



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

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

(11)



1-0025867

(51)^{2020.01} C22C 38/06; C21D 8/04; C22C 38/04

(13) B

(21) 1-2012-03937

(22) 28/12/2012

(30) 2012-066046 22/03/2012 JP; 2012-110817 14/05/2012 JP

(45) 26/10/2020 391

(43) 25/09/2013 306A

(73) JFE Steel Corporation (JP)

2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, Japan

(72) KIZU, Taro (JP); FUNAKAWA, Yoshimasa (JP).

(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) TẤM THÉP CÁN NGUỘI ĐỘ BỀN CAO DỄ TẠO HÌNH VÀ PHƯƠNG PHÁP
SẢN XUẤT TẤM THÉP NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nguội độ bền cao hoàn hảo ở cả hình thức và khả năng giãn nở lỗ rỗng và phương pháp thuận lợi để sản xuất tấm thép cán nguội độ bền cao này. Cụ thể là, sáng chế đề cập đến tấm thép cán nguội độ bền cao dễ tạo hình, bao gồm các thành phần sau, theo % khối lượng: C: 0,05% đến 0,20%; Si: 0,10% hoặc nhỏ hơn; Mn: 0,2% đến 1,7%; P: 0,10% hoặc nhỏ hơn; S: 0,10% hoặc nhỏ hơn; Al: 0,01% đến 0,10%; N: 0,010% hoặc nhỏ hơn; và lượng còn lại là Fe và các tạp chất phụ, trong đó [% M] thể hiện hàm lượng (theo % khối lượng) của nguyên tố “M” trong thép, [% Mn]/[% C] > 2,0; tỷ lệ diện tích của ferit ít nhất là 90%, tỷ lệ diện tích của peclit nằm trong phạm vi từ 1% đến 10%, và sự giãn cách dạng tấm của peclit không lớn hơn 0,5 μm .

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nguội độ bền cao có khả năng hóa cứng bằng nung rất tốt và dễ tạo hình, mà thích hợp để dùng làm chi tiết tấm của cửa ô tô, mui xe và tương tự, cũng như các chi tiết được nung hoàn thiện dùng cho các máy bán hàng di động, bàn, các thiết bị điện tiêu dùng, thiết bị tự động văn phòng, vật liệu xây dựng, và tương tự. Sáng chế còn đề cập đến phương pháp sản xuất tấm thép này. Theo sáng chế, “tấm thép” thể hiện tấm thép cán nguội với chiều dày tấm là 2,0mm hoặc nhỏ hơn.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, để đáp ứng sự quan tâm của công chúng về các vấn đề môi trường toàn cầu ngày càng tăng, đã có nhu cầu ngày càng tăng đối với việc hạn chế sử dụng các tấm thép mà cần phải có một lượng tương đối lớn CO₂ phát thải ra trong suốt quy trình sản xuất chúng. Hơn nữa, trong ngành công nghiệp ô tô và tương tự, đã có nhu cầu ngày càng tăng cho các xe trọng lượng nhẹ hơn để cải thiện hệ số tiêu thụ nhiên liệu và giảm khí thải.

Để đáp ứng một cách hiệu quả các yêu cầu này, đã xem xét làm thế nào để tăng độ bền của tấm thép và làm cho nó mỏng hơn, tức là sản xuất tấm thép độ bền cao. Tuy nhiên, trong trường hợp của tấm thép độ bền cao, có phát sinh vấn đề chẳng hạn giảm khả năng tạo hình giãn nở lỗ rỗng và tạo ra các vết nứt trong quá trình tạo hình bằng cách dập tấm.

Liên quan đến tấm thép cán nguội dễ tạo hình, Tài liệu sáng chế 1 bộc lộ phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có độ bền kéo từ 390 MPa đến 590 MPa, tỷ lệ biến dạng tương đối thấp và hình thức đẹp, bao gồm: chuẩn bị thép chứa, theo % khối lượng, C: 0,02% đến 0,20%, Mn: 0,8% đến 2,0%, B/C > 0,04, B - 0,7xN: 0,0003% đến 0,0050%; cán nóng thép sao cho sự cán tinh được thực hiện ở nhiệt độ bằng hoặc lớn hơn điểm Ar₃ để thu được tấm thép; và cho tấm thép thu được theo cách đó được làm nguội với tốc độ làm nguội trong phạm vi từ 30°C/giây đến 150°C/giây, cuộn ở nhiệt độ không vượt quá 680°C, cán nguội và ủ theo thứ tự này.

Theo kỹ thuật của Tài liệu sáng chế 1, tuy nhiên, có nảy sinh vấn đề là khả năng giãn nở lỗ rỗng của tấm thép cán nguội thành phẩm kém đi và các vết nứt có xu

hướng được tạo ra tại mặt cắt ngang chỗ bị dập và mặt cắt ngang chỗ bị cắt của tấm thép trong lúc tạo hình bằng cách dập.

[Danh sách trích dẫn]

[Tài liệu sáng chế]

[Tài liệu sáng chế 1] JP-B 60-047886

Như đã mô tả, rất khó để tạo ra tấm thép cán nguội độ bền cao hoàn hảo ở cả hình thức và khả năng giãn nở lỗ rỗng theo các kỹ thuật thông thường.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế nhằm mục đích giải quyết các vấn đề đã được đề cập ở trên của giải pháp kỹ thuật đã biết và mục đích của sáng chế là đề xuất tấm thép cán nguội độ bền cao hoàn hảo ở cả hình thức và khả năng giãn nở lỗ rỗng và đề xuất phương pháp sản xuất một cách thuận lợi tấm thép cán nguội độ bền cao.

[Giải pháp cho vấn đề]

Các tác giả của sáng chế đã phát hiện ra rằng, như là một kết quả của nghiên cứu say mê để giải quyết vấn đề đã nêu ở trên, tấm thép cán nguội độ bền cao hoàn hảo ở cả hình thức và khả năng giãn nở lỗ rỗng có thể đạt được bằng cách cuộn tấm thép ở nhiệt độ bằng hoặc cao hơn 500°C và sau đó cho tấm thép được tẩy gỉ, cán nguội và ủ theo thứ tự này và, cụ thể là, bằng cách thực hiện việc ủ bao gồm: nung nóng tấm thép từ 500°C đạt đến nhiệt độ ủ đều với tốc độ nung nóng ít nhất là 0,2°C/giây trong phạm vi nhiệt độ này; sau đó cho tấm thép được ủ đều ở nhiệt độ ủ đều trong phạm vi nhiệt độ từ 700°C đến 900°C trong suốt thời gian ủ đều trong phạm vi từ 10 giây đến 1000 giây; và làm nguội tấm thép về 500°C với tốc độ làm nguội ít nhất là 3°C/giây.

Cơ chế liên quan đến khả năng giãn nở lỗ rỗng như thế nào, cụ thể là, được cải thiện bởi sáng chế có lẽ như sau, mặc dù các chi tiết của cơ chế không giới hạn cụ thể sáng chế.

Tức là, được giả định rằng sự tập trung ứng suất trên bề mặt chung giữa ferit và xementit khi lực cắt được đặt vào tấm thép được ngăn chặn tốt và sự hình thành các lỗ rỗng bên trong được ngăn ngừa tốt bằng cách tăng tỷ lệ giữa hàm lượng Mn và hàm lượng C trong thép và giảm sự giãn cách dạng tấm của peclit được tạo ra trong các quy trình ủ và làm nguội, do đó sự hình thành các vết nứt trong tấm thép trong lúc tạo hình bằng cách dập có thể được ngăn chặn.

Sáng chế đã được trừ tính dựa trên những phát hiện nêu trên và các dấu hiệu chính của các phát hiện này như sau.

(1) Tấm thép cán nguội độ bền cao dễ tạo hình, bao gồm các thành phần bao gồm theo % khối lượng: C: 0,05% đến 0,20%; Si: 0,10% hoặc nhỏ hơn; Mn: 0,2% đến 1,7%; P: 0,10% hoặc nhỏ hơn; S: 0,10% hoặc nhỏ hơn; Al: 0,01% đến 0,10%; N: 0,010% hoặc nhỏ hơn; và lượng còn lại là Fe và các tạp chất phụ, trong đó [% M] thể hiện hàm lượng (theo % khối lượng) của nguyên tố “M” trong thép, $[\% \text{ Mn}]/[\% \text{ C}] > 2,0$; tỷ lệ diện tích của ferit ít nhất là 90%, tỷ lệ diện tích của peclit nằm trong phạm vi từ 1% đến 10%, và sự giãn cách dạng tấm của peclit không lớn hơn $0,5\mu\text{m}$.

(2) Tấm thép cán nguội độ bền cao dễ tạo hình của mục (1) nêu trên, còn bao gồm theo % khối lượng ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm B: 0,0002% đến 0,0030%, Cr: 0,002% đến 0,10%, Ni: 0,002% đến 0,10% và Cu: 0,002% đến 0,10%.

(3) Tấm thép cán nguội độ bền cao dễ tạo hình của mục (1) hoặc (2) nêu trên, còn bao gồm theo % khối lượng ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Ti, Nb, V, Ta, W và Mo mỗi chúng có hàm lượng nằm trong phạm vi từ 0,002% đến 0,050%.

(4) Tấm thép cán nguội độ bền cao dễ tạo hình của mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (3) nêu trên, còn bao gồm theo % khối lượng Sb: 0,005% đến 0,050%.

(5) Tấm thép cán nguội độ bền cao dễ tạo hình của mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (4) nêu trên, còn bao gồm theo % khối lượng ít nhất một loại nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Ca và kim loại đất hiếm REM (rare earth metal: REM) mỗi chúng có hàm lượng nằm trong phạm vi 0,0005% đến 0,01%.

(6) Tấm thép cán nguội độ bền cao dễ tạo hình của mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (5) nêu trên, trong đó tấm thép có độ bền kéo (TS- tensile strength) ít nhất là 390 MPa, độ giãn dài (EL- elongation) ít nhất là 30%, và khả năng giãn nở lỗ rỗng ít nhất là 40%.

(7) Tấm thép cán nguội độ bền cao dễ tạo hình của mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (6) nêu trên, trong đó bề mặt của tấm thép được tạo ra có lớp mạ.

(8) Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội độ bền cao dễ tạo hình, bao gồm chuẩn bị vật liệu thép có thành phần theo dấu hiệu bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (5) nêu trên và cho vật liệu thép được cán nóng, làm nguội, cuộn, tẩy gỉ, cán nguội và

ủ theo thứ tự này để tạo ra tấm thép, khác biệt ở chỗ: đặt nhiệt độ cuộn sau khi cán nóng là 500°C hoặc cao hơn; và thực hiện sự ủ theo các điều kiện bao gồm tốc độ nung nóng tấm thép từ 500°C đến phạm vi nhiệt độ ủ đều, ít nhất là $0,2^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, nhiệt độ ủ đều trong quy trình ủ đều, trong phạm vi từ 700°C đến 900°C , thời gian ủ đều trong phạm vi từ 10 giây đến 1000 giây, và tốc độ làm nguội tấm thép từ phạm vi nhiệt độ ủ đều về 500°C , ít nhất là $3^{\circ}\text{C}/\text{giây}$.

(9) Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội độ bền cao để tạo hình theo dấu hiệu (8) nêu trên, còn bao gồm lưu giữ tấm thép ở nhiệt độ nằm trong phạm vi từ 200°C đến 500°C trong ít nhất 30 giây trong lúc làm nguội tấm thép sau quy trình ủ đều.

(10) Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội độ bền cao để tạo hình theo dấu hiệu (8) hoặc (9) nêu trên, còn bao gồm cho tấm thép được cán là sau khi ủ với hệ số giảm chiều dày tấm nằm trong phạm vi từ 0,1% đến 3,0%.

(11) Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội độ bền cao để tạo hình theo mục bất kỳ trong số các mục từ (8) đến (10) nêu trên, còn bao gồm cho tấm thép qua quy trình mạ sau khi làm nguội về 500°C .

(12) Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội độ bền cao để tạo hình theo mục (11) nêu trên, còn bao gồm cho lớp mạ được tạo ra bởi quy trình mạ qua quy trình mạ ủ kẽm.

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, có thể tạo ra tấm thép cán nguội độ bền cao hoàn hảo ở cả hình thức và khả năng giãn nở lỗ rỗng, cũng như phương pháp thuận lợi để sản xuất tấm thép này.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa $[\% \text{ Mn}]/[\% \text{ C}]$ và sự giãn cách dạng tấm của sự giãn cách dạng tấm của peclit; và

Fig.2 là đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa sự giãn cách dạng tấm của peclit và khả năng giãn nở lỗ rỗng.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phương án của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết sau đây.

Đầu tiên, các lý do tại sao các thành phần cấu tạo của tấm thép cán nguội được giới hạn trong các phạm vi đã đề cập ở trên theo sáng chế sẽ được giải thích. Theo

phương án này, “%” của các thành phần cấu tạo dưới đây thể hiện % theo khối lượng trừ khi được quy định khác.

C: 0,05% đến 0,20%

Cacbon tạo ra peclit góp phần nâng cao độ bền của thép. Theo đó, hàm lượng cacbon ít nhất là 0,05%, tốt hơn là 0,10%, tốt hơn nữa là 0,12%, và tốt nhất là 0,14%.

Tuy nhiên, cacbon quá nhiều sẽ làm tăng cỡ hạt peclit và tạo điều kiện thuận lợi tạo ra bainit và mactensit, do đó giảm đáng kể khả năng tạo hình chẳng hạn độ giãn dài và khả năng giãn nở lỗ rỗng của tấm thép. Hàm lượng cacbon do đó là 0,20% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là 0,18% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 0,16% hoặc nhỏ hơn.

Si: 0,10% hoặc nhỏ hơn

Silic quá nhiều, được bổ sung vào thép, sẽ tạo điều kiện thuận lợi cô đặc có lựa chọn cacbon vào trong austenit trong vùng pha kép ferit-austenit, nhờ đó gây ra pha bainit và pha mactensit được tạo ra trong lúc làm nguội thép và do đó giảm đáng kể khả năng tạo hình chẳng hạn độ giãn dài và khả năng giãn nở lỗ rỗng của tấm thép. Hơn nữa, silic quá nhiều trong thép sẽ gây ra các oxit Si được tạo ra trong quy trình ủ, ảnh hưởng bất lợi đến khả năng ủ đều của thép. Theo đó, hàm lượng silic là 0,10% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là 0,05% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,03% hoặc nhỏ hơn, và tốt nhất là 0,01% hoặc nhỏ hơn.

Mn: 0,2% đến 1,7%

Mangan không chỉ góp phần nâng cao độ bền của tấm thép bằng cách tăng cường hòa tan mà còn thu hẹp sự giãn cách dạng tấm của peclit bằng cách làm chậm sự biến đổi peclit. Hơn nữa, mangan được liên kết lưu huỳnh gây hại trong thép để tạo ra MnS, nhờ đó tạo ra lớp lưu huỳnh vô hại. Để đạt được hiệu quả này, hàm lượng Mn trong thép ít nhất là 0,2%, tốt hơn là ít nhất 0,4%, và tốt hơn nữa là ít nhất 0,6%.

Tuy nhiên, mangan quá nhiều trong thép không chỉ sẽ giảm tính dẻo của thép do làm cứng thép lại mà còn dẫn đến khả năng hóa cứng nhúng nâng cao để tạo ra pha bainit và pha mactensit, do đó giảm đáng kể khả năng tạo hình chẳng hạn độ giãn dài và khả năng giãn nở lỗ rỗng. Hơn nữa, mangan quá nhiều trong thép sẽ kiềm chế khả năng ủ đều của thép do sự hình thành các oxit Mn trong suốt quá trình ủ. Theo đó, hàm lượng mangan trong thép cần thiết là 1,7% hoặc nhỏ hơn.

P: 0,10% hoặc nhỏ hơn

Phospho có xu hướng làm giảm tính dẻo và độ bền chống gãy của thép do sự

chia tách của nó tại các biên hạt. Theo đó, hàm lượng phospho là 0,10% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là 0,05% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,03% hoặc nhỏ hơn, và tốt nhất là 0,01% hoặc nhỏ hơn.

S: 0,10% hoặc nhỏ hơn

Lưu huỳnh giảm đáng kể tính dẻo của tấm thép trong lúc cán nóng, do đó gây ra các vết nứt nóng và làm hỏng đáng kể các đặc tính bề mặt của tấm thép. Hơn nữa, lưu huỳnh như là nguyên tố tạp chất tạo ra MnS thô, nó làm giảm tính dẻo và khả năng giãn nở lỗ rỗng của tấm thép. Tốt nhất là giảm hàm lượng lưu huỳnh tốt nhất có thể bởi vì các vấn đề được mô tả ở trên trở nên thấy rõ khi hàm lượng lưu huỳnh trong thép vượt quá 0,10%. Theo đó, hàm lượng lưu huỳnh trong thép là 0,10% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là 0,05% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là 0,03% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 0,01% hoặc nhỏ hơn.

Al: 0,01% đến 0,10%

Nhôm cố định nitơ như các nitrit và do đó ngăn chặn sự lão hóa từng bước mà nếu không sẽ được gây ra bởi N hòa tan. Hàm lượng Al cần thiết ít nhất là 0,01% và tốt hơn là ít nhất 0,03% để đạt được hiệu quả tốt của tấm thép như được mô tả ở trên.

Tuy nhiên, Al quá nhiều trong thép sẽ làm tăng hàm lượng của các oxit nhôm trong thép làm giảm tính dẻo của tấm thép. Theo đó, hàm lượng Al cần thiết là 0,10% hoặc nhỏ hơn.

N: 0,010% hoặc nhỏ hơn

Trong trường hợp thép chứa quá nhiều nitơ, thép có thể bị nứt tấm trong lúc cán nóng và có thể xuất hiện các lỗ hổng bề mặt. Theo đó, hàm lượng nitơ trong thép là 0,010% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là 0,006% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,004% hoặc nhỏ hơn, và tốt nhất là 0,003% hoặc nhỏ hơn.

$[\% \text{ Mn}]/[\% \text{ C}] > 2,0$

Mangan tương tác với cacbon và gây ra hiệu quả ngăn chặn sự khuếch tán cacbon cuối cùng là thu hẹp sự giãn cách dạng tấm của peclit. Theo đó, tỷ lệ của hàm lượng Mn với hàm lượng C, tức là $[\% \text{ Mn}]/[\% \text{ C}]$, cần thiết ít nhất là 2,0, tốt hơn là ít nhất 4,0, tốt hơn nữa là ít nhất 5,0.

Theo sáng chế, “[% M]” thể hiện hàm lượng (theo % khối lượng) của nguyên tố “M” trong thép.

Phần còn lại của thành phần của tấm thép theo sáng chế là Fe và các tạp chất

phụ. Điều này có nghĩa là nằm trong phạm vi của sáng chế tấm thép có thể bao gồm các tạp chất phụ và nguyên tố vi lượng khác trừ khi sự tồn tại của chúng gây tác động bất lợi cho sự hoạt động và hiệu quả của sáng chế.

Hơn nữa, các nguyên tố khác được mô tả dưới đây có thể được bổ sung vào để cải thiện độ bền, tính dẻo, và khả năng giãn nở lỗ rỗng của tấm thép của sáng chế.

Ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm B: 0,0002% đến 0,0030%, Cr: 0,002% đến 0,10%, Ni: 0,002% đến 0,10% và Cu: 0,002% đến 0,10%

Bo, crom, niken và đồng gây ra các tác động làm cản trở sự tạo thành peclit cuối cùng là thu hẹp sự giãn cách dạng tấm của peclit. Để đạt được hiệu quả đầy đủ, tấm thép tốt nhất là chứa ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm B, Cr, Ni và Cu và hàm lượng B trong thép tốt hơn là ít nhất 0,0002% và tốt hơn nữa là ít nhất 0,0005% và các hàm lượng của Cr, Ni và Cu trong thép tốt hơn là 0,002% và tốt hơn nữa là ít nhất 0,005%, tương ứng.

Tuy nhiên, bổ sung quá nhiều B, Cr, Ni và Cu vào thép sẽ làm tăng khả năng hóa rắn bằng cách nhúng vào nước lạnh để tạo ra pha bainit và pha mactensit. Theo đó, trong trường hợp B, Cr, Ni và Cu được bổ sung vào thép, hàm lượng B trong thép tốt hơn là 0,0030% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là 0,0015% hoặc nhỏ hơn và các hàm lượng của Cr, Ni và Cu trong thép tốt hơn là 0,10% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là 0,05% hoặc nhỏ hơn, tương ứng.

Ít nhất là một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Ti, Nb, V, Ta, W và Mo mỗi hàm lượng của chúng nằm trong phạm vi từ 0,002% đến 0,050%.

Ti, Nb, V, Ta, W và Mo mỗi chúng tạo ra cacbua mịn, nhờ đó góp phần nâng cao độ bền của tấm thép. Trong trường hợp ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Ti, Nb, V, Ta, W và Mo được bổ sung, các hàm lượng của các nguyên tố tốt hơn là ít nhất 0,002%, tương ứng, để đảm bảo hiệu quả tốt của tấm thép đã mô tả nêu trên.

Tuy nhiên, nếu bổ sung quá nhiều Ti, Nb, V, Ta, W và Mo vào thép sẽ làm giảm đáng kể tính dẻo của thép. Do đó, trong trường hợp một hoặc nhiều nguyên tố trong số các nguyên tố Ti, Nb, V, Ta, W và Mo được bổ sung vào thép, các hàm lượng của chúng tốt hơn là 0,050% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là 0,030% hoặc nhỏ hơn, tương ứng.

Sb: 0,005% đến 0,050%

Antimon được tách tại bề mặt của tấm thép khi tấm thép ở trong lò nung để cán nóng, nhờ đó ngăn không cho tấm được nitro hóa và do đó ngăn chặn sự xuất hiện sự giảm tính dẻo do N gây ra. Hàm lượng Sb tốt hơn là ít nhất 0,005% để đảm bảo hiệu quả tốt của tấm thép như được mô tả ở trên.

Tuy nhiên, nếu bổ sung quá nhiều Sb vào thép thì sẽ làm tăng đáng kể chi phí sản xuất. Do đó, hàm lượng Sb tốt hơn là 0,050% hoặc nhỏ hơn.

Ít nhất một loại nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Ca và REM (kim loại đất hiếm) mỗi chúng có hàm lượng nằm trong phạm vi từ 0,0005% đến 0,01%.

Ca và REM kiểm soát hình thái của các sulfua, do đó cải thiện tính dẻo của tấm thép. Ít nhất một loại nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Ca và REM tốt hơn là được bổ sung bởi ít nhất 0,0005%, tương ứng, để đạt được hiệu quả tốt của tấm thép được mô tả ở trên. Tuy nhiên, nếu bổ sung quá nhiều các nguyên tố này sẽ làm tăng đáng kể giá thành sản xuất. Do đó, các hàm lượng của các nguyên tố này tốt hơn là 0,01% hoặc nhỏ hơn, tương ứng.

Sn, Mg, Co, As, Pb, Zn, O và tương tự như là các tạp chất sẽ không gây ra các vấn đề về các đặc tính của tấm thép của sáng chế, miễn là tổng hàm lượng của chúng là 0,5% hoặc nhỏ hơn.

Tiếp theo, các cấu trúc và các giá trị của các đặc tính cơ học của tấm thép cán nguội độ bền cao của sáng chế sẽ được mô tả.

Tỷ lệ diện tích của ferit: ít nhất là 90%

Nếu tỷ lệ diện tích quá nhỏ sẽ dẫn đến sự giảm tính dẻo của tấm thép. Theo đó, tỷ lệ diện tích của ferit ít nhất là 90%, tốt hơn nữa là 95%, và tốt nhất là 98%.

Theo sáng chế, “tỷ lệ diện tích của ferit” thể hiện tỷ lệ của ferit trong cấu trúc thép. Tỷ phần ferit, tức là, tỷ lệ diện tích của ferit, của mẫu có thể được đo, ví dụ, bằng cách: đưa vào mặt cắt ngang theo chiều cuộn của mẫu nhựa; cho mặt cắt ngang được ăn mòn bởi dung dịch nital; và quan sát diện tích (300 x 300) μm^2 của cấu trúc thép với hệ số phóng đại x 1000.

Tỷ lệ diện tích của peclit: 1% đến 10%

Peclit được yêu cầu đặc biệt để nâng cao độ bền của tấm thép của sáng chế và tỷ lệ diện tích của peclit trong thép cần thiết là 1%. Tuy nhiên, tỷ lệ diện tích quá lớn của peclit sẽ dẫn đến sự giảm tính dẻo và khả năng tạo hình giãn nở lỗ rỗng của tấm thép. Theo đó, tỷ lệ diện tích của peclit là 10% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là 5% hoặc nhỏ

hơn, và tốt hơn nữa là 2% hoặc nhỏ hơn.

Theo sáng chế, “tỷ lệ diện tích của peclit” thể hiện tỷ lệ của peclit trong cấu trúc thép. Tỷ lệ peclit, tức là tỷ lệ diện tích của peclit, của mẫu có thể được đo, ví dụ bằng cách: đưa vào mặt cắt ngang theo chiều cuộn của mẫu nhựa; cho mặt cắt ngang được ăn mòn bởi dung dịch nital; và quan sát diện tích (300 X 300) μm^2 của cấu trúc thép với hệ số phóng đại x 1000.

Cấu trúc thép có thể bao gồm mactensit và/hoặc bainit như là các cấu trúc tinh thể khác ferit và peclit. Các tỷ phần nhỏ hơn của mactensit và/hoặc bainit tốt hơn bởi vì mactensit và mactensit tương ứng làm giảm tính dẻo và khả năng giãn nở lỗ rỗng của tấm thép.

Sự giãn cách dạng tấm của peclit: không lớn hơn 0,5 μm

Nếu sự giãn cách dạng tấm quá lớn của peclit sẽ làm giảm khả năng giãn nở lỗ rỗng. Theo đó, sự giãn cách dạng tấm của peclit là 0,5 μm hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là 0,3 μm hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 0,2 μm hoặc nhỏ hơn.

Độ bền kéo (TS): ít nhất là 390 MPa

Tấm thép cán nguội độ bền cao của sáng chế tốt hơn là có độ bền kéo (TS) ít nhất là 390 MPa. Việc đặt TS của tấm thép ít nhất bằng 390 MPa sẽ cho phép tấm thép được mỏng ngay cả khi tấm thép được dùng làm chi tiết mà yêu cầu độ bền cao tương đối. Theo sáng chế, TS có thể được đo bằng cách cắt mẫu thử nghiệm chịu kéo JIS số 5 từ tấm thép mẫu, theo chiều vuông góc với chiều cuộn, và cho mẫu thử nghiệm được thử chịu kéo theo tiêu chuẩn JIS z 2241.

Độ giãn dài: ít nhất là 30%

Tấm thép cán nguội độ bền cao của sáng chế biểu hiện độ giãn dài (EL) tốt hơn là ít nhất bằng 30%, tốt hơn nữa là ít nhất bằng 35%, và tốt hơn nữa là ít nhất bằng 40%. Sự hình thành các vết nứt trong lúc tạo hình bằng cách dập có thể được ngăn chặn trong tấm thép biểu hiện độ giãn dài ít nhất là 30%. Theo sáng chế, EL có thể được đo bằng cách cắt mẫu thử nghiệm chịu kéo JIS số 5 từ tấm thép mẫu, theo chiều vuông góc với chiều cán, và cho mẫu thử nghiệm này được thử nghiệm chịu kéo theo tiêu chuẩn JIS z 2241.

Hệ số giãn nở lỗ rỗng: ít nhất là 40%

Hệ số giãn nở lỗ rỗng nhỏ sẽ dẫn đến có thể hình thành các vết nứt trong phần được dập và/hoặc phần cắt trong lúc tạo hình bằng dập. Theo đó, hệ số giãn nở lỗ

rỗng ít nhất là 40%, tốt hơn là 50%, và tốt hơn nữa là 60%.

Tấm thép cán nguội độ bền cao của sáng chế có thể có màng mạ được tạo ra trên bề mặt của tấm. Màng mạ được tạo thành trên bề mặt của tấm thép cải thiện khả năng chống ăn mòn của tấm thép. Các ví dụ của lớp (màng) mạ bao gồm mạ kẽm nhúng nóng, mạ kẽm, mạ kẽm điện (ví dụ, mạ hợp kim điện Zn-Ni) và tương tự.

Tiếp theo, phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội của sáng chế sẽ được mô

Theo sáng chế, tấm thép cán nguội tốt hơn là được sản xuất bằng phương pháp cho tấm như là vật liệu thép được sản xuất bằng cách đúc liên tục được cán nóng để thu được tấm thép và cho tấm thép đã thu được theo cách như vậy được làm nguội, cuộn, tẩy gỉ, cán nguội, và ủ theo thứ tự này.

Cụ thể là, phương pháp còn bao gồm: đặt nhiệt độ cuộn sau khi cán nóng là 500°C hoặc cao hơn; và thực hiện việc ủ theo các điều kiện: tốc độ nung nóng tấm thép từ 500°C đến phạm vi nhiệt độ ủ đều ít nhất là 0,2°C/giây; nhiệt độ ủ đều trong quy trình ủ đều nằm trong phạm vi từ 700°C đến 900°C; thời gian ủ đều nằm trong phạm vi từ 10 giây đến 1000 giây; và tốc độ làm nguội tấm thép từ phạm vi nhiệt độ ủ đều về 500°C ít nhất là 3°C/giây.

Nhiệt độ cuộn sau khi cán nóng: 500°C hoặc cao hơn

Trong trường hợp nhiệt độ cuộn sau khi cán nóng quá thấp, sự tập trung có lựa chọn của cacbon vào trong austenit có thể không xảy ra theo cách thỏa mãn trong suốt sự biến đổi ferit, do đó sự hình thành peclit có thể được ngăn chặn trong quy trình ủ sau khi cán nguội. hơn nữa, tấm thép được hóa cứng do sự hình thành các pha chuyển đổi nhiệt độ khá thấp chẳng hạn bainit và martensit, điều này làm tăng tải trọng được thí nghiệm trong lúc thực hiện cán nguội sau đó và do đó làm cho thao tác gia công khó khăn. Theo đó, nhiệt độ cuộn là 500°C hoặc cao hơn, tốt hơn là 550°C hoặc cao hơn, và tốt hơn nữa là 600°C hoặc cao hơn. Mặc dù giới hạn trên của nhiệt độ cuộn không được định rõ cụ thể, giới hạn trên của nhiệt độ cuộn tốt hơn là 750°C hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 700°C hoặc nhỏ hơn, và tốt nhất là 650°C hoặc nhỏ hơn bởi vì nhiệt độ cuộn quá cao sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho sự hình thành các vảy gỉ làm giảm hiệu suất sản xuất tấm thép, hơn nữa tạo ra các khuyết tật bề mặt do vảy gỉ còn lại trong quy trình tẩy gỉ.

Tốc độ nung nóng tấm thép từ 500°C đến phạm vi nhiệt độ ủ đều trong quy trình ủ: ít nhất là 0,2°C/giây

Tốc độ nung nóng tấm thép qua thấp trong quy trình ủ sẽ cho phép hình thành xementit hòa tan trong dòng nhiệt, do đó cacbon khuếch tán để ngăn chặn sự tập trung có lựa chọn của cacbon và do đó sự hình thành peclit được ngăn chặn trong quy trình làm nguội sau đó. Xem xét rằng sự hình thành xementit hòa tan sẽ trở nên thấy rõ ở nhiệt độ bằng hoặc cao hơn 500°C , tốc độ nung nóng từ 500°C đến nhiệt độ ủ đều ít nhất là $0,2^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, tốt hơn là ít nhất là $0,5^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, tốt hơn nữa là ít nhất là $1^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, và tốt hơn nữa là ít nhất là $3^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Giới hạn trên của tốc độ nung nóng không được định rõ cụ thể và tấm thép có thể được nung nóng với tốc độ nung nóng là $100^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ cao hơn bằng cách sử dụng IH (nung nóng cảm ứng) hoặc tương tự. Tốc độ nung nóng là $30^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc thấp hơn thường thỏa mãn trừ khi thiết bị nung nóng cụ thể được sử dụng.

Nhiệt độ ủ đều trong quy trình ủ: từ 700°C đến 900°C

Nhiệt độ ủ đều quá thấp sẽ dẫn đến không chỉ sự kết tinh lại không hoàn toàn và sự giảm đáng kể tính dẻo của tấm thép mà còn sự ngăn chặn sự tập trung có lựa chọn của cacbon do sự chuyển đổi austenit bị lỗi, sau đó sẽ dẫn đến sự ngăn chặn sự hình thành peclit trong quy trình làm nguội bị lỗi. Theo đó, nhiệt độ ủ đều ít nhất là 700°C và tốt hơn là ít nhất là 750°C .

Tuy nhiên, nhiệt độ ủ đều là 900°C hoặc thấp hơn và tốt hơn là 850°C hoặc thấp hơn bởi vì nhiệt độ ủ đều quá cao sẽ làm thành hạt thô và giảm độ bền của thép.

Thời gian ủ đều trong quy trình ủ: từ 10 giây đến 1000 giây

Thời gian ủ đều quá ngắn sẽ dẫn đến sự kết tinh lại không hoàn toàn và sự giảm đáng kể độ giãn dài. Theo đó, thời gian ủ đều ít nhất là 10 giây, tốt hơn là 30 giây, và tốt hơn nữa là 100 giây.

Tuy nhiên, thời gian ủ đều là 1000 giây hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là 500 giây hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 300 giây hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 200 giây hoặc nhỏ hơn bởi vì thời gian ủ đều quá dài sẽ làm thành hạt ferit thô và làm giảm độ bền của thép.

Tốc độ làm nguội tấm thép từ phạm vi nhiệt độ ủ đều đến 500°C trong quy trình ủ: ít nhất là $3^{\circ}\text{C}/\text{giây}$

Tốc độ làm nguội tấm thép quá thấp từ nhiệt độ ủ đều không chỉ làm thành hạt ferit thô và do đó làm giảm độ bền của thép mà còn mở rộng sự giãn cách dạng tấm của peclit. Xem xét rằng hiện tượng như vậy như đã mô tả ở trên sẽ trở nên thấy rõ ở

nhệt độ bằng hoặc cao hơn 500°C , tốc độ làm nguội từ nhiệt độ ủ đều đến 500°C ít nhất là $3^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, tốt hơn là $5^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, và tốt hơn nữa là $10^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Mặc dù giới hạn trên của tốc độ làm nguội không được định rõ cụ thể, tốc độ nung nóng là $30^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc giá trị này thường thỏa mãn bởi vì làm nguội nhanh hơn có thể yêu cầu thiết bị đặc biệt.

Giữ tấm thép ở nhiệt độ nằm trong phạm vi từ 200°C đến 500°C trong ít nhất 30 giây trong lúc làm nguội tấm thép sau các quy trình nung nóng và ủ đều. Tính dẻo và khả năng chống già hóa của tấm thép có thể được cải thiện bằng cách kết tủa xementit và giảm cacbon hòa tan bằng cách lưu giữ tấm thép ở nhiệt độ tương đối thấp trong quy trình làm nguội sau khi nung nóng và ủ đều. Xét thấy rằng sự giảm cacbon hòa tan như vậy như được mô tả ở trên sẽ trở nên thấy rõ ở nhiệt độ nằm trong phạm vi từ 200°C đến 500°C , tấm thép được giữ trong quy trình làm nguội ở nhiệt độ nằm trong phạm vi từ 200°C đến 500°C tốt hơn là ít nhất 30 giây, tốt hơn nữa là 100 giây, và tốt hơn nữa là 150 giây. Giới hạn trên của thời gian lưu giữ không được định rõ cụ thể. Thời gian giữ là 600 giây hoặc như vậy nói chung là thỏa mãn.

Hệ số giảm chiều dày tấm trong lúc cán là sau khi ủ: từ 0,1% đến 3,0%

Cán là sau khi ủ sẽ làm giảm độ giãn dài điểm giới hạn chảy của tấm thép, điều này ngăn chặn sự hình thành các nếp nhăn bên trong trong lúc tạo hình bằng dập, và cùng ngăn chặn thành công sự tập trung ứng suất trong thao tác gia công dập hoặc cắt ngay cả có sự dẫn các ứng suất. Theo đó, tốt hơn là thực hiện việc cán là sau khi ủ. Hệ số giảm chiều dày tấm trong lúc cán là sau khi ủ như vậy như được mô tả ở trên tốt hơn là ít nhất 0,1% và tốt hơn nữa là ít nhất là 0,5%.

Tuy nhiên, hệ số giảm chiều dày tấm trong lúc cán là sau khi ủ tốt nhất là 3,0% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 2,0% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 1,5% hoặc nhỏ hơn bởi vì hệ số giảm chiều dày tấm quá lớn sẽ dẫn đến sự giảm tính dẻo của tấm thép do sự cứng hóa ứng suất. Việc cán là có thể là cán bằng các con lăn hoặc tạo hình kéo bằng việc áp dụng lực kéo đối với tấm thép, hoặc là sự kết hợp của cán và tạo hình bằng cách kéo.

Trong việc thực hiện sáng chế, thép có thể được chuẩn bị bằng kỹ thuật thổi bằng cách sử dụng thích hợp lò chuyển thông thường, lò điện, và tương tự. Thép nóng chảy theo cách đó được chuẩn bị sau đó được đúc để thu được tấm và tấm này ngay sau đó được cán nóng. Như một sự lựa chọn, tấm ở trạng thái ấm hoặc lạnh có thể

được nung nóng lại và được cán nóng. Việc nung nóng trong lúc cán nóng có thể được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong phạm vi từ 1100°C đến 1250°C.

Việc cán nóng tốt hơn là được hoàn thiện bằng việc cán tinh ở vùng austenit sau khi cán tinh.

Tốc độ làm nguội giữa cán tinh và cuộn không được giới hạn cụ thể và tốc độ làm nguội không thấp hơn việc làm nguội bằng không khí tự nhiên sẽ thỏa mãn. Có thể chấp nhận thực hiện việc làm nguội nhanh với 20°C/giây hoặc cao hơn hoặc làm nguội siêu nhanh với 100°C/giây hoặc cao hơn.

Trong việc cán nguội sau khi tẩy gỉ thông thường sau đó, việc cán có thể được thực hiện với hệ số cán nguội nằm trong phạm vi từ 50% đến 80%. Trong việc ủ, mặc dù hệ số tăng nhiệt trong quá trình tăng nhiệt lên đến 500°C không bị giới hạn cụ thể, hệ số nhiệt độ tốt hơn là ít nhất là 3°C/giây bởi vì ngược lại hiệu quả hoạt động bị ảnh hưởng xấu.

Tấm thép của sáng chế tùy chọn được nhúng vào trong bể mạ kẽm ở nhiệt độ nằm trong phạm vi từ 420°C đến 500°C ở công đoạn của quy trình làm nguội sau khi ủ đều, được tạo ra có màng mạ trên cơ sở mạ điện.

Hơn nữa, vật liệu thép mà đã được nhúng chìm vào trong bể mạ có thể được nung nóng lại đến nhiệt độ nằm trong phạm vi từ 460°C đến 570°C và được lưu giữ ở trạng thái này trong 1 giây, tốt hơn là ít nhất 5 giây, quá trình này được gọi là “sự xử lý hợp kim hóa” bằng cách hợp kim hóa kẽm với sắt.

Liên quan đến việc mạ, việc mạ này khác mạ kẽm, ví dụ mạ Al, mạ hỗn hợp Zn-Al và tương tự, có thể được thực hiện. Trong trường hợp việc mạ không được thực hiện trong lúc ủ, mạ kẽm bằng điện, mạ Ni hoặc tương tự có thể được thực hiện. Hơn nữa, có thể chấp nhận tạo ra một màng trên tấm thép cán nguội hoặc tấm thép phủ bằng việc mạ chuyển hóa hóa học hoặc tương tự.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các ví dụ của sáng chế sẽ được mô tả.

Bảng 1 thể hiện các thành phần hóa học của các mẫu tấm tương ứng và Bảng 2 thể hiện các điều kiện sản xuất của các mẫu tấm thép tương ứng. Các thép nóng chảy có các thành phần hóa học hoặc cấu tạo của Bảng 1 được đúc liên tục để thu được các mẫu tấm (vật liệu thép) tương ứng. Các mẫu tấm thu được theo cách như vậy được cán nóng, làm nguội, cuộn, tẩy gỉ, cán nguội và ủ theo thứ tự này theo các điều kiện sản

xuất của Bảng 2, tương ứng, để sản xuất các mẫu tấm thép cán nguội độ bền cao tương ứng. Một vài (thực tế là hầu hết) trong số các mẫu thép còn được cán là sau khi ủ.

Liên quan đến việc mạ, “GA” thể hiện mạ ủ kẽm nhúng nóng, “GI” thể hiện mạ kẽm nhúng nóng, và “EG” thể hiện mạ kẽm điện trong Bảng 2. GA và GI được thực hiện ở công đoạn của quy trình làm nguội của việc ủ. EG được thực hiện sau khi ủ.

Bảng 1

Loại thép	Thành phần hóa học (theo % theo khối lượng)								Mn/C	Các thành phần còn lại	Ghi chú
	C	Si	Mn	P	S	Al	N				
A	0,16	0,01	0,8	0,01	0,01	0,04	0,003	5,0	-	Thép ví dụ	
B	0,04	0,01	0,6	0,01	0,01	0,03	0,002	15,0	-	Thép ví dụ so sánh	
C	0,08	0,02	1,5	0,08	0,02	0,01	0,001	18,8	B:0.0005	Thép ví dụ	
D	0,10	0,01	0,6	0,10	0,02	0,10	0,002	6,0	Cr:0.02	Thép ví dụ	
E	0,11	0,05	1,3	0,03	0,05	0,05	0,003	11,8	B:0.0002,Cr:0.02,Ni:0.03, Cu:0.02	Thép ví dụ	
F	0,13	0,03	1,0	0,03	0,08	0,04	0,008	7,7	-	Thép ví dụ	
G	0,15	0,10	0,4	0,05	0,03	0,08	0,010	2,7	Sb:0.010	Thép ví dụ	
H	0,09	0,08	0,2	0,02	0,10	0,06	0,005	2,2	-	Thép ví dụ	
I	0,18	0,01	0,5	0,01	0,01	0,05	0,004	2,8	Ca:0.001	Thép ví dụ	
J	0,20	0,02	0,7	0,01	0,02	0,04	0,003	3,5	-	Thép ví dụ	
K	0,21	0,02	0,8	0,02	0,01	0,05	0,002	3,8	Cr:0.02	Thép ví dụ so sánh	
L	0,15	0,11	0,6	0,01	0,02	0,06	0,001	4,0	-	Thép ví dụ so sánh	
M	0,16	0,01	0,1	0,01	0,01	0,04	0,002	0,6	Cu:0.02,Nb:0.01	Thép ví dụ so sánh	
N	0,15	0,02	1,8	0,01	0,02	0,05	0,003	12,0	-	Thép ví dụ so sánh	
O	0,14	0,01	0,8	0,01	0,11	0,04	0,003	5,7	-	Thép ví dụ so sánh	
P	0,11	0,01	0,2	0,02	0,01	0,05	0,002	1,8	-	Thép ví dụ so sánh	
Q	0,15	0,01	0,6	0,01	0,02	0,06	0,003	4,0	Ca:0.002,REM:0.0005	Thép ví dụ	
R	0,16	0,01	0,5	0,02	0,01	0,05	0,004	3,1	Ti:0.02	Thép ví dụ	
S	0,16	0,01	0,9	0,01	0,01	0,04	0,003	5,6	B:0.0002,Cr:0.03,Ni:0.02,Cu:0. 02, Ti:0.01,Nb:0.01,V:0.01,Ta:0.00	Thép ví dụ	

Bảng 2

Tấm thép số	Loại thép	Cán nóng		Cán nguội		Tôi								Ghi chú
		Nhiệt độ hoàn thiện cán (°C)	Nhiệt độ cuộn (°C)	Hệ số giảm cán (%)	Chiều dày tấm (mm)	Hệ số nung nóng từ 500°C (°C/giây)	Nhiệt độ thấm (°C)	Thời gian thấm (giây)	Tốc độ làm nguội về 500°C (°C/giây)	Nhiệt độ lưu giữ (°C)	Thời gian lưu giữ (giây)	Phủ	Hệ số giảm chiều dày tấm bằng cách cán tối (%)	
1	A	860	600	61	1,6	1,0	820	135	10	350	180	-	1,5	Ví dụ
2	B	850	650	53	1,4	3,6	780	100	9	350	220	-	1,0	Ví dụ so sánh
3	C	830	580	60	0,6	0,5	830	28	18	200	100	-	0,5	Ví dụ
4	D	880	500	45	2,0	0,2	900	10	23	-	-	GA	3,0	Ví dụ
5	E	820	530	58	1,2	2,8	700	1000	15	-	-	GI	0,8	Ví dụ
6	F	880	550	73	0,6	5,2	750	486	7	400	155	-	0,5	Ví dụ
7	G	840	620	56	1,4	1,6	860	83	3	500	30	-	2,2	Ví dụ
8	H	860	740	67	0,8	3,2	730	35	8	-	-	GA	0,6	Ví dụ
9	I	850	700	72	0,8	8,3	800	182	15	-	-	GI	1,1	Ví dụ
10	J	870	650	68	1,0	4,2	820	103	17	450	300	EG	0,8	Ví dụ
11	K	860	550	65	0,8	1,1	750	98	8	250	130	-	1,0	Ví dụ so sánh
12	L	830	560	71	0,8	2,1	820	210	15	-	-	GI	1,5	Ví dụ so sánh
13	M	870	610	58	0,8	2,5	830	133	16	-	-	GA	1,1	Ví dụ so sánh
14	N	860	530	62	1,0	0,5	790	154	14	330	150	-	0,4	Ví dụ so sánh
15	O	880	620	68	1,2	3,5	860	182	8	-	-	GI	0,8	Ví dụ so sánh
16	P	840	670	72	0,8	0,5	720	117	3	360	180	-	0,7	Ví dụ so sánh
17	Q	870	630	76	0,8	12,5	830	253	12	330	250	-	0,1	Ví dụ

18	R	890	570	53	1,4	3,2	780	170	18	-	-	GA	0,8	Ví dụ
19	S	820	590	55	1,6	2,2	850	294	7	420	130	-	1,8	Ví dụ
20	T	840	670	63	1,4	4,5	820	169	30	-	-	GI	1,3	Ví dụ
21	U	830	480	65	0,8	2,5	820	53	8	-	-	GA	0,6	Ví dụ so sánh
22	V	860	550	61	0,8	0,1	830	83	14	400	130	-	0,8	Ví dụ so sánh
23	W	870	640	60	0,8	1,3	680	133	26	-	-	GI	0,8	Ví dụ so sánh
24	X	850	610	48	1,2	2,6	910	152	22	380	210	-	1,0	Ví dụ so sánh
25	Y	860	620	59	1,2	1,2	790	8	13	-	-	GI	1,2	Ví dụ so sánh
26	Z	850	580	62	1,2	8,2	780	1050	14	-	-	GA	1,2	Ví dụ so sánh
27	AA	860	610	70	1,0	4,7	830	182	2	290	110	-	1,2	Ví dụ so sánh
28	Q	870	630	76	0,8	12,5	830	253	12	330	250	-	-	Ví dụ

* Các giá trị được gạch chân nằm xa phạm vi của sáng chế

Cấu trúc thép của mặt cắt ngang theo chiều cán của mỗi mẫu tấm thép tương ứng được quan sát bằng cách sử dụng kính hiển vi điện tử quét (SEM) với sự phóng đại x 1000, và các tỷ lệ diện tích của các cấu trúc tinh thể thép tương ứng được xác định bằng cách xử lý hình ảnh của năm vùng ($100\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$). Sự giãn cách dạng tấm của peclit được xác định bằng cách: tính toán sự giãn cách dạng tấm trung bình đối với mỗi cấu trúc peclit tương ứng được quan sát theo cách đó; và tính toán các giá trị trung bình của sự giãn cách dạng tấm được tính toán theo cách đó.

Hơn nữa, các thử nghiệm chịu kéo để đo điểm giới hạn chảy (YP), độ bền kéo (TS) và độ giãn dài (EL) được thực hiện cho mỗi mẫu tấm thép bằng cắt mẫu thử nghiệm chịu kéo JIS số 5 từ mẫu theo chiều vuông góc với chiều cán, theo tiêu chuẩn JIS z 2241.

Hơn nữa, tỷ lệ giãn nở lỗ rỗng của mỗi mẫu tấm thép được tính toán theo tiêu chuẩn JIS z 2256.

Bảng 3 thể hiện các kết quả được đo và tính toán theo cách như vậy. Độ bền kéo (TS) ít nhất bằng 390 MPa, độ giãn dài ít nhất bằng 30%, và tỷ lệ giãn nở lỗ rỗng ít nhất là 40% được đánh giá là hoàn hảo, tương ứng, về các đặc tính vật lý thích hợp.

Bảng 3

Tấm thép số	Cấu trúc thép				Các giá trị của đặc tính cơ học				Ghi chú
	Tỷ lệ diện tích của ferit (%)	Tỷ lệ diện tích của peclit (%)	Tỷ lệ diện tích của bainit và mactensit (%)	Sự giãn cách dạng tấm của peclit (μm)	YP (MPa)	TS (MPa)	Độ giãn dài tổng (%)	Tỷ lệ giãn nở lỗ rỗng (%)	
1	98	2	0	0,3	300	450	41	55	Tấm thép ví dụ
2	100	0	0	-	250	370	47	60	Tấm thép ví dụ
3	99	1	0	0,1	270	390	43	72	Tấm thép ví dụ
4	99	1	0	0,4	260	410	42	62	Tấm thép ví dụ
5	98	2	0	0,2	270	410	43	61	Tấm thép ví dụ
6	99	1	0	0,3	290	440	41	58	Tấm thép ví dụ
7	98	2	0	0,4	310	460	40	48	Tấm thép ví dụ
8	99	1	0	0,5	270	400	42	43	Tấm thép ví dụ
9	95	5	0	0,3	320	460	35	45	Tấm thép ví dụ
10	90	10	0	0,3	330	480	31	40	Tấm thép ví dụ
11	89	11	0	0,3	340	510	27	37	Tấm thép ví dụ so sánh
12	89	0	11	-	290	420	29	38	Tấm thép ví dụ so sánh
13	99	1	0	0,8	290	440	35	20	Tấm thép ví dụ so sánh
14	85	0	15	-	320	550	28	37	Tấm thép ví dụ so sánh
15	98	2	0	0,4	310	460	30	30	Tấm thép ví dụ so sánh
16	98	2	0	0,6	290	400	41	35	Tấm thép ví dụ so sánh
17	98	2	0	0,3	320	460	41	54	Tấm thép ví dụ
18	98	2	0	0,3	320	450	39	56	Tấm thép ví dụ
19	98	2	0	0,2	330	470	36	58	Tấm thép ví dụ
20	99	1	0	0,3	320	450	40	49	Tấm thép ví dụ
21	93	0	7	-	310	470	28	38	Tấm thép ví dụ so sánh
22	92	0	8	-	320	460	29	37	Tấm thép ví dụ so sánh
23	99	1	0	0,6	390	490	25	33	Tấm thép ví dụ so sánh
24	100	0	0	0,2	280	380	41	55	Tấm thép ví dụ so sánh
25	99	1	0	0,6	350	450	28	35	Tấm thép ví dụ so sánh
26	100	0	0	0,2	270	370	44	60	Tấm thép ví dụ so sánh
27	99	1	0	0,6	260	380	43	38	Tấm thép ví dụ so sánh
28	98	2	0	0,3	310	455	42	56	Tấm thép ví dụ

* Các giá trị được gạch chân nằm xa phạm vi của sáng chế

Được hiểu từ các kết quả được thể hiện trong Bảng 3 rằng các mẫu tấm thép của các Ví dụ theo sáng chế (các số 1, từ 3 đến 10, từ 17 đến 20 và 28) biểu hiện chung các giá trị thỏa mãn cho mỗi đặc tính vật lý thích hợp.

Ngược lại, các mẫu tấm thép của các Ví dụ so sánh (các số 2, từ 11 đến 16 và từ 21 đến 27) thể hiện chung ít nhất một giá trị kém cho các đặc tính vật lý thích hợp, so với các mẫu tấm thép của các Ví dụ.

Fig. 1 thể hiện mối quan hệ giữa $[\% \text{ Mn}]/[\% \text{ C}]$ và sự giãn cách dạng tấm của peclit cho các mẫu tấm thép số 1, từ 3 đến 10, 13, 16 và từ 17 đến 20. Được hiểu rằng từ Fig.1 rằng sự giãn cách dạng tấm $< 0,5\mu\text{m}$ có thể đạt được thỏa đáng bằng cách đảm bảo $[\% \text{ Mn}]/[\% \text{ C}] > 2,0$.

Hơn nữa, Fig.2 thể hiện mối quan hệ giữa sự giãn cách dạng tấm của peclit và tỷ lệ giãn nở lỗ rỗng cho các mẫu tấm thép số 1, từ 3 đến 10, 13, 16 và từ 17 đến 20. Từ Fig.2 biết rằng tỷ lệ giãn nở lỗ rỗng $> 40\%$ có thể đạt được một cách thích hợp bằng cách đảm bảo sự giãn cách dạng tấm $< 0,5\mu\text{m}$.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Theo sáng chế, có thể tạo ra tấm thép cán nguội độ bền cao hoàn hảo ở cả hình thức và khả năng giãn nở lỗ rỗng và phương pháp sản xuất một cách thuận lợi tấm thép này, sáng chế tạo ra hiệu quả cực tốt trong quy mô công nghiệp.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép cán nguội độ bền cao dễ tạo hình, bao gồm các thành phần, theo % khối lượng như sau:

C: 0,05% đến 0,20%;

Si: 0,10% hoặc nhỏ hơn;

Mn: 0,2% đến 1,7%;

P: 0,10% hoặc nhỏ hơn;

S: 0,10% hoặc nhỏ hơn;

Al: 0,01% đến 0,10%;

N: 0,010% hoặc nhỏ hơn; và

lượng còn lại là Fe và các tạp chất phụ,

trong đó [% M] thể hiện hàm lượng (theo % khối lượng) của nguyên tố “M” trong thép, $[\% \text{ Mn}]/[\% \text{ C}] > 2,0$; tỷ lệ diện tích của ferit ít nhất là 90%, tỷ lệ diện tích của peclit nằm trong phạm vi từ 1% đến 10%, và sự giãn cách dạng tấm của peclit không lớn hơn $0,5\mu\text{m}$.

2. Tấm thép cán nguội độ bền cao dễ tạo hình theo điểm 1, trong đó tấm thép này còn bao gồm, theo % khối lượng, ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm B: 0,0002% đến 0,0030%, Cr: 0,002% đến 0,10%, Ni: 0,002% đến 0,10% và Cu: 0,002% đến 0,10%.

3. Tấm thép cán nguội độ bền cao dễ tạo hình theo điểm 1 hoặc 2, trong đó tấm thép này còn bao gồm, theo % khối lượng, ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Ti, Nb, V, Ta, W và Mo mỗi chúng có hàm lượng nằm trong phạm vi từ 0,002% đến 0,050%.

4. Tấm thép cán nguội độ bền cao dễ tạo hình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó tấm thép này còn bao gồm, theo % khối lượng, Sb: 0,005% đến 0,050%.

5. Tấm thép cán nguội độ bền cao dễ tạo hình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó tấm thép này còn bao gồm, theo % khối lượng, ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Ca và REM (kim loại đất hiếm), mỗi chúng có hàm lượng nằm trong phạm vi 0,0005% đến 0,01%.

6. Tấm thép cán nguội độ bền cao dễ tạo hình theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 đến 5, trong đó tấm thép này có độ bền kéo ít nhất là 390 MPa, độ giãn dài ít nhất là

30%, và khả năng giãn nở lỗ rỗng ít nhất là 40%.

7. Tấm thép cán nguội độ bền cao dễ tạo hình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó bề mặt của tấm thép này được tạo ra có lớp mạ.

8. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội độ bền cao dễ tạo hình, bao gồm các bước sau: chuẩn bị vật liệu thép có thành phần theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5 và cho vật liệu thép được cán nóng, làm nguội, cuộn, tẩy gỉ, cán nguội và ủ theo thứ tự này để tạo ra tấm thép, khác biệt ở chỗ:

thiết lập nhiệt độ cuộn sau khi cán nóng là 500°C hoặc cao hơn; và

thực hiện việc ủ theo các điều kiện bao gồm tốc độ nung nóng tấm thép từ 500°C đến phạm vi nhiệt độ ủ đều, ít nhất là 0,2°C/giây,

nhiệt độ ủ đều trong quy trình ủ đều trong phạm vi từ 700°C đến 900°C,

thời gian ủ đều trong phạm vi từ 10 giây đến 1000 giây, và

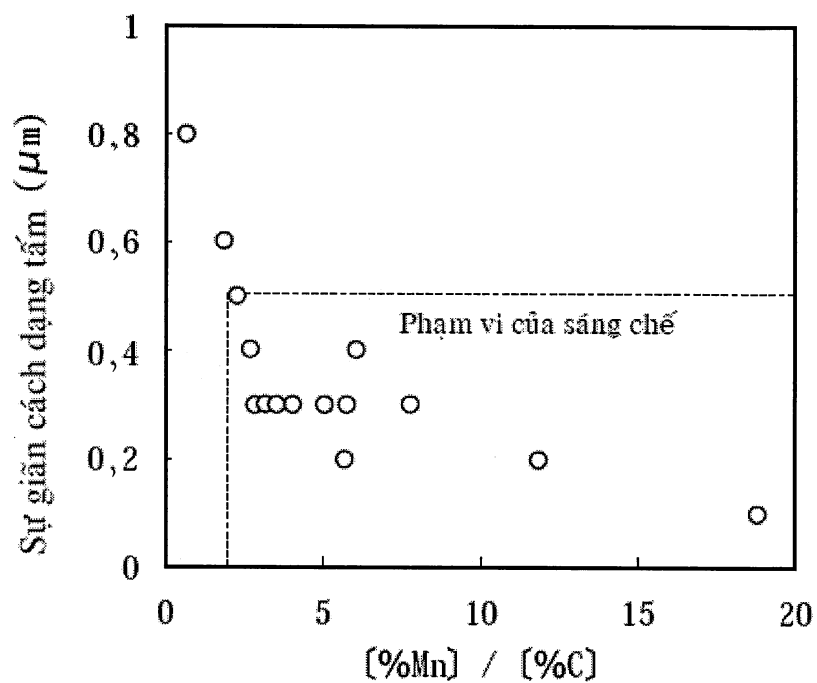
tốc độ làm nguội tấm thép từ phạm vi nhiệt độ ủ đều về 500°C ít nhất là 3°C/giây.

9. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội độ bền cao dễ tạo hình theo điểm 8, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước giữ tấm thép ở nhiệt độ nằm trong phạm vi từ 200°C đến 500°C trong ít nhất 30 giây trong lúc làm nguội tấm thép sau quy trình ủ đều.

10. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội độ bền cao dễ tạo hình theo điểm 8 hoặc 9, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước cho tấm thép được cán là sau khi ủ với hệ số giảm chiều dày tấm nằm trong phạm vi từ 0,1% đến 3,0%.

11. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội độ bền cao dễ tạo hình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 8 đến 10, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước cho tấm thép qua quy trình mạ sau khi làm nguội về 500°C.

12. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội độ bền cao dễ tạo hình theo điểm 11, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước cho lớp mạ được tạo ra bởi quy trình mạ qua quy trình mạ ủ kẽm.

FIG. 1*FIG. 2*