



(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)



1-0026780

(51)^{2020.01} C21D 8/02; C22C 38/14; C23C 28/00; (13) B
C21D 9/46

(21) 1-2012-03168

(22) 25/10/2012

(30) 2011-250084 15/11/2011 JP

(45) 25/12/2020 393

(43) 27/05/2013 302A

(73) JFE Steel Corporation (JP)

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

(72) FUNAKAWA, Yoshimasa (JP).

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

(54) TẤM THÉP CÁN NGUỘI CÓ ĐỘ BỀN UỐN CAO VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN
XUẤT TẤM THÉP CÁN NGUỘI NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nguội có độ bền uốn cao và thể hiện khả năng tạo hình tốt trong quá trình ép tạo hình thực tế. Cụ thể là, sáng chế đề xuất tấm thép cán nguội có độ bền uốn cao, bao gồm theo % khối lượng: C: 0,005% hoặc nhỏ hơn; Si: 0,1% hoặc nhỏ hơn; Mn: 0,5% hoặc nhỏ hơn; P: 0,03% hoặc nhỏ hơn; S: 0,02% hoặc nhỏ hơn; N 0,005% hoặc nhỏ hơn; Al: 0,1% hoặc nhỏ hơn; Ti: từ 0,020% đến 0,1% (kể cả 0,020% và 0,1%); và phần còn lại là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên, trong đó kích cỡ của TiN là không lớn hơn 0,5 micromet, kích cỡ của sulfua Ti và/hoặc cacbon sulfua Ti là không lớn hơn 0,5 micromet, đường kính hạt ferit là không lớn hơn 30 micromet, tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X của (111)/ND ít nhất là 3 và tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X của (100)/ND là không lớn hơn 1.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nguội có độ bền uốn cao và thích hợp dùng làm vật liệu cho các phương tiện vận tải như các bộ phận của ô tô và vật liệu cho các chi tiết kết cấu nhà ở, đồ đạc trong nhà, bàn làm việc và dạng tương tự. Sáng chế còn đề cập đến phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội, cần lưu ý rằng, tấm thép cán nguội theo sáng chế bao gồm tấm thép được mạ như là tấm thép được mạ kẽm.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các tấm thép nhờ khả năng tạo hình tốt của chúng nên được sử dụng làm vật liệu của các khối kết cấu khác nhau. Thông thường, tấm thép là đối tượng có kích thước hai chiều, được ép tạo hình thành kết cấu kích thước ba chiều và sau đó các kết cấu này được hàn thành một kết cấu phức tạp hơn.

Các tấm thép cacbon thấp chứa cacbon ở mức quanh 0,03% khối lượng thường được sử dụng như là các tấm thép nêu trên. Khả năng tạo hình của tấm thép cacbon thấp thường được cải thiện bằng cách tạo sự kết tủa cacbon hòa tan như là xementit thô. Tuy nhiên, do tạo ra các hình dạng phức tạp hơn, tấm thép cacbon thấp có khả năng tạo hình tốt hơn so với các tấm thép cacbon thấp thông thường được yêu cầu. Khi các tấm thép cacbon thấp được dập ép, xementit thường tác động như là điểm tạo vết nứt. Do đó, đã có sự cố gắng làm giảm lượng xementit hoặc ngăn chặn không để xementit phát sinh trong tấm thép cacbon thấp.

JP-B 2712986 bộc lộ công nghệ cải thiện khả năng tạo hình và lớp mạ biến đổi hóa học của tấm thép cacbon thấp nhờ làm giảm hàm lượng cacbon trong tấm thép đến 0,003% khối lượng hoặc nhỏ hơn, bổ sung Ti và Nb, hàm lượng lưu huỳnh cụ thể và cũng có thể là nhiệt độ cuối cùng trong quá trình cán nóng tương ứng với hàm lượng Mn, S, Nb và C.

Tuy nhiên, công nghệ này có vấn đề là bề mặt của tấm thép dễ nhạy cảm với các vết nứt phát sinh bởi sự uốn cong, mặc dù độ giãn dài và trị số Lankford của tấm thép là tương đối tốt.

JP-B 3807177 bộc lộ tấm thép, mà có tính năng chống chịu giòn do làm việc thứ cấp được cải thiện bằng cách làm giảm hàm lượng cacbon đến 0,0025% khối lượng hoặc nhỏ hơn và làm giảm đường kính hạt ferit xuống còn 15 μm hoặc nhỏ hơn.

Tuy nhiên, công nghệ này có cùng vấn đề như tính năng chịu uốn không đạt yêu cầu như JP-B 2712986 vì các vết nứt phát sinh do uốn ở bề mặt được uốn cong của tấm thép.

JP-B 3428318 bộc lộ phương pháp để thu được tấm thép có độ chịu kéo sâu cao bằng cách làm giảm hàm lượng cacbon xuống còn 0,0030% khối lượng hoặc nhỏ hơn, bổ sung lượng tối ưu Ti tương ứng với các hàm lượng C, N và S, bắt đầu sự cán nóng sau khi đúc một cách liên tục mà không làm nguội đến nhiệt độ trong phòng và nâng nhiệt độ của thanh cán thô bằng cách nung nóng trước khi cán tinh. Tuy nhiên, tính năng chịu uốn của tấm thép đạt được nhờ công nghệ này là không đạt yêu cầu, mặc dù trị số Lankford và tính năng chống sự giòn hóa so làm việc thứ cấp của nó được cải thiện theo một cách nào đó.

JP-B 3241429 bộc lộ tấm thép có tính năng chống chịu sự ăn mòn và khả năng tạo hình được cải thiện bằng cách làm giảm hàm lượng cacbon xuống còn 0,0015% khối lượng hoặc nhỏ hơn và bổ sung nhôm theo hàm lượng nitơ.

Tuy nhiên, mặc dù sự giãn dài trong thử nghiệm kéo đơn giản và trị số Lankford được cải thiện theo một cách nào đó theo công nghệ này, nhưng các tính năng uốn cong trong quá trình ép tạo hình thực tế bất kỳ là không đạt yêu cầu.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Như được nêu trên, các công nghệ đã biết khó thu được tấm thép cán nguội có tính năng uốn cong thích hợp trong quá trình ép tạo hình thực tế bất kỳ.

Mục đích của sáng chế là giải quyết một cách có lợi các vấn đề nêu trên và mục đích của sáng chế là đề xuất tấm thép cán nguội có độ bền uốn cao nhằm đạt được khả năng tạo hình tốt trong quá trình ép tạo hình thực tế, cũng như phương pháp sản xuất một cách có lợi tấm thép cán nguội này.

Sự giãn dài trong thử nghiệm kéo thường được sử dụng như là chỉ số thể hiện khả năng tạo hình của tấm thép cán nguội. Tuy nhiên, một cách chính xác, sự giãn dài này được xác định trong thử nghiệm kéo là thích hợp chỉ với việc ép tạo hình trong đó sự phân bố ứng suất đối với hướng chiều dày tấm thép là không đáng kể. Về vấn đề này, trong việc ép tạo hình thực tế, ngay cả các tấm thép có độ giãn dài tốt mà đôi khi bị đứt vì sự uốn cong trong đó gradien của sự phân bố ứng suất xảy ra đối với hướng chiều dày của tấm thép.

Tóm lại, tính năng chịu uốn thực sự của tấm thép có thể không được đánh giá

một cách thích hợp theo sự giãn dài của thử nghiệm kéo.

Tác giả sáng chế nghiên cứu các đặc tính biến dạng của tấm thép cán nguội trong quá trình ép tạo hình thực tế và phát hiện ra rằng: sự uốn cong trong quá trình ép tạo hình được tạo ra từ sức căng ở bề mặt uốn cong phía ngoài và sự nén ở bề mặt uốn cong phía trong; sự phát sinh các vết nứt ở bề mặt uốn cong phía ngoài gây ra vết nứt và các vết đứt gãy do sự uốn cong có xu hướng phát sinh quanh các tạp chất trong tấm thép.

Tác giả sáng chế, trên cơ sở các phát hiện nêu trên, nhờ sự nghiên cứu sâu sắc hơn đối với các yếu tố khác nhau cần thiết để đạt được tính năng chịu uốn tốt của tấm thép. Kết quả là, tác giả sáng chế phát hiện ra các điều kiện cần thiết phải đáp ứng từ (1) đến (5) dưới đây, cải thiện một cách hữu hiệu tính năng chịu uốn của tấm thép;

(1) điều chỉnh cấu trúc tấm thép để ngăn chặn sự thay đổi chiều dày tấm thép trong quá trình biến dạng;

(2) ngăn chặn sự phát sinh TiN thô;

(3) ngăn chặn sự hóa thô sulfua Ti (TiS) và cacbon sulfua Ti ($Ti_4C_2S_2$);

(4) tạo ra đường kính hạt ferit là không lớn hơn 30 micromet (μm); và

(5) ngăn chặn sự phát sinh cacbon nitrit Nb thô ($Nb(C, N)$)

Sáng chế được hoàn thành trên cơ sở các phát hiện này và các đặc điểm chính của nó là như sau.

1. Tấm thép cán nguội có độ bền uốn cao, bao gồm, theo % khối lượng: C: 0,005% hoặc nhỏ hơn; Si: 0,1% hoặc nhỏ hơn; Mn: 0,5% hoặc nhỏ hơn; P: 0,03% hoặc nhỏ hơn; S: 0,02% hoặc nhỏ hơn; N: 0,005% hoặc nhỏ hơn; Al: 0,1% hoặc nhỏ hơn; Ti: từ 0,020% đến 0,1% (kể cả 0,020% và 0,1%); và Fe và các tạp chất ngẫu nhiên là phần còn lại, trong đó kích cỡ của TiN là không lớn hơn 0,5 micromet, kích cỡ của sulfua Ti và/hoặc cacbon sulfua Ti là không lớn hơn 0,5 micromet, đường kính hạt ferit là không lớn hơn 30 micromet, tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X của (111)/ND ít nhất là 3 và tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X của (100)/ND là không lớn hơn 1.

2. Tấm thép cán nguội có độ bền uốn cao, bao gồm, theo % khối lượng C: 0,005% hoặc nhỏ hơn; Si: 0,1% hoặc nhỏ hơn; Mn: 0,5% hoặc nhỏ hơn; P: 0,03% hoặc nhỏ hơn; S: 0,02% hoặc nhỏ hơn; N: 0,005% hoặc nhỏ hơn; Al: 0,1% hoặc nhỏ hơn; Nb: từ 0,001% đến 0,08% (kể cả 0,001% và 0,08%); và Fe và các tạp chất ngẫu nhiên là phần còn lại, trong đó kích cỡ của MnS là không lớn hơn 0,5 micromet, kích

cỡ của cacbon nitrit Nb là không lớn hơn 0,5 micromet, đường kính hạt ferit là không lớn hơn 30 micromet, tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X của (111)/ND ít nhất là 3 và tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X của (100)/ND là không lớn hơn 1.

3. Tấm thép cán nguội có độ bền uốn cao, bao gồm, theo % khối lượng: C: 0,005% hoặc nhỏ hơn; Si: 0,1% hoặc nhỏ hơn; Mn: 0,5% hoặc nhỏ hơn; P: 0,03% hoặc nhỏ hơn; S: 0,02% hoặc nhỏ hơn; N: 0,005% hoặc nhỏ hơn; Al: 0,1% hoặc nhỏ hơn; Ti: từ 0,020% đến 0,1% (kể cả 0,020% và 0,1%); Nb: từ 0,001% đến 0,08% (kể cả 0,001% và 0,08%); và Fe và các tạp chất ngẫu nhiên là phần còn lại, trong đó kích cỡ của TiN là không lớn hơn 0,5 micromet, kích cỡ của sulfua Ti và/hoặc cacbon sulfua Ti là không lớn hơn 0,5 micromet, kích cỡ của cacbon nitrit Nb là không lớn hơn 0,5 micromet, đường kính hạt ferit là không lớn hơn 30 micromet, tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X của (111)/ND ít nhất là 3 và tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X của (100)/ND là không lớn hơn 1.

4. Tấm thép cán nguội có độ bền uốn cao theo các đặc điểm bất kỳ từ mục (1) đến mục (3) nêu trên còn bao gồm theo % khối lượng, B: 0,0030% hoặc nhỏ hơn.

5. Tấm thép cán nguội có độ bền uốn cao theo các đặc điểm bất kỳ từ mục (1) đến mục (4) nêu trên, còn bao gồm, theo % khối lượng, ít nhất là một trong số các nguyên tố được lựa chọn từ nhóm bao gồm Cu, Sn, Ni, Ca, Mg, Co, As, Cr, Sb, W, Mo, Pb, Ta, REM, V, Cs, Zr và Hf: 1% hoặc nhỏ hơn.

6. Tấm thép cán nguội có độ bền uốn cao theo đặc điểm bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (5) nêu trên, còn bao gồm lớp mạ trên bề mặt của nó.

7. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có độ bền uốn cao, bao gồm: tạo ra vật liệu thép có thành phần theo đặc điểm bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (5) nêu trên; và cho vật liệu thép này được cán nóng bao gồm cán tinh, cuộn, tẩy gỉ, cán nguội và ủ theo thứ tự này để tạo ra tấm thép cán nguội; sau khi nung nóng đến vùng nhiệt độ một pha austenit; và làm cho tấm thép cán nguội đạt được như vậy đến nhiệt độ cuối cùng cao hơn 890°C và cuộn ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 550°C đến 720°C, tẩy gỉ trên bề mặt tấm thép, cán nguội với tốc độ ép ít nhất là 50% và ủ ở nhiệt độ bằng hoặc cao hơn 700 °C.

8. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có tính năng chịu uốn cao theo đặc điểm (7), còn bao gồm việc xử lý tấm thép để mạ sau khi ủ.

Theo sáng chế, có thể thu được tấm thép cán nguội có độ bền uốn cao và như

vậy là khả năng tạo hình cao hơn so với tấm thép cán nguội thông thường, có thể tạo ra hiệu quả tốt hơn đáng kể về mặt công nghiệp.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây một phương án theo sáng chế sẽ được mô tả chi tiết.

Trước hết, các lý do vì sao mà thành phần của tấm thép cán nguội bị giới hạn trong các phạm vi nêu trên sẽ được mô tả. Theo sáng chế, “%” có nghĩa là “% khối lượng”, trừ khi được nêu khác đi.

C: 0,005% hoặc nhỏ hơn

Các dạng cacbon trong cacbon sulfua trong tấm thép là chỗ tạo lỗ hổng khi tấm thép được uốn cong, do đó cuối cùng làm ảnh hưởng xấu đến tính năng chịu uốn của tấm thép. Do đó, được ưu tiên là làm giảm hàm lượng cacbon càng nhiều càng tốt. Giới hạn trên của hàm lượng cacbon được xác định là bằng 0,005% vì hàm lượng C vượt quá 0,005% làm tăng một lượng lớn cacbon sulfua trên các biên hạt ferit tác động như là nguồn tạo lỗ rỗng khi tấm thép được uốn cong, nhờ đó làm ảnh hưởng xấu đến khả năng tạo hình của tấm thép, hàm lượng cacbon tốt hơn là bằng 0,003% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là bằng 0,0020% hoặc nhỏ hơn

Si: 0,1% hoặc nhỏ hơn

Silic không chỉ tác động như là thành phần tăng độ bền hòa tan mà còn tạo thuận lợi cho sự phân tán các thành phần trong quá trình sản xuất, vì vậy mà có hại về việc đạt được tính năng chịu uốn tốt của tấm thép. Trường hợp trong đó, hàm lượng silic vượt quá 0,1%, không chỉ cấu trúc tế vi và hàm lượng của các nguyên tố trong tấm thép có xu hướng được phân bố không đồng đều, ngoài ra bề mặt của tấm thép dễ phát sinh các vết nứt do độ bền quá cao của ferit. Do đó, hàm lượng silic trong tấm thép là bằng 0,1% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn là bằng 0,05% hoặc nhỏ hơn.

Mn: 0,5% hoặc nhỏ hơn

Mangan là nguyên tố tạo ra hiệu ứng tương tự như là silic. Do đó, hàm lượng mangan cần phải được giảm theo sáng chế. Hàm lượng mangan là bằng 0,5% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn là 0,35% hoặc nhỏ hơn nhằm đạt được tính năng chịu uốn tốt.

P: 0,03% hoặc nhỏ hơn

Phospho là nguyên tố làm tăng chất tan, để ngăn chặn độ giãn dài làm ảnh hưởng xấu đến tính năng chịu uốn của tấm thép. Do đó, hàm lượng phospho cần phải được giảm theo sáng chế. Trường hợp trong đó hàm lượng P vượt quá 0,03%, cụ thể

là, làm nảy sinh các vết nứt ở bề mặt uốn cong phía ngoài của tấm thép khi tấm thép được uốn cong. Hàm lượng P trong tấm thép được xác định là bằng 0,03% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn là 0,02% hoặc nhỏ hơn.

S: 0,02% hoặc nhỏ hơn

Lưu huỳnh tạo TiS và $Ti_4C_2S_2$. Do đó, hàm lượng lưu huỳnh quá lớn sẽ dẫn đến việc phát sinh quá mức TiS thô, $Ti_4C_2S_2$ thô và cacbon sulfua phức hợp của nó, nhờ đó có thể tạo ra các vết nứt khi tấm thép được uốn cong. Trường hợp trong đó hàm lượng lưu huỳnh vượt quá 0,02%, cụ thể là TiS thô, $Ti_4C_2S_2$ thô và cacbon sulfua phức hợp của nó, làm ảnh hưởng tai hại đến tính năng chịu uốn, gần như là sẽ xảy ra. Do đó, hàm lượng lưu huỳnh trong tấm thép là bằng 0,02% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn là 0,015% hoặc nhỏ hơn.

N: 0,005% hoặc nhỏ hơn

Nitơ, tạo ra TiN thô, có thể làm cho các vết nứt nảy sinh khi tấm thép bị uốn cong. Do đó, hàm lượng nitơ cần phải được giảm càng nhiều càng tốt, trường hợp trong đó hàm lượng N vượt quá 0,005%, cụ thể là, TiN bị hóa thô đáng kể. Do đó, hàm lượng N được xác định là bằng 0,005% hoặc nhỏ hơn.

Al: 0,1% hoặc nhỏ hơn

Nhôm là nguyên tố tác dụng như là chất khử oxit. Hàm lượng nhôm trong tấm thép được xác định ít nhất là bằng 0,001% nhằm đảm bảo hiệu quả khử oxit đã nêu. Tuy nhiên, hàm lượng Al vượt quá 0,1% làm tăng lượng tạp chất Al_2O_3 và làm ảnh hưởng xấu đến tính năng chịu uốn của tấm thép. Do đó, hàm lượng Al được xác định là bằng 0,1% hoặc nhỏ hơn.

Titan và niobi là các nguyên tố quan trọng theo sáng chế. Tạp chất của ít nhất là một trong số Ti và Nb tạo hiệu quả có lợi về các tính năng của tấm thép.

Ti: từ 0,020% đến 0,1% (kể cả 0,020% và 0,1%)

Titan cố định N, S và C trong tấm thép bằng cách tạo các chất kết tủa, nhờ đó cải thiện tính năng chịu uốn của tấm thép. Tuy nhiên, trường hợp trong đó các chất kết tủa này bị hóa thô quá nhiều, các chất kết tủa này làm ảnh hưởng xấu đến tính năng chịu uốn của tấm thép. Cụ thể là, khi hàm lượng Ti trong tấm thép là dưới 0,020%, hiệu quả cố định N, S và C là không đạt yêu cầu và tính năng chịu uốn của tấm thép không thể được cải thiện. Khi hàm lượng Ti trong tấm thép là vượt quá 0,1%, các carbon sulfua phức hợp của TiS thô và $Ti_4C_2S_2$ được kết tủa làm ảnh hưởng xấu đến

tính năng chịu uốn của tấm thép như được nêu trên. Do đó, hàm lượng Ti trong tấm thép được xác định là nằm trong khoảng từ 0,020% đến 0,1% (kể cả 0,020% và 0,1%).

Nb: từ 0,001% đến 0,08% (kể cả 0,001% và 0,08%)

Niobi, cũng giống như titan, cố định C và N trong tấm thép nhờ việc tạo các chất kết tủa NbC, Nb(C, N) và dạng tương tự và tốt hơn là được bổ sung. Trường hợp trong đó Ti không được bổ sung và hàm lượng Nb trong tấm thép là dưới 0,001%, cacbon không thể được cố định một cách hòa toàn như các carbit, vì thế tính năng chịu uốn bị ảnh hưởng xấu. Trường hợp trong đó hàm lượng Nb vượt quá 0,08%, các chất kết tủa bị hóa thô, làm ảnh hưởng xấu đến tính năng chịu uốn. Do đó, hàm lượng Nb trong tấm thép được xác định là nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,08% (kể cả 0,001% và 0,08%).

Nhằm bổ sung vào các thành phần cơ bản được nêu trên, tấm thép theo sáng chế có thể còn chứa một lượng thích hợp các nguyên tố sau đây theo sự cần thiết.

B: 0,0030% hoặc nhỏ hơn

Bo có thể được bổ sung làm tăng độ các đường biên hạt được làm sạch nhờ việc tạo cacbit và nitrit BV Ti và Nb. Tuy nhiên, trường hợp trong đó hàm lượng Bo trong tấm thép vượt quá 0,0030%, tính năng chịu uốn của tấm thép bị ảnh hưởng xấu do sự tăng cường chất tan. Do đó, giới hạn trên của hàm lượng Bo, khi Bo được bổ sung, được xác định là bằng 0,0030%.

Ít nhất một nguyên tố được lựa chọn từ nhóm bao gồm Cu, Sn, Ni, Ca, Mg, Co, As, Cr, Sb, W, Mo, Pb, Ta, REM, V, Cs, Zr và Hf: 1% hoặc nhỏ hơn.

Từ Cu, Sn, Ni, Ca, Mg, Co, As, Cr, Sb, W, Mo, Pb, Ta, REM, V, Cs, Zr và Hf là nguyên tố hữu ích về mặt cải thiện tính năng chống chịu sự ăn mòn. Tuy nhiên, trường hợp trong đó tổng hàm lượng Al của các nguyên tố này vượt quá 1%, tính năng chịu uốn bị ảnh hưởng xấu. Do đó, tổng hàm lượng các nguyên tố này được xác định là bằng 1% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn là 0,5% hoặc nhỏ hơn, hoặc là một trong số các nguyên tố này được bổ sung riêng hoặc các nguyên tố được bổ sung kết hợp.

Các thành phần khác trong tấm thép theo sáng chế khác với Fe và các tạp chất ngẫu nhiên được nêu trên.

Các phạm vi thành phần của tấm thép theo sáng chế đã được mô tả chi tiết trong các phần mô tả được nêu trên. Tuy nhiên, xác định một cách đơn giản thành phần trong các phạm vi được nêu trên là không thể thu được kết quả được dự định theo sáng

chế và tối quan trọng là điều chỉnh các kích cỡ của nitrit và sulfua để được kết tủa, đường kính hạt ferit và cấu trúc của tấm thép sao cho các kích cỡ này, đường kính hạt và cấu trúc đáp ứng các điều kiện cho trước.

TiN: không lớn hơn 0,5 micromet

TiN phát triển quá thô trong tấm thép làm ảnh hưởng xấu đến tính năng chịu uốn. Do đó, giới hạn trên của kích cỡ của TiN được xác định là không lớn hơn 0,5 micromet.

Sulfua Ti và/hoặc cacbon sulfua Ti: không lớn hơn 0,5 micromet Ti tạo sulfua và cacbon sulfua, ngoại trừ TiN. Nitrit, sulfua và cacbon sulfua này của Ti, hoặc là một trong số chúng được tạo ra riêng biệt hoặc chúng được tạo ra theo kiểu kết hợp, có thể làm ảnh hưởng xấu đến tính năng chịu uốn khi chúng bị thô hóa quá mức. Do đó, các kích cỡ của sulfua Ti và/hoặc cacbon sulfua Ti được xác định là không lớn hơn 0,5 micromet theo sáng chế.

Cacbon nitrit Nb: không lớn hơn 0,5 micromet

Khi Ti không được bổ sung, Nb tạo cacbon nitrit (Nb(C, N)) trong tấm thép và cacbon nitrit Nb này, trường hợp trong đó được phát triển thành quá thô, làm ảnh hưởng xấu đến tính năng chịu uốn của tấm thép. Do đó, giới hạn trên của kích cỡ cacbon nitrit Nb được xác định là bằng 0,5 micromet.

MnS: không lớn hơn 0,5 micromet

Khi Ti không được bổ sung, s được kết tủa như là MnS trong tấm thép. Trường hợp trong đó kích cỡ của MnS vượt quá 0,5 micromet, mặt phân cách giữa MnS và ferit dễ bị tạo ra các vết nứt, vì vậy, cuối cùng sẽ làm ảnh hưởng xấu đến tính năng chịu uốn của tấm thép.

Do đó, trường hợp trong đó MnS được kết tủa, kích cỡ của MnS được xác định là không lớn hơn 0,5 micromet.

Đường kính hạt ferit: không lớn hơn 30 micromet

Các vết nứt có thể phát sinh ở bề mặt uốn cong phía ngoài của tấm thép khi tấm thép được uốn cong. Cụ thể là, các vết nứt này bắt đầu từ đường biên hạt ferit. Các hạt ferit phát triển thành quá thô làm cho sự biến dạng tập trung trên đường biên hạt cụ thể, làm phát sinh các vết nứt. Số đường biên hợp lý của hạt cần thiết theo thứ tự để phân tán ứng suất. Do đó, đường kính hạt ferit của tấm thép được xác định là không lớn hơn 30 micromet theo sáng chế.

Các kích cỡ tương ứng của các chất kết tủa khác nhau và đường kính hạt ferit có thể được xác định theo các phương pháp sẽ được mô tả dưới đây.

Tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X của (111)//ND: ít nhất là 3 gradien ứng suất theo hướng chiều dày tấm được phát sinh khi tấm thép được uốn cong. Kết quả là, bao quanh bề mặt tấm thép bị biến dạng. Trong trường hợp khi tấm thép này được uốn cong, ứng suất bao quanh bề mặt trở nên quá phức tạp và ứng suất nhỏ có thể gây ra các vết nứt. Về vấn đề này, cần phải điều chỉnh một cách có kiểm soát cấu trúc tấm thép nhằm làm giảm sự biến dạng theo hướng chiều dày tấm. Kết quả của việc nghiên cứu một cách sâu sắc, tác giả sáng chế sáng chế phát hiện ra rằng, sự thay đổi ứng suất theo hướng chiều dày tấm có thể được giảm xuống theo sự phát triển cấu trúc (111)//ND ngăn chặn sự biến dạng theo hướng chiều dày khi tấm thép được uốn cong. Do đó, tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X của (111)//ND được xác định ít nhất là 3, tốt hơn ít nhất là 3,2 và tốt hơn nữa ít nhất là 3,5, theo sáng chế.

Tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X của (100)//ND: không lớn hơn 1

Trong khi đó, (100)//ND là cấu trúc làm tăng ứng suất theo hướng chiều dày tấm thép. Sự triển khai cấu trúc này là không mong muốn theo sáng chế. Do đó, tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X của (100)//ND được xác định là không lớn hơn 1, tốt hơn là không lớn hơn 0,7, theo sáng chế.

Như được nêu trên, quá trình cán nóng và quá trình cán nguội là cực kỳ quan trọng nhằm xác định một cách có kiểm soát tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X của (111)//ND ít nhất là bằng 3 và tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X của (100)//ND là không lớn hơn 1. Cụ thể là, cấu trúc theo dự định của tấm thép có thể thu được bằng cách xác định nhiệt độ cuộn nằm trong khoảng từ 550°C đến 720°C và làm tăng tốc độ ép sự cán nguội ít nhất là 50% theo tương quan các quá trình cuộn cán nóng và cán nguội.

Tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X có thể được tính toán từ các cường độ nhiễu xạ tia X thu được theo sự nhiễu xạ tia X. Cụ thể là, tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X thu được bằng cách: xác định cường độ nhiễu xạ của sáu mặt tinh thể tương ứng của mẫu thử nghiệm với sự định hướng ngẫu nhiên, gom các độ cao đỉnh của "mẫu tiêu chuẩn" như là tiêu chuẩn; xác định cường độ nhiễu xạ tia X đối với từng mặt tinh thể trong số sáu mặt tinh thể đã nêu của mẫu thử nghiệm, gom các độ cao đỉnh của mẫu thử nghiệm; chia sáu trị số độ cao đỉnh của mẫu thử nghiệm cho các trị số độ cao đỉnh có các chỉ số mặt tinh thể tương ứng của mẫu tiêu chuẩn tương ứng; bổ sung sáu thons

số được tính toán này vào trị số tổng thu được; và chia từng trị số độ cao đỉnh của mẫu thử nghiệm cho trị số tổng, nhờ đó thu được các tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X của các mặt tinh thể tương ứng của mẫu thử nghiệm.

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

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

Theo sáng chế, tấm thép cán nguội được sản xuất bằng cách tạo ra vật liệu thép là tấm kim loại thu được tốt hơn là theo phương pháp đúc liên tục và cho tấm thép trải qua các quá trình theo thứ tự cán nóng, tẩy gỉ, cán nguội và ủ.

Theo sáng chế, phương pháp tạo thỏi thép hoặc tấm thép không bị giới hạn cụ thể và phương pháp tạo thỏi thép được biết bất kỳ như là lò cảm ứng, lò thổi, lò điện và dạng tương tự có thể được sử dụng một cách thích hợp. Phương pháp đúc cũng không bị giới hạn một cách cụ thể. Phương pháp đúc liên tục có thể được sử dụng một cách thích hợp. Đối với phương pháp cán nóng tấm thép, tấm thép này có thể được cán nóng hoặc là sau khi tấm thép được tái nung nóng nhờ lò đốt hoặc sau khi tấm thép được nung nóng trong một khoảng thời gian ngắn nhờ lò nung nóng ở nhiệt độ là 1250°C hoặc cao hơn nữa với mục đích bù thêm nhiệt độ. Tấm thép thu được như vậy được cho cán nóng. Quá trình cán nóng có thể bao gồm cán thô và cán tinh hoặc có thể chỉ trải qua quá trình cán tinh, bỏ qua quá trình cán thô.

Vùng nhiệt độ nung nóng tấm thép tương ứng một pha austenit.

Tấm thép cần được nung nóng đến nhiệt độ tương ứng với vùng một pha austenit (điểm AC3 hoặc cao hơn nữa) vì việc nung nóng tấm thép ở nhiệt độ tương ứng với vùng hai pha ferit-austenit và không đạt được nhiệt độ tương ứng với vùng một pha austenit sẽ dẫn đến việc cán nóng cấu trúc hạt hỗn hợp và sự thay đổi không thuận lợi về cấu trúc thép trong vùng ferit.

Nhiệt độ cán tinh: 890°C hoặc cao hơn

Nhiệt độ cán tinh thấp hơn 890°C làm cho các hạt ferit giãn rộng theo hướng cán, vì vậy làm ảnh hưởng xấu đến tính năng chịu uốn của tấm thép.

Do đó, nhiệt độ cán tinh được xác định là bằng 890°C hoặc cao hơn theo sáng chế. Giới hạn trên của nhiệt độ cán tinh có thể được xác định là xấp xỉ 1000°C .

Nhiệt độ cuộn: từ 550°C đến 720°C

Nhiệt độ cuộn dưới 550°C làm nhiễu loạn sự kết tủa một cách trơn tru các chất kết tủa trên tấm thép cán nguội, làm cho sự kết tủa xảy ra sau mà trước đó là sự tái kết tinh khi tấm thép được ủ sau khi cán nguội. Sự kết tủa đồng thời này với sự tái kết tinh ngăn chặn sự phát triển một cách trơn tru sự tái kết tinh, tạo cho các hạt ferit giãn ra theo hướng cán. Do đó, giới hạn dưới của nhiệt độ cuộn được xác định là bằng 550°C theo sáng chế. Mặt khác, nhiệt độ cuộn vượt quá 720°C dẫn đến việc nảy sinh các chất kết tủa thô làm ảnh hưởng xấu đến tính năng chịu uốn. Do đó, giới hạn trên của nhiệt độ cuộn được xác định là bằng 720°C .

Tỷ lệ thu nhỏ tiết diện khi cán nguội: ít nhất là 50%

Việc tỷ lệ thu nhỏ tiết diện khi cán nguội dưới 50% dẫn đến trạng thái trộn hạt ferit, nhờ đó tạo thuận lợi cho việc nảy sinh cấu trúc hạt thô. Kết quả là, tính năng chịu uốn của tấm thép bị ảnh hưởng xấu. Do đó, việc tỷ lệ thu nhỏ tiết diện khi cán nguội được xác định ít nhất là 50% theo sáng chế. Giới hạn trên của việc giảm tốc độ này có thể là xấp xỉ 90%.

Nhiệt độ ủ: 700°C hoặc cao hơn nữa

Nhiệt độ ủ dưới 700°C cho phép các hạt ferit giãn ra theo hướng cán vẫn nằm trong tấm thép, vì thế làm ảnh hưởng xấu đến tính năng chịu uốn của tấm thép. Do đó, nhiệt độ ủ được xác định là bằng 700°C hoặc cao hơn nữa. Giới hạn trên của nhiệt độ ủ có thể là xấp xỉ 900°C .

Theo sáng chế, lớp mạ có thể được tạo ra trên bề mặt của tấm thép cán nguội được tạo ra như được nêu trên bằng cách đưa tấm thép vào quá trình mạ. Các phương án cụ thể của quá trình mạ bao gồm: tạo lớp tráng kẽm trên bề mặt tấm thép bằng cách cho tấm thép thực hiện quá trình tráng nhúng nóng; và tạo lớp mạ kẽm trên bề mặt tấm thép bằng cách cho tấm thép trải qua quá trình mạ nhúng nóng và sau đó là quá trình ủ. Quá trình mạ kẽm và quá trình ủ có thể được tiến hành trong phạm vi một đường.

Tiếp theo, lớp mạ có thể được tạo ra trên tấm thép bằng cách mạ điện như là mạ điện phân hợp kim Zn-Ni.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Phương án cụ thể 1

Các mẫu thử nghiệm thép nóng chảy có thành phần tương ứng như được thể hiện trên Bảng 1 trải qua việc đúc liên tục để thu được các tấm thép (vật liệu thép), mỗi tấm thép này có chiều dày: 270mm. Từng tấm thép thu được như vậy được nung nóng đến nhiệt độ tương ứng với vùng một pha austenit bằng hoặc cao hơn so với điểm AC3 được thể hiện trên Bảng 2, được cán tinh ở nhiệt độ cán tinh được thể hiện trên Bảng 2 và sau đó đến quá trình cuộn ở nhiệt độ cuộn được thể hiện trên Bảng 2, nhờ đó tấm thép cán nguội có chiều dày tấm thép: 2,8mm thu được. Tấm thép cán nguội được trải qua quá trình tẩy gỉ, tẩy các lớp vảy trên các bề mặt tấm thép, cán nguội với tốc độ ép được thể hiện trên Bảng 2 và ủ theo thứ tự này, nhờ đó thu được tấm thép cán nguội. Một số mẫu thử nghiệm tấm thép cán nguội thu được như vậy được xử lý tiếp để mạ kẽm các tấm thép bằng cách nhúng từng tấm thép vào bể mạ (0,1% Al-Zn) ở nhiệt độ là 490°C sao cho lớp mạ được tạo ra bằng cách mạ tráng kẽm trên cả hai bề mặt của tấm thép với 50 g/m² trên một bề mặt; và sau đó cho tấm thép trải qua quá trình ở nhiệt độ 530°C.

Mẫu thử nghiệm được gom từ từng tấm thép cán nguội thu được này. Mẫu thử nghiệm được cho trải qua quá trình thử nghiệm kéo và việc xác định được kích cỡ của các lớp kết tủa bao gồm Ti, Nb (các kích cỡ của lớp kết tủa bao gồm Mn trong trường hợp trong đó các mẫu thử nghiệm không chứa Ti) bằng cách sử dụng kính hiển vi điện tử truyền dẫn. Tiếp theo, các tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X của (111)/ND và (100)/ND được xác định. Hơn nữa, tính năng chịu uốn được phân tích theo thử nghiệm uốn cong. Các phương pháp thử nghiệm và việc xác định là như sau.

(i) Việc quan sát cấu trúc tế vi

Lá kim loại mỏng được tạo ra từ từng tấm thép cán nguội thu được này được quan sát với tỷ lệ phóng đại từ 120000 đến 260000 bằng cách sử dụng kính hiển vi điện tử truyền dẫn (TEM) và các đường kính hạt của lớp kết tủa bao gồm Ti, Nb được xác định. Đường kính hạt được xác định bằng cách quan sát mười trường với tỷ lệ phóng đại X 260.000; xác định trên cơ sở toàn bộ các kết quả quan sát, đường kính hạt của lớp kết tủa tương ứng qua việc xử lý hình ảnh của các vòng tròn xấp xỉ; và tính toán trung bình cộng các đường kính hạt được xác định, thu được đường kính hạt trung bình.

Tiếp theo, kết quả bức xạ đặc tính tia X được phát ra của chùm electron trên lớp kết tủa đích được phân tích trắc phổ bằng phổ kế tia X phân tán năng lượng để xác định các nguyên tố tạo lớp kết tủa. Chẳng hạn, giả thiết rằng, lớp kết tủa đích là TiC khi Ti và C được phát hiện, TiN khi Ti và N được phát hiện và $Ti_4C_2S_2$ khi Ti, S và C được phát hiện.

(ii) Quan sát hạt ferit

Mặt cắt ngang theo hướng chiều dày tấm cắt song song với hướng cán được đánh bóng gương và được ăn mòn bởi dung dịch sinh, sao cho các hạt ferit lộ ra. Cấu trúc tế vi lộ ra như vậy được chụp ảnh với độ phóng đại X100, mười đường có các chiều dài được quyết định phụ thuộc vào từng loại ứng dụng được kéo theo hướng chiều dày tấm và hướng cán tấm tương ứng, với ít nhất là 100 micromet các bước khoảng cách ở giữa các đường thẳng và số các điểm cắt của các đường biên của hạt và các đường thẳng được đếm. Số điểm cắt được phân chia bởi toàn bộ các chiều dài của các đường thẳng. Thương số thu được biểu thị chiều dài đường thẳng đối với từng hạt ferit. Chiều dài đường thẳng đối với từng hạt ferit được nhân với 1,13 để xác định "đường kính hạt ferit theo tiêu chuẩn ASTM"

(iii) Thử nghiệm kéo

JIS số 5 mẫu thử nghiệm kéo (JIS z 2201), được kéo song song với hướng cán tấm, được gom từ từng tấm thép cán nguội thu được như được mô tả trên. Mẫu thử nghiệm kéo trải qua thử nghiệm kéo theo các quy định của JIS z 2241 để xác định cường độ chịu kéo và sự giãn dài của mẫu thử nghiệm.

(iv) Tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X

Bề mặt của từng mẫu tấm thép thử nghiệm trải qua quá trình mài: 0,2mm, đánh bóng hóa học: 0,1 mm và sự nhiễu xạ tia X trên bề mặt đánh bóng. Vùng đỉnh hợp nhất (chiều cao) được xác định đối với từng sáu mặt (222), (211), (200), (110), (220) và (310) của Fe mẫu tấm thép thử nghiệm theo sự nhiễu xạ tia X. Tiếp theo, vùng đỉnh hợp nhất (chiều cao) của sáu mặt tương ứng với sáu mặt được nêu trên của mẫu thử nghiệm tiêu chuẩn có sự định hướng ngẫu nhiên (chẳng hạn, bột Fe), cũng được xác định. Tỷ lệ vùng đỉnh hợp nhất của từng mẫu tấm thép thử nghiệm với vùng đỉnh hợp nhất của mẫu thử nghiệm tiêu chuẩn được tính toán đối với từng sáu mặt để thu được các vùng đỉnh được tiêu chuẩn hóa tương ứng của sáu mặt tương ứng của từng mẫu tấm thép thử nghiệm. Các vùng đỉnh được tiêu chuẩn hóa này được tổng kết để thu

được tổng vùng đỉnh của từng mẫu thử nghiệm. Khi đó, vùng đỉnh được tiêu chuẩn hóa từng mặt của mẫu thử nghiệm được phân chia bởi tổng vùng đỉnh của chúng, xác định tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X của từng mặt mẫu tấm thép thử nghiệm. Do đó, tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X của một mặt mẫu tấm thép thử nghiệm với sự định hướng phân tán ngẫu nhiên sẽ bằng $1/6$, trong khi tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X của một mặt mẫu tấm thép thử nghiệm với sự định hướng tích tụ sẽ bằng $1/6$ hoặc lớn hơn. Trong khi đó, tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X của mặt mẫu tấm thép thử nghiệm không có sự tích tụ định hướng sẽ không lớn hơn $1/6$.

(v) Thử nghiệm uốn

Thử nghiệm uốn được tiến hành bằng cách: chuẩn bị các bộ đồ gá thử nghiệm chịu uốn có góc theo phương thẳng đứng: 90° với các bán kính đường cong khác nhau; gom mẫu thử nghiệm dạng mảnh (100mm theo hướng chiều dọc, 35mm theo hướng chiều ngang) từ từng mẫu tấm thép cán nguội; và uốn cong mẫu thử nghiệm ở tâm theo hướng chiều dọc của nó sao cho đường đỉnh uốn cong kéo dài trực giao với hướng cán tấm thép. Trong quá trình thử nghiệm uốn, bán kính đường cong góc theo phương thẳng đứng của bộ gá thử nghiệm uốn cong được thay đổi để xác định bán kính đỉnh nhỏ nhất của bộ gá thử nghiệm uốn cong mà ở đó bề mặt của mẫu thử nghiệm thoát sự bó hẹp bị nứt. Bán kính đường cong nhỏ nhất được xác định như vậy là bán kính uốn cong tới hạn.

Bán kính uốn cong tới hạn không lớn hơn 2mm biểu thị tính năng chịu uốn tốt. Bán kính uốn cong tới hạn không lớn hơn 1mm biểu thị tính năng chịu uốn rất tốt. Các kết quả thu được như vậy được thể hiện trên Bảng 3.

Bảng 1

Loại thép	Thành phần (% khối lượng)											Điểm Ac ₃ (°C)	Chú thích
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Ti	Nb	B	Các thành phần khác		
A	0,0012	0,02	0,21	0,015	0,008	0,045	0,0025	0,045	-	-	-	Thép theo phương án cụ thể	
B	0,0013	0,02	0,22	0,016	0,007	0,045	0,0026	0,045	-	-	-	Thép theo phương án cụ thể	
C	0,0015	0,02	0,21	0,015	0,008	0,046	0,0023	0,043	-	-	-	Thép theo phương án cụ thể	
D	0,0035	0,02	0,22	0,014	0,008	0,046	0,0024	0,045	-	-	-	Thép theo phương án cụ thể	
E	0,0121	0,02	0,21	0,015	0,007	0,045	0,0026	0,044	-	-	-	Thép theo phương án đối chứng	
F	0,0025	0,01	0,15	0,008	0,005	0,035	0,0025	0,045	0,012	-	-	Thép theo phương án cụ thể	
G	0,0021	0,01	0,16	0,009	0,005	0,035	0,0026	0,044	0,013	-	-	Thép theo phương án cụ thể	
H	0,0022	0,01	0,15	0,007	0,005	0,036	0,0024	0,045	0,013	-	-	Thép theo phương án cụ thể	
I	0,0021	0,01	0,16	0,008	0,005	0,035	0,0023	0,046	0,012	-	-	Thép theo phương án cụ thể	
J	0,0025	0,03	0,26	0,021	0,031	0,054	0,0035	0,071	-	-	-	Thép theo phương án đối chứng	
K	0,0024	0,03	0,28	0,022	0,011	0,056	0,0075	0,069	0,150	-	-	Thép theo phương án đối chứng	
L	0,0026	0,03	0,27	0,008	0,012	0,041	0,0031	0,071	-	-	-	Thép theo phương án cụ thể	
M	0,0025	0,02	0,25	0,007	0,012	0,042	0,0032	0,068	-	-	-	Thép theo phương án cụ thể	
N	0,0023	0,03	0,26	0,007	0,013	0,041	0,0031	0,070	-	-	-	Thép theo phương án cụ thể	
O	0,0015	0,01	0,18	0,007	0,012	0,061	0,0021	0,051	0,021	0,0002	-	Thép theo phương án cụ thể	
P	0,0016	0,01	0,18	0,008	0,008	0,062	0,0021	0,052	0,022	0,0004	-	Thép theo phương án cụ thể	
Q	0,0017	0,01	0,19	0,008	0,007	0,062	0,0023	0,052	0,021	0,0008	-	Thép theo phương án cụ thể	
R	0,0018	0,05	0,21	0,007	0,008	0,063	0,0022	0,053	0,021	0,0005	Cu:0,03, Ni:0,06	Thép theo phương án cụ thể	
S	0,0026	0,04	0,21	0,007	0,008	0,041	0,0024	0,035	-	-	Sn: 0,0049	Thép theo phương án cụ thể	
T	0,0026	0,05	0,31	0,008	0,017	0,061	0,0025	0,041	-	-	Mo:0,05, Cr:0,01	Thép theo phương án cụ thể	
U	0,0027	0,04	0,32	0,007	0,016	0,041	0,0023	0,038	0,015	-	As:0,0009, Sb:0,005	Thép theo phương án cụ thể	
V	0,0026	0,05	0,33	0,005	0,008	0,035	0,0024	0,037	0,016	-	Co 0,0041, Ca:0,0018	Thép theo phương án cụ thể	
W	0,0027	0,02	0,32	0,006	0,001	0,045	0,0023	0,038	0,021	-	V:0,01 Mg:0,0031, W:0,0015	Thép theo phương án cụ thể	
X	0,0026	0,01	0,33	0,013	0,003	0,051	0,0023	0,037	-	-	Zr: 0,08, REM 0,0026, Cs:0,0011, Hf:0,0001	Thép theo phương án cụ thể	
Y	0,0025	0,04	0,31	0,015	0,007	0,048	0,0024	0,035	-	-	Pb 0,0008, Ta:0 0061	Thép theo phương án cụ thể	

Bảng 2

Số,	Loại thép	Nhiệt độ cán nóng				Cán nguội • ủ		Kết tủa				Cấu trúc		Chú thích
		Nhiệt độ đốt nóng tâm thép (°C)	Nhiệt độ cán tinh (°C)	Nhiệt độ cán nóng (°C)	Chiều dày tấm thép (mm)	Tỷ lệ giảm cán nguy(%)	Nhiệt độ ủ (°C)	Kích cỡ TiN (micron)	Sulfua Ti/Caobon sulfua (micromet)	Caobon nitrit (micromet)	Đường kính hạt ferit (micron)	Cường độ (111)/ND	Cường độ (100)/ND	
1	A	1250	915	620	1,1	60	800	0,25	0,21	-	18	3,5	0,7	Phương án cụ thể
2	B	1250	915	620	1,1	60	800	0,25	0,19	-	15	3,6	0,6	Phương án cụ thể
3	C	1250	915	620	1,1	60	800	0,26	0,18	-	17	3,5	0,5	Phương án cụ thể
4	D	1250	915	620	1,1	60	800	0,24	0,18	-	16	3,6	0,5	Phương án cụ thể
5	E	1250	915	620	1,1	60	800	0,25	0,19	-	18	2,1	1,3	Phương án đối chứng
6	F	1230	905	640	1,0	65	850	0,18	0,23	0,25	21	3,8	0,1	Phương án cụ thể
7	G	1230	910	640	1,0	65	850	0,19	0,21	0,21	22	3,9	0,1	Phương án cụ thể
8	H	1230	905	640	1,0	65	850	0,18	0,21	0,23	21	3,7	0,2	Phương án cụ thể
9	I	1230	890	500	1,0	65	850	0,21	0,41	0,45	15	1,2	11	Phương án đối chứng
10	J	1230	920	640	0,8	70	820	0,18	0,64	0,61	25	2,5	11	Phương án đối chứng
11	K	1200	920	640	0,8	70	820	0,85	0,21	0,39	15	2,3	12	Phương án đối chứng
12	L	1200	920	640	0,8	70	820	0,18	0,15	-	18	3,2	0,3	Phương án cụ thể
13		1200	920	480	1,4	50	840	0,18	0,23	-	13	ZA	0,6	Phương án đối chứng
14		1200	920	780	1,4	50	840	0,19	0,52	-	21	3,3	15	Phương án đối chứng
15		1200	920	640	1,7	40	840	0,18	0,24	-	31	2,4	14	Phương án đối chứng
16		1200	920	520	2,0	30	840	0,17	0,23	-	35	2,2	15	Phương án đối chứng
17	M	1220	920	640	0,8	70	320	0,16	0,14	-	19	3,3	0,2	Phương án cụ thể
18	N	1220	920	640	0,8	70	820	0,18	0,15	-	18	3,4	0,1	Phương án cụ thể
19	O	1220	910	600	1,1	60	860	0,17	0,14	0,23	18	3,3	0,1	Phương án cụ thể
20	P	1220	920	600	1,1	60	860	0,18	0,15	0,22	19	3,2	0,2	Phương án cụ thể
21	Q	1220	920	600	1,1	60	860	0,18	0,14	0,21	18	3,3	0,1	Phương án cụ thể
22	R	1180	920	60C	1,1	60	860	0,19	0,16	0,22	14	3,1	0,1	Phương án cụ thể
23	S	1200	940	700	0,6	80	780	0,25	0,18	-	21	3,3	0,3	Phương án cụ thể
24	T	1240	910	66C	0,4	85	780	0,23	0,21	-	18	3,5	0,2	Phương án cụ thể
25	U	1220	920	580	0,8	70	890	0,26	0,19	0,25	19	3,6	0,1	Phương án cụ thể
26	V	1190	910	620	0,8	70	780	0,26	0,28	0,26	20	3,4	0,1	Phương án cụ thể
27	W	1200	900	640	1,0	65	680	0,26	0,26	0,24	21	3,3	0,2	Phương án cụ thể
28	X	1200	910	660	1,1	60	800	0,25	0,29	-	19	3,7	0,1	Phương án cụ thể
29	Y	1180	920	620	0,7	75	820	0,26	0,27	-	18	3,6	0,1	Phương án cụ thể

Bảng 3

Số thứ tự	Chiều dày tấm thép (mm)	Các đặc tính cơ	Bán kính uốn tới hạn (mm)	Lưu ý
		TS (MPa)		
1	1,1	285	0,5	Phương án cụ thể
2	1,1	285	0,5	Phương án cụ thể
3	1,1	286	1,0	Phương án cụ thể
4	1,1	286	1,0	Phương án cụ thể
5	1,1	325	3,1	Phương án đối chứng
6	1,0	297	0,1	Phương án cụ thể
7	1,0	298	0,1	Phương án cụ thể
8	1,0	297	0,5	Phương án cụ thể
9	1,0	358	1,5	Phương án đối chứng
10	0,8	312	2,8	Phương án đối chứng
11	0,8	305	3,0	Phương án đối chứng
12	0,8	298	0,1	Phương án cụ thể
13	0,8	292	1,2	Phương án đối chứng
14	1,4	275	1,3	Phương án đối chứng
15	1,4	277	1,5	Phương án đối chứng
16	1,7	274	1,5	Phương án đối chứng
17	0,8	288	0,1	Phương án cụ thể
18	0,8	291	0,1	Phương án cụ thể
19	1,1	301	0,2	Phương án cụ thể
20	1,1	298	0,2	Phương án cụ thể
21	1,1	297	0,2	Phương án cụ thể
22	1,1	295	0,1	Phương án cụ thể
23	0,6	301	0,2	Phương án cụ thể
24	0,4	299	0,2	Phương án cụ thể
25	0,8	300	0,2	Phương án cụ thể
26	0,8	303	0,2	Phương án cụ thể
27	1,0	312	05	Phương án cụ thể
28	1,1	301	0,3	Phương án cụ thể
29	0,7	303	0,43	Phương án cụ thể

Từ Bảng 3 thấy rằng từng tấm thép theo các phương án cụ thể biểu thị bán kính uốn cong tới hạn không lớn hơn 2mm và tính năng chịu uốn này là tốt.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép cán nguội có độ bền uốn cao, bao gồm, theo % khối lượng:

C: 0,005% hoặc nhỏ hơn;

Si: 0,1% hoặc nhỏ hơn;

Mn: 0,5% hoặc nhỏ hơn;

P: 0,03% hoặc nhỏ hơn;

S: 0,02% hoặc nhỏ hơn;

N: 0,005% hoặc nhỏ hơn;

Al: 0,1% hoặc nhỏ hơn;

Ti: từ 0,020% đến 0,1% (kể cả 0,020% và 0,1%); và phần còn lại là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên,

trong đó kích cỡ của TiN là không lớn hơn 0,5 micromet, kích cỡ của sulfua Ti và/hoặc cacbon sulfua Ti là không lớn hơn 0,5 micromet, đường kính hạt ferit là không lớn hơn 30 micromet, tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X của (111)/ND ít nhất là 3 và tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X của (100)/ND là không lớn hơn 1.

2. Tấm thép cán nguội có độ bền uốn cao, bao gồm, theo % khối lượng:

C: 0,005% hoặc nhỏ hơn;

Si: 0,1% hoặc nhỏ hơn;

Mn: 0,5% hoặc nhỏ hơn;

P: 0,03% hoặc nhỏ hơn;

S: 0,02% hoặc nhỏ hơn;

N: 0,005% hoặc nhỏ hơn;

Al: 0,1% hoặc nhỏ hơn;

Nb: từ 0,001% đến 0,08% (kể cả 0,001% và 0,08%); và phần còn lại là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên,

trong đó kích cỡ của MnS là không lớn hơn 0,5 micromet, kích cỡ của cacbon nitrit Nb là không lớn hơn 0,5 micromet, đường kính hạt ferit là không lớn hơn 30 micromet, tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X của (111)/ND ít nhất là 3 và tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X của (100)/ND là không lớn hơn 1.

3. Tấm thép cán nguội có độ bền uốn cao, bao gồm, theo % khối lượng:

C: 0,005% hoặc nhỏ hơn;

Si: 0,1% hoặc nhỏ hơn;

Mn: 0,5% hoặc nhỏ hơn;

P: 0,03% hoặc nhỏ hơn;

S: 0,02% hoặc nhỏ hơn;

N: 0,005% hoặc nhỏ hơn;

Al: 0,1% hoặc nhỏ hơn;

Ti: từ 0,020% đến 0,1% (kể cả 0,020% và 0,1%);

Nb: từ 0,001% đến 0,08% (kể cả 0,001% và 0,08%); và phần còn lại là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên,

trong đó kích cỡ của TiN là không lớn hơn 0,5 micromet, kích cỡ của sulfua Ti và/hoặc cacbon sulfua Ti là không lớn hơn 0,5 micromet, kích cỡ của cacbon nitrit Nb là không lớn hơn 0,5 micromet, đường kính hạt ferit là không lớn hơn 30 micromet, tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X của (111)/ND ít nhất là 3 và tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X của (100)/ND không lớn hơn 1.

4. Tấm thép cán nguội theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó tấm thép này còn bao gồm, theo % khối lượng, B: 0,0030% hoặc nhỏ hơn.

5. Tấm thép cán nguội 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 lựa chọn từ nhóm bao gồm Cu, Sn, Ni, Ca, Mg, Co, As, Cr, Sb, W, Mo, Pb, Ta, REM, V, Cs, Zr và Hf với lượng 1% hoặc nhỏ hơn.

6. Tấm thép cán nguội theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó tấm thép này còn bao gồm màng phủ trên bề mặt của nó.

7. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có độ bền uốn cao, bao gồm: tạo ra vật liệu thép có thành phần theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5 và cho vật liệu thép này cán nóng bao gồm cán tinh, cuộn, tẩy gỉ, cán nguội và ủ để tạo ra tấm thép cán nguội, trong đó:

kết thúc quá trình cán nóng ở nhiệt độ cán tinh là bằng hoặc cao hơn 890°C sau khi nung nóng vật liệu thép đến nhiệt độ tương ứng với vùng một pha austenit; và

cho tấm thép cán nguội thu được này trải qua quá trình cuộn ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 550°C đến 720°C, tẩy gỉ trên bề mặt tấm thép, cán nguội với tốc độ ép ít nhất là 50% và ủ ở nhiệt độ là bằng hoặc cao hơn 700°C.

8. Phương pháp sản xuất tấm thép cán nguội có độ bền uốn cao theo điểm 7, trong đó phương pháp này còn bao gồm việc cho tấm thép trải qua quá trình mạ sau quá trình ủ.