu ở Bảng 1 được đúc một cách liên tục

với tốc độ đúc nằm trong khoảng từ 1,0 m/phút đến 2,5 m/phút, phôi tấm được gia nhiệt trong lò gia nhiệt dưới các điều kiện nêu ở Bảng 2 bằng phương pháp thông thường như đúc hoặc sau khi làm nguội thép một lần, và thực hiện cán nóng ở nhiệt độ cuối nằm trong khoảng từ 910°C đến 930°C, nhờ đó tạo ra tấm thép cán nóng. Sau đó, tấm thép cán nóng được cuộn lại ở nhiệt độ cuộn CT được nêu ở Bảng 2. Sau đó, các gỉ trên bề mặt của tấm thép được loại bỏ bằng cách thực hiện bước tẩy gỉ, và thu được chiều dày tấm nằm trong khoảng từ 1,2 mm đến 1,4 mm thông qua việc cán nguội. Lúc này, việc cán nguội được thực hiện để giá trị của biểu thức 5 thành giá trị được nêu ở Bảng 2. Sau khi cán nguội, thực hiện ủ trong lò ủ liên tục với nhiệt độ ủ được nêu ở các Bảng 3 và 4. Đối với một số tấm thép, bước mạ kẽm nhúng nóng được thực hiện giữa bước làm nguội sau khi lưu lò ủ liên tục, và sau đó bước xử lý hợp kim hoá tiếp tục được thực hiện trên một số tấm thép mạ kẽm nhúng nóng, nhờ đó thực hiện việc tráng kẽm. Ngoài ra, bước mạ kẽm điện phân hoặc mạ nhôm được thực hiện trên một số tấm thép. Bước cán-tôi được thực hiện với tỷ lệ giãn dài 1% bằng phương pháp thông thường. Ở trạng thái này, mẫu được lấy để đánh giá chất lượng vật liệu của tấm thép cán nguội (trước khi dập nóng), và thử nghiệm chất lượng vật liệu hoặc tương tự được thực hiện. Sau đó, để đánh giá các tính chất của tấm thép cán nguội sau khi dập nóng, việc dập nóng được thực hiện trong đó tấm thép cán nguội được xử lý nhiệt với tốc độ tăng nhiệt độ nằm trong khoảng từ 10°C/giây đến 100°C/giây đến nhiệt độ xử lý nhiệt nêu ở các Bảng 5 và 6 trong 10 giây, và làm nguội đến nhiệt độ 200°C hoặc thấp hơn với tốc độ làm nguội bằng 100°C/giây, do đó thu được tấm thép dập nóng có dạng như được minh họa trên Fig.7. Mẫu được cắt từ vị trí trên tấm thép dập nóng thu được như được minh họa trên Fig.7, việc thử nghiệm chất lượng vật liệu và việc quan sát cấu trúc được thực hiện, và các tỷ lệ của các cấu trúc tương ứng, mật độ số của MnS, độ cứng, độ bền kéo (TS), độ giãn dài (El), tỷ số nong rộng lỗ (λ) thu được. Các kết quả được nêu ở các Bảng từ 3 đến 8. Các tỷ số nong rộng lỗ λ ở các Bảng từ 3 đến 6 thu được bằng cách sử dụng biểu thức 11 dưới đây,

$$\lambda (\%) = \{(d' - d)/d\} \times 100 \dots (\text{biểu thức 11})$$

d': đường kính lỗ khi các vết rạn nứt xuyên qua tấm thép

d: đường kính lỗ ban đầu

Đối với các phương pháp mạ nêu ở các Bảng 5 và 6, CR thể hiện tấm thép cán nguội không được mạ, GI thể hiện tấm thép cán nguội mạ kẽm nhúng nóng, GA thể hiện tấm thép cán nguội tráng kẽm, EG thể hiện tấm thép cán nguội mạ kẽm điện phân, và Al thể hiện tấm thép cán nguội mạ nhôm.

Hàm lượng “0” ở Bảng 1 thể hiện rằng hàm lượng bằng hoặc nhỏ hơn giới hạn dưới đo được.

Các sự xác định G và B ở các Bảng 2, 7 và 8 tương ứng có nghĩa như sau.

G: biểu thức điều kiện đích được thỏa mãn.

B: biểu thức điều kiện đích không được thỏa mãn.

Bảng 1-1

Ký hiệu tâm thép	C	Si	Mn	P	S	N	Al	Cr	Mo	V	Ti	Nb	Ni	Cu	Ca	B	REM	Công thức	Ghi chú
A	0,151	0,143	2,01	0,003	0,008	0,0035	0,035	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	Các thành phần của sáng chế
B	0,158	0,231	1,61	0,023	0,006	0,0064	0,021	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	18	Các thành phần của sáng chế
C	0,167	0,950	2,12	0,008	0,009	0,0034	0,042	0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	Các thành phần của sáng chế
D	0,178	0,342	1,62	0,007	0,007	0,0035	0,042	0,42	0,15	0	0	0	0	0	0	0	0	19	Các thành phần của sáng chế
E	0,186	0,251	1,89	0,008	0,008	0,0045	0,034	0,21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	Các thành phần của sáng chế
F	0,191	0,256	1,71	0,006	0,009	0,0087	0,041	0	0	0	0	0	0	0,4	0,004	0	0	16	Các thành phần của sáng chế
G	0,197	0,321	1,51	0,012	0,008	0,0041	0,038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	Các thành phần của sáng chế
H	0,206	0,456	1,52	0,051	0,001	0,0035	0,032	0,32	0,05	0	0	0	0	0	0,003	0	0	19	Các thành phần của sáng chế
I	0,214	0,512	2,05	0,008	0,002	0,0035	0,041	0	0	0,03	0	0	0	0	0	0	0	22	Các thành phần của sáng chế
J	0,216	0,785	1,62	0,007	0,009	0,0014	0,045	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0,0008	0	26	Các thành phần của sáng chế
K	0,222	0,412	1,74	0,006	0,008	0,0026	0,034	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	Các thành phần của sáng chế
L	0,227	0,624	2,11	0,012	0,006	0,0015	0,012	0	0,21	0	0,05	0	0	0	0	0	0	24	Các thành phần của sáng chế
M	0,231	0,325	1,58	0,011	0,005	0,0032	0,025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	Các thành phần của sáng chế
N	0,236	0,265	2,61	0,009	0,008	0,0035	0,041	0	0,31	0	0	0	0	0	0	0	0	17	Các thành phần của sáng chế
O	0,241	0,955	1,74	0,007	0,007	0,0041	0,037	0	0,25	0	0	0	0	0	0	0,0012	0	14	Các thành phần của sáng chế
P	0,245	0,210	2,45	0,005	0,008	0,0022	0,012	0,42	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0	28	Các thành phần của sáng chế
Q	0,251	0,325	1,84	0,011	0,003	0,0041	0,035	0	0,11	0	0	0,03	0	0	0	0	0	15	Các thành phần của sáng chế
R	0,256	0,120	2,06	0,008	0,004	0,0047	0,035	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0010	0	14	Các thành phần của sáng chế
S	0,264	0,562	1,86	0,013	0,007	0,0034	0,015	0	0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	11	Các thành phần của sáng chế
T	0,271	0,150	2,01	0,018	0,003	0,0031	0,021	0	0,21	0	0,03	0	0	0	0	0	0	18	Các thành phần của sáng chế
U	0,278	0,115	2,41	0,011	0,003	0,0060	0,031	0	0,31	0	0	0	0	0	0	0	0	10	Các thành phần của sáng chế
W	0,281	0,562	2,03	0,012	0,007	0,0012	0,036	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0008	0	11	Các thành phần của sáng chế
X	0,289	0,921	1,54	0,013	0,003	0,0087	0,026	0,15	0,11	0	0	0	0	0	0,002	0	0	17	Các thành phần của sáng chế
Y	0,293	0,150	2,44	0,009	0,007	0,0074	0,034	0,32	0	0	0,05	0	0	0	0	0,0014	0,0005	22	Các thành phần của sáng chế
Z	0,298	0,352	2,00	0,008	0,004	0,0069	0,035	0	0,15	0,05	0	0	0	0	0	0,0015	0	11	Các thành phần của sáng chế
																0	0	13	Các thành phần của sáng chế

Bảng 1-2

Ký hiệu tôn thép	C	Si	Mn	P	S	N	Al	Cr	Mo	V	Ti	Nb	Ni	Cu	Ca	B	REM	Biểu thức	Ghi chú
AA	0,175	0,210	1,85	0,010	0,005	0,0025	0,025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	Các thành phần của sáng chế
AB	0,185	0,210	1,84	0,011	0,005	0,0032	0,032	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0008	0	16	Các thành phần của sáng chế
AC	0,192	0,150	1,95	0,008	0,003	0,0035	0,035	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0011	0	14	Các thành phần của sáng chế
AD	0,175	0,325	1,95	0,008	0,004	0,0034	0,031	0	0,15	0	0	0,01	0	0	0	0	0	20	Các thành phần của sáng chế
AE	0,187	0,256	1,99	0,008	0,002	0,0030	0,031	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0015	0	17	Các thành phần của sáng chế
AF	0,192	0,263	1,85	0,008	0,002	0,0030	0,031	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	Các thành phần của sáng chế
AG	0,154	0,526	1,85	0,007	0,003	0,0034	0,030	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	Các thành phần của sáng chế
AH	0,120	0,320	1,65	0,007	0,003	0,0035	0,035	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0006	27	Các thành phần của sáng chế
AI	0,321	0,489	2,04	0,003	0,006	0,0009	0,041	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	Các thành phần so sánh
AJ	0,174	0,005	2,22	0,007	0,009	0,0035	0,035	0	0,15	0	0	0	0	0	0	0	0	13	Các thành phần so sánh
AK	0,189	1,151	1,50	0,008	0,005	0,0034	0,026	0,280	0,32	0	0	0	0	0	0	0,0012	0	38	Các thành phần so sánh
AL	0,210	0,660	1,21	0,009	0,003	0,0032	0,029	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0015	0	21	Các thành phần so sánh
AM	0,254	0,050	2,91	0,007	0,004	0,0034	0,036	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0000	0	12	Các thành phần so sánh
AN	0,263	0,321	2,05	0,091	0,003	0,0021	0,034	0,256	0,15	0	0	0,03	0	0	0	0	0	14	Các thành phần so sánh
AO	0,275	0,154	2,50	0,002	0,025	0,0059	0,034	0	0	0	0	0	0,02	0	0	0	0	12	Các thành phần so sánh
AP	0,245	0,256	1,52	0,011	0,009	0,0145	0,026	0	0	0	0	0	0	0	0,003	0	0	11	Các thành phần so sánh
AQ	0,174	0,012	2,25	0,006	0,004	0,0058	0,003	0	0,20	0	0	0,02	0	0	0	0	0	13	Các thành phần so sánh
AR	0,281	0,150	2,35	0,005	0,003	0,0035	0,074	0	0,22	0	0	0	0	0	0	0	0	11	Các thành phần so sánh
AS	0,291	0,020	1,54	0,007	0,003	0,0032	0,031	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	Các thành phần so sánh
AT	0,294	0,315	1,95	0,005	0,003	0,0020	0,025	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0	12	Các thành phần của sáng chế
AU	0,274	0,220	1,84	0,005	0,003	0,0020	0,025	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0	11	Các thành phần của sáng chế
AV	0,277	0,201	1,61	0,018	0,003	0,0031	0,031	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0	9	Các thành phần so sánh

Bảng 2

Số thứ nghiệm	Nhiệt độ lò gia nhiệt (°C)	Thời gian trong lò gia nhiệt (phút)	Về phải của công thức 7	Sự xác định	Về trái của công thức 5	Sự xác định	Về trái của công thức 6	CT (°C)	Về phải của công thức 6	Sự xác định
1	1200	121	1616	G	1,4	G	308	550	608	G
2	1111	39	1371	B	1,2	G	340	615	642	G
3	1285	205	1502	G	1,1	G	288	555	586	G
4	1156	124	1800	G	1,4	G	318	495	595	G
5	1222	136	1733	G	1,4	G	298	574	595	G
6	1232	127	1887	G	1,2	G	316	631	625	B
7	1256	111	2048	G	1,3	G	331	623	641	G
8	1256	106	1921	G	1,2	G	318	601	611	G
9	1250	205	1665	G	1,6	G	278	554	590	G
10	1206	87	1522	G	1,4	G	313	440	626	G
11	1214	152	1810	G	1,1	G	301	627	615	B
12	1233	182	1524	G	1,2	G	261	550	563	G
13	1198	132	1943	G	1,3	G	310	457	627	G
14	1287	252	1513	G	1,2	G	209	389	508	G
15	1105	201	1498	B	1,5	G	287	541	590	G
16	1285	222	1587	G	1,7	G	217	487	515	G
17	1156	135	1642	G	1,9	G	276	501	589	G
18	1200	185	1730	G	1,6	G	256	244	577	B
19	1232	122	1589	G	1,3	G	269	520	584	G
20	1256	152	1769	G	1,1	G	250	512	561	G
21	1256	155	1506	G	1,2	G	209	489	515	G
22	1250	145	1550	G	1,3	G	246	501	572	G
23	1150	138	1600	G	1,2	G	283	253	596	B
24	1260	182	1526	G	1,4	G	197	485	510	G
25	1146	114	1447	B	1,5	G	236	504	558	G
26	1200	132	1746	G	0,7	B	311	602	616	G
27	1194	71	1525	G	0,8	B	307	514	614	G
28	1163	96	1532	G	0,6	B	293	506	603	G
29	1200	145	1641	G	0,8	B	299	451	595	G
30	1155	152	1595	G	0,9	B	292	554	600	G
31	1187	75	1504	G	0,7	B	302	521	612	G
32	1215	152	1663	G	0,8	B	321	555	622	G
33	1241	132	1939	G	1,2	G	355	511	649	G
34	1250	178	1637	G	1,1	G	224	545	560	G
35	1205	111	1502	G	1,2	G	275	520	571	G
36	1156	127	1513	G	1,2	G	323	510	599	G
37	1109	45	1554	G	1,2	G	352	602	664	G
38	1295	336	1508	G	1,3	G	178	485	500	G
39	1212	124	1535	G	1,2	G	243	540	544	G
40	1297	164	1504	G	1,3	G	202	501	521	G
41	1312	132	2256	G	1,1	G	307	582	627	G
42	1241	162	1645	G	1,1	G	271	389	565	G
43	1254	222	1634	G	1,5	G	211	471	525	G
45	1278	205	2579	G	1,4	G	283	600	613	G
46	1199	210	1766	G	1,3	G	245	502	575	G
47	1185	202	1879	G	1,6	G	265	552	590	G
48	1194	202	2157	G	1,6	G	284	502	610	G

Bảng 3

Ký hiệu tấm thép	Số thử th nghiệm	Điều kiện ủ	Sau khi ủ và tôi-cán và trước khi dập nóng										Tỷ lệ peclit trước khí cán nguội (%)	
			TS (MPa)	EL (%)	λ (%)	TS $\times$ EL (MPa $\cdot$ %)	TS $\times$ λ (MPa $\cdot$ %)	Tỷ lệ ferit (%)	Tỷ lệ mactensit (%)	Tỷ lệ ferit+ mactensit (%)	Tỷ lệ austenit dư (%)	Tỷ lệ bainit (%)		
A	1	774	584	32,5	111	18980	64824	88	11	99	1	0	0	31
B	2	778	578	28,5	100	16473	57800	74	15	89	3	4	4	25
C	3	784	524	30,5	99	15982	51876	75	12	87	4	5	4	32
D	4	825	562	33,2	95	18658	53390	77	12	89	3	8	0	24
E	5	815	591	29,8	90	17612	53190	70	15	85	4	11	0	51
F	6	780	622	27,4	81	17043	50382	58	10	68	3	20	9	62
G	7	841	603	31,2	83	18814	50049	74	12	86	2	6	6	48
H	8	784	612	30,5	85	18666	52020	70	15	85	3	8	4	35
I	9	778	614	28,1	82	17253	50348	75	12	87	4	5	4	71
J	10	825	665	30,5	76	20283	50540	76	12	88	3	7	2	25
K	11	841	709	23,1	71	16378	50339	61	10	71	4	17	8	35
L	12	815	705	25,6	72	18048	50760	79	12	91	2	5	2	15
M	13	805	712	24,2	80	17230	56960	66	26	92	3	5	0	10
N	14	789	755	28,6	81	21593	61155	50	34	84	2	5	9	42
O	15	785	762	29,8	74	22708	56388	72	19	91	3	6	0	9
P	16	785	748	25,5	68	19074	50864	59	28	87	3	1	9	25
Q	17	841	780	20,1	71	15678	55380	78	18	96	0	4	0	31
R	18	845	783	20,1	65	15738	50895	41	44	85	4	5	6	51
S	19	789	805	20,4	74	16422	59570	42	38	80	4	10	6	46
T	20	785	789	22,2	71	17516	56019	44	40	84	3	12	1	18
U	21	805	845	20,2	62	17069	52390	41	38	79	5	12	4	22
W	22	778	922	17,4	61	16043	56242	41	39	80	4	12	4	15
X	23	804	988	15,5	51	15314	50388	42	46	88	2	4	6	45
Y	24	820	1012	17,4	51	17609	51612	45	37	82	2	16	0	42
Z	25	836	1252	13,5	45	16902	56340	41	48	89	2	9	0	10

Bảng 4

Ký hiệu tấm thép	Số thử th nghiệm	Điều kiện ủ		Sau khi ủ và tôi-cán và trước khi đập nóng										Tỷ lệ pecrit trước khí cán nguội (%)	
		Nhiệt độ ủ (°C)	TS (MPa)	EL (%)	λ (%)	TS $\times$ EL (MPa $\cdot$ %)	TS $\times$ λ (MPa $\cdot$ %)	Tỷ lệ ferit (%)	Tỷ lệ mactensit (%)	Tỷ lệ ferit+ mactensit (%)	Tỷ lệ austenit dư (%)	Tỷ lệ bainit (%)	Tỷ lệ pecrit (%)		
AA	26	804	577	27,2	77	15694	44429	59	10	69	2	12	17	35	
AB	27	775	601	26,8	69	16107	41469	64	15	79	0	6	15	32	
AC	28	754	513	28,9	74	14826	37962	62	12	74	2	5	19	25	
AD	29	778	588	23,1	72	13583	42336	36	15	51	1	45	3	5	
AE	30	780	595	27,9	69	16601	41055	73	10	83	2	3	12	66	
AF	31	805	616	28,5	64	17556	39424	70	9	79	2	10	9	22	
AG	32	812	632	28,6	52	18075	32864	58	20	78	2	9	11	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	805	635	22,5	72	14288	45720	74	22	96	2	2	0	2	
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	841	795	15,6	36	12402	28620	30	52	82	3	10	5	14	
AN	39	845	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	807	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	845	1152	12,0	42	13824	48384	41	35	76	0	23	1	5	
AT	46	684	852	16,0	52	13632	44304	80	0	80	1	2	17	5	
AU	47	912	1355	6,0	33	8130	44715	5	50	55	1	40	4	5	
AV	48	805	1355	6,0	33	8130	44715	41	48	89	1	10	0	5	

Bảng 5

Ký hiệu tấm thép	Điều kiện dập nóng	Sau khi dập nóng										Phương pháp mạ*)	Ghi chú	
		Nhiệt độ xử lý nhiệt (°C)	TS (MPa)	EL (%)	λ (%)	TS×EL (MPa·%)	TS×λ (MPa·%)	Tỷ lệ ferrit (%)	Tỷ lệ mactensit (%)	Tỷ lệ ferrit+ mactensit (%)	Tỷ lệ austenit dư (%)			Tỷ lệ bainit (%)
1	871	1512	8,5	41	12852	61992	10	82	92	1	7	0	0	Ví dụ theo sáng chế
2	861	1514	7,6	38	11506	57532	12	84	96	0	4	0	0	Ví dụ theo sáng chế
3	825	1612	8,1	37	13057	59644	8	81	89	1	5	5	5	Ví dụ theo sáng chế
4	816	1658	7,4	40	12269	66320	11	86	97	3	0	0	0	Ví dụ theo sáng chế
5	901	1689	8,4	36	14188	60804	9	84	93	1	0	6	6	Ví dụ theo sáng chế
6	778	1745	8,2	37	14309	64565	10	82	92	3	5	0	0	Ví dụ theo sáng chế
7	885	1784	7,6	38	13558	67792	5	81	86	0	6	8	8	Ví dụ theo sáng chế
8	925	1795	9,2	40	16514	71800	0	89	89	3	8	0	0	Ví dụ theo sáng chế
9	955	1812	8,6	35	15583	63420	0	94	94	0	6	0	0	Ví dụ theo sáng chế
10	875	1815	9,1	34	16517	61710	0	100	100	0	0	0	0	Ví dụ theo sáng chế
11	851	1823	8,4	31	15313	56513	0	100	100	0	0	0	0	Ví dụ theo sáng chế
12	864	1855	8,2	36	15211	66780	0	97	97	2	0	1	1	Ví dụ theo sáng chế
13	865	1894	7,6	37	14394	70078	0	100	100	0	0	0	0	Ví dụ theo sáng chế
14	897	1912	9,2	35	17590	66920	5	90	95	0	5	0	0	Ví dụ theo sáng chế
15	880	1894	8,6	36	16288	68184	0	100	100	0	0	0	0	Ví dụ theo sáng chế
16	888	1912	8,4	37	16061	70744	0	94	94	0	6	0	0	Ví dụ theo sáng chế
17	955	1925	8,2	38	15785	73150	3	92	95	3	2	0	0	Ví dụ theo sáng chế
18	856	1945	7,6	40	14782	77800	0	100	100	0	0	0	0	Ví dụ theo sáng chế
19	841	1962	9,2	35	18050	68670	0	94	94	0	0	6	6	Ví dụ theo sáng chế
20	874	2012	8,6	34	17303	68408	0	100	100	0	0	0	0	Ví dụ theo sáng chế
21	884	2015	9,1	31	18337	62465	4	95	99	0	0	1	1	Ví dụ theo sáng chế
22	908	2025	7,8	36	15795	72900	0	100	100	0	0	0	0	Ví dụ theo sáng chế
23	925	2035	8,6	37	17501	75295	10	90	100	0	0	0	0	Ví dụ theo sáng chế
24	901	2145	8,7	35	18662	75075	0	87	87	1	10	2	2	Ví dụ theo sáng chế
25	865	2215	8,2	40	18163	88600	0	100	100	0	0	0	0	Ví dụ theo sáng chế

Bảng 6

Ký hiệu tấm thép	Điều kiện dập nóng		Sau khi dập nóng										Phương pháp mạ*	Ghi chú
	Nhiệt độ xử lý nhiệt (°C)	TS (MPa)	EL (%)	λ (%)	TS×EL (MPa·%)	TS× λ (MPa·%)	Tỷ lệ ferit (%)	Tỷ lệ mactensit (%)	Tỷ lệ ferit+ mactensit (%)	Tỷ lệ austenit dư (%)	Tỷ lệ bainit (%)	Tỷ lệ pearlit (%)		
26	849	1754	20,1	26	35255	45604	8	77	85	0	5	10	GA	Ví dụ so sánh
27	878	1792	16,1	26	28851	46592	5	74	79	0	12	9	CR	Ví dụ so sánh
28	865	1817	15,4	26	27982	47242	3	81	84	0	3	13	GA	Ví dụ so sánh
29	825	1823	16,5	27	30080	49221	8	76	84	3	11	2	EG	Ví dụ so sánh
30	869	1988	14,9	25	29621	49700	6	78	84	0	7	9	GI	Ví dụ so sánh
31	848	1965	13,6	25	26724	49125	8	77	85	0	11	4	AI	Ví dụ so sánh
32	876	1512	18,5	25	27972	37800	7	74	81	4	7	8	CR	Ví dụ so sánh
33	835	1524	42,5	24	64770	36576	32	52	84	10	2	4	GA	Ví dụ so sánh
34	895	2012	8,5	21	17102	42252	30	62	92	4	1	3	GA	Ví dụ so sánh
35	888	1812	18,5	26	33522	47112	5	85	90	2	5	3	GA	Ví dụ so sánh
36	846	1842	17,2	20	31682	36840	0	95	95	2	3	0	GA	Ví dụ so sánh
37	805	1785	16,5	25	29453	44625	7	78	85	3	10	2	GI	Ví dụ so sánh
38	863	1812	15,0	26	27180	47112	3	92	95	3	2	0	GI	Ví dụ so sánh
39	878	1845	18,2	24	33579	44280	0	100	100	0	0	0	GI	Ví dụ so sánh
40	899	2012	17,0	21	34204	42252	0	95	95	0	0	5	GI	Ví dụ so sánh
41	905	1744	31,0	22	54064	38368	0	100	100	0	0	0	EG	Ví dụ so sánh
42	923	2012	11,1	21	22333	42252	11	68	79	4	11	6	AI	Ví dụ so sánh
43	907	2022	10,2	21	20624	42462	12	69	81	3	16	0	GA	Ví dụ so sánh
45	845	2014	10,0	20	20140	40280	4	78	82	3	13	2	GA	Ví dụ so sánh
46	879	2033	13,0	21	26429	42693	4	72	76	0	22	2	GA	Ví dụ so sánh
47	886	2122	9,0	20	19098	42440	19	55	74	3	14	9	GA	Ví dụ so sánh
48	914	2066	11,0	24	22726	49584	7	86	93	0	5	2	GA	Ví dụ so sánh

Bảng 7

Ký hiệu tấm thép	Số thử nghiệm	Trước khi dập nóng		Sau khi dập nóng		Trước khi dập nóng		Sau khi dập nóng		Sau khi dập nóng (%)	Trước khi dập nóng (%)	Trước khi dập nóng				Sau khi dập nóng			
		Về trái của công thức 2a	Sự xác định	Về trái của công thức 2b	Sự xác định	Về trái của công thức 3a	Sự xác định	Về trái của công thức 3b	Sự xác định			n10	n20	Về trái của công thức 4a	Sự xác định	n1	Về trái của công thức 4b	Sự xác định	
A	1	1,02	G	1,02	G	15	G	16	G	0,005	0,005	10	12	1,2	G	9	12	1,3	G
B	2	1,03	G	1,03	G	18	G	17	G	0,011	0,011	7	12	1,7	B	8	12	1,5	B
C	3	1,04	G	1,04	G	12	G	10	G	0,005	0,005	5	7	1,4	G	5	6	1,2	G
D	4	1,01	G	1,01	G	14	G	18	G	0,006	0,006	9	11	1,2	G	9	10	1,1	G
E	5	1,06	G	1,06	G	11	G	14	G	0,007	0,007	17	18	1,1	G	18	19	1,1	G
F	6	1,06	G	1,06	G	10	G	10	G	0,008	0,008	14	16	1,1	G	12	15	1,3	G
G	7	1,06	G	1,06	G	11	G	10	G	0,004	0,004	7	10	1,4	G	7	10	1,4	G
H	8	1,03	G	1,03	G	16	G	17	G	0,008	0,008	9	10	1,1	G	9	10	1,1	G
I	9	1,07	G	1,07	G	18	G	16	G	0,006	0,006	19	20	1,1	G	20	21	1,1	G
J	10	1,08	G	1,08	G	10	G	11	G	0,007	0,007	26	29	1,1	G	25	26	1,0	G
K	11	1,09	G	1,09	G	6	G	6	G	0,006	0,006	7	8	1,1	G	7	8	1,1	G
L	12	1,08	G	1,08	G	6	G	8	G	0,008	0,008	5	6	1,2	G	5	6	1,2	G
M	13	1,06	G	1,06	G	8	G	7	G	0,009	0,008	12	15	1,3	G	11	15	1,4	G
N	14	1,07	G	1,07	G	13	G	14	G	0,003	0,003	6	8	1,3	G	6	8	1,3	G
O	15	1,06	G	1,06	G	3	G	5	G	0,011	0,011	2	3	1,5	B	2	3	1,5	B
P	16	1,08	G	1,08	G	18	G	17	G	0,007	0,005	4	5	1,3	G	4	5	1,3	G
Q	17	1,06	G	1,06	G	14	G	13	G	0,006	0,006	7	9	1,3	G	7	9	1,3	G
R	18	1,04	G	1,04	G	13	G	13	G	0,008	0,007	16	18	1,1	G	15	18	1,2	G
S	19	1,02	G	1,02	G	9	G	8	G	0,003	0,008	10	12	1,2	G	10	12	1,2	G
T	20	1,03	G	1,03	G	8	G	8	G	0,008	0,004	6	7	1,2	G	6	7	1,2	G
U	21	1,03	G	1,03	G	8	G	6	G	0,005	0,008	8	10	1,3	G	7	9	1,3	G
W	22	1,05	G	1,05	G	11	G	10	G	0,006	0,006	16	20	1,3	G	15	20	1,3	G
X	23	1,07	G	1,07	G	16	G	16	G	0,007	0,007	23	26	1,1	G	22	25	1,1	G
Y	24	1,06	G	1,06	G	16	G	17	G	0,006	0,005	22	28	1,3	G	20	28	1,4	G
Z	25	1,04	G	1,04	G	15	G	17	G	0,012	0,012	20	31	1,6	B	22	32	1,5	B

Bảng 8

Ký hiệu tấm thép	Số thử nghiệm	Trước khi đập nóng		Sau khi đập nóng		Trước khi đập nóng		Sau khi đập nóng		Trước khi đập nóng				Sau khi đập nóng							
		Vẽ trái của công thức 2a	Sự xác định	Vẽ trái của công thức 2b	Sự xác định	Vẽ trái của công thức 3a	Sự xác định	Vẽ trái của công thức 3b	Sự xác định	Tỉ lệ diện tích của MnS bằng 0,1 µm hoặc lớn hơn (%)	Tỉ lệ diện tích của MnS bằng 0,1 µm hoặc lớn hơn (%)	n10		Vẽ trái của công thức 4a		Sự xác định	n1		Vẽ trái của công thức 4b		Sự xác định
AA	26	1,18	B	1,18	B	22	B	23	B	0,009	0,009	13	15	1,2	G	12	15	1,3	G		
AB	27	1,15	B	1,15	B	21	B	19	G	0,008	0,008	7	10	1,4	G	8	11	1,4	G		
AC	28	1,20	B	1,19	B	24	B	22	B	0,006	0,006	14	19	1,4	G	13	18	1,4	G		
AD	29	1,14	B	1,13	B	22	B	25	B	0,007	0,007	6	7	1,2	G	6	7	1,2	G		
AE	30	1,11	B	1,12	B	20	B	18	G	0,009	0,009	12	15	1,3	G	12	15	1,3	G		
AF	31	1,12	B	1,14	B	22	B	21	B	0,002	0,002	18	23	1,3	G	17	22	1,3	G		
AG	32	1,13	B	1,13	B	23	B	22	B	0,003	0,003	6	7	1,2	G	6	7	1,2	G		
AH	33	1,16	B	1,16	B	21	B	21	B	0,004	0,004	4	5	1,3	G	4	5	1,3	G		
AI	34	1,23	B	1,18	B	25	B	25	B	0,006	0,006	12	14	1,2	G	12	13	1,1	G		
AJ	35	1,21	B	1,21	B	24	B	24	B	0,007	0,007	15	17	1,1	G	15	17	1,1	G		
AK	36	1,16	B	1,15	B	21	B	21	B	0,006	0,007	11	12	1,1	G	11	12	1,1	G		
AL	37	1,35	B	1,37	B	31	B	30	B	0,006	0,006	12	17	1,4	G	12	17	1,4	G		
AM	38	1,32	B	1,32	B	30	B	31	B	0,006	0,006	15	21	1,4	G	16	21	1,3	G		
AN	39	1,23	B	1,25	B	25	B	28	B	0,008	0,008	10	12	1,2	G	10	11	1,1	G		
AO	40	1,34	B	1,33	B	30	B	32	B	0,004	0,004	8	11	1,4	G	8	11	1,4	G		
AP	41	1,05	G	1,04	G	12	G	11	G	0,002	0,006	6	8	1,3	G	6	8	1,3	G		
AQ	42	1,04	G	1,05	G	18	G	15	G	0,003	0,003	12	15	1,3	G	12	15	1,3	G		
AR	43	1,13	B	1,14	B	26	B	26	B	0,002	0,002	23	26	1,1	G	23	25	1,1	G		
AS	45	1,11	B	1,15	B	26	B	25	B	0,007	0,007	16	18	1,1	G	15	18	1,2	G		
AT	46	1,25	B	1,27	B	26	B	27	B	0,004	0,005	17	19	1,1	G	16	17	1,1	G		
AU	47	1,05	G	1,06	G	17	G	16	G	0,003	0,003	18	20	1,1	G	16	18	1,1	G		
AV	48	1,12	B	1,13	B	21	B	23	B	0,005	0,005	18	19	1,1	G	17	18	1,1	G		

Như được thấy từ các Bảng từ 1 đến 8, khi các điều kiện của sáng chế được thỏa mãn, có thể thu được tấm thép cán nguội có độ bền cao thỏa mãn $TS \times \lambda \geq 50000 \text{ MPa} \cdot \%$.

Ngoài ra, đã nhận thấy rằng, khi việc dập nóng được thực hiện dưới các điều kiện dập nóng định trước, tấm thép cán nguội theo sáng chế thỏa mãn $TS \times \lambda \geq 50000 \text{ MPa} \cdot \%$ ngay cả sau khi dập nóng.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Theo sáng chế, do thiết lập được mối tương quan thích hợp giữa hàm lượng C, hàm lượng Mn và hàm lượng Si và mactensit tạo ra có độ cứng thích hợp được đo bằng cách sử dụng thiết bị đo độ cứng hệ nano, nên có thể tạo ra tấm thép cán nguội có thể thu được khả năng nong rộng lỗ tốt hơn.

Danh mục các số chỉ dẫn

- S1: quá trình làm nóng chảy
- S2: quá trình đúc
- S3: quá trình gia nhiệt
- S4: quá trình cán nóng
- S5: quá trình cuộn
- S6: quá trình tẩy gỉ
- S7: quá trình cán nguội
- S8: quá trình ủ
- S9: quá trình cán-tôi
- S11: quá trình mạ kẽm nhúng nóng
- S12: quá trình xử lý hợp kim hoá
- S13: quá trình mạ nhôm
- S14: quá trình mạ kẽm điện phân

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép cán nguội chỉ chứa các nguyên tố sau (tính theo % khối lượng):

C: lớn hơn 0,150% đến 0,300%;

Si: 0,010% đến 1,000%;

Mn: 1,50% đến 2,70%;

P: 0,001% đến 0,060%;

S: 0,001% đến 0,010%;

N: 0,0005% đến 0,0100%; và

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%; và

REM (kim loại đất hiếm): 0,0005% đến 0,0050%, và

lượng còn lại là Fe và các tạp chất không tránh khỏi,

trong đó khi hàm lượng C, hàm lượng Si và hàm lượng Mn lần lượt được thể hiện bởi [C], [Si] và [Mn], tính theo đơn vị % khối lượng, thì mỗi tương quan của biểu thức 1 dưới đây được thỏa mãn,

cấu trúc kim tương chỉ chứa: ferit với lượng nằm trong khoảng từ 40% đến 90% và mactensit với lượng nằm trong khoảng từ 10% đến 60%, tính theo tỷ lệ diện tích, và tùy ý chứa một hoặc nhiều hợp chất trong số: peclit với lượng bằng 10% hoặc nhỏ hơn, tính theo tỷ lệ diện tích, austenit dư với lượng bằng 5% hoặc nhỏ hơn, tính theo tỷ lệ thể tích và bainit với lượng bằng 20% hoặc nhỏ hơn, tính theo tỷ lệ diện tích,

độ cứng của mactensit được đo bằng cách sử dụng thiết bị đo độ cứng hệ nano thỏa mãn các biểu thức 2a và 3a dưới đây, và

$TS \times \lambda$ thể hiện tích số của độ bền kéo TS và tỷ số nong rộng lỗ λ bằng 50000 MPa·% hoặc lớn hơn,

$$(5 \times [Si] + [Mn]) / [C] > 10 \dots (1)$$

$$1,005 \leq H_{20} / H_{10} < 1,10 \dots (2a)$$

$$\sigma_{HM0} < 20 \dots (3a)$$

trong đó H_{10} thể hiện độ cứng trung bình của mactensit ở phần bề mặt của tấm thép cán nguội, mà có chiều dày 200 μm hoặc nhỏ hơn, tính từ lớp ngoài cùng theo hướng chiều dày, H_{20} thể hiện độ cứng trung bình của mactensit ở phần giữa của chiều dày tấm, mà chiếm khoảng $\pm 100 \mu\text{m}$, tính từ tâm chiều dày tấm của tấm thép cán nguội theo hướng chiều dày, và σ_{HM0} thể hiện phương sai của độ cứng của mactensit có mặt trong phần giữa của chiều dày tấm.

2. Tấm thép cán nguội theo điểm 1,

trong đó tỷ lệ diện tích của MnS, mà có mặt trong cấu trúc kim tương và có đường kính vòng tròn tương đương nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 10 μm , bằng 0,01% hoặc nhỏ hơn, và biểu thức 4a dưới đây được thỏa mãn:

$$n_{20} / n_{10} < 1,5 \dots (4a)$$

trong đó n_{10} thể hiện mật độ số trung bình của MnS trên mỗi 10000 μm^2 tại phần 1/4 chiều dày tấm của tấm thép cán nguội, và n_{20} thể hiện mật độ số trung bình của MnS trên mỗi 10000 μm^2 ở phần giữa của chiều dày tấm.

3. Tấm thép cán nguội theo điểm 1 hoặc 2,

trong đó lớp mạ kẽm nhúng nóng còn được tạo ra trên bề mặt của tấm thép cán nguội.

4. Tấm thép cán nguội theo điểm 3,

trong đó lớp mạ kẽm nhúng nóng bao gồm lớp tráng kẽm.

5. Tấm thép cán nguội theo điểm 1 hoặc 2,

trong đó lớp mạ kẽm điện phân còn được tạo ra trên bề mặt của tấm thép

cán nguội.

6. Tấm thép cán nguội theo điểm 1 hoặc 2,

trong đó lớp mạ nhôm còn được tạo ra trên bề mặt của tấm thép cán nguội.

7. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội, phương pháp này bao gồm các bước:

đúc thép nóng chảy chứa các thành phần hoá học theo điểm 1 và thu được tấm thép;

gia nhiệt tấm thép;

cán nóng tấm thép bằng cách sử dụng thiết bị cán nóng có nhiều giá cán;

cuộn tấm thép sau khi cán nóng;

tẩy gỉ tấm thép sau khi cuộn;

cán nguội tấm thép sau khi tẩy gỉ bằng cách sử dụng máy cán nguội có nhiều giá cán trong các điều kiện trong đó biểu thức 5 dưới đây được thỏa mãn:

gia nhiệt tấm thép ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 700°C đến 850°C và làm nguội tấm thép sau khi cán nguội; và

cán-tôi tấm thép sau khi gia nhiệt và làm nguội tấm thép;

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

ri thể hiện tỷ lệ giảm tiết diện cán nguội đích riêng, tính theo đơn vị %, ở giá cán thứ i, trong đó i bằng 1, 2 hoặc 3, tính từ giá cán trên cùng trong số các giá cán ở bước cán nguội, và r thể hiện tổng tỷ lệ giảm tiết diện cán nguội trong bước cán nguội, tính theo đơn vị %.

8. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội theo điểm 7,

trong đó, khi nhiệt độ cuộn trong bước cuộn được thể hiện bởi CT, tính theo đơn vị °C; và

hàm lượng C, hàm lượng Mn, hàm lượng Si và hàm lượng Mo của thép lần lượt được thể hiện bởi [C], [Mn], [Si] và [Mo], tính theo đơn vị % khối lượng,

biểu thức 6 dưới đây được thỏa mãn:

$$560-474 \times [C] - 90 \times [Mn] - 20 \times [Cr] - 20 \times [Mo] < CT < 830 - 270 \times [C] - 90 \times [Mn] - 70 \times [Cr] - 80 \times [Mo] \dots (6)$$

9. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội theo điểm 7 hoặc 8,

trong đó khi nhiệt độ gia nhiệt trong bước gia nhiệt được thể hiện bởi T, tính theo đơn vị °C; thời gian ở trong lò được thể hiện bởi t, tính theo đơn vị phút; và

hàm lượng Mn và hàm lượng S trong thép lần lượt được thể hiện bằng [Mn] và [S], tính theo đơn vị % khối lượng,

biểu thức 7 dưới đây được thỏa mãn:

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

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

mạ kẽm nhúng nóng tấm thép, mà được thực hiện thêm giữa bước ủ và bước cán-tôi.

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

hợp kim hoá tấm thép giữa bước mạ kẽm nhúng nóng và bước cán-tôi.

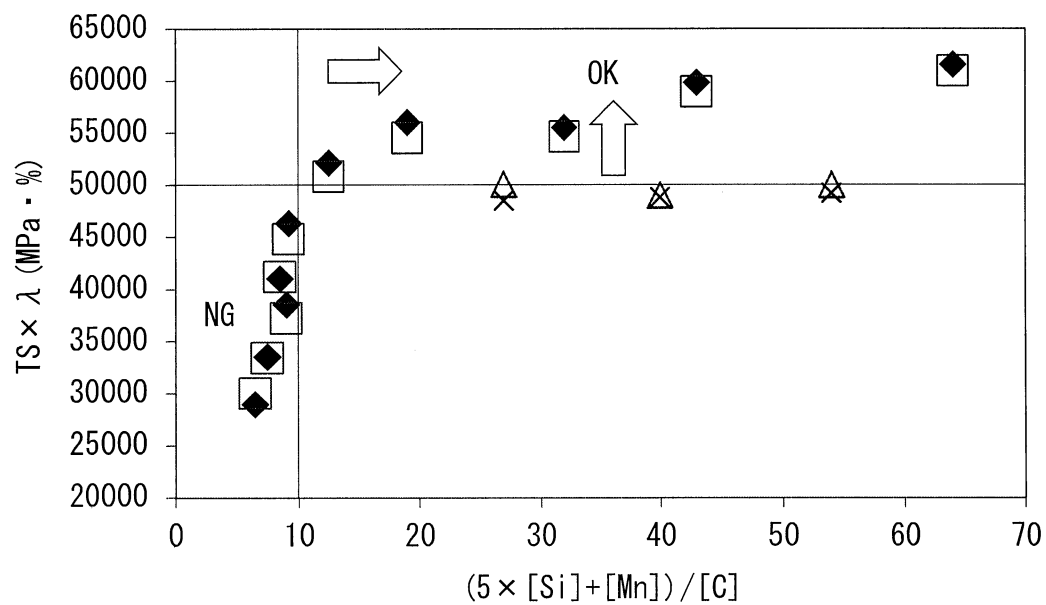
12. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 9, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

mạ kẽm điện phân tấm thép sau khi cán-tôi.

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

mạ nhôm tấm thép giữa bước ủ và bước cán-tôi.

FIG. 1



- ◆ Trước khi đập nóng
- Sau khi đập nóng
- × Trước khi đập nóng (các điều kiện khác không được thỏa mãn)
- △ Sau khi đập nóng (các điều kiện khác không được thỏa mãn)

FIG. 2A

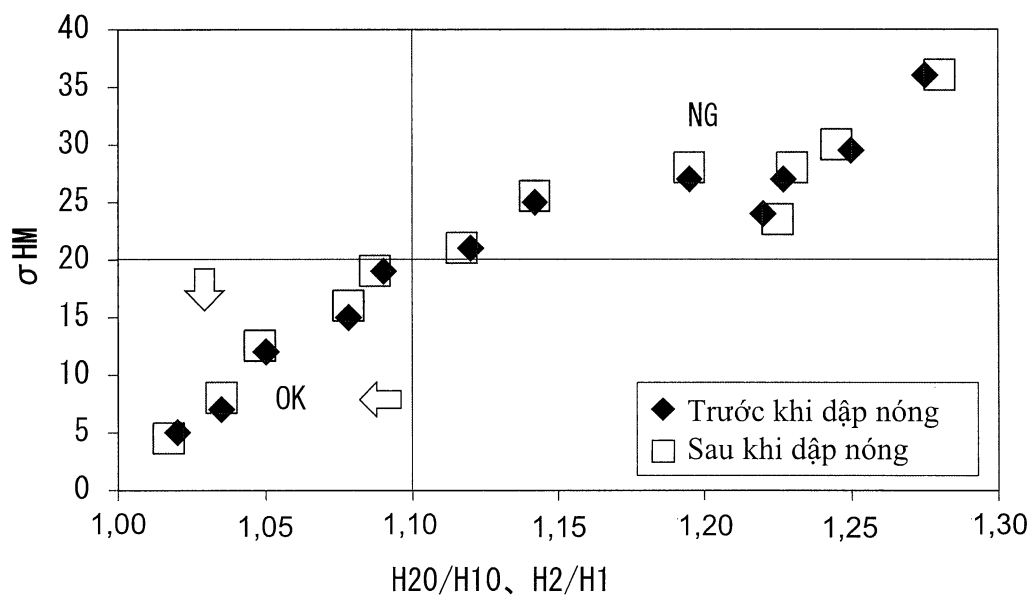


FIG. 2B

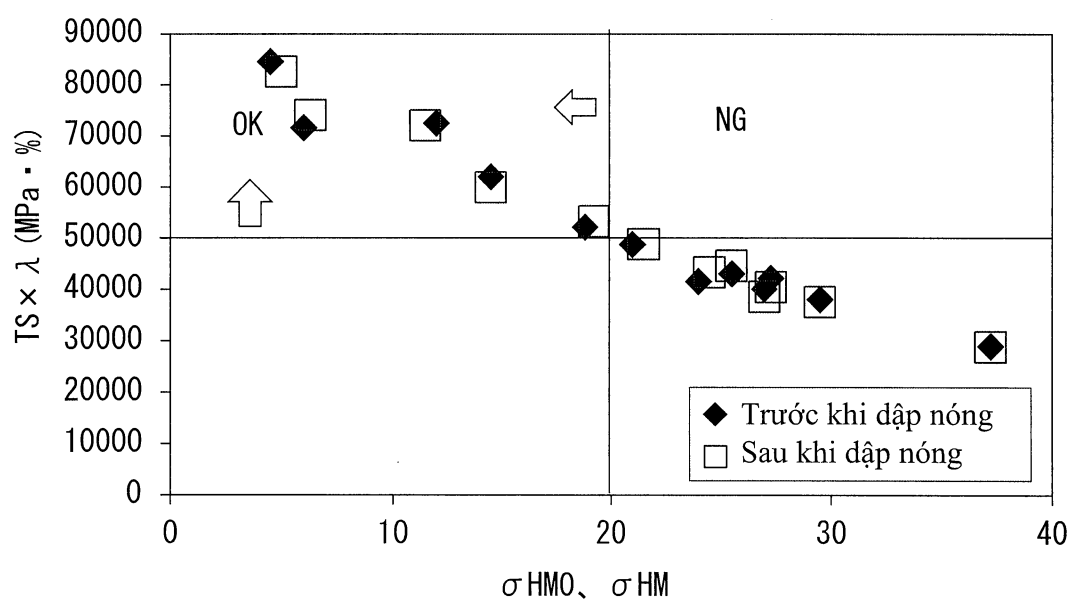


FIG. 3

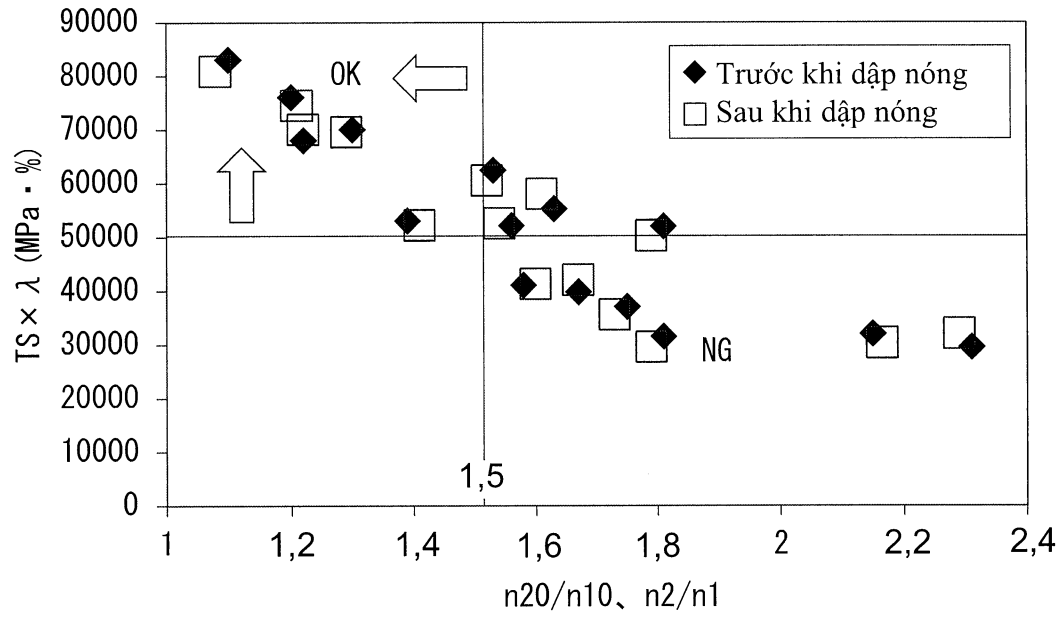


FIG. 4

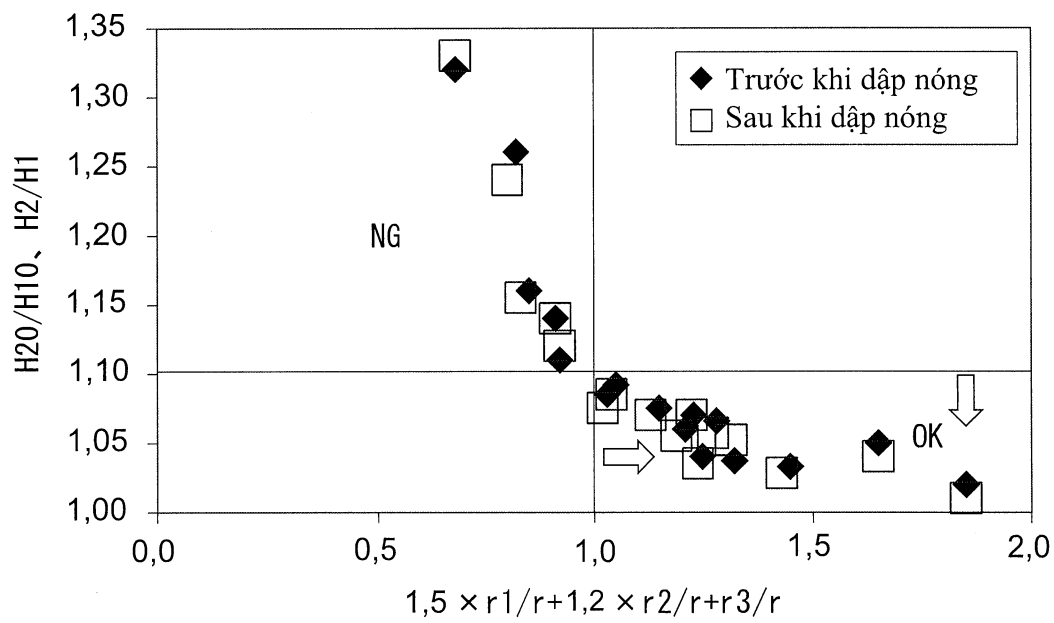


FIG. 5A

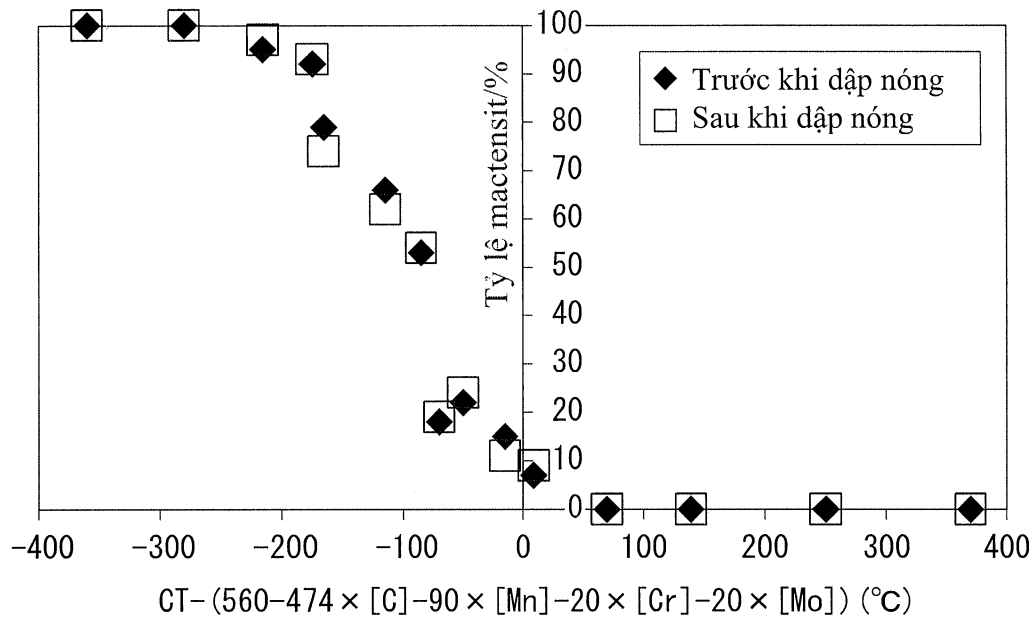


FIG. 5B

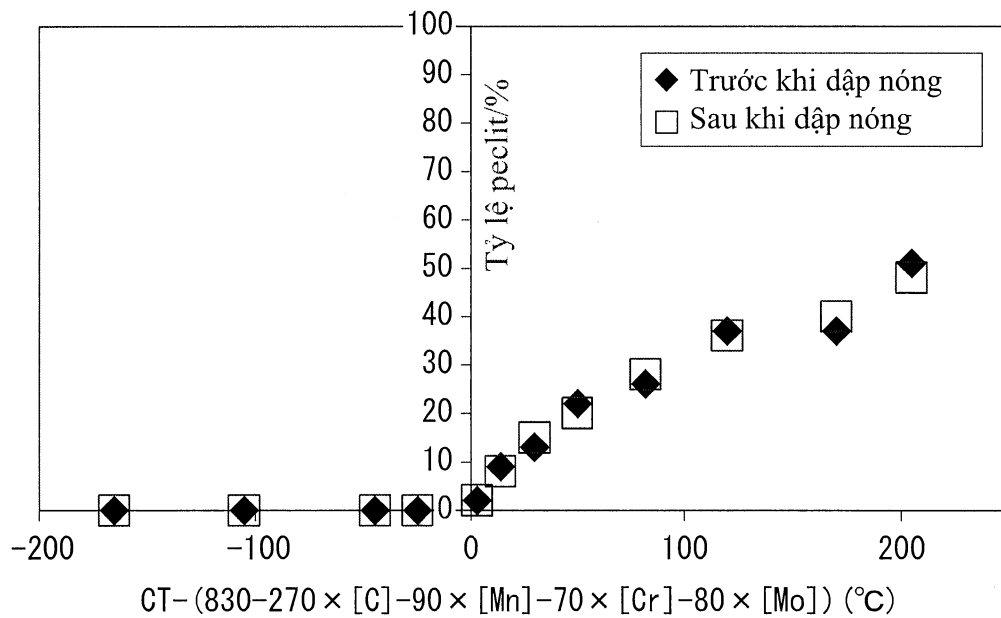


FIG. 6

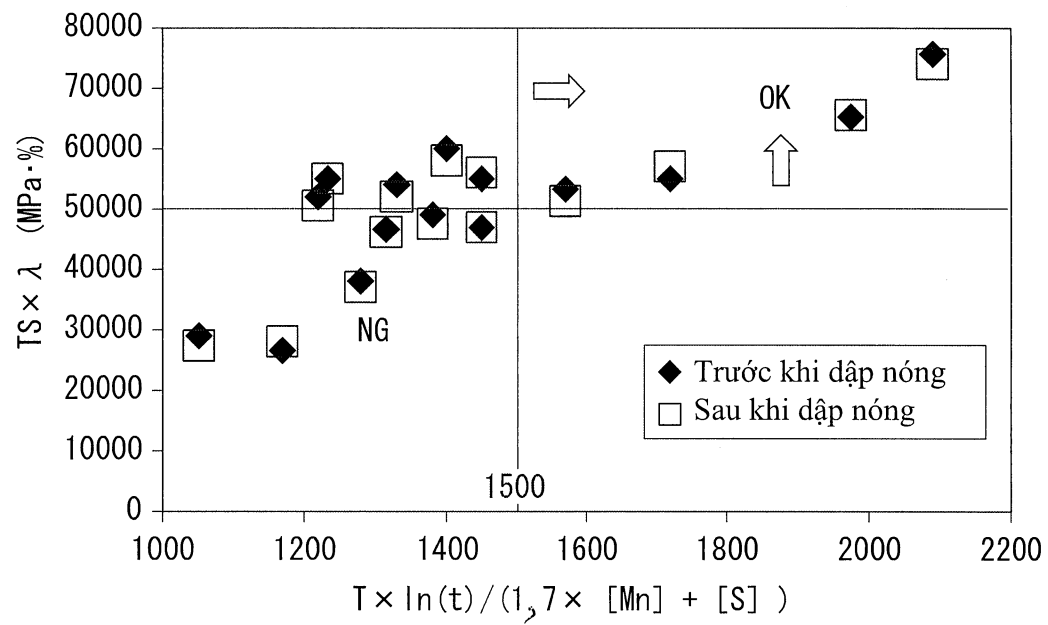


FIG. 7

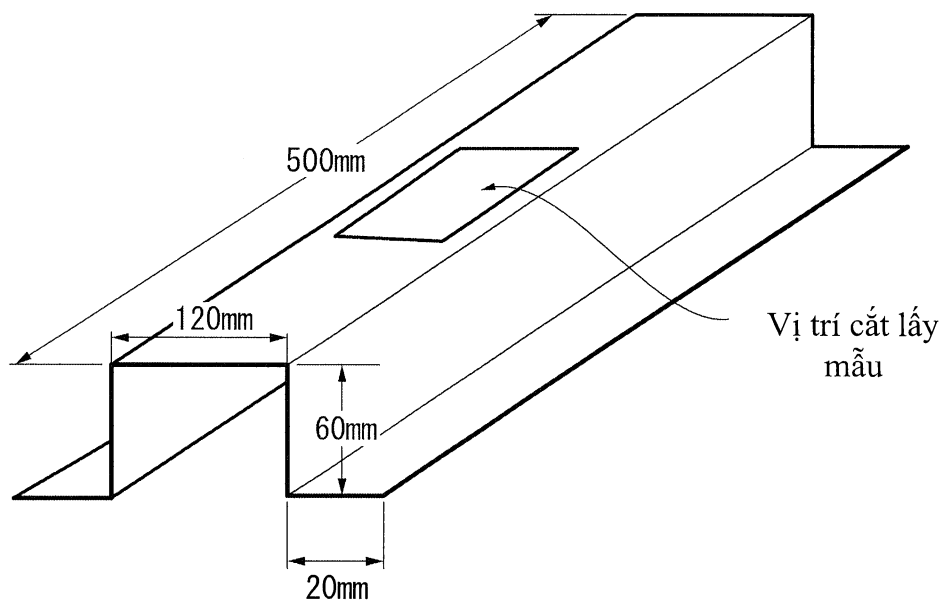


FIG. 8

