



(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)



1-0030095

(51)⁷ C22C 38/00; C22C 38/60; C22C 38/06; (13) B
C21D 9/46

(21) 1-2016-02869

(22) 09/01/2015

(86) PCT/JP2015/000088 09/01/2015

(87) WO 2015/111378 A1 30/07/2015

(30) 2014-011728 24/01/2014 JP

(45) 25/11/2021 404

(43) 25/11/2016 344A

(73) JFE STEEL CORPORATION (JP)

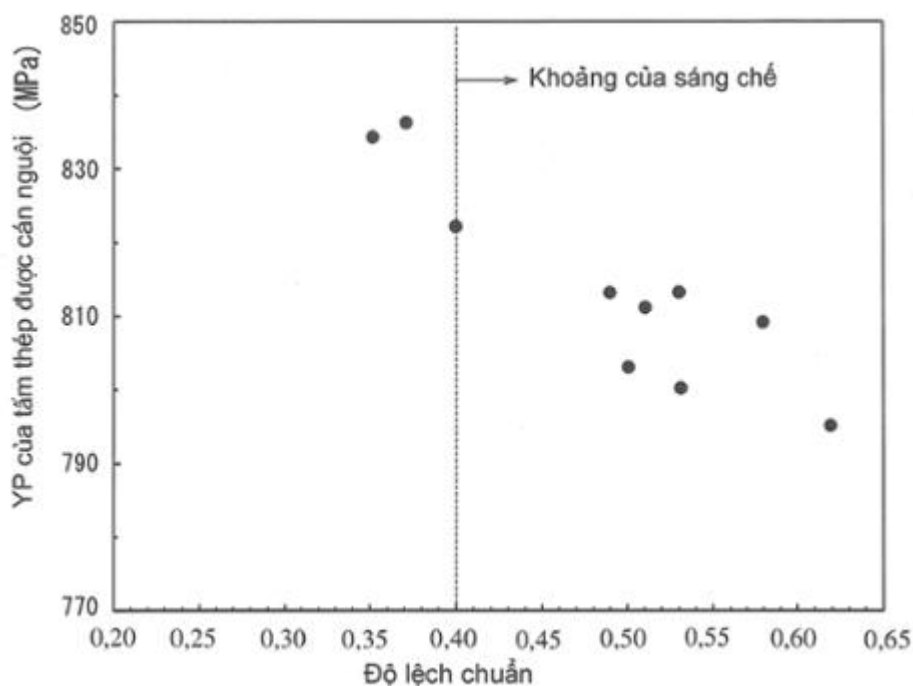
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, Japan

(72) KIZU, Taro (JP); OKUDA, Kaneharu (JP); SEKIGUCHI, Isao (JP).

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

(54) TẤM THÉP ĐƯỢC CÁN NÓNG VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT TẤM THÉP NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép được cán nóng được sử dụng làm vật liệu cho tấm thép được cán nguội mà được đưa vào tải cán thấp trong quá trình cán nguội và phương pháp sản xuất tấm thép này. Tấm thép được cán nóng theo sáng chế có hợp phần hóa học chứa, theo % khối lượng, C: từ 0,010% đến 0,040%, Si: 0,05% hoặc nhỏ hơn, Mn: từ 0,10% đến 0,35%, P: 0,03% hoặc nhỏ hơn, S: 0,015% hoặc nhỏ hơn, Al: từ 0,01% đến 0,10%, N: 0,0050% hoặc nhỏ hơn, và phần còn lại là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên. Tấm thép được cán nóng cũng có vi cấu trúc có cỡ hạt trung bình của ferit lớn hơn 13 μ m và độ lệch chuẩn lôgarit tự nhiên của kích cỡ các hạt ferit riêng lẻ là 0,40 hoặc lớn hơn.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép được cán nóng và phương pháp sản xuất tấm thép này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Sự tăng thêm dân số toàn cầu và phát triển kinh tế đã dẫn đến nhu cầu gia tăng về các vật liệu xây dựng. Ở một số quốc gia, đặc biệt là các nước đang phát triển, các tấm thép được cán nguội có độ dày tấm là 0,3mm hoặc nhỏ hơn, hoặc các tấm thép được cán nguội xử lý bề mặt bằng cách mạ, phủ, hoặc các phương pháp tương tự được áp dụng đã được sử dụng cho các tường bên ngoài, mái, và các bộ phận tương tự của công trình xây dựng. Đối với các mục đích này, các tấm thép được cán nguội mỏng hơn được mong muốn để chi phí thấp hơn. Tuy nhiên, do các cơ sở sản xuất lớn có số lượng nhỏ ở các khu vực mà các tấm thép này dùng cho các vật liệu xây dựng được sử dụng, các tấm thép được cán nóng được cán qua các máy cán nguội với khả năng cán thấp để thu được các tấm thép được cán nguội. Trong trường hợp này, nó không thể đảm bảo tải cán lớn trong quá trình cán nguội, mà khó tạo ra các tấm thép được cán nguội mỏng. Do đó, có nhu cầu ngày càng cấp bách về các tấm thép được cán nóng mà các tấm thép được cán nguội có thể được sản xuất dễ dàng từ các tấm thép này.

Thông thường, như ví dụ về các tấm thép mềm siêu mỏng, JP2008274407A (Tài liệu sáng chế 1) bộc lộ kỹ thuật đề cập đến tấm thép được cán nguội, bao gồm các bước: cán nóng thép chứa C: 0,01% hoặc lớn hơn và 0,10% hoặc nhỏ hơn ở các nhiệt độ bằng hoặc thấp hơn Ar_3 để thu được tấm thép; cuộn tấm thép thành cuộn ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 500°C đến 750°C để thu được tấm thép được cán nóng; và sau đó cán nguội tấm thép được cán nóng từ đó thu được tấm thép được cán nguội có sự phân bố độ cứng mà trong đó độ cứng là nhỏ hơn theo hướng chiều rộng. Ngoài ra, JP2013119653A (Tài liệu sáng chế 2) bộc lộ kỹ thuật để thu được tấm thép được cán nóng dùng cho vật liệu được cán nguội, bao gồm các bước: cán nóng thép chứa C: từ 0,016% đến 0,07% và Ti: từ 0,005% đến 0,03% ở các nhiệt độ từ điểm chuyển đổi Ar_3 đến nhiệt độ là (điểm chuyển đổi $Ar_3 + 49^\circ C$) và ở tỷ lệ giảm khi cán là 20% hoặc lớn

hơn ở lượt qua cuối cùng để thu được tấm thép được cán nóng; làm nguội tấm thép xuống 700°C hoặc thấp hơn trong 0,4 giây ở tốc độ làm nguội là 10°C/giây hoặc lâu hơn; và cuộn tấm thép thành cuộn ở nhiệt độ cuộn nằm trong khoảng từ 450°C đến 650°C để từ đó thu được tấm thép được cán nóng có cỡ hạt trung bình là 13μm hoặc nhỏ hơn và chỉ số hóa già AI là 10MPa hoặc nhỏ hơn.

Danh sách tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: JP2008274407A

Tài liệu sáng chế 2: JP2013119653A

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Tuy nhiên, theo kỹ thuật được bộc lộ trong Tài liệu sáng chế 1, tải cán tăng lên bằng hoặc thấp hơn Ar_3 trong quá trình cán nóng và có thể dẫn đến tấm không đi qua khi sự chuyển đổi xảy ra giữa các giá cán tinh. Ngoài ra, để bắt đầu việc cán tinh sau khi nhiệt độ cán giảm xuống bằng hoặc thấp hơn nhiệt độ Ar_3 , việc đợi nhiệt độ giảm ở phía đầu vào của giá cán tinh là cần thiết, hoặc để cung cấp vị trí đầu tiên chu kỳ nung được thiết kế đặc biệt để hạ thấp nhiệt độ nung phôi tấm, dẫn đến vấn đề về chi phí tăng lên đáng kể cho việc cán nóng.

Mặt khác, Tài liệu sáng chế 2 bộc lộ kỹ thuật nhằm làm giảm tải trọng cán nguội. Tuy nhiên, thông thường là khó khăn để tạo ra vùng làm nguội rất gần phía đầu ra của giá cán tinh do sự có mặt của các máy đo như các nhiệt kế và các bộ chỉ báo độ dày rất gần đó. Do đó, để bắt đầu làm nguội trong vòng 0,4 giây sau khi hoàn thành việc cán tinh, cần thực hiện cán ở tốc độ cực cao cho đến khi đạt đến vùng làm nguội cách từ phía đầu ra của giá cán tinh, đặt giới hạn về vận hành thực tế.

Sáng chế được phát triển để giải quyết vấn đề nêu trên. Mục đích của sáng chế là đề xuất tấm thép được cán nóng được sử dụng làm vật liệu dùng cho tấm thép được cán nguội mà được đưa vào tải cán thấp trong quá trình cán nguội, và phương pháp sản xuất tấm thép này.

Giải quyết vấn đề

Do đó, việc nghiên cứu chuyên sâu được thực hiện về mối tương quan giữa vi cấu trúc của tấm thép được cán nóng và các đặc tính của tấm thép được cán nguội thu

được bằng cách sử dụng tấm thép được cán nóng làm vật liệu. Kết quả là, đã phát hiện ra rằng các tấm thép được cán nóng mà được đưa vào tải cán thấp trong quá trình cán nguội có thể được sản xuất ổn định từ vật liệu có hợp phần hóa học được định trước và vi cấu trúc được định trước. Sáng chế được hoàn thành dựa trên phát hiện này.

Cụ thể, các dấu hiệu chính của sáng chế là như sau.

(1) Tấm thép được cán nóng bao gồm hợp phần hóa học chứa (gồm có), theo % khối lượng,

C: từ 0,010% đến 0,040%,

Si: 0,05% hoặc nhỏ hơn,

Mn: từ 0,10% đến 0,35%,

P: 0,03% hoặc nhỏ hơn,

S: 0,015% hoặc nhỏ hơn,

Al: từ 0,01% đến 0,10%,

N: 0,0050% hoặc nhỏ hơn, và

phần còn lại là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên, và tấm thép được cán nóng này còn bao gồm vi cấu trúc có cỡ hạt trung bình của ferit lớn hơn 13 μ m và độ lệch chuẩn lôgarit tự nhiên của kích cỡ các hạt ferit riêng lẻ là 0,40 hoặc lớn hơn.

(2) Tấm thép được cán nóng theo mục (1), trong đó hợp phần hóa học còn chứa, theo % khối lượng,

B: từ 0,0005% đến 0,0030%.

(3) Tấm thép được cán nóng theo mục (1) hoặc (2), trong đó hợp phần hóa học còn chứa, theo % khối lượng, ít nhất một trong số

Cr: từ 0,01% đến 0,10% và

Cu: từ 0,01% đến 0,10%.

(4) Tấm thép được cán nóng theo khía cạnh bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (3), trong đó hợp phần hóa học còn chứa, theo % khối lượng,

Sb: từ 0,005% đến 0,050%.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, "tấm thép được cán nóng" mà được yêu cầu bảo hộ bao gồm như các tấm thép được cán nóng có các vảy và các tấm thép được tẩy gỉ được đưa vào tẩy gỉ sau khi cán nóng.

(5) Phương pháp sản xuất tấm thép được cán nóng bao gồm việc đưa phôi

tấm có hợp phần hóa học như đã nêu theo khía cạnh bất kỳ trong số các cạnh từ (1) đến (4) vào cán nóng, việc cán nóng bao gồm:

tiến hành cán tinh để thu được tấm thép trong các điều kiện bao gồm:

nhiệt độ đầu vào giá cán tinh là 900°C hoặc cao hơn,

tỷ lệ giảm khi cán của giá cán được đặt ngay phía đầu vào của giá cán cuối cùng trong việc cán tinh là 15% hoặc lớn hơn,

tỷ lệ giảm khi cán của giá cán cuối cùng trong việc cán tinh nhỏ hơn 30%, và

nhiệt độ đầu ra giá cán tinh là 850°C hoặc cao hơn;

làm nguội bằng không khí tấm thép sau khi cán tinh trong khoảng thời gian từ 0,5 giây đến 2,0 giây;

làm nguội tấm thép ở tốc độ làm nguội trung bình nằm trong khoảng từ 10°C/giây đến 50°C/giây sau khi cán tinh và trước khi cuộn; và

cuộn tấm thép ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 550°C đến 700°C để thu được tấm thép được cán nóng.

Mặc dù các chi tiết của cơ chế mà nhờ đó tải trọng trong quá trình cán nguội, cụ thể, có thể được giảm xuống theo sáng chế chưa được biết đến một cách chính xác, có thể là giả định sau đây. Cụ thể, các đứt gãy mà được đưa vào trong quá trình cán nguội tập trung gần các biên hạt, dẫn đến khả năng chống biến dạng cao hơn trong quá trình cán nguội. Do đó, bằng cách làm tăng cỡ hạt tinh thể của tấm thép được cán nóng để làm giảm sự tập trung của các đứt gãy và do có sự phân bố cỡ hạt rộng hơn, các đứt gãy có thể tập trung gần các biên hạt của các hạt tinh thể lớn hơn và, do đó, tổng lượng tập trung các đứt gãy có thể được giảm xuống. Kết quả là, có thể làm giảm đáng kể khả năng chống biến dạng trong quá trình cán nguội, dẫn đến tải cán thấp hơn trong quá trình cán nguội.

Hiệu quả đạt được bởi sáng chế

Theo sáng chế, có thể tạo ra tấm thép được cán nóng mà có thể được cán thành tấm thép mỏng ngay cả nếu máy cán có khả năng cán thấp và tốt hơn là được đưa vào cán nguội để tạo ra tấm thép mỏng được cán nguội hoặc tấm thép được cán nguội được xử lý bề mặt được sử dụng trong các lĩnh vực vật liệu xây dựng như các vật liệu mái.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế sẽ tiếp tục được mô tả dưới đây có đề cập đến các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 là biểu đồ giải thích ảnh hưởng của thời gian làm nguội bằng không khí đến độ lệch chuẩn lôgarit tự nhiên của kích cỡ các hạt ferit riêng lẻ;

Fig.2 là biểu đồ giải thích ảnh hưởng của độ lệch chuẩn đến YP của tấm thép được cán nguội; và

Fig.3 là biểu đồ giải thích ảnh hưởng của cỡ hạt trung bình đến YP của tấm thép được cán nguội.

Mô tả chi tiết sáng chế

Tấm thép được cán nóng theo sáng chế sẽ được mô tả chi tiết dưới đây. Trước hết, các lý do giới hạn các hàm lượng của các thành phần trong hợp phần hóa học sẽ được giải thích. Như được sử dụng trong bản mô tả này, "%" của mỗi thành phần là phần trăm khối lượng trừ phi có quy định khác.

C: từ 0,010% đến 0,040%

Cacbon (C), khi được chứa trong thép ở lượng nhỏ, làm cho điểm chuyển đổi tăng lên và sự chuyển đổi xảy ra trong quá trình cán tinh, kết quả là khả năng chống biến dạng tăng lên rất nhiều mà việc cán không thể được thực hiện ở tỷ lệ giảm khi cán quy định, dẫn đến tấm không đi qua. Ngoài ra, sẽ tốn kém để làm giảm hàm lượng của C. Do đó, hàm lượng của cacbon cần phải là 0,010% hoặc lớn hơn, và tốt hơn là 0,015% hoặc lớn hơn. Mặt khác, hàm lượng của C quá cao tạo ra các hạt tinh thể nhỏ hơn và làm cứng tấm thép do sự tăng lên của xementit. Do đó, hàm lượng của C cần phải là 0,040% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn là 0,035% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,030% hoặc nhỏ hơn, và còn tốt hơn nữa là 0,025% hoặc nhỏ hơn.

Si: 0,05% hoặc nhỏ hơn

Silic (Si), khi được bổ sung vào thép ở lượng lớn, làm cứng tấm thép bởi sự tăng cường dung dịch rắn và làm cho điểm chuyển đổi tăng lên, dẫn đến tấm không đi qua. Do đó, hàm lượng của Si cần phải là 0,05% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn là 0,03% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,02% hoặc nhỏ hơn, và còn tốt hơn nữa là 0,01% hoặc nhỏ hơn. Lưu ý rằng nếu Si không được bổ sung vào thép, không có vấn đề về mặt vật liệu. Tuy nhiên, do việc tốn kém để làm giảm hàm lượng của Si xuống nhỏ hơn

0,001%, hàm lượng không nhỏ hơn 0,001% là chấp nhận được.

Mn: từ 0,10% đến 0,35%

Mangan (Mn), khi được bổ sung vào thép ở lượng lớn, làm cứng tấm thép do sự tăng cường dung dịch rắn và ngăn chặn sự chuyển đổi, dẫn đến cỡ hạt ferit nhỏ hơn. Do đó, hàm lượng của Mn cần phải là 0,35% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn là 0,30% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 0,25% hoặc nhỏ hơn. Mặt khác, nếu hàm lượng của Mn thấp, độ giòn nóng đỏ được gây ra bởi lưu huỳnh, dẫn đến nứt trong quá trình cán nóng. Do đó, hàm lượng của Mn cần phải là 0,10% hoặc lớn hơn.

P: 0,03 % hoặc nhỏ hơn

Phospho (P) làm cứng tấm thép do sự tăng cường dung dịch rắn và gây ra sự tăng lên về điểm chuyển đổi. Do đó, hàm lượng của P cần phải là 0,03% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn là 0,02% hoặc nhỏ hơn. Lưu ý rằng nếu P không được bổ sung vào thép, thì không có vấn đề về mặt vật liệu. Tuy nhiên, do việc làm giảm hàm lượng của P xuống nhỏ hơn 0,005% là tốn kém, hàm lượng không nhỏ hơn 0,005% là chấp nhận được.

S: 0,015% hoặc nhỏ hơn

Lưu huỳnh (S) làm giảm đáng kể độ dẻo trong việc cán nóng gây ra nứt nóng, và làm suy giảm kết cấu bề mặt nghiêm trọng. Do đó, hàm lượng của S cần phải là 0,015% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn là 0,010% hoặc nhỏ hơn. Lưu ý rằng nếu S không được bổ sung vào thép, thì không có vấn đề về mặt vật liệu. Tuy nhiên, do việc làm giảm hàm lượng của S xuống nhỏ hơn 0,001% là tốn kém, hàm lượng không nhỏ hơn 0,001% là chấp nhận được.

Al: từ 0,01% đến 0,10%

Nhôm (Al) trộn nitơ (N) ở dạng nitrit và tránh làm cứng tấm thép. Al cũng được bổ sung vào thép làm nguyên tố khử oxy, trong đó trường hợp mà các oxit nhôm được loại bỏ ở dạng xỉ, còn nếu lượng Al dư là nhỏ, sự khử oxy là không đủ. Do đó, hàm lượng của Al cần phải là 0,01% hoặc lớn hơn. Mặt khác, hàm lượng của Al lớn không chỉ gây ra sự tăng lên về điểm chuyển đổi, mà còn dẫn đến sự tăng lên của các oxit nhôm trong thép, mà gây nứt. Do đó, hàm lượng của Al cần phải là 0,10% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn là 0,06% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 0,04% hoặc nhỏ hơn.

N: 0,0050% hoặc nhỏ hơn

Nitơ (N), khi được chứa trong thép ở lượng lớn, có xu hướng dễ gây ra sự nứt nóng trong quá trình cán nóng của tấm thép, mà có thể dẫn đến các khuyết tật bề mặt. Ngoài ra, vì các nitrit kết tủa nhiều, các hạt ferit tạo thành mịn hơn. Do đó, hàm lượng của N cần phải là 0,0050% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn là 0,0035% hoặc nhỏ hơn. Lưu ý rằng nếu N không được bổ sung vào thép, không có vấn đề về mặt vật liệu. Tuy nhiên, do việc làm giảm hàm lượng của N xuống nhỏ hơn 0,001% là tốn kém, hàm lượng không nhỏ hơn 0,001% là chấp nhận được.

Các thành phần cơ bản được nêu ở trên. Phần còn lại là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên. Lưu ý rằng tấm thép có thể chứa các tạp chất ngẫu nhiên và các nguyên tố không quan trọng khác, mà không rời khỏi phạm vi của sáng chế và trừ khi sự tồn tại của nó có các ảnh hưởng xấu đến sự hoạt động và hiệu quả của sáng chế.

Đối với mục đích làm mềm, các nguyên tố sau đây có thể được bổ sung thêm vào tấm thép.

B: từ 0,0005% đến 0,0030%

Bo (B) phân tách ở các biên hạt austenit trong quá trình cán nóng và làm cho năng lượng giảm ở các biên hạt. Do đó, B đóng vai trò làm giảm số lượng các vị trí tạo mầm ferit khi sự chuyển đổi ferit bắt đầu ở các biên hạt austenit trong quá trình làm nguội. Điều này dẫn đến cỡ hạt ferit lớn hơn, mà góp phần vào làm mềm của tấm thép. Để thu được hiệu quả này, bổ sung B theo lượng là 0,0005% hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 0,0010% hoặc lớn hơn được ưu tiên. Mặt khác, hàm lượng của B quá lớn ngăn chặn sự tái kết tinh của austenit trong quá trình cán nóng để cỡ hạt ferit sau khi chuyển đổi ngược lại sẽ nhỏ hơn do sự tập trung của các đứt gãy. Do đó, khi B được bổ sung vào thép, hàm lượng của B tốt hơn là 0,0030% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 0,0025% hoặc nhỏ hơn.

Ít nhất một trong số Cr và Cu: từ 0,01% đến 0,10%

Crom (Cr) và đồng (Cu) thúc đẩy sự chuyển đổi của ferit và góp phần vào sự làm thành hạt thô của các hạt ferit. Để thu được hiệu quả này, việc bổ sung ít nhất một trong số Cr và Cu vào thép theo lượng là 0,01% hoặc lớn hơn được ưu tiên, lần lượt. Mặt khác, Cr và Cu, khi được bổ sung ở lượng lớn, làm cứng tấm thép. Do đó, nếu áp dụng được, Cr và/hoặc Cu tốt hơn là được bổ sung lần lượt vào thép theo lượng là 0,10% hoặc nhỏ hơn, và lần lượt tốt hơn nữa là 0,05% hoặc nhỏ hơn.

Sb: từ 0,005% đến 0,050%

Antimon (Sb) phân tách ở bề mặt của phôi tấm trong lò nung dùng cho việc cán nóng, tránh sự thấm nitơ của phôi tấm, và do đó ngăn chặn sự làm cứng của tấm thép được gây ra bởi N. Để thu được hiệu quả này, Sb tốt hơn là được bổ sung vào thép theo lượng là 0,005% hoặc lớn hơn. Mặt khác, Sb, khi được bổ sung ở lượng lớn, làm tăng các chi phí sản xuất. Do đó, nếu áp dụng được, Sb tốt hơn là được bổ sung vào thép theo lượng là 0,050% hoặc nhỏ hơn.

Lưu ý rằng titan (Ti), niobi (Nb), vanadi (V), và molybden (Mo) tạo thành các cacbonitrit để làm cứng tấm thép và, do đó, hàm lượng của chúng tốt hơn là được giới hạn nhỏ hơn 0,005%, lần lượt. Ngoài việc trên, không có vấn đề nếu tấm thép chứa Ca, REM, và các tạp chất như Ni, Sn, Mg, Co, As, Pb, Zn, và O, với điều kiện là tổng hàm lượng của chúng là 0,1% hoặc nhỏ hơn.

Tiếp theo, vi cấu trúc của tấm thép được cán nóng theo sáng chế sẽ được mô tả. Tấm thép được cán nóng theo sáng chế có cấu trúc của pha đơn ferit về căn bản, và chứa các kết tủa như các cacbua và các nitrit (bao gồm các cacbonitrit). Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ "về căn bản pha đơn ferit" có nghĩa là tỷ lệ diện tích của ferit là 90% hoặc lớn hơn. Tỷ lệ diện tích ferit tốt hơn là 95% hoặc lớn hơn. Ngoài ra, chấp nhận được là phần còn lại bao gồm peclit và bainit ở tổng tỷ lệ diện tích là 10% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là 5% hoặc nhỏ hơn.

Cỡ hạt trung bình của ferit: lớn hơn 13 μ m

Nếu cỡ hạt trung bình của ferit là nhỏ, tấm thép cứng và sẽ được đưa vào tải trọng lớn hơn trong quá trình cán nguội như được thể hiện trong Fig.3, mà sẽ được mô tả sau. Do đó, cỡ hạt trung bình của ferit cần phải lớn hơn 13 μ m, và tốt hơn là 15 μ m hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 18 μ m hoặc lớn hơn. Không có giới hạn trên cụ thể được đặt vào cỡ hạt trung bình. Tuy nhiên, khi cỡ hạt tăng lên, các hạt nhỏ mất đi và các hạt lớn hơn tăng thêm, mà dẫn đến sự phân bố cỡ hạt hẹp hơn. Do đó, cỡ hạt trung bình cần phải là 50 μ m hoặc nhỏ hơn.

Độ lệch chuẩn lôgarit tự nhiên của kích cỡ các hạt ferit riêng lẻ: 0,40 hoặc lớn hơn

Nếu sự phân bố cỡ hạt ferit là hẹp, các đứt gãy tập trung đều gần các biên hạt tinh thể trong quá trình cán nguội, tổng lượng tập trung các đứt gãy tăng lên, và khả năng chống biến dạng trở nên cao hơn. Do đó, để cho sự phân bố cỡ hạt ferit được thể

hiện như là độ lệch chuẩn lôgarit tự nhiên của kích cỡ các hạt ferit riêng lẻ, sau đó độ lệch chuẩn cần phải là 0,40 hoặc lớn hơn như được thể hiện trong Fig.2, mà sẽ được mô tả sau. Theo cách này, tải trọng trong quá trình cán nguội có thể được giảm xuống. Độ lệch chuẩn tốt hơn là 0,50 hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 0,60 hoặc lớn hơn. Không có giới hạn trên cụ thể được đặt vào độ lệch chuẩn, mặc dù nó đủ để thiết lập giới hạn trên lên đến xấp xỉ 1,0.

Tiếp theo, các điều kiện mà theo các điều kiện này tấm thép được cán nóng nêu trên được tạo ra sẽ được mô tả dưới đây. Vật liệu thép thô như phôi tấm có hợp phần hóa học nêu trên được sản xuất bằng cách cán nóng. Việc cán nóng được thực hiện trong các điều kiện dưới đây.

Nhiệt độ đầu vào giá cán tinh (FET-Finisher Entry Temperature): 900°C hoặc cao hơn

Khi nhiệt độ đầu vào giá cán tinh giảm xuống, sự tăng thêm của các hạt austenit bị chậm mạnh hơn trong quá trình cán tinh và, do đó, các hạt austenit được tinh chế nhiều hơn và trở thành các hạt ferit. Do đó, nhiệt độ nạp cần phải là 900°C hoặc cao hơn, và tốt hơn là 950°C hoặc cao hơn. Không có giới hạn trên cụ thể được đặt vào nhiệt độ nạp. Tuy nhiên, nhiệt độ nạp cao hơn cần nhiệt độ nung cao hơn, mà dẫn đến các chi phí tăng lên và các khuyết tật dạng vảy nhiều hơn. Do đó, giới hạn trên ưu tiên là 1100°C hoặc thấp hơn.

Tỷ lệ giảm khi cán của giá cán được đặt ngay phía đầu vào của giá cán cuối cùng trong việc cán tinh: 15% hoặc lớn hơn

Khi tỷ lệ giảm khi cán tăng lên ở giá cán được đặt ngay phía đầu vào của giá cán cuối cùng trong việc cán tinh, sự tái kết tinh được tạo điều kiện thuận lợi ở phía đầu vào của giá cán cuối cùng, kết quả là sức căng được tạo ra ở phía đầu ra của giá cán cuối cùng để tập trung gần các biên hạt. Theo cách này, sự chuyển đổi ferit trong các hạt austenit có thể bị chậm, dẫn đến cỡ hạt ferit lớn hơn. Do đó, tỷ lệ giảm khi cán của giá cán được đặt ngay phía đầu vào của giá cán cuối cùng cần phải là 15% hoặc lớn hơn, và tốt hơn là 20% hoặc lớn hơn. Mặt khác, nếu giá cán được đặt ngay phía đầu vào của giá cán cuối cùng có tỷ lệ giảm khi cán lớn, các hạt austenit được tinh chế ở phía đầu vào của giá cán cuối cùng, dẫn đến cỡ hạt ferit nhỏ hơn. Do đó, tỷ lệ giảm khi cán tốt hơn là 30% hoặc nhỏ hơn.

Tỷ lệ giảm khi cán của giá cán cuối cùng trong việc cán tinh: nhỏ hơn 30%

Khi tỷ lệ giảm khi cán của giá cán cuối cùng tăng lên, cỡ hạt austenit giảm xuống và, trong sự chuyển đổi ferit tiếp theo, cỡ hạt ferit trở nên nhỏ hơn. Do đó, tỷ lệ giảm khi cán của giá cán cuối cùng cần phải là nhỏ hơn 30%, và tốt hơn là nhỏ hơn 20%. Mặt khác, nếu tỷ lệ giảm khi cán của giá cán cuối cùng là nhỏ, sự chuyển đổi ferit bị chậm quá mức và cỡ hạt ferit giảm xuống. Do đó, tỷ lệ giảm khi cán của giá cán tốt hơn là 10% hoặc lớn hơn.

Nhiệt độ đầu ra giá cán tinh (FDT-Finisher Delivery Temperature): 850°C hoặc cao hơn

Nếu nhiệt độ đầu ra giá cán tinh thấp, sự chuyển đổi ferit xảy ra trên toàn bộ độ dày tấm trong quá trình cán tinh, mà sẽ làm mất ổn định tấm đi qua. Về vấn đề này, nhiệt độ theo hướng độ dày tấm cao hơn ở bên trong tấm thép so với trên các bề mặt, và tấm đi qua không bị ảnh hưởng nhiều do sự chuyển đổi ferit nếu nó chỉ xảy ra gần lớp bề mặt của tấm thép. Do đó, nhiệt độ đầu ra giá cán tinh cần phải là 850°C hoặc cao hơn, và tốt hơn là 870°C hoặc cao hơn. Mặt khác, nếu nhiệt độ đầu ra giá cán tinh quá cao, các vảy tạo thành nhiều hơn và các khuyết tật bề mặt tăng lên do vảy móc vào. Do đó, nhiệt độ đầu ra giá cán tinh tốt hơn là 950°C hoặc thấp hơn.

Thời gian làm nguội bằng không khí để làm nguội bằng không khí tấm thép sau khi cán tinh: từ 0,5 giây đến 2,0 giây

Ở phía đầu ra của giá cán cuối cùng trong việc cán tinh, để xúc tiến sự chuyển đổi ferit mà không thu hẹp sự phân bố cỡ hạt, tấm thép sau khi cán tinh được đưa vào làm nguội bằng không khí. Nếu việc làm nguội bằng không khí được hoàn thành trong thời gian ngắn từ phía đầu ra của giá cán cuối cùng, các hạt ferit được tinh chế và sự phân bố cỡ hạt bị thu hẹp. Do đó, thời gian làm nguội bằng không khí cần phải là 0,5 giây hoặc lớn hơn. Mặt khác, nếu thời gian làm nguội bằng không khí lâu, sự chuyển đổi ferit xúc tiến để tạo thành các hạt ferit đồng nhất, mà làm nó khó thu được sự phân bố cỡ hạt rộng. Do đó, thời gian làm nguội bằng không khí cần phải là 2,0 giây hoặc ngắn hơn, và tốt hơn là 1,5 giây hoặc ngắn hơn.

Tốc độ làm nguội trung bình sau khi cán tinh và trước khi cuộn: từ 10°C/giây đến 50°C/giây

Khi tấm thép được làm nguội ở tốc độ làm nguội trung bình cao hơn sau khi được lấy từ giá cán cuối cùng và trước khi được cuộn, các hạt ferit được tinh chế và

khó thu được sự phân bố cỡ hạt rộng hơn. Do đó, tốc độ làm nguội trung bình cần phải là $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc nhỏ hơn. Mặt khác, khi tốc độ làm nguội trung bình giảm xuống, các hạt ferit tăng thêm ở nhiệt độ cao và khó thu được sự phân bố cỡ hạt rộng hơn. Do đó, tốc độ làm nguội trung bình cần phải là $10^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn, và tốt hơn là $20^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn.

Nhiệt độ cuộn (CT-Coiling Temperature): từ 550°C đến 700°C

Nhiệt độ cuộn quá cao làm cho các hạt ferit tăng thêm và khó thu được sự phân bố cỡ hạt rộng hơn. Ngoài ra, nhiệt độ cuộn cao thúc đẩy sự tạo thành các vảy, làm giảm sản lượng của các tấm thép, và gây ra các khuyết tật bề mặt thường xuyên hơn do các vảy còn sót lại trong quá trình tẩy gỉ, v.v.. Do đó, nhiệt độ cuộn cần phải là 700°C hoặc thấp hơn, và tốt hơn là 670°C hoặc thấp hơn, và tốt hơn nữa là 650°C hoặc thấp hơn. Mặt khác, nhiệt độ cuộn thấp dẫn đến sự tinh chế các hạt ferit và làm cứng tấm thép. Do đó, nhiệt độ cuộn cần phải là 550°C hoặc cao hơn, và tốt hơn là 600°C hoặc cao hơn.

Lưu ý rằng quy trình luyện thép bất kỳ như quy trình luyện thép bằng lò chuyển thông thường và quy trình luyện thép bằng lò điện có thể được sử dụng thích hợp để sản xuất tấm thép được cán nóng nêu trên. Tấm thép được tạo ra bởi quy trình luyện thép được đúc thành các phôi tấm. Sau đó, các phôi tấm được đưa ngay vào cán nóng, hoặc giữ nóng và/hoặc các phôi tấm nguội được nung lại trước khi được đưa vào cán nóng. Trong quá trình cán nóng, việc nung có thể được tiến hành ở các nhiệt độ nằm trong khoảng từ xấp xỉ 1100°C đến xấp xỉ 1250°C . Tấm thép sau khi cuộn có thể được đưa vào tẩy gỉ và được phủ dầu.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các mẫu thép được chuẩn bị bằng cách luyện thép để có các hợp phần hóa học được thể hiện trong Bảng 1. Các mẫu thép được đưa vào cán nóng trong các điều kiện được thể hiện trong Bảng 2 để tạo ra các tấm thép được cán nóng có các độ dày tấm khác nhau. Trong Bảng 2, R_6 là tỷ lệ giảm khi cán của giá cán (giá cán thứ sáu) được đặt ngay phía đầu vào của giá cán cuối cùng trong việc cán tinh, R_7 là tỷ lệ giảm khi cán của giá cán cuối cùng (giá cán thứ bảy), t_A là thời gian làm nguội bằng không khí cho tấm thép sau khi cán tinh, và CR là tốc độ làm nguội trung bình sau khi cán tinh và trước khi cuộn. Các vi cấu trúc và các đặc tính bền kéo của các tấm thép được cán

nóng thu được đã được nghiên cứu. Các thử nghiệm kéo được tiến hành bằng cách sử dụng các mẫu thử JIS số 5 phù hợp với JIS Z 2241. Cỡ hạt ferit cũng được xác định bằng phương pháp cắt như được mô tả dưới đây. Cụ thể, các mặt cắt ngang theo hướng cán của các tấm thép được cán nóng được khắc bằng nital và được quan sát dưới kính hiển vi quang học ở độ phóng đại $100\times$ theo các vùng tạo ảnh $1000\mu\text{m} \times 1000\mu\text{m}$, lần lượt. Sau đó, 20 vạch được kẻ qua các ảnh chụp của các vùng ở các khoảng cách không đổi (ở các khoảng cách $50\mu\text{m}$), lần lượt cả theo hướng cán và theo hướng độ dày tấm. Đối với mỗi hạt ferit được thể hiện trong mỗi ảnh chụp, số lượng các biên hạt của hạt ferit giao cắt bất kỳ các vạch kẻ theo hướng cán trên ảnh chụp được xác định. Cỡ hạt trung bình theo hướng cán, d_L , được xác định bằng cách chia tổng chiều dài của các vạch theo hướng cán cho tổng số lượng các biên hạt của các hạt ferit được xác định. Tương tự, đối với mỗi hạt ferit được thể hiện trong mỗi ảnh chụp, số lượng các biên hạt của hạt ferit giao cắt bất kỳ các vạch kẻ theo hướng độ dày tấm trên ảnh chụp được xác định. Cỡ hạt trung bình theo hướng độ dày tấm, d_N , được xác định bằng cách chia tổng chiều dài của các vạch theo hướng độ dày tấm cho tổng số lượng các biên hạt của các hạt ferit được xác định. Sau đó, "cỡ hạt trung bình của ferit" được xác định bởi $2d_L \cdot d_N / (d_L + d_N)$. Hơn nữa, độ lệch chuẩn lôgarit tự nhiên của cỡ hạt, cả theo hướng cán và theo hướng độ dày tấm, của tất cả các hạt ferit được thể hiện trong các ảnh chụp (mà được gọi đơn giản là "độ lệch chuẩn") được xác định.

Sau đó, các tấm thép được cán nóng thu được được đưa vào tẩy gỉ, sau đó là cán nguội trong các điều kiện được thể hiện trong Bảng 2. Các vi cấu trúc và các đặc tính bền kéo của các tấm thép được cán nguội do đó thu được được nghiên cứu theo phương pháp tương tự như ở trên.

Các kết quả đánh giá của chúng được thể hiện trong Bảng 3. Lưu ý rằng các mẫu thử từ số 32 đến số 35, mà có độ dày tấm là 0,30mm hoặc 0,40mm sau khi cán nguội, được phát hiện là có YP thấp sau khi cán nguội, so với các mẫu thử khác có độ dày tấm là 0,12mm hoặc nhỏ hơn.

Bảng 1

Mẫu thử Số TT	Hợp phần hóa học (% khối lượng)							
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Các nguyên tố khác
1	0,020	0,01	0,20	0,01	0,010	0,03	0,0025	B: 0,0015
2	0,011	0,03	0,10	0,02	0,015	0,06	0,0015	
3	0,015	0,02	0,15	0,03	0,008	0,04	0,0025	Cu: 0,02
4	0,025	0,01	0,35	0,02	0,005	0,08	0,0035	Cr: 0,03
5	0,030	0,01	0,30	0,01	0,001	0,01	0,0031	Cu: 0,02, Cr:0,02
6	0,035	0,05	0,25	0,02	0,012	0,02	0,0028	B: 0,0006
7	0,040	0,03	0,18	0,03	0,011	0,09	0,0022	B: 0,0024
8	<u>0,042</u>	0,01	0,22	0,01	0,012	0,05	0,0031	
9	0,012	0,02	0,23	0,01	0,013	0,03	0,0025	
10	0,035	0,02	<u>0,37</u>	0,01	0,005	0,05	0,0025	
11	0,025	0,03	0,25	0,02	0,007	0,07	<u>0,0055</u>	Cu: 0,02
12	0,023	0,04	0,21	0,03	0,006	0,03	0,0040	
13	0,022	0,01	0,26	0,01	0,011	0,05	0,0048	Sb: 0,011
14	0,025	0,02	0,30	0,02	0,006	0,06	0,0040	B: 0,0011, Cu: 0,02, Cr: 0,01, Sb: 0,009
15	0,035	0,03	0,21	0,01	0,013	0,03	0,0032	
16	0,025	0,01	0,18	0,01	0,011	0,04	0,0025	
17	0,031	0,02	0,24	0,02	0,012	0,05	0,0038	B: 0,0011, Cu: 0,02, Cr: 0,02
18	0,014	0,04	0,29	0,03	0,008	0,04	0,0025	
19	0,025	0,05	0,22	0,02	0,006	0,05	0,0024	
20	0,035	0,03	0,24	0,01	0,006	0,06	0,0036	B: 0,0014
21	0,022	0,02	0,25	0,01	0,011	0,05	0,0027	B: 0,0022, Cu: 0,03
22	0,015	0,04	0,31	0,02	0,012	0,04	0,0020	B: 0,0030
23	0,021	0,02	0,25	0,01	0,015	0,06	0,0014	
24	0,022	0,02	0,15	0,01	0,011	0,04	0,0018	B: 0,0015, Cr: 0,03
25	0,026	0,01	0,12	0,02	0,012	0,03	0,0021	
26	0,033	0,03	0,31	0,03	0,013	0,04	0,0025	B: 0,0015, Cu: 0,03
27	0,021	0,02	0,25	0,01	0,015	0,05	0,0031	Sb: 0,008
28	0,018	0,01	0,13	0,02	0,015	0,01	0,0015	B: 0,0021, Sb: 0,015
29	0,026	0,02	0,16	0,01	0,014	0,02	0,0023	
30	0,035	0,03	0,25	0,02	0,013	0,04	0,0024	B: 0,0021
31	<u>0,045</u>	0,01	0,25	0,03	0,012	0,05	0,0032	Cu: 0,02
32	0,026	0,02	0,32	0,01	0,011	0,04	0,0025	Cr: 0,03
33	0,035	0,02	0,22	0,02	0,013	0,06	0,0041	B: 0,0021
34	0,022	0,03	0,15	0,02	0,008	0,04	0,0039	Sb: 0,019
35	0,025	0,03	<u>0,41</u>	0,01	0,007	0,05	0,0031	Cu: 0,03, Cr: 0,02, Sb: 0,010

Lưu ý: Các trị số gạch dưới nếu nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Bảng 2

Mẫu thử Số TT	Cán nóng								Cán nguội	
	FET (°C)	R ₆ (%)	R ₇ (%)	FDT (°C)	t _A (giây)	CR (°C/giây)	CT (°C)	Độ dày tấm (mm)	Tỷ lệ giảm khi cán (%)	Độ dày tấm (mm)
1	980	25	18	890	0,8	30	645	2,0	94	0,12
2	1050	23	28	850	0,5	11	700	2,0	94	0,12
3	1080	29	25	871	0,6	15	670	2,0	94	0,12
4	900	31	22	860	0,9	25	649	2,0	94	0,12
5	930	17	17	864	1,2	46	640	2,0	94	0,12
6	950	33	15	857	1,8	24	631	2,0	94	0,12
7	1030	21	11	891	0,8	33	654	2,0	94	0,12
8	1010	25	15	864	0,9	25	625	2,0	94	0,12
9	990	23	21	887	1,2	26	615	2,0	94	0,12
10	1020	32	21	875	1,2	24	593	2,0	94	0,12
11	980	18	19	894	0,8	27	638	2,0	94	0,12
12	<u>880</u>	19	17	<u>800</u>	0,7	25	612	2,0	94	0,12
13	1040	15	22	869	0,9	28	610	2,0	94	0,12
14	1060	20	25	872	1,1	24	583	2,0	94	0,12
15	1020	<u>13</u>	15	879	1,2	35	596	2,0	94	0,12
16	990	21	<u>33</u>	886	0,9	36	637	2,0	94	0,12
17	1030	25	28	889	0,5	26	550	2,0	94	0,12
18	1020	26	21	867	<u>0,4</u>	36	612	2,0	94	0,12
19	1030	31	19	899	<u>2,2</u>	38	624	2,0	94	0,12
20	990	25	15	910	1,5	34	613	2,0	94	0,12
21	1060	26	16	850	0,8	42	590	2,0	94	0,12
22	1040	28	24	920	1,7	10	580	2,0	94	0,12
23	970	17	25	915	1,9	20	597	2,0	94	0,12
24	950	21	27	910	0,9	<u>8</u>	616	2,0	94	0,12
25	980	35	16	890	1,2	<u>52</u>	620	2,0	94	0,12
26	1020	21	14	910	1,3	28	<u>535</u>	2,0	94	0,12
27	1010	21	18	872	0,8	34	<u>720</u>	2,0	94	0,12
28	970	25	17	861	1,7	35	630	1,8	93	0,12
29	1020	20	19	887	<u>0,4</u>	38	617	1,8	93	0,12
30	960	33	21	860	0,8	31	682	1,6	94	0,10
31	950	32	25	870	1,1	28	643	1,6	94	0,10
32	1040	34	28	920	1,2	27	627	2,0	80	0,40
33	1020	<u>10</u>	21	891	1,0	29	644	2,0	80	0,40
34	1010	22	22	875	1,3	31	636	2,0	85	0,30
35	1030	26	23	867	1,2	25	635	2,0	85	0,30

Lưu ý: Các trị số gạch dưới nếu nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Bảng 3

Mẫu thử Số TT	Pha Ferit		Các đặc tính cơ học (Tấm thép được cán nóng)			Tấm thép được cán nguội	Ghi chú
	Cỡ hạt trung bình (μm)	Độ lệch tiêu chuẩn	YP (MPa)	TS (MPa)	El (%)	YP (MPa)	
1	21	0,51	260	300	53	780	Thép theo sáng chế
2	22	0,42	261	302	54	776	Thép theo sáng chế
3	20	0,45	265	305	52	783	Thép theo sáng chế
4	19	0,53	269	304	51	800	Thép theo sáng chế
5	17	0,62	271	320	50	795	Thép theo sáng chế
6	23	0,45	258	297	55	776	Thép theo sáng chế
7	19	0,50	253	302	52	803	Thép theo sáng chế
8	<u>11</u>	0,51	283	325	46	836	Thép so sánh
9	26	0,63	249	289	55	770	Thép theo sáng chế
10	<u>10</u>	0,45	283	331	47	841	Thép so sánh
11	<u>12</u>	0,48	279	328	47	838	Thép so sánh
12	<u>9</u>	0,40	283	341	45	845	Thép so sánh
13	15	0,49	273	311	50	813	Thép theo sáng chế
14	17	0,58	269	308	51	809	Thép theo sáng chế
15	<u>12</u>	0,51	278	339	46	834	Thép so sánh
16	<u>11</u>	0,48	281	340	45	840	Thép so sánh
17	15	0,40	273	312	49	822	Thép theo sáng chế
18	<u>12</u>	<u>0,35</u>	279	333	47	841	Thép so sánh
19	23	<u>0,32</u>	259	296	52	841	Thép so sánh
20	17	0,51	273	318	50	811	Thép theo sáng chế
21	14	0,53	283	321	48	813	Thép theo sáng chế
22	25	0,48	251	295	53	775	Thép theo sáng chế
23	23	0,42	258	297	54	782	Thép theo sáng chế
24	18	<u>0,37</u>	278	328	48	836	Thép so sánh
25	<u>13</u>	<u>0,31</u>	255	295	55	845	Thép so sánh
26	<u>11</u>	0,45	281	335	46	841	Thép so sánh
27	19	<u>0,35</u>	261	303	52	834	Thép so sánh
28	18	0,48	258	299	52	782	Thép theo sáng chế
29	<u>13</u>	<u>0,37</u>	272	315	48	824	Thép so sánh
30	18	0,51	260	301	52	783	Thép theo sáng chế
31	<u>12</u>	0,48	281	322	48	835	Thép so sánh
32	20	0,55	258	296	54	650	Thép theo sáng chế
33	<u>12</u>	0,40	279	325	47	720	Thép so sánh
34	20	0,62	255	291	54	681	Thép theo sáng chế
35	<u>12</u>	0,55	275	322	48	748	Thép so sánh

Lưu ý: Các trị số gạch dưới nếu nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Ngoài ra, trong các điều kiện thử nghiệm được thể hiện ở trên, mối quan hệ giữa thời gian làm nguội bằng không khí và độ lệch chuẩn được nghiên cứu đối với các mẫu thử này mà đáp ứng tất cả các yêu cầu của sáng chế ngoại trừ thời gian làm nguội bằng không khí, và các kết quả được thể hiện trong Fig.1. Có thể thấy từ Fig.1 mà độ lệch chuẩn là 0,40 hoặc lớn hơn có thể thu được bằng cách thiết lập thời gian làm nguội bằng không khí nằm trong khoảng từ 0,5 giây đến 2,0 giây. Trong Fig.1, hai đồ thị nằm ngoài phạm vi của sáng chế tương ứng với các mẫu thử số 18 và số 19, trong khi mười chín mẫu thử có đồ thị nằm trong phạm vi sáng chế là các mẫu thép theo sáng chế. Các mẫu thử số 1 và số 30 và các mẫu thử số 22 và số 28 có các đồ thị chông chéo.

Về các ví dụ nêu trên, trong số các mẫu thử từ số 1 đến số 27 mà được cán nguội từ độ dày tấm 2,0mm xuống độ dày tấm 0,12mm, mối quan hệ giữa độ lệch chuẩn và điểm chảy YP của tấm thép được cán nguội được nghiên cứu khoảng mười trường hợp mà có cỡ hạt trung bình của ferit nằm trong khoảng từ 14 μ m đến 19 μ m, và các kết quả được thể hiện trong Fig.2. Có thể thấy từ Fig.2 trường hợp mà độ lệch chuẩn là 0,40 hoặc lớn hơn, tấm thép được cán nguội có YP là 830MPa hoặc nhỏ hơn và được đưa vào tải cán giảm xuống trong quá trình cán nguội. YP nhỏ nghĩa là sức căng gia công nhỏ đã được áp dụng vào tấm thép trong quá trình cán nguội, nói cách khác, việc cán nguội được thực hiện thành công với tải cán nhỏ.

Tương tự, trong số các mẫu thử từ số 1 đến số 27 mà được cán nguội từ độ dày tấm 2,0mm xuống độ dày tấm 0,12mm, mối quan hệ giữa cỡ hạt trung bình của ferit và điểm chảy YP của tấm thép được cán nguội được nghiên cứu khoảng hai mươi hai trường hợp mà có độ lệch chuẩn là 0,40 hoặc lớn hơn, và các kết quả được thể hiện trong Fig.3. Có thể thấy từ Fig.3 trường hợp mà cỡ hạt trung bình lớn hơn 13 μ m, tấm thép được cán nguội có YP là 830MPa hoặc nhỏ hơn và được đưa vào tải cán giảm xuống trong quá trình cán nguội.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Tấm thép được cán nóng theo sáng chế có thể được đưa vào cán nguội để tạo ra các tấm thép được cán nguội mỏng hoặc các tấm thép được cán nguội thu được bằng cách xử lý phủ bề mặt vào đó mà được sử dụng trong lĩnh vực vật liệu xây dựng như các vật liệu mái.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép được cán nóng bao gồm hợp phần hóa học chứa, theo % khối lượng,

C: từ 0,010% đến 0,040%,

Si: 0,05% hoặc nhỏ hơn,

Mn: từ 0,10% đến 0,35%,

P: 0,03% hoặc nhỏ hơn,

S: 0,015% hoặc nhỏ hơn,

Al: từ 0,01% đến 0,10%,

N: 0,0050% hoặc nhỏ hơn, và

phần còn lại là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên, và tấm thép được cán nóng này còn bao gồm vi cấu trúc có cỡ hạt trung bình của ferit lớn hơn 13 μ m và độ lệch chuẩn lôgarit tự nhiên của kích cỡ các hạt ferit riêng lẻ là 0,40 hoặc lớn hơn.

2. Tấm thép được cán nóng theo điểm 1, trong đó hợp phần hóa học còn chứa, theo % khối lượng, ít nhất một trong số:

Cr: từ 0,01% đến 0,10% và

Cu: từ 0,01% đến 0,10%.

3. Tấm thép được cán nóng theo điểm 1 hoặc 2, trong đó hợp phần hóa học còn chứa, theo % khối lượng,

Sb: từ 0,005% đến 0,050%.

4. Phương pháp sản xuất tấm thép được cán nóng bao gồm việc đưa phôi tấm có hợp phần hóa học như đã nêu theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3 vào cán nóng, trong đó việc cán nóng bao gồm các bước:

tiến hành cán tinh để thu được tấm thép trong các điều kiện bao gồm:

nhiệt độ đầu vào giá cán tinh là 900°C hoặc cao hơn,

tỷ lệ giảm khi cán của giá cán được đặt ngay phía đầu vào của giá cán cuối cùng trong việc cán tinh là 15% hoặc lớn hơn,

tỷ lệ giảm khi cán của giá cán cuối cùng trong việc cán tinh nhỏ hơn 30%, và

nhiệt độ đầu ra giá cán tinh là 850°C hoặc cao hơn;

làm nguội bằng không khí tấm thép sau khi cán tinh trong khoảng thời gian từ

0,5 giây đến 2,0 giây;

làm nguội tấm thép ở tốc độ làm nguội trung bình nằm trong khoảng từ $10^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ đến $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ sau khi cán tinh và trước khi cuộn; và

cuộn tấm thép ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 550°C đến 700°C để thu được tấm thép được cán nóng.

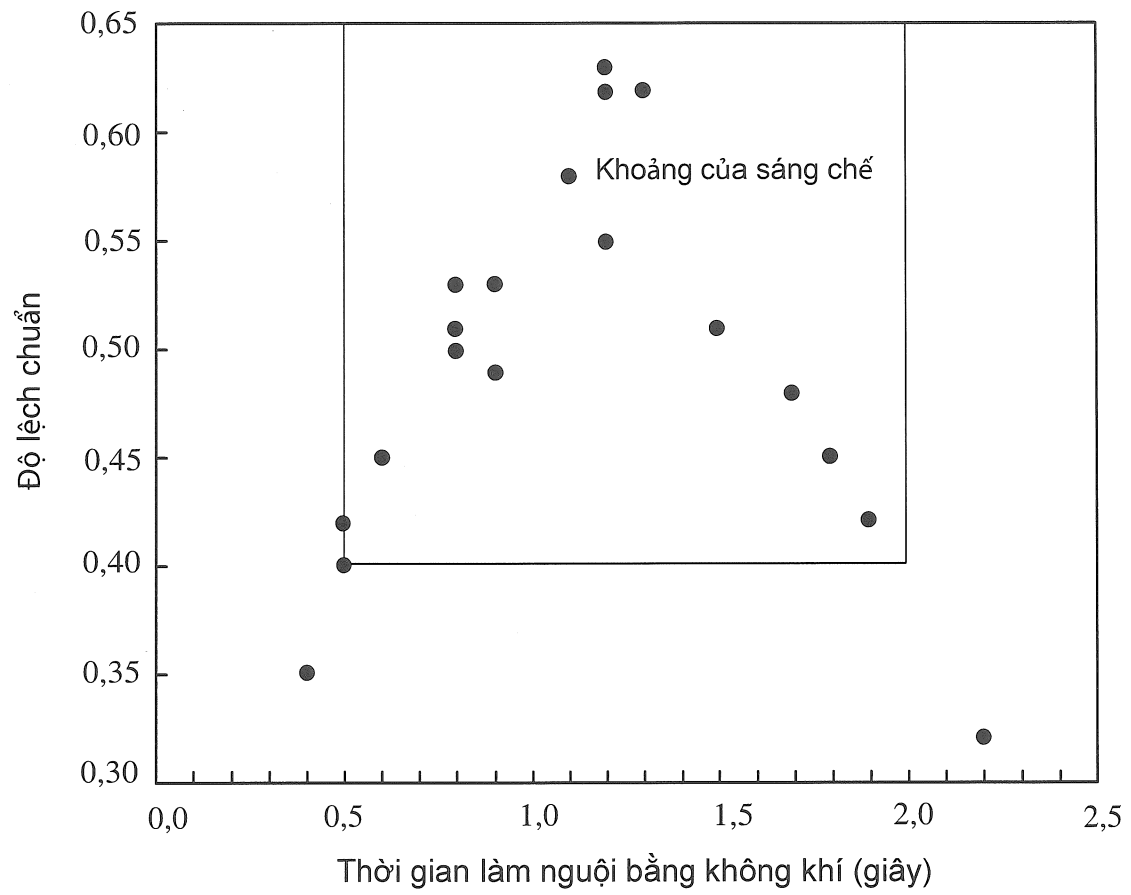
FIG. 1

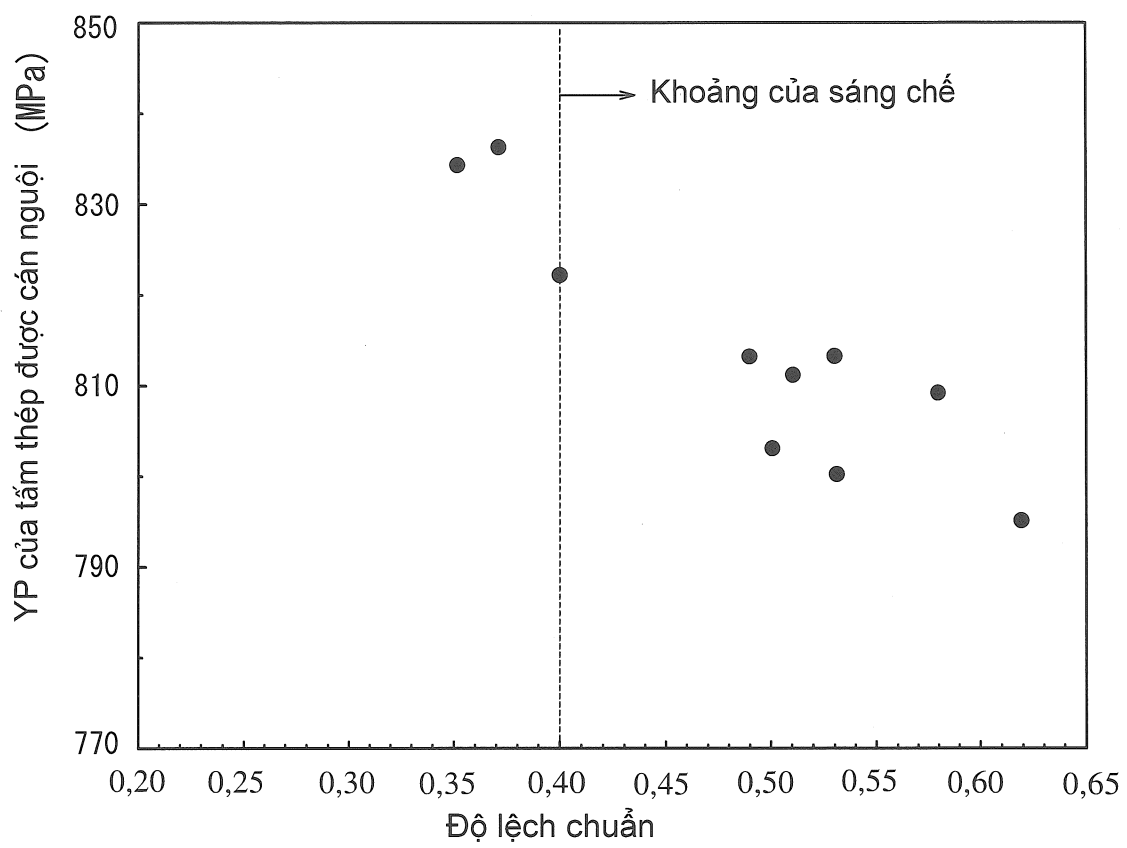
FIG. 2

FIG. 3