



(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)



1-0027271

(51)⁷ C22C 38/06; C21D 8/04

(13) B

(21) 1-2013-00043

(22) 04/01/2013

(30) 2012-081987 30/03/2012 JP

(45) 25/02/2021 395

(43) 25/10/2013 307A

(73) JFE Steel Corporation (JP)

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

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

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

(54) TẤM THÉP CÁN NGUỘI CÓ KHẢ NĂNG TẠO HÌNH UỐN CAO VÀ PHƯƠNG
PHÁP SẢN XUẤT TẤM THÉP NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nguội có khả năng tạo hình uốn cao và phương pháp sản xuất tấm thép này một cách có lợi. Cụ thể là, sáng chế đề xuất tấm thép cán nguội có khả năng tạo hình uốn cao, bao gồm các thành phần theo % khối lượng, C: từ 0,005% đến 0,030%; Si: 0,05% hoặc nhỏ hơn; Mn: từ 0,10% đến 0,35%; P: 0,025% hoặc nhỏ hơn; S: 0,015% hoặc nhỏ hơn; N: 0,01% hoặc nhỏ hơn; Al: 0,07% hoặc nhỏ hơn; và phần còn lại là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên, trong đó với điều kiện là ký hiệu [% M] biểu thị hàm lượng S (% khối lượng) của nguyên tố “M” trong thép, [% Si]/ [% Mn] < 0,5; đường kính hạt ferit trong thép không lớn hơn 20 µm; và ít nhất là bằng 50% xementit kết tủa có trên mạng ferit.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nguội có khả năng tạo hình uốn cao thích hợp làm vật liệu của các phần kết cấu sử dụng cho ô tô, nhà ở, đồ gia dụng, các bàn làm việc, thiết bị điện tử gia dụng và dạng tương tự. Sáng chế còn đề cập đến phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các tấm thép cán nguội, vì khả năng tạo hình tốt của chúng, được sử dụng là vật liệu của các phần kết cấu khác nhau. Thông thường, tấm thép có đối tượng kích thước hai chiều được dập tạo hình thành kết cấu kích thước ba chiều và khi đó các kết cấu kích thước ba chiều thu được như vậy được hàn vào một kết cấu phức tạp hơn. Do đó, tấm thép cán nguội được yêu cầu phải có khả năng dập tạo hình tốt.

Trong số một vài phương pháp dập khác nhau liên quan với việc dập tạo hình, việc uốn chỉ là phương pháp tạo hình trong đó sự phân bố ứng suất về phía hướng chiều dày tấm được xem xét một cách cẩn thận. Về vấn đề này, việc uốn cong thường phải không gây sự chú ý nhiều trở nên gay gắt vì các hình dạng ngày càng phức tạp hơn được yêu cầu trong việc dập tạo hình. Nói cách khác, đã ghi nhận số lượng các trường hợp thể hiện vết nứt dập trong quá trình uốn tăng lên.

JP-A 61-124533, mặc dù sáng chế không có mục đích trực tiếp trong việc cải thiện khả năng tạo hình uốn tấm thép, thể hiện vấn đề này, phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội là mỹ mãn về cả khả năng tạo hình và khả năng chống già hoá bằng cách làm giảm các hàm lượng C, Mn, Al và N tương ứng, tiến hành cán nguội với mức làm giảm chiều dày ít nhất là 50% và sau đó là quá trình ủ với các điều kiện làm nguội sau ủ và được nêu cụ thể và cũng tiến hành là phẳng với mức giảm chiều dày cụ thể.

Tuy nhiên, phương pháp theo JP-A 61-124533 có vấn đề là các ứng suất được đưa lên các bề mặt của tấm thép thu được bằng cách là phẳng, vì vậy các vết nứt có xu hướng phát sinh trên các bề mặt trong quá trình uốn tấm thép, mặc dù tấm thép thu được có khả năng chống già hoá tương đối tốt.

JP-A 02-267227 bộc lộ phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có khả năng tạo hình uốn tốt nhờ các hàm lượng cụ thể của C, Mn, S, O và B trong thép và cho thép này trải qua quá trình đúc liên tục trong các điều kiện cụ thể độ dao, cán nóng, cán nguội và ủ liên tục theo thứ tự này.

Tuy nhiên, phương pháp của JP-A 02-267227 có vấn đề là hàm lượng oxy trong thép phải ít nhất là bằng 60 ppm nhằm điều chỉnh kích cỡ của MnS qua sự phát sinh một lượng lớn tạp chất oxit, vì vậy lượng lớn tạp chất oxit tạo ra vết nứt trong quá trình uốn.

JP-A 07-216459 bộc lộ công nghệ sản xuất tấm thép cán nguội mỹ mãn về cả khả năng chống già hoá và khả năng tạo hình nhờ các hàm lượng cụ thể của C, Si, Mn, P, Al và N trong thép và cho thép này trải qua các quá trình cán nóng, cán nguội và ủ liên tục kể cả quá trình nung nóng nhanh và làm nguội nhanh thép trong đó.

Tuy nhiên, phương pháp theo patent JP-A 07-216459 có vấn đề là việc nung nóng và làm nguội thép quá nhanh tạo cấu trúc theo hướng chiều dày tấm của tấm thép thu được không đồng đều, làm cho tấm thép không thích hợp cho quá trình uốn.

JP 56-136956 bộc lộ tấm thép cán nguội có khả năng tạo hình uốn tốt, thu được theo các hàm lượng cụ thể của C, Mn, Si, N, B và S trong thép và làm tăng một cách đáng kể hàm lượng Mn so với hàm lượng S. Công nghệ này ngăn chặn sự chia tách của Mn, Si ở các bề mặt của tấm thép thu được và làm giảm giới hạn chảy của tấm thép nhờ không già hoá, vì vậy tránh được sự đàn hồi không liên tục của tấm thép và như vậy là cải thiện được khả năng tạo hình uốn của tấm thép đến một mức nào đó.

Tuy nhiên, tấm thép cán nguội theo JP 56-136956 có vấn đề là các vết nứt có xu hướng phát sinh ở mặt phân cách giữa xementit và ferit do hàm lượng cacbon cao, vì vậy khả năng tạo hình uốn thích hợp mạnh liệt có thể không đạt được.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Như được nêu trên, có khó khăn về mặt công nghiệp để tạo ra một cách ổn định tấm thép cán nguội có khả năng tạo hình uốn tốt theo các công nghệ thông thường.

Sáng chế có mục đích là giải quyết một cách có lợi các vấn đề được nêu trên

theo công nghệ trước sáng chế và mục đích của sáng chế là đề xuất tấm thép cán nguội có khả năng tạo hình uốn cao và phương pháp có lợi để sản xuất tấm thép cán nguội.

Khả năng tạo hình của tấm thép cán nguội thường được cải thiện bằng cách làm giảm chủ yếu là hàm lượng chất tan cacbon trong thép. Các điều kiện nung quá già và là phẳng trong quá trình sản xuất tấm thép được tối ưu hoá.

Tuy nhiên, bây giờ thường nghĩ rằng, khó tiếp tục cải thiện khả năng tạo hình của tấm thép cán nguội theo cách tiếp cận thông thường như được nêu trên, tức là chủ yếu dựa trên quá trình làm giảm hàm lượng cacbon chất tan trong thép.

Theo tình trạng được nêu trên, các tác giả sáng chế đã nghiên cứu các yếu tố khác để cải thiện khả năng tạo hình uốn của tấm thép khác với công nghệ thông thường, với mục đích làm giảm hàm lượng cacbon chất tan, của các điều kiện nung quá già và là phẳng và kết quả là, x tác giả sáng chế phát hiện ra rằng: đường kính hạt ferit và vị trí xementit phải được điều chỉnh một cách đồng thời nhằm cải thiện một cách thành công khả năng tạo hình uốn của tấm thép; thành phần thép có hàm lượng Si và Mn là tương đối thấp sẽ có lợi về mặt điều chỉnh đường kính hạt ferit một cách phù hợp và vị trí xementit; và tỷ lệ hàm lượng Si với hàm lượng Mn tốt hơn là nằm trong một phạm vi cụ thể nhằm điều chỉnh đường kính hạt ferit và vị trí kết tủa của xementit một cách phù hợp.

Sáng chế hoàn thành trên cơ sở các phát hiện được nêu trên và các đặc điểm chủ yếu của sáng chế là như sau.

(1) Tấm thép cán nguội có khả năng tạo hình uốn cao, bao gồm thành phần theo % khối lượng là C: từ 0,005% đến 0,030%; Si: 0,05% hoặc nhỏ hơn; Mn: từ 0,10% đến 0,35%; P: 0,025% hoặc nhỏ hơn; S: 0,015% hoặc nhỏ hơn; N: 0,01% hoặc nhỏ hơn; Al: 0,07% hoặc nhỏ hơn; và phần còn lại là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên, trong đó ký hiệu [% M] biểu thị hàm lượng S (% khối lượng) của nguyên tố “M” trong thép, $[\% \text{ Si}] / [\% \text{ Mn}] < 0,5$; đường kính hạt ferit trong thép không lớn hơn 20 μm ; và ít nhất là bằng 50% phần kết tủa của xementit có trong mạng ferit.

(2) Tấm thép cán nguội có khả năng tạo hình uốn cao theo mục (1) nêu trên, thành phần của nó còn bao gồm theo % khối lượng B: 0,0050% hoặc nhỏ hơn.

(3) Tấm thép cán nguội có khả năng tạo hình uốn cao theo mục (1) hoặc mục (2) nêu trên, thành phần của nó còn bao gồm theo % khối lượng ít nhất là một nguyên tố được lựa chọn từ nhóm bao gồm Cu, Sn, Ni, Ca, Mg, Co, As, Cr, Mo, Sb, W, Nb, Ti, Pb, Ta, REM, V, Cs, Zr và Hf sao cho tổng các hàm lượng của chúng trong thép là bằng 1% hoặc nhỏ hơn.

(4) Tấm thép cán nguội có khả năng tạo hình uốn cao theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (3) nêu trên, trong đó bề mặt của tấm thép được tạo ra có lớp mạ.

(5) Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có khả năng tạo hình uốn cao, bao gồm được bước: tạo vật liệu thép có thành phần theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (3) nêu trên; đưa vật liệu thép trải qua quá trình cán nóng bao gồm quá trình cán tinh để thu được tấm thép; và sau quá trình cán tinh, đưa tấm thép trải qua các quá trình cuộn, tẩy gỉ, cán nguội, ủ liên tục và xử lý nung quá già theo thứ tự này, khác biệt ở chỗ là: nung nóng vật liệu thép đến nhiệt độ trong phạm vi pha đơn austenit trong quá trình cán nóng và kết thúc quá trình cán nóng ở nhiệt độ cán tinh nằm trong khoảng từ 820⁰C đến 950⁰C (kể cả nhiệt độ 820⁰C và ngoại trừ nhiệt độ 950⁰C); tiến hành quá trình cuộn ở nhiệt độ bằng hoặc thấp hơn 780⁰C; tẩy gỉ trên các bề mặt của tấm thép bằng cách tẩy gỉ; tiến hành quá trình cán nguội với mức làm giảm chiều dày là bằng hoặc thấp hơn 85%; tiến hành quá trình ủ ở nhiệt độ quá trình ủ bằng hoặc thấp hơn 800⁰C; làm nguội tấm thép được ủ này từ nhiệt độ quá trình ủ đến nhiệt độ nung quá già; và tiến hành quá trình xử lý nung quá già ở nhiệt độ dưới 420⁰C.

(6) Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có khả năng tạo hình uốn cao theo mục (5) nêu trên còn bao gồm quá trình làm nguội bằng nước tấm thép sau quá trình ủ và trước quá trình xử lý nung quá già.

(7) Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có khả năng tạo hình uốn cao theo mục (5) hoặc mục (6) nêu trên còn bao gồm việc đưa tấm thép trải qua quá trình mạ sau quá trình xử lý nung quá già.

Theo sáng chế, có thể tạo tấm thép cán nguội có khả năng tạo hình uốn tốt hơn nhiều so với tấm thép thông thường và đề xuất phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội một cách có lợi.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây sáng chế sẽ được mô tả chi tiết.

(Tấm thép cán nguội có khả năng tạo hình uốn cao)

Trước hết, lý do vì sao các thành phần của tấm thép cán nguội bị giới hạn theo các phạm vi được nêu trên theo sáng chế sẽ được lý giải. Theo sáng chế, các ký hiệu “%” và “ppm” của các thành phần dưới đây biểu thị % khối lượng và ppm khối lượng tương ứng, trừ khi được nêu cụ thể khác đi.

C: từ 0,005% đến 0,030%

Xementit dạng cacbon trong thép. Hàm lượng cacbon là bằng 0,005% hoặc nhỏ hơn trong thép làm giảm lực dẫn động kết tủa chất tan cacbon, nhờ đó làm tăng hàm lượng chất tan cacbon và tạo cho sự già hoá ứng suất làm ảnh hưởng xấu đến khả năng tạo hình uốn của tấm thép thu được. Do đó, hàm lượng cacbon trong thép phải ít nhất là bằng 0,005% và tốt hơn ít nhất là bằng 0,010%.

Tuy nhiên, hàm lượng cacbon trong thép vượt quá 0,030% dẫn đến hàm lượng xementit quá cao, vì vậy làm tăng số vị trí xảy ra lỗ trống ở mặt phân cách ở giữa xementit và ferit và làm ảnh hưởng xấu đến khả năng tạo hình uốn của tấm thép thu được. Do đó, hàm lượng cacbon trong thép là bằng 0,030% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn là 0,025% hoặc nhỏ hơn.

Si: 0,05% hoặc nhỏ hơn

Silic là nguyên tố ngăn chặn việc tạo xementit bằng cách ngăn chặn sự chuyển biến cacbon thành xementit. Hàm lượng silic trong thép vượt quá 0,05% có thể gây ra tình trạng trong đó xementit không được kết tủa ở các vị trí thích hợp, có thể tạo thuận lợi cho sự kết tủa xementit ở các đường biên hạt ferit và sự phát sinh các lỗ trống trong quá trình uốn. Do đó, Hàm lượng Si trong thép là bằng 0,05% hoặc nhỏ hơn.

Mn: từ 0,10% đến 0,35%

Mangan, mặc dù không phản ứng với cacbon để tạo thành hợp chất bởi chính nó, được hoà tan vào xementit và giữ cho xementit mịn, nhờ đó xementit được kết tủa trong mạng ferit. Khi hàm lượng Mn trong thép là dưới 0,10%, kết quả này giữ cho

xementit mịn bởi mangan là quá yếu để đạt được các đặc tính vật lý mong muốn của tấm thép thu được. Do đó, hàm lượng Mn trong thép ít nhất là bằng 0,10%. Tuy nhiên, hàm lượng Mn trong thép vượt quá 0,35% dẫn đến sự chia tách mangan và do đó là sự chia tách MnS, vì vậy làm ảnh hưởng xấu đến khả năng tạo hình uốn của tấm thép thu được. Do đó, hàm lượng Mn trong thép phải bằng 0,35% hoặc nhỏ hơn.

P: 0,025% hoặc nhỏ hơn

Phospho, do tính chia tách của nó ở các đường biên hạt ferit, tạo thuận lợi cho sự phát sinh các lỗ trống ở các đường biên hạt ferit trong quá trình thực hiện thao tác uốn. Do đó, được ưu tiên là hàm lượng phospho trong thép bị giảm càng nhiều càng tốt. Cụ thể là, hàm lượng phospho trong thép là bằng 0,025% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn là 0,020% hoặc nhỏ hơn.

S: 0,015% hoặc nhỏ hơn

Lưu huỳnh là nguyên tố được liên kết với Mn tạo thành MnS theo sáng chế. Quá nhiều lưu huỳnh trong thép dẫn đến việc tạo ra quá nhiều MnS, tạo thuận lợi cho sự nứt gãy của tấm thép thu được ở các đường biên hạt ferit khi uốn. Do đó, hàm lượng lưu huỳnh trong thép là bằng 0,015% hoặc nhỏ hơn theo sáng chế.

N: 0,01% hoặc nhỏ hơn

Nitơ được liên kết với nhôm tạo thành AlN và trường hợp trong đó bo được bổ sung vào thép, được liên kết với bo tạo thành BN. Do đó, hàm lượng nitơ quá cao trong thép dẫn đến sự phát sinh quá nhiều AlN, tạo thuận lợi cho sự phát sinh các chỗ trống trong quá trình uốn trong tấm thép thu được và như vậy là ảnh hưởng xấu đến khả năng tạo hình uốn của tấm thép. Do đó, hàm lượng nitơ trong thép là bằng 0,01% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn là 0,0040% hoặc nhỏ hơn theo sáng chế.

Al: 0,07% hoặc nhỏ hơn

Nhôm được sử dụng như là chất khử oxy. Hàm lượng Al trong thép vượt quá 0,07% dẫn đến việc tạo AlN mịn và nhôm oxit mịn do phản ứng của nhôm với oxy là tạp chất ngẫu nhiên, nhờ đó tạo thuận lợi cho sự phát sinh các chỗ trống ở các đường biên hạt ferit trong quá trình uốn. Do đó, hàm lượng Al trong thép là bằng 0,07% hoặc nhỏ hơn.

Bổ sung vào các thành phần cơ bản được nêu trên, thành phần của tấm thép theo sáng chế cũng có thể bao gồm các nguyên tố được mô tả dưới đây theo kiểu thích hợp khi cần thiết.

B: 0,0050% hoặc nhỏ hơn

Trường hợp trong đó bo được bổ sung vào thành phần thép, bo được liên kết với nitơ tạo thành BN và như vậy là ngăn chặn sự kết tủa của AlN mịn. Tiếp theo, BN kết hợp MnS trong đó như là các hạt nhân khi nó được kết tủa và như vậy là làm giảm hàm lượng S của MnS mịn trong thép. Còn tiếp theo nữa, các chất kết tủa trên cơ sở bo này được kết hợp vào mạng ferit. Tức là, bo làm giảm một cách đáng kể số nitrit tồn tại ở các đường biên hạt ferit (các nitrit này có thể tạo ra các lỗ hổng trên tấm thép thu được trong quá trình uốn) và như vậy là cải thiện khả năng tạo hình uốn của tấm thép.

Tuy nhiên, hàm lượng bo trong thép vượt quá 0,0050% có xu hướng tạo ra $\text{Fe}_{23}(\text{CB})_6$ mịn ở các đường biên hạt, vì vậy làm ảnh hưởng xấu đến khả năng tạo hình uốn của tấm thép thu được. Do đó, hàm lượng bo trong thép là bằng 0,0050% hoặc nhỏ hơn.

Ít nhất là một nguyên tố được lựa chọn từ nhóm bao gồm Cu, Sn, Ni, Ca, Mg, Co, As, Cr, Sb, W, Mo, Pb, Ti, Nb, Ta, REM, V, Cs, Zr và Hf theo tổng các hàm lượng của chúng là 1% hoặc nhỏ hơn

Cu, Sn, Ni, Ca, Mg, Co, As, Cr, Sb, W, Mo, Pb, Ti, Nb, Ta, REM, V, Cs, Zr và Hf là các nguyên tố hữu ích về mặt cải thiện khả năng chống chịu ăn mòn của thép. Tuy nhiên, tổng các hàm lượng của các nguyên tố này trong thép vượt quá 1% dẫn đến sự chia tách của chúng ở các đường biên hạt, nhờ đó tạo thuận lợi cho việc tạo các chỗ trống bắt đầu từ các đường biên hạt khi uốn. Do đó, trong hoặc trường hợp bổ sung chỉ các nguyên tố này hoặc theo sự kết hợp, tổng các hàm lượng của chúng trong thép là bằng 1% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn là bằng 0,5% hoặc nhỏ hơn.

Cần lưu ý rằng, phần cân bằng hoặc các thành phần khác với các thành phần được nêu trên của các thành phần của tấm thép là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên.

Việc điều chỉnh một cách đơn giản các thành phần của tấm thép đến các phạm vi được nêu trên là không đủ để đạt được kết quả mong muốn theo sáng chế. Cực kỳ

quan trọng là điều chỉnh một cách hợp lý tỷ lệ hàm lượng Si so với hàm lượng Mn, đường kính hạt ferit và tỷ lệ xementit được kết tủa trong mạng ferit tương ứng theo sáng chế.

Cụ thể là, về cơ bản theo sáng chế là: ký hiệu [% M] biểu thị hàm lượng S (% khối lượng) của nguyên tố “M” trong thép, $[\% \text{ Si}] / [\% \text{ Mn}] < 0,5$; đường kính hạt ferit trong thép không lớn hơn 20 μm ; và ít nhất là bằng 50% phần kết tủa xementit có trong mạng ferit.

$[\% \text{ Si}] / [\% \text{ Mn}] < 0,5$, trong đó [% M] biểu thị hàm lượng S (% khối lượng) của nguyên tố “M” trong thép.

Đây là yêu cầu rất quan trọng đối với các thành phần theo sáng chế. Mangan là nguyên tố tạo austenit và gây ra hiệu ứng duy trì cacbon ở trong các hạt ferit. Trong khi đó, silic gây ra hiệu ứng đánh bật cacbon ra từ các hạt ferit. Tức là, Si hạn chế hiệu ứng gây ra bởi chất tan Mn có trong xementit trong mạng ferit, tạo xementit mịn và duy trì xementit trong mạng ferit. Về vấn đề này, tỷ lệ của $[\% \text{ Si}] / [\% \text{ Mn}]$ phải được xác định một cách cẩn thận nhằm thu được kết quả mong muốn theo sáng chế.

Cụ thể là, tỷ lệ của $[\% \text{ Si}] / [\% \text{ Mn}]$ là nhỏ hơn 0,5 theo sáng chế vì tỷ lệ của $[\% \text{ Si}] / [\% \text{ Mn}]$ vượt quá 0,5 dẫn đến làm giảm một cách đáng kể xementit trong mạng ferit.

Đường kính hạt ferit: không lớn hơn 20 μm

Đường kính hạt ferit vượt quá 20 μm làm cho các ứng suất nảy sinh trong quá trình uốn tấm thép tập trung ở các đường biên hạt ferit, vì vậy tạo thuận cho sự phát sinh các vết nứt bắt đầu ở các đường biên hạt ferit và như vậy là làm ảnh hưởng có hại đến khả năng tạo hình uốn của tấm thép. Do đó, đường kính hạt ferit trong thép là không lớn hơn 20 μm và tốt hơn là không lớn hơn 15 μm .

Sự kết tủa xementit: ít nhất là bằng 50% sự kết tủa của xementit có trong mạng ferit

Tỷ lệ của xementit được kết tủa trong mạng ferit là quan trọng theo sáng chế. Trường hợp trong đó có quá nhiều xementit được kết tủa ở các đường biên hạt ferit, các lỗ trống có xu hướng được phát sinh ở lân cận của xementit ở các đường biên hạt

ferit trong quá trình uốn tấm thép, làm ảnh hưởng xấu khá lớn đến khả năng tạo hình uốn của tấm thép. Cụ thể là, khi tỷ lệ của xementit có trong mạng ferit so với tổng xementit là dưới 50%, khả năng tạo hình uốn của tấm thép thu được bị ảnh hưởng xấu khá lớn. Do đó, ít nhất là 50% (theo thể tích) xementit kết tủa cần có trong mạng ferit.

Tỷ lệ của xementit được kết tủa ở trong các hạt ferit của thép có thể được xác định từ cấu trúc mặt cắt ngang của thép bằng cách: tạo mặt cắt ngang của tấm thép theo hướng chiều dày tấm các cắt song song với hướng cán, để quan sát cấu trúc thép; đánh bóng gương mặt cắt ngang; tạo xementit nổi lên bằng cách sử dụng sự khắc mòn axit picric; quan sát xementit qua phần nổi lên bằng kính hiển vi điện tử quét ($\times 1000$); và xác định tỷ lệ diện tích của diện tích xementit có trong mạng ferit trên tổng diện tích xementit area, tỷ lệ diện tích được xem là “tỷ lệ của xementit có trong mạng ferit”.

Tấm thép theo sáng chế có thể có lớp mạ hoặc màng mạ trên bề mặt của nó. Lớp mạ được tạo ra trên bề mặt của tấm thép cán nguội cải thiện khả năng chống chịu ăn mòn của tấm thép cán nguội. Các phương án cụ thể của tấm mạ (lớp) bao gồm lớp mạ điện, lớp tráng kẽm, lớp mạ điện hợp kim như là lớp mạ điện hợp kim Zn-Ni và dạng tương tự.

(Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có khả năng tạo hình uốn cao)

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

Theo sáng chế, tấm thép cán nguội được sản xuất bằng cách: tạo vật liệu thép là tấm phôi tốt hơn là thu được theo phương pháp đúc liên tục; và đưa vật liệu thép trải qua quá trình cán nóng bao gồm quá trình cán tinh để thu được tấm thép; và sau quá trình cán tinh, đưa tấm thép trải qua các quá trình làm nguội, cuộn, tẩy gỉ, cán nguội, ủ liên tục và xử lý nung quá già theo thứ tự này.

Theo sáng chế, phương pháp tạo thỏi vật liệu thép không bị giới hạn cụ thể và phương pháp tạo thỏi được biết bất kỳ như là lò thổi, lò điện, lò cảm ứng và các dạng tương tự có thể được sử dụng một cách thích hợp. Phương pháp đúc cũng không bị giới hạn cụ thể. Phương pháp đúc liên tục có thể được sử dụng một cách thích hợp. Cho rằng quá trình cán nóng tấm phôi, tấm phôi có thể được cán nóng hoặc sau khi

tắm phôi được tái nung nóng nhờ lò gia nhiệt hoặc sau khi tắm phôi được nung nóng trong một khoảng thời gian ngắn nhờ lò gia nhiệt với mục đích bù trừ nhiệt độ. Theo cách khác, tắm phôi một khi được làm nguội đến nhiệt độ trong phòng sau khi đúc có thể được cán nóng sau khi tắm phôi được nung nóng đến nhiệt độ 1200°C hoặc cao hơn, tốt hơn là 1250°C hoặc cao hơn.

Quá trình cán nóng mà vật liệu thép thu được như vậy được cho trải qua có thể hoặc bao gồm quá trình cán thô và quá trình cán tinh hoặc được tạo ra chỉ bởi quá trình cán tinh bỏ qua quá trình cán thô. Trong cả hai trường hợp, nhiệt độ nung nóng tắm phôi và nhiệt độ cán tinh là cực kỳ quan trọng.

Nhiệt độ nung nóng tắm phôi: trong phạm vi vùng nhiệt độ tương ứng với pha đơn austenit

Việc xác định nhiệt độ nung nóng tắm phôi là trong phạm vi pha kép ferit-austenit thấp hơn so với phạm vi pha đơn austenit sẽ là trường hợp bất lợi mà chỉ ferit được đưa vào trạng thái đã rèn trong quá trình cán nóng để tạo các hạt ferit thô. Do đó cần phải nung nóng tắm phôi đến nhiệt độ tương ứng với vùng pha đơn austenit (tức là nhiệt độ bằng hoặc cao hơn điểm Ac_3).

Nhiệt độ cán tinh: từ 820°C đến 950°C (kể cả trị số 820°C và ngoại trừ trị số 950°C)

Nhiệt độ cán tinh bằng hoặc cao hơn 950°C tạo ra một số hạt trong thép thô, vì vậy dẫn đến sự phân bố không đồng đều và không chắc chắn của đường kính hạt ferit của thép, làm ảnh hưởng xấu đến khả năng tạo hình uốn của tấm thép thu được. Do đó, nhiệt độ cán tinh là thấp hơn 950°C theo sáng chế. Tuy nhiên, nhiệt độ cán tinh là bằng 820°C hoặc cao hơn với chức năng ngăn chặn các hạt thô được tạo ra trong quá trình cán nóng được tiến hành trong vùng nhiệt độ tương ứng với pha ferit.

Tấm thép thu được theo quá trình cán nóng được nêu trên được cho trải qua các quá trình làm nguội và cuộn. Nhiệt độ cuộn trong quá trình cuộn cũng là quan trọng theo sáng chế.

Nhiệt độ cuộn: 780°C hoặc thấp hơn

Nhiệt độ cuộn vượt quá 780°C làm cho các hạt ferit bị thô, vì vậy làm ảnh hưởng xấu đến khả năng tạo hình uốn của tấm thép thu được. Do đó, nhiệt độ cuộn là

bằng 780°C hoặc thấp hơn và tốt hơn là 700°C hoặc thấp hơn theo sáng chế. Tuy nhiên, nhiệt độ cuộn dưới 550°C sẽ ngăn chặn quá trình kết tủa của nitrit trong tấm thép cán nóng và làm cho sự kết tủa nitrit được mịn ở các đường biên hạt ferit trong quá trình ủ sau quá trình cán nguội, nhờ đó cấu trúc của tấm thép thu được có thể kết thúc với kích cỡ hạt được trộn và khả năng tạo hình uốn của nó bị ảnh hưởng xấu. Do đó, nhiệt độ cuộn là 550°C hoặc cao hơn.

Mức làm giảm chiều dày là trong quá trình cán nguội: 85% hoặc nhỏ hơn

Mức làm giảm chiều dày là trong quá trình cán nguội vượt quá 85% kéo dài các hạt ferit, vì vậy tạo thuận lợi cho sự phát sinh các vết nứt trên bề mặt của tấm thép thu được trong quá trình thực hiện các thao tác uốn. Do đó, mức làm giảm chiều dày là trong quá trình cán nguội là 85% hoặc nhỏ hơn.

Nhiệt độ quá trình ủ: 800°C hoặc thấp hơn

Nhiệt độ quá trình ủ vượt quá 800°C có thể dẫn đến sự biến dạng ngẫu nhiên của các hạt ferit thô, vì vậy ảnh hưởng xấu đến khả năng tạo hình uốn của tấm thép thu được. Do đó, nhiệt độ quá trình ủ là bằng 800°C hoặc thấp hơn. Tuy nhiên, nhiệt độ quá trình ủ dưới 650°C có thể gây ra cấu trúc không tái kết tinh nằm lại trong thép. Do đó, nhiệt độ quá trình ủ tốt hơn là bằng 650°C hoặc cao hơn và tốt hơn nữa là 680°C hoặc thấp hơn.

Tốc độ làm nguội từ nhiệt độ quá trình ủ đến nhiệt độ nung quá già tốt hơn ít nhất là bằng $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Tốc độ làm nguội dưới $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ có thể dẫn đến sự kết tủa không đủ của xementit trong mạng ferit, vì vậy làm ảnh hưởng có hại đến khả năng tạo hình uốn của tấm thép thu được. Giới hạn trên của tốc độ làm nguội, mặc dù nó không bị giới hạn cụ thể, có thể được xác định một cách thích hợp là khoảng $500^{\circ}\text{C}/\text{giây}$.

Nhiệt độ nung quá già: 420°C hoặc thấp hơn

Nhiệt độ nung quá già bằng hoặc cao hơn 420°C tạo thuận lợi cho sự kết tủa của xementit ở các đường biên hạt ferit. Nhiệt độ nung quá già do đó là thấp hơn 420°C theo sáng chế nhằm đảm bảo sự kết tủa đủ của xementit trong mạng ferit. Tiếp theo, xử lý nung quá già tốt hơn là được tiến hành ít nhất là một phút vì nếu thời gian nung quá già này là quá ngắn thì không thể cho phép xementit được kết tủa đủ. Giới

hạn trên thực tế trong công nghiệp của thời gian nung quá già, mặc dù không ảnh hưởng một cách cụ thể đến kết quả của sáng chế, có thể là khoảng 10 phút có lưu tâm đến được sự bắt ép trên dây chuyền sản xuất.

Được ưu tiên làm nguội tấm thép bằng nước sau quá trình ủ và trước quá trình xử lý nung quá già vì khi đó sự kết tủa của xementit trên mạng ferit được tạo thuận lợi và khả năng tạo hình uốn của tấm thép tiếp tục được cải thiện.

Tấm thép cán nguội theo sáng chế được tạo ra như vậy có thể được cho trải qua quá trình mạ để có lớp mạ hoặc màng mạ được tạo ra trên bề mặt của nó. Các phương án cụ thể của lớp mạ bao gồm: lớp mạ điện được tạo ra trên bề mặt của tấm thép bằng cách mạ điện; và lớp mạ tráng kẽm được tạo ra bằng cách cho tấm thép được mạ tráng kẽm. Các quá trình mạ điện và ủ có thể được tiến hành trên cùng một dây chuyền sản xuất. Theo cách khác, màng mạ có thể được tạo ra trên bề mặt của tấm thép bằng cách mạ điện phân như là mạ điện phân tấm hợp kim Zn-Ni và dạng tương tự.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các mẫu thép nóng chảy có các thành phần tương ứng được thể hiện trên Bảng 1 được cho trải qua quá trình đúc liên tục để thu được các tấm phôi (các vật liệu thép) từng tấm phôi có chiều dày: 250mm. Từng tấm phôi thu được như vậy được nung nóng đến nhiệt độ nung nóng tấm phôi (1250°C) tương ứng với vùng pha đơn austenit, được cán tinh ở nhiệt độ cán tinh được thể hiện trên Bảng 2 và tiếp đó cho trải qua quá trình cuộn ở nhiệt độ cuộn được thể hiện trên Bảng 2, nhờ đó mẫu tấm thép cán nóng có chiều dày tấm cụ thể thu được. Mẫu tấm thép cán nóng thu được cho trải qua quá trình tẩy gỉ để loại bỏ gỉ ở các bề mặt của nó và quá trình cán nguội với mức làm giảm chiều dày được thể hiện trên Bảng 2 sao cho có chiều dày tấm: 1mm. Mẫu tấm thép cán nguội thu được như vậy được cho trải qua các quá trình ủ liên tục, làm nguội và xử lý nung quá già theo thứ tự này trong các điều kiện tương ứng được thể hiện trên Bảng 2. Sau quá trình xử lý nung quá già, mẫu tấm thép được cho trải qua quá trình là phẳng với tốc độ cán: 0,8%.

Từng mẫu tấm thép cán nguội các số từ 17 đến 19 trên Bảng 2 được cho trải qua quá trình làm nguội bằng nước sau quá trình ủ và trước quá trình xử lý nung quá

già. Tiếp theo, từng mẫu tấm thép cán nguội các số 8-11 trên Bảng 2 được trải qua quá trình mạ điện sao cho màng mạ điện được tạo ra trên từng các bề mặt phía trước và phía sau của tấm thép theo một lượng là 30g/m^2 (trọng lượng khô).

Các mẫu thử nghiệm được gom từ từng mẫu tấm thép cán nguội thu được như vậy và thử nghiệm độ căng được tiến hành bằng cách sử dụng các mẫu thử nghiệm này.

Tiếp theo, khả năng tạo hình của từng mẫu tấm thép cán nguội thu được như vậy được phân tích.

Các phương pháp thử nghiệm và đo là như sau.

(i) Sự quan sát cấu trúc

Đường kính hạt ferit của từng mẫu tấm thép cán nguội thu được như vậy được xác định bằng cách: tạo mặt cắt ngang của mẫu tấm thép cán nguội theo hướng chiều dày tấm được cắt song song với hướng cán; đánh bóng gương mặt cắt ngang; tạo cấu trúc mặt cắt ngang nhô lên bằng cách sử dụng dung dịch khắc mòn nital; chụp ảnh hình ảnh vi mô quang học ($\times 100$) của cấu trúc mặt cắt ngang; vẽ trên hình ảnh một mạng lưới có 10 đường theo hướng chiều dày tấm và hướng trục giao với nó tương ứng, với ít nhất là các bước khoảng cách bằng $100\text{ }\mu\text{m}$ (đo theo thực tế) giữa các đường tiếp giáp; đếm số điểm giao giữa các đường biên hạt ferit và các đường; chia toàn bộ chiều dài của các đường theo số các giao nhau để thu được chiều dài của phần đường trên một hạt ferit; nhân chiều dài của phần đường trên một hạt ferit với 1,13; và cho rằng tích được tính toán như vậy là “đường kính hạt ferit theo ASTM”.

(ii) Phân tích sự kết tủa của xementit

Tỷ lệ của xementit được kết tủa trên mạng ferit của từng mẫu tấm thép cán nguội thu được như vậy được xác định bằng cách: tạo mặt cắt ngang của mẫu tấm thép theo hướng chiều dày tấm được cắt song song với hướng cán; đánh bóng gương mặt cắt ngang; tạo xementit theo cấu trúc mặt cắt ngang nhô lên bằng cách sử dụng dung dịch khắc mòn axit picric; chụp ảnh hình ảnh vi mô điện tử quét ($\times 1000$) của cấu trúc mặt cắt ngang; quan sát các vị trí của sự kết tủa xementit đối với mười trường tương ứng; xác định toàn bộ diện tích của xementit được kết tủa ở trong các hạt ferit và toàn bộ diện tích của xementit của mười trường; chia toàn bộ diện tích của

xementit được kết tủa trên mạng ferit cho toàn bộ diện tích của xementit; và xem thương số tính toán được như vậy là “tỷ lệ của xementit được kết tủa trên mạng ferit”.

(iii) Thử nghiệm độ căng

Tiêu chuẩn Nhật Bản JIS số 5 mẫu thử nghiệm độ căng (JIS Z 2201) được gom từ từng mẫu tấm thép cán nguội thu được như vậy sao cho hướng kéo căng của mẫu thử nghiệm trùng với hướng song song với hướng cán. Thử nghiệm độ căng khi đó được tiến hành theo tiêu chuẩn JIS Z 2241 sử dụng mẫu thử nghiệm để xác định độ bền kéo của nó.

(iv) Thử nghiệm uốn

Thử nghiệm uốn được tiến hành bằng cách sử dụng các bộ dụng cụ thử nghiệm uốn để uốn một góc 90° . Cụ thể là, thử nghiệm uốn được tiến hành bằng cách: gom mẫu thử nghiệm dạng dải (100mm theo hướng chiều dọc $L \times 35\text{mm}$ theo hướng chiều rộng) từ từng mẫu tấm thép cán nguội thu được này; uốn mẫu thử nghiệm ở giữa theo hướng chiều dọc L của nó sao cho đỉnh uốn được kéo dài vuông góc với hướng cán; lặp lại bước uốn với bán kính độ cong thay đổi của bộ dụng cụ uốn thử nghiệm uốn theo góc uốn là 90° ; xác định bán kính nhỏ nhất (R) của đầu bộ dụng cụ uốn thử nghiệm tránh được sự phát sinh các vết nứt hẹp ở bề mặt của mẫu thử nghiệm; chia bán kính nhỏ nhất (R) cho chiều dày tấm (t); và xem thương số được tính toán như vậy là “bán kính uốn tới hạn (R/t)”. R/t nhỏ hơn thể hiện khả năng tạo hình uốn tốt hơn.

Tiếp theo, từng mẫu thử nghiệm của các mẫu tấm thép tránh được sự phát sinh các vết nứt khi uốn một góc 90° ngay cả khi bằng cách sử dụng bộ dụng cụ thử nghiệm có bán kính đầu uốn nhỏ nhất được tiếp tục uốn nhờ vòng kẹp sao cho mẫu thử nghiệm được uốn cong hoàn toàn, tức là theo một góc 180° . Trường hợp trong đó không có các vết nứt phát sinh trong mẫu thử nghiệm ngay cả khi uốn cong một góc 180° , bán kính uốn tới hạn được đánh giá là bằng 0.

Bảng 1

Loại thép	Thành phần (% theo khối lượng)										Thành phần khác	Ghi chú
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	B	Si/Mn			
A	0,0085	0,01	0,18	0,009	0,009	0,041	0,0026	-	0,06	—	thép theo sáng chế	
B	0,013	0,01	0,18	0,009	0,008	0,042	0,0025	-	0,06	—	thép theo sáng chế	
C	0,018	0,01	0,18	0,009	0,008	0,041	0,0023	-	0,06	—	thép theo sáng chế	
D	0,025	0,01	0,19	0,010	0,008	0,043	0,0024	-	0,05	—	thép theo sáng chế	
E	0,039	0,01	0,18	0,009	0,008	0,041	0,0021	-	0,06	—	Thép so sánh	
F	0,018	0,03	0,34	0,015	0,005	0,032	0,0038	-	0,09	—	thép theo sáng chế	
G	0,019	0,12	0,34	0,015	0,005	0,031	0,0038	-	0,35	—	Thép so sánh	
H	0,022	0,02	0,06	0,022	0,007	0,062	0,0014	-	0,33	—	Thép so sánh	
I	0,022	0,02	0,26	0,022	0,007	0,062	0,0014	-	0,08	—	thép theo sáng chế	
J	0,022	0,02	0,32	0,021	0,006	0,063	0,0015	-	0,06	—	thép theo sáng chế	
K	0,022	0,02	0,55	0,022	0,007	0,062	0,0014	-	0,04	—	Thép so sánh	
L	0,021	0,03	0,19	0,008	0,007	0,061	0,0038	0,0003	0,16	—	thép theo sáng chế	
M	0,021	0,03	0,19	0,013	0,008	0,061	0,0021	0,0005	0,16	—	thép theo sáng chế	
N	0,021	0,03	0,19	0,007	0,008	0,041	0,0014	0,0068	0,16	—	Thép so sánh	
O	0,019	0,01	0,16	0,013	0,013	0,029	0,0025	-	0,06	—	thép theo sáng chế	
P	0,028	0,01	0,17	0,009	0,012	0,067	0,0017	-	0,06	—	thép theo sáng chế	
Q	0,027	0,01	0,25	0,021	0,005	0,031	0,0045	-	0,04	—	thép theo sáng chế	
R	0,017	0,02	0,22	0,008	0,005	0,032	0,0012	-	0,09	As : 0, 0021, Sb : 0, 0034, Hf : 0, 0031	thép theo sáng chế	
S	0,023	0,01	0,23	0,007	0,012	0,046	0,0043	-	0,04	Co : 0, 0061, Ca : 0, 0008	thép theo sáng chế	
T	0,012	0,03	0,18	0,023	0,011	0,058	0,0032	-	0,17	V : 0, 01, Mg : 0, 0008, W : 0, 0004, Nb : 0, 002	thép theo sáng chế	
U	0,022	0,01	0,19	0,015	0,004	0,021	0,0031	0,0025	0,05	Zr : 0, 001, REM : 0, 0012, Cs : 0, 0035	thép theo sáng chế	
V	0,024	0,01	0,23	0,017	0,014	0,017	0,0039	-	0,04	Pb : 0, 011, Ta : 0, 001, Ti : 0, 003%	thép theo sáng chế	
W	0,028	0,02	0,31	0,021	0,009	0,062	0,0038	-	0,06	Cu : 0, 02, Ni : 0, 03, Sn : 0, 0008	thép theo sáng chế	
X	0,016	0,01	0,34	0,011	0,002	0,048	0,0042	0,0004	0,03	Mo : 0, 01, Cr : 0, 03	thép theo sáng chế	
Y	0,021	0,05	0,10	0,008	0,005	0,053	0,0038	-	0,5	—	Thép so sánh	

"Thép sáng chế" là mẫu thép theo sáng chế

"Thép so sánh" là mẫu thép không nằm trong phạm vi sáng chế,

Bảng 2

Đang tải

STT	Loại thép	Điều kiện cán nóng		Điều kiện cán nguội	Điều kiện tôi		Cấu trúc		Tính chất cơ học		Lưu ý
		Nhiệt độ thực hiện cán cuối cùng (°C)	Nhiệt độ ủ (°C)		Nhiệt độ tối °C	Nhiệt độ nung quá già °C	Đường kính hạt ferit (μm)	phân xementit trong khuôn ferit (%)	Độ bền kéo căng (MPa)	bán kính uốn tối hạn (R/t)	
1	A	915	680	65	720	380	14	65	312	0,00	Mẫu
2	B	910	680	65	720	380	14	66	321	0,20	Mẫu
3	C	910	680	65	720	380	13	67	325	0,30	Mẫu
4	D	910	680	65	720	380	12	66	311	0,40	Mẫu
5	E	910	680	65	720	380	10	45	384	2,50	mẫu so sánh
6	F	915	660	68	750	370	13	55	315	0,25	Mẫu
7	G	915	660	68	820	370	21	42	357	2,75	mẫu so sánh
8	H	900	680	60	740	370	14	40	321	1,50	mẫu so sánh
9	I	900	680	60	740	350	12	60	316	0,50	Mẫu
10	J	900	680	60	740	350	12	60	311	0,50	Mẫu
11	K	900	680	60	740	350	12	61	347	1,50	mẫu so sánh
12	L	920	600	72	700	340	13	64	308	0,10	Mẫu
13	M	920	600	72	700	340	13	65	309	0,10	Mẫu
14	N	920	600	72	700	340	13	67	341	1,75	mẫu so sánh
15	O	870	680	77	780	380	8	71	310	0,75	Mẫu
16	P	900	740	77	780	360	9	65	320	0,75	Mẫu
17	Q	910	660	77	780	380	8	90	317	0,05	Mẫu
18	R	910	660	55	780	360	8	91	304	0,05	Mẫu
19	S	925	700	60	750	320	12	91	315	0,05	Mẫu
20	T	900	720	70	750	350	10	62	313	0,25	Mẫu
21	U	900	700	65	780	340	9	61	309	0,50	Mẫu
22	V	910	680	82	720	380	10	60	322	0,25	Mẫu
23	W	915	660	70	680	380	11	59	318	0,25	Mẫu
24	X	915	720	65	770	380	12	58	311	0,25	Mẫu
25	Y	890	620	68	740	370	10	43	332	1,80	mẫu so sánh
26	J	980	680	60	740	350	21	45	301	1,70	mẫu so sánh
27	J	780	680	60	740	350	25	42	299	1,70	mẫu so sánh
28	J	900	820	60	740	350	23	39	302	1,70	mẫu so sánh
29	J	900	680	90	740	350	5	46	348	1,50	mẫu so sánh
30	J	900	680	60	850	350	31	41	291	1,80	mẫu so sánh
31	J	900	680	60	740	550	11	37	309	1,50	mẫu so sánh

Từ Bảng 2, cần phải hiểu rằng, từng mẫu tấm thép cán nguội theo sáng chế có bán kính uốn tới hạn $(R/t) \leq 1$ và như vậy là khả năng tạo hình uốn cao.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Theo sáng chế, có thể tạo tấm thép cán nguội có khả năng tạo hình uốn tốt hơn nhiều so với tấm thép cán nguội thông thường, là cực kỳ hữu ích về mặt công nghiệp.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép cán nguội bao gồm các thành phần theo % khối lượng như sau:

C: từ 0,005% đến 0,030%;

Si: 0,05% hoặc nhỏ hơn;

Mn: từ 0,10% đến 0,35%;

P: 0,025% hoặc nhỏ hơn;

S: 0,015% hoặc nhỏ hơn;

N: 0,0045% hoặc nhỏ hơn;

Al: 0,07% hoặc nhỏ hơn; và

phần còn lại là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên,

trong đó $[\% \text{ Si}]/[\% \text{ Mn}] < 0,5$; đường kính hạt ferit trong thép không lớn hơn 20 μm ; ít nhất là 50% xementit kết tủa có trên mạng ferit; và độ bền kéo của tấm thép này là không lớn hơn 325 MPa.

2. Tấm thép cán nguội theo điểm 1, trong đó thành phần của tấm thép này còn bao gồm theo % khối lượng B: 0,0050% hoặc nhỏ hơn.

3. Tấm thép cán nguội theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó thành phần của tấm thép này còn bao gồm theo % khối lượng ít nhất là một nguyên tố được lựa chọn từ nhóm bao gồm Cu, Sn, Ni, Ca, Mg, Co, As, Sb, W, Nb, Ti, Pb, Ta, kim loại đất hiếm (REM), Cs, Zr và Hf sao cho tổng các hàm lượng của chúng trong thép là 1% hoặc nhỏ hơn.

4. Tấm thép cán nguội theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó bề mặt của tấm thép được tạo ra có lớp mạ.

5. Tấm thép cán nguội theo điểm 3, trong đó bề mặt của tấm thép được tạo ra có lớp mạ.

6. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội, phương pháp này bao gồm các bước: tạo ra vật liệu thép có thành phần theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3; đưa vật liệu thép trải qua quá trình cán nóng bao gồm cán tinh để thu được tấm thép; và sau quá trình cán tinh, đưa tấm thép trải qua các quá trình cuộn, tẩy gỉ, cán nguội, ủ

tục và xử lý nung quá già theo thứ tự này, khác biệt ở chỗ là:

nung nóng vật liệu thép đến nhiệt độ trong phạm vi pha đơn austenit trong quá trình cán nóng và kết thúc quá trình cán nóng ở nhiệt độ cán tinh nằm trong khoảng từ 820°C đến 950°C (kể cả trị số 820°C và ngoại trừ trị số 950°C);

tiến hành quá trình cuộn ở nhiệt độ bằng hoặc thấp hơn 780°C ;

tẩy gỉ trên các bề mặt của tấm thép nhờ quá trình tẩy gỉ;

tiến hành quá trình cán nguội với mức làm giảm chiều dày là bằng hoặc thấp hơn 85%;

tiến hành quá trình ủ ở nhiệt độ của quá trình ủ là bằng hoặc thấp hơn 800°C ;

làm nguội tấm thép ủ này từ nhiệt độ của quá trình ủ đến nhiệt độ nung quá già; và

tiến hành quá trình xử lý nung quá già ở nhiệt độ không thấp hơn 320°C đến dưới 420°C .

7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó phương pháp này còn bao gồm quá trình làm nguội bằng nước tấm thép sau quá trình ủ và trước quá trình xử lý nung quá già.

8. Phương pháp theo điểm 6 hoặc điểm 7, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước mạ tấm thép sau quá trình xử lý nung quá già.