



(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)



1-0048201

(51)^{2020.01} C22C 38/00; C22C 38/38; C21D 8/02

(13) B

(21) 1-2021-00603

(22) 31/07/2019

(86) PCT/JP2019/030051 31/07/2019

(87) WO2020/027211 06/02/2020

(30) 2018-147100 03/08/2018 JP

(45) 25/07/2025 448

(43) 25/10/2021 403A

(73) JFE STEEL CORPORATION (JP)

2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 1000011 Japan

(72) IZUMI Daichi (JP); KITSUYA Shigeki (JP); UEDA Keiji (JP); NAKASHIMA Koichi (JP).

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

(54) THÉP GIÀU MN VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT THÉP NÀY

(21) 1-2021-00603

(57) Sáng chế đề xuất thép giàu Mn có độ dai ưu việt ở nhiệt độ thấp và các đặc tính bề mặt ưu việt. Thép giàu Mn gồm: hợp phần hóa học bao gồm, theo % khối lượng, C: 0,100 đến 0,700%, Si: 0,05 đến 1,00%, Mn: 20,0 đến 35,0%, P: $\leq$ 0,030%, S: $\leq$ 0,0070%, Al: 0,010 đến 0,070%, Cr: 0,50 đến 5,00%, N: 0,0050 đến 0,0500%, O: $\leq$ 0,0050%, Ti: $\leq$ 0,005%, và Nb: $\leq$ 0,005%, với phần còn lại chỉ gồm Fe và tạp chất không tránh được; và cấu trúc tế vi có austenit làm nền, trong đó trong cấu trúc tế vi, nồng độ Mn trong phần được làm giàu Mn là 38,0% hoặc nhỏ hơn, và giá trị KAM trung bình là 0,3 hoặc lớn hơn, giới hạn chảy là 400MPa hoặc lớn hơn, năng lượng được hấp thụ vE-196 trong thử nghiệm va đập Charpy ở nhiệt độ -196°C là 100J hoặc lớn hơn, và tỷ lệ phần trăm gãy giòn nhỏ hơn 10%.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thép giàu Mn có độ dai ưu việt đặc biệt ở nhiệt độ thấp và phù hợp với kết cấu thép được sử dụng trong môi trường nhiệt độ cực thấp như các bồn chứa khí hóa lỏng, và phương pháp sản xuất thép giàu Mn.

Tình trạng kỹ thuật của sang chế

Môi trường hoạt động của các kết cấu như bồn chứa khí hóa lỏng đạt đến nhiệt độ cực thấp, và do đó các tấm thép cán nóng dùng cho các kết cấu này được yêu cầu có độ dai ưu việt ở nhiệt độ cực thấp và sức bền ưu việt. Ví dụ, một tấm thép cán nóng dùng cho bể chứa chứa khí thiên nhiên hóa lỏng cần có độ dai ưu việt ở khoảng nhiệt độ thấp hơn -164°C là điểm bay hơi của khí thiên nhiên hóa lỏng. Nếu độ dai ở nhiệt độ thấp của tấm thép dùng cho kết cấu bể chứa ở nhiệt độ cực thấp không đủ, thì độ an toàn của kết cấu bể chứa ở nhiệt độ cực thấp có khả năng bị suy yếu dần. Do đó có nhu cầu lớn trong việc cải thiện độ dai ở nhiệt độ thấp của tấm thép được sử dụng.

Để đáp ứng nhu cầu này, thép không gỉ austenitic có chứa, dưới dạng cấu trúc tế vi của tấm thép, austenit mà không trở nên giòn ở nhiệt độ cực thấp, 9% thép Ni, và các hợp kim nhôm 5000 xê-ri thường được dùng. Tuy nhiên, do chi phí cao của các hợp kim hoặc chi phí sản xuất cao của các vật liệu này, nên cần vật liệu thép mà không đắt và có độ dai ưu việt ở nhiệt độ thấp.

Kết cấu chẳng hạn bồn chứa khí hóa lỏng cần được phủ để tránh tấm thép bị gỉ và ăn mòn. Điểm quan trọng là đạt được hình thức thẩm mỹ sau khi thực hiện phủ, để hài hòa với môi trường. Vì vậy, tấm thép cán nóng dùng cho bể chứa khí thiên nhiên hóa lỏng còn cần có các đặc tính ưu việt của bề mặt tấm thép làm nền của lớp phủ. Có nghĩa là, độ nhám của bề mặt tấm thép cần thấp.

Nhận thấy vấn đề này, ví dụ, JP 2017-507249 A (PTL 1) đề xuất sử dụng, vật liệu thép mới để thay thế các loại thép thông thường để sử dụng ở nhiệt độ cực thấp, thép giàu Mn có chứa lượng lớn Mn mà là một nguyên tố làm ổn định

austenit tương đối không đắt, cho thép kết cấu ở môi trường nhiệt độ cực thấp. Kỹ thuật được đề xuất trong PTL 1 liên quan đến việc kiểm soát năng lượng lỗi xếp chồng để đạt được độ dai ưu việt ở nhiệt độ thấp mà không tình trạng gồ ghề ở bề mặt.

Danh sách trích dẫn

Tài liệu sang chế

PTL 1: JP 2017-507249 A

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

(Vấn đề kỹ thuật)

Với kỹ thuật được mô tả trong PTL 1, thép giàu Mn với chất lượng bề mặt ưu việt mà không có sự gồ ghề ở bề mặt có thể đạt được sau quá trình gia công như gia công kéo. Tuy nhiên, PTL 1 không đề cập đến độ nhám bề mặt của tấm thép cán nóng được sản xuất. Tấm thép cán nóng được sản xuất thường được chuyển đi sau khi bề mặt của nó được làm đồng đều bằng cách xử lý phun bi làm sạch. Trong trường hợp bề mặt tấm thép sau khi xử lý phun bi làm sạch còn gồ ghề, hiện tượng gì cục bộ xảy ra. Để tránh vấn đề này, các đặc tính bề mặt cần được điều chỉnh bằng máy mài hoặc thiết bị tương tự. Điểm này làm giảm năng suất.

Do đó, sẽ là hữu ích khi đề xuất thép giàu Mn có độ dai ưu việt ở nhiệt độ thấp và các đặc tính bề mặt ưu việt. Cũng có thể là hữu ích khi đề xuất phương pháp có lợi để sản xuất thép giàu Mn. Trong bản mô tả này, “độ dai ưu việt ở nhiệt độ thấp” nghĩa là năng lượng được hấp thụ vE-196 trong Thử nghiệm va đập Charpy ở nhiệt độ -196°C là 100J hoặc lớn hơn và tỷ lệ phần trăm gãy giòn nhỏ hơn 10%, và “các đặc tính bề mặt ưu việt” nghĩa là độ nhám bề mặt Ra sau bước xử lý phun bi làm sạch điển hình là 200µm hoặc nhỏ hơn.

(Giải pháp cho vấn đề)

Chúng tôi đã tiến hành các nghiên cứu chuyên sâu về các thông số khác nhau mà quyết định hợp phần hóa học và cấu trúc tế vi của tấm thép thuộc thép giàu Mn, và phát hiện ra các điểm từ a đến d như sau:

- a. Nếu phần được làm giàu Mn với nồng độ Mn nhiều hơn 38,0% khối lượng hình thành trong thép austenitic có hàm lượng Mn cao, thì tỷ lệ phần trăm gãy giòn lên đến 10% hoặc lớn hơn ở nhiệt độ thấp, và độ dai ở nhiệt độ thấp suy giảm. Theo đó, cách hiệu quả để cải thiện độ dai ở nhiệt độ thấp của thép giàu Mn là giới hạn nồng độ Mn trong phần được làm giàu Mn ở mức 38,0% khối lượng hoặc ít hơn.
- b. Nếu thép austenitic có hàm lượng Mn cao chứa Cr với lượng nhiều hơn 5,00% khối lượng, thì bước làm sạch gỉ trong quá trình cán nóng là không đủ. Điểm này khiến cho tấm thép cán nóng sau bước xử lý phun bi làm sạch có bề mặt nhám với độ nhám bề mặt Ra cao hơn 200 μ m. Vì vậy, hàm lượng Cr cần là 5,00% khối lượng hoặc ít hơn, để cải thiện các đặc tính bề mặt của thép giàu Mn.
- c. Bằng việc thực hiện quá trình cán nóng và sự làm sạch gỉ với các điều kiện phù hợp, điểm a và b nêu ở trên có thể đạt được mà không làm tăng các chi phí sản xuất.
- d. Bằng việc thực hiện quá trình cán nóng với các điều kiện phù hợp để đạt được mật độ lệch mạng hạt cao, giới hạn chảy tăng lên đáng kể.

Sáng chế được dựa trên những phát hiện này và các nghiên cứu sâu hơn. Do đó, chúng tôi đề xuất:

1. Thép giàu Mn bao gồm: hợp phần hóa học chứa (bao gồm), theo % khối lượng, C: 0,100% hoặc lớn hơn và 0,700% hoặc nhỏ hơn, Si: 0,05% hoặc lớn hơn và 1,00% hoặc nhỏ hơn, Mn: 20,0% hoặc lớn hơn và 35,0% hoặc nhỏ hơn, P: 0,030% hoặc nhỏ hơn, S: 0,0070% hoặc nhỏ hơn, Al: 0,010% hoặc lớn hơn và 0,070% hoặc nhỏ hơn, Cr: 0,50% hoặc lớn hơn và 5,00% hoặc nhỏ hơn, N: 0,0050% hoặc lớn hơn và 0,0500% hoặc nhỏ hơn, O: 0,0050% hoặc nhỏ hơn, Ti: 0,005% hoặc nhỏ hơn, và Nb: 0,005% hoặc nhỏ hơn, với phần còn lại bao gồm Fe và tạp chất không tránh được; và cấu trúc tế vi có austenit làm nền, trong đó trong cấu trúc tế vi, nồng độ của Mn trong phần được làm giàu phần được làm giàu Mn là 38,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn, và giá trị trung bình của Khác biệt định hướng trung bình Kernel (Kernel Average Misorientation - KAM) là 0,3 hoặc lớn hơn,

giới hạn chảy là 400MPa hoặc lớn hơn, năng lượng được hấp thụ vE-196 trong thử nghiệm va đập Charpy ở nhiệt độ -196°C là 100 J hoặc lớn hơn, và tỷ lệ phần trăm gãy giòn là nhỏ hơn 10%.

2. Thép giàu Mn theo điểm 1, trong đó hợp phần hóa học còn bao gồm, theo % khối lượng, một hoặc nhiều hơn một nguyên tố được chọn từ Cu: 0,01% hoặc lớn hơn và 0,50% hoặc nhỏ hơn, Mo: 2,00% hoặc nhỏ hơn, V: 2,00% hoặc nhỏ hơn, và W: 2,00% hoặc nhỏ hơn.

3. Thép giàu Mn theo điểm 1 hoặc 2, trong đó hợp phần hóa học còn bao gồm, theo % khối lượng, một hoặc nhiều hơn một nguyên tố được chọn từ Ca: 0,0005% hoặc lớn hơn và 0,0050% hoặc nhỏ hơn, Mg: 0,0005% hoặc lớn hơn và 0,0050% hoặc nhỏ hơn, và REM: 0,0010% hoặc lớn hơn và 0,0200% hoặc nhỏ hơn.

4. Phương pháp sản xuất thép giàu Mn, phương pháp này bao gồm: nung thép nguyên liệu thô có hợp phần hóa học theo một trong các điểm từ 1 đến 3 đến khoảng nhiệt độ 1100°C hoặc lớn hơn và 1300°C hoặc nhỏ hơn; và sau đó đưa thép nguyên liệu thô đến quá trình cán nóng với nhiệt độ cán hoàn thiện 800°C hoặc lớn hơn và tỷ lệ giảm sau cán tổng cộng 20% hoặc lớn hơn, và thực hiện sự xử lý làm sạch gỉ trong quá trình cán nóng.

Trong bản mô tả này, khoảng nhiệt độ và nhiệt độ mỗi chúng là nhiệt độ bề mặt của thép nguyên liệu thô hoặc tấm thép.

5. Phương pháp sản xuất thép giàu Mn, phương pháp này bao gồm: bước nung thép nguyên liệu thô có hợp phần hóa học theo một trong các điểm từ 1 đến 3 đến khoảng nhiệt độ 1100°C hoặc lớn hơn và 1300°C hoặc nhỏ hơn; sau đó đưa thép nguyên liệu thô đến quá trình cán nóng thứ nhất với nhiệt độ cán hoàn thiện 1100°C hoặc lớn hơn và tỷ lệ giảm sau cán tổng cộng 20% hoặc lớn hơn; và sau đó đưa nguyên liệu thô thép cán nóng này đến quá trình cán nóng thứ hai với nhiệt độ cán hoàn thiện 700°C hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 950°C, và thực hiện sự xử lý làm sạch gỉ trong quá trình cán nóng thứ hai này.

6. Phương pháp sản xuất thép giàu Mn, phương pháp này bao gồm: bước nung thép

nguyên liệu thô có hợp phần hóa học theo một trong các điểm từ 1 đến 3 đến khoảng nhiệt độ 1100°C hoặc lớn hơn và 1300°C hoặc nhỏ hơn; sau đó đưa thép nguyên liệu thô đến quá trình cán nóng thứ nhất với nhiệt độ cán hoàn thiện 800°C hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 1100°C và tỷ lệ giảm sau cán tổng cộng 20% hoặc lớn hơn; sau đó lại nung nguyên liệu thô thép cán nóng này đến 1100°C hoặc lớn hơn và 1300°C hoặc nhỏ hơn; và sau đó đưa nguyên liệu thô thép cán nóng này đến quá trình cán nóng thứ hai với nhiệt độ cán hoàn thiện 700°C hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 950°C, và bước thực hiện sự xử lý làm sạch gỉ trong quá trình cán nóng thứ hai này.

7. Phương pháp sản xuất thép giàu Mn theo điểm 5 hoặc 6, trong đó sự xử lý làm sạch gỉ được thực hiện trong quá trình cán nóng thứ nhất.

8. Phương pháp sản xuất thép giàu Mn theo một trong các điểm từ 4 đến 7, bao gồm bước thực hiện xử lý làm mát, sau quá trình cán nóng cuối cùng, ở tốc độ làm mát trung bình 1,0°C/giây hoặc cao hơn trong khoảng nhiệt độ từ nhiệt độ 100°C hoặc cao hơn 100°C dưới nhiệt độ cán hoàn thiện đến nhiệt độ 300°C hoặc lớn hơn và 650°C hoặc nhỏ hơn.

(Hiệu quả đạt được của sáng chế)

Do đó, có thể đạt được thép giàu Mn có độ dai ưu việt ở nhiệt độ thấp và các đặc tính bề mặt ưu việt. Thép giàu Mn được bộc lộ trong sáng chế góp phần đáng kể để cải thiện sự an toàn và tuổi thọ của các kết cấu thép được sử dụng trong môi trường nhiệt độ cực thấp như bể chứa khí hóa lỏng. Điều này mang lại hiệu quả có lợi đáng kể trong các lĩnh vực công nghiệp. Phương pháp sản xuất được bộc lộ trong sáng chế có hiệu quả kinh tế ưu việt bởi vì nó không làm giảm năng suất và làm tăng chi phí sản xuất.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Trong các hình vẽ đi kèm:

Fig.1 là đồ thị minh họa kết quả đo nồng độ Mn của phần được làm giàu phần được làm giàu Mn và năng lượng được hấp thụ trong thử nghiệm va đập

Charpy ở nhiệt độ -196°C .

Mô tả chi tiết sáng chế

Thép giàu Mn theo một trong số các phương án được bộc lộ sẽ được mô tả chi tiết dưới đây.

Hợp phần hóa học.

Thứ nhất, hợp phần hóa học của thép giàu Mn theo một trong các phương án được bộc lộ và các lý do giới hạn hợp phần hóa học sẽ được mô tả dưới đây. Trong bản mô tả này, “%” được sử dụng liên quan đến hợp phần hóa học để biểu thị “% khối lượng” trừ khi có diễn giải khác.

C: 0,100% hoặc lớn hơn và 0,700% hoặc nhỏ hơn.

C là một nguyên tố làm ổn định austenit không đắt, và quan trọng trong việc thu được austenit. Để đạt được các hiệu quả, hàm lượng C cần là 0,100% hoặc lớn hơn. Nếu hàm lượng C lớn hơn 0,700%, các cacbua Cr tạo thành quá nhiều, và độ dai ở nhiệt độ thấp giảm. Do đó, hàm lượng C là 0,100% hoặc lớn hơn và 0,700% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng C tốt hơn là 0,200% hoặc lớn hơn và 0,600% hoặc nhỏ hơn.

Si: 0,05% hoặc lớn hơn và 1,00% hoặc nhỏ hơn

Si đóng vai trò làm chất khử oxy, và không chỉ cần cho quá trình sản xuất thép mà còn có tác dụng tăng cường tấm thép qua việc tăng cường dung dịch rắn bằng cách hòa tan trong thép. Để đạt được các hiệu quả, hàm lượng Si cần là 0,05% hoặc lớn hơn. Nếu hàm lượng Si nhiều hơn 1,00%, độ dai ở nhiệt độ thấp và khả năng hàn giảm. Do đó, hàm lượng Si là 0,05% hoặc lớn hơn và 1,00% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Si tốt hơn là 0,07% hoặc lớn hơn và 0,50% hoặc nhỏ hơn.

Mn: 20,0% hoặc lớn hơn và 35,0% hoặc nhỏ hơn

Mn là một nguyên tố làm ổn định austenit tương đối không đắt. Trong sáng chế, Mn là nguyên tố quan trọng để đạt được cả độ bền và độ dai ở nhiệt độ thấp. Để đạt được các hiệu quả, hàm lượng Mn cần là 20,0% hoặc lớn hơn. Nếu hàm lượng Mn nhiều hơn 35,0%, độ dai ở nhiệt độ thấp giảm. Do đó, hàm lượng Mn là 20,0% hoặc lớn hơn và 35,0 % hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Mn tốt hơn là 23,0%

hoặc lớn hơn và 32,0% hoặc nhỏ hơn.

P: 0,030% hoặc nhỏ hơn

Nếu hàm lượng P lớn hơn 0,030%, độ dai ở nhiệt độ thấp suy giảm. Hơn nữa, P tách biệt với các biên hạt và tạo thành một điểm bắt đầu của sự bẻ gãy ứng suất ăn mòn. Bởi vậy cần phải giảm hàm lượng P hết mức có thể, với giới hạn trên được đặt ở 0,030%. Hàm lượng P bởi vậy là 0,030% hoặc nhỏ hơn. Giảm quá nhiều P không thuận lợi về kinh tế bởi vì chi phí tinh lọc tăng, và theo đó cần phải làm cho hàm lượng P đạt 0,002% hoặc lớn hơn. Hàm lượng P tốt hơn là 0,005% hoặc lớn hơn và 0,028% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 0,024% hoặc nhỏ hơn.

S: 0,0070 % hoặc nhỏ hơn

S làm giảm độ dai ở nhiệt độ thấp và tính mềm của kim loại nền. Bởi vậy cần phải giảm hàm lượng S hết mức có thể, với giới hạn trên được đặt ở 0,0070%. Hàm lượng S bởi vậy là 0,0070% hoặc nhỏ hơn. Giảm quá nhiều S không thuận lợi về kinh tế bởi vì chi phí tinh lọc tăng, và theo đó cần phải làm cho S hàm lượng đạt 0,0010% hoặc lớn hơn. Hàm lượng S tốt hơn là 0,0020% hoặc lớn hơn và 0,0060% hoặc nhỏ hơn.

Al: 0,010% hoặc lớn hơn và 0,070% hoặc nhỏ hơn.

Al là một chất khử oxy, và được dùng phổ biến nhất trong quá trình khử oxy kim loại nóng chảy cho các tấm thép. Để đạt được các hiệu quả, hàm lượng Al cần là 0,010% hoặc lớn hơn. Nếu hàm lượng Al lớn hơn 0,070%, Al pha trộn vào phần tử kim loại hàn trong quá trình hàn và suy giảm độ dai của kim loại hàn. Hàm lượng Al bởi vậy là 0,070% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Al tốt hơn là 0,020% hoặc lớn hơn và 0,060% hoặc nhỏ hơn.

Cr: 0,50% hoặc lớn hơn và 5,00% hoặc nhỏ hơn.

Cr là một nguyên tố, khi được thêm một lượng thích đáng, làm ổn định austenit và cải thiện đáng kể độ dai ở nhiệt độ thấp và sức bền của kim loại nền. Để đạt được các hiệu quả, hàm lượng Cr cần là 0,50% hoặc lớn hơn. Nếu hàm lượng Cr nhiều hơn 5,00%, các cacbua Cr tạo thành, hậu quả là độ dai ở nhiệt độ thấp và tính kháng sự bẻ gãy ứng suất ăn mòn suy giảm. Bên cạnh đó, sự làm sạch gỉ trong quá trình cán nóng là không đủ, và độ nhám bề mặt xấu đi. Hàm lượng Cr

bởi vậy là 0,50% hoặc lớn hơn và 5,00% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Cr tốt hơn là 0,60% hoặc lớn hơn và 4,00% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 0,70% hoặc lớn hơn và 3,50% hoặc nhỏ hơn. Đặc biệt, để cải thiện tính kháng sự bẻ gãy ứng suất ăn mòn, hàm lượng Cr tốt hơn là 2,00% hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là nhiều hơn 2,70%.

N: 0,0050% hoặc lớn hơn và 0,0500% hoặc nhỏ hơn.

N là một nguyên tố làm ổn định austenit, và hiệu quả trong việc cải thiện độ dai ở nhiệt độ thấp. Để đạt được các hiệu quả, hàm lượng N cần là 0,0050% hoặc lớn hơn. Nếu hàm lượng N nhiều hơn 0,0500%, các nitrua hoặc cacbon nitrua trở thành thô, và độ dai giảm. Hàm lượng N bởi vậy là 0,0050% hoặc lớn hơn và 0,0500% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng N tốt hơn là 0,0060% hoặc lớn hơn và 0,0400% hoặc nhỏ hơn.

O: 0,0050% hoặc nhỏ hơn.

O tạo thành các oxit và khiến cho độ dai suy giảm ở nhiệt độ thấp. Hàm lượng O bởi vậy là 0,0050% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng O tốt hơn là 0,0045% hoặc nhỏ hơn. Mặc dù không giới hạn dưới nào được đặt ra cho hàm lượng O, nhưng giảm quá nhiều O không thuận lợi về kinh tế bởi vì chi phí tinh lọc tăng, và theo đó hàm lượng O tốt hơn là 0,0010% hoặc lớn hơn.

Mỗi trong số Ti và Nb: 0,005% hoặc nhỏ hơn.

Ti và Nb mỗi chúng tạo thành cacbon nitrua có điểm nóng chảy cao trong thép và triệt tiêu sự tăng trưởng của các hạt tinh thể, và kết quả là tạo thành một khởi nguồn vết nứt hoặc một đường lan truyền gãy. Đặc biệt trong thép giàu Mn, Ti và Nb cản trở sự kiểm soát cấu trúc tế vi để nâng cao độ dai ở nhiệt độ thấp và cải thiện tính mềm. Vì vậy, Ti và Nb cần được giảm có chủ tâm. Chi tiết hơn, Ti và Nb là các nguyên tố pha trộn không tránh được từ nguyên liệu thô và tương tự, và thường mỗi một Ti và Nb pha trộn trong dải lớn hơn 0,005% và 0,010% hoặc nhỏ hơn. Quan trọng là tránh sự pha trộn không thể tránh được của Ti và Nb hết mức có thể bằng phương pháp mô tả dưới đây hoặc tương tự, để giới hạn mỗi trong số hàm lượng Ti và hàm lượng Nb ở 0,005% hoặc nhỏ hơn. Kết quả là mỗi hàm lượng Ti và hàm lượng Nb bị giới hạn ở 0,005% hoặc nhỏ hơn, hậu quả có hại nêu

ở trên của cacbon nitrua có thể tránh được và độ dai ưu việt ở nhiệt độ thấp và tính mềm ưu việt có thể bảo toàn. Mỗi hàm lượng Ti và hàm lượng Nb tốt hơn là 0,003% hoặc nhỏ hơn.

Mỗi hàm lượng Ti và hàm lượng Nb có thể giảm đến 0%. Điều này, tuy nhiên, không thuận lợi về kinh tế bởi vì gánh nặng trong sản xuất thép tăng. Từ góc nhìn của hiệu quả kinh tế, mỗi hàm lượng Ti và hàm lượng Nb đáng mong muốn là 0,001% hoặc lớn hơn.

Phần còn lại khác với các nguyên tố mô tả ở trên chỉ bao gồm sắt và tạp chất không tránh được. Tạp chất không tránh được gồm có, ví dụ, H, B, và tương tự, và tổng lượng có thể cho phép của tạp chất không tránh được là 0,01% hoặc nhỏ hơn.

Hợp phần hóa học của thép giàu Mn theo một trong các phương án được bộc lộ có thể tùy ý chứa thêm các nguyên tố sau đây thêm vào các nguyên tố quan trọng mô tả ở trên, nhằm mục đích cải thiện thêm độ bền và độ dai ở nhiệt độ thấp.

Một hoặc nhiều hơn được chọn từ từ Cu: 0,01% hoặc lớn hơn và 0,50% hoặc nhỏ hơn, Mo: 2,00% hoặc nhỏ hơn, V: 2,00% hoặc nhỏ hơn, và W: 2,00% hoặc nhỏ hơn

Cu là một nguyên tố không chỉ gia cố tấm thép bằng cách gia cố dung dịch rắn mà còn cải thiện độ lệch mạng cơ động và cải thiện độ dai ở nhiệt độ thấp. Để đạt được các hiệu quả, hàm lượng Cu tốt hơn là 0,01% hoặc lớn hơn. Nếu hàm lượng Cu nhiều hơn 0,50%, các đặc tính bề mặt giảm trong quá trình cán. Hàm lượng Cu bởi vậy tốt hơn là 0,01% hoặc lớn hơn và 0,50% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Cu tốt hơn nữa là 0,02% hoặc lớn hơn và 0,40% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Cu tốt hơn nữa là nhỏ hơn 0,20%.

Mo, V, và W góp phần ổn định austenit, và cũng góp phần cải thiện sức bền của kim loại nền. Để đạt được các hiệu quả, mỗi hàm lượng Mo, hàm lượng V, và hàm lượng W tốt hơn là 0,001% hoặc lớn hơn. Nếu mỗi hàm lượng Mo, hàm lượng V, và hàm lượng W lớn hơn 2,00%, cacbon nitrua không mịn có thể tạo thành và là một khởi nguồn vết nứt. Bên cạnh đó, chi phí sản xuất tăng. Theo đó, đối với trường hợp có chứa một trong các nguyên tố kim loại này, hàm lượng tốt hơn là

2,00% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng tốt hơn nữa là 0,003% hoặc lớn hơn và 1,70% hoặc nhỏ hơn, và tốt nhất là 1,50% hoặc nhỏ hơn.

Một hoặc nhiều hơn một nguyên tố được chọn từ từ Ca: 0,0005% hoặc lớn hơn và 0,0050% hoặc nhỏ hơn, Mg: 0,0005% hoặc lớn hơn và 0,0050% hoặc nhỏ hơn, và REM: 0,0010% hoặc lớn hơn và 0,0200% hoặc nhỏ hơn.

Mỗi Ca, Mg, và REM là một nguyên tố hữu dụng cho kiểm soát hình thái của chất lẫn, và có thể được tùy ý có chứa. Kiểm soát hình thái của chất lẫn nghĩa là chuyển chất lẫn trên nền sunfua bị kéo giãn thành chất lẫn dạng hạt. Qua kiểm soát hình thái của chất lẫn như vậy, tính mềm, độ dai, và tính kháng bẻ gãy ứng suất ăn mòn sunfua được cải thiện. Để đạt được các hiệu quả, mỗi hàm lượng Ca và hàm lượng Mg tốt hơn là 0,0005% hoặc lớn hơn, và hàm lượng REM tốt hơn là 0,0010% hoặc lớn hơn. Nếu mỗi hàm lượng Ca, hàm lượng Mg, và hàm lượng REM là cao, một lượng chất lẫn phi kim loại tăng, có thể làm suy giảm tính mềm, độ dai, và tính kháng bẻ gãy ứng suất ăn mòn sunfua. Hơn nữa, hàm lượng cao của các nguyên tố này có khả năng không thuận lợi về kinh tế.

Theo đó, đối với trường hợp có chứa Ca và Mg, mỗi hàm lượng Ca và hàm lượng Mg tốt hơn là 0,0005% hoặc lớn hơn và 0,0050% hoặc nhỏ hơn. Đối với trường hợp có chứa REM, hàm lượng REM tốt hơn là 0,0010% hoặc lớn hơn và 0,0200% hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn nữa là, hàm lượng Ca là 0,0010% hoặc lớn hơn và 0,0040% hoặc nhỏ hơn, hàm lượng Mg là 0,0010% hoặc lớn hơn và 0,0040% hoặc nhỏ hơn, và hàm lượng REM là 0,0020% hoặc lớn hơn và 0,0150% hoặc nhỏ hơn.

Cấu trúc tế vi

Cấu trúc tế vi có austenit làm nền

Trong trường hợp kết cấu tinh thể của nguyên liệu thép là lập phương tâm khối (body-centered cubic structure - bcc), có khả năng nguyên liệu thép trải qua gãy giòn trong môi trường nhiệt độ thấp. Nguyên liệu thép như vậy không phù hợp để dùng trong môi trường nhiệt độ thấp. Giả định dùng trong môi trường nhiệt độ thấp, quan trọng là kết cấu tinh thể của chất nền của nguyên liệu thép là austenit có cấu trúc tế vi lập phương tâm diện (face-centered cubic structure - fcc). Sự diễn đạt “có austenit làm nền” nghĩa là pha austenit chiếm 90% hoặc lớn hơn trong tỷ lệ

diện tích. Pha còn lại ngoài pha austenit là pha ferit và/hoặc pha marten. Tỷ lệ diện tích của pha austenit tốt hơn nữa là 95% hoặc lớn hơn. Tỷ lệ diện tích của pha austenit có thể là 100%.

Nồng độ Mn trong phần được làm giàu Mn trong cấu trúc tế vi: 38,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn

Tấm thép cán nóng thu được bằng quá trình cán nóng thép nguyên liệu thô có hợp phần hóa học nêu ở trên không tránh được có một phần được làm giàu Mn. “Phần được làm giàu Mn” là phần mà có nồng độ Mn cao nhất trong diện tích vi mô được tách riêng. Khi thép nguyên liệu thô có chứa Mn được cán nóng, vùng Mn bị cô lập hình thành, hậu quả là phần được làm giàu Mn tạo thành không tránh được.

Fig.1 minh họa kết quả đo nồng độ Mn trong phần được làm giàu Mn và năng lượng được hấp thụ trong thử nghiệm va đập Charpy ở nhiệt độ -196°C cho mỗi tấm thép thu được bằng quá trình cán nóng thép nguyên liệu thô có hợp phần hóa học nêu ở trên dưới các điều kiện khác nhau. Như minh họa trên hình vẽ, kết quả là của quá trình cán nóng thép nguyên liệu thô có hợp phần hóa học nêu ở trên dưới các điều kiện khác nhau và giới hạn nồng độ Mn trong phần được làm giàu Mn đến 38,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn, năng lượng được hấp thụ 100J hoặc lớn hơn có thể đạt được. Nồng độ Mn trong phần được làm giàu Mn tốt hơn là 37,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn.

Mặc dù giới hạn dưới không được đặt ra cho nồng độ Mn trong phần được làm giàu Mn, nhưng nồng độ Mn trong phần được làm giàu Mn tốt hơn là 25,0% khối lượng hoặc lớn hơn để đảm bảo sự ổn định của austenit.

Giá trị trung bình của Khác biệt định hướng trung bình Kernel (Kernel Average Misorientation - KAM): 0,3 hoặc lớn hơn.

Giá trị KAM thu được như sau: tại mỗi trong các vị trí có độ sâu bằng 1/4 và 1/2 của chiều dày từ bề mặt tấm thép sau quá trình cán nóng, phân tích nhiễu tán xạ ngược điện tử (nhiễu tán xạ ngược điện tử - EBSD) được thực hiện cho hai trường quan sát bất kỳ $500\mu\text{m} \times 200\mu\text{m}$. Và, từ các kết quả phân tích, giá trị trung bình của các khác biệt định hướng (sự khác biệt về định hướng) giữa mỗi điểm ảnh

và điểm ảnh bên cạnh trong một hạt tinh thể được tính toán chính là giá trị KAM. Giá trị KAM phản ánh thay đổi định hướng tinh thể cục bộ bằng độ lệch mạng trong cấu trúc tế vi. Một giá trị KAM cao hơn chỉ ra các khác biệt định hướng lớn hơn giữa điểm đo và các phần xung quanh. Có nghĩa là, một giá trị KAM cao hơn chỉ ra mức độ cao hơn của sự biến dạng cục bộ trong hạt. Vì vậy, khi giá trị KAM trong tấm thép sau khi cán cao hơn, độ lệch mạng hạt cao hơn. Nếu giá trị KAM trung bình là 0,3 hoặc lớn hơn, nhiều độ lệch mạng được tích tụ, nên giới hạn chảy được cải thiện. Giá trị KAM trung bình tốt hơn là 0,5 hoặc lớn hơn. Nếu giá trị trung bình KAM lớn hơn 1,3, độ dai có khả năng suy giảm. Theo đó, giá trị KAM trung bình tốt hơn là 1,3 hoặc nhỏ hơn.

Tấm thép cán nóng đã có hợp phần hóa học nêu trên và trong nó nồng độ Mn trong phần được làm giàu Mn là 38,0% hoặc nhỏ hơn và giá trị KAM trung bình là 0,3 hoặc lớn hơn có, kết quả của việc đưa đến sự làm sạch gỉ tối thiểu trong quá trình cán nóng cuối cùng, độ nhám bề mặt Ra 200 μ m hoặc nhỏ hơn sau khi xử lý phun bi làm sạch được thực hiện bằng một phương pháp điển hình. Có được điểm này bởi vì, kết quả của sự thực hiện làm sạch gỉ, sự tăng độ nhám bề mặt được tạo ra bằng sự kẹp vảy trong khi cán được triệt tiêu và sự không phẳng do làm mát được tạo ra bằng vảy trong khi làm mát được triệt tiêu, và độ cứng bề mặt vật liệu được làm đồng đều để triệt tiêu sự tăng độ nhám bề mặt trong khi phun bi làm sạch.

Nếu độ nhám bề mặt Ra sau khi phun bi làm sạch nhiều hơn 200 μ m, không những hình thức thẩm mỹ sau khi tiến hành phủ bị làm suy yếu, mà ăn mòn cục bộ còn tiến triển trong các phần có lỗ. Vì vậy, độ nhám bề mặt Ra cần là 200 μ m hoặc nhỏ hơn. Độ nhám bề mặt Ra tốt hơn là 150 μ m hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 120 μ m hoặc nhỏ hơn. Mặc dù giới hạn dưới không được đặt ra cho độ nhám bề mặt Ra, độ nhám bề mặt Ra tốt hơn là 5 μ m hoặc lớn hơn để tránh tăng chi phí sửa chữa.

Mn tạo thành các oxit khuếch tán từ thép bên trong đến bề mặt tấm thép để kết tủa và tập trung trên bề mặt tấm thép. Các oxit này được gọi là vật chất tập trung trên bề mặt. Theo đó, bằng việc giới hạn nồng độ Mn trong phần được làm

giàu Mn đến 38,0% hoặc nhỏ hơn, độ nhám bề mặt Ra 200 μ m hoặc nhỏ hơn có thể đạt được.

Với thép giàu Mn theo một trong các phương án được bộc lộ, thép nóng chảy có hợp phần hóa học nêu ở trên có thể thu được bằng sản xuất thép theo một phương pháp sản xuất thép nổi tiếng dùng một lò nung, một lò ủ điện, hoặc tương tự. Tinh lọc thứ cấp có thể thực hiện trong một lò chân không tách khí. Trong trường hợp này, quan trọng là giới hạn Ti và Nb, vốn cản trở kiểm soát cấu trúc tế vi phù hợp, đến dải nêu ở trên, bằng tránh Ti và Nb không tránh được pha trộn vào từ nguyên liệu thô và tương tự và giảm hàm lượng của chúng. Ví dụ, bằng việc giảm độ kiềm của xỉ trong bước tinh lọc, hợp kim của Ti và Nb được tập trung trong xỉ và thải loại, nên giảm sự tập trung của Ti và Nb trong phôi sản phẩm cuối cùng. Ngoài ra, phương pháp thổi oxy vào để khiến cho oxi hóa và, trong khi tuần hoàn, phân tách cảm ứng nổi của hợp kim Ti và Nb có thể dùng. Thêm nữa, thép nguyên liệu thô như phôi với kích thước được xác định trước tốt hơn là thu được bằng một phương pháp đúc nổi tiếng như đúc liên tục.

Hơn nữa, để biến thép nguyên liệu thô thành nguyên liệu thép có độ dai ưu việt ở nhiệt độ thấp, thép nguyên liệu thô được nung đến khoảng nhiệt độ 1100°C hoặc lớn hơn và 1300°C hoặc nhỏ hơn, và tiếp theo đưa vào quá trình cán nóng với nhiệt độ cán hoàn thiện là 800°C hoặc lớn hơn và tỷ lệ giảm sau cán tổng cộng 20% hoặc lớn hơn và đưa vào sự làm sạch gỉ xử lý trong quá trình cán nóng. Một trong các quá trình sẽ được mô tả dưới đây.

Nhiệt độ nung thép nguyên liệu thô: 1100°C hoặc lớn hơn và 1300°C hoặc nhỏ hơn.

Để thu được thép giàu Mn có kết cấu nêu ở trên, cần phải nung thép nguyên liệu thô đến khoảng nhiệt độ 1100°C hoặc lớn hơn và 1300°C hoặc nhỏ hơn và đưa thép nguyên liệu thô vào quá trình cán nóng với nhiệt độ cán hoàn thiện 800°C hoặc lớn hơn và tỷ lệ giảm sau cán tổng cộng 20% hoặc lớn hơn. Ở đây, kiểm soát nhiệt độ dựa trên nhiệt độ bề mặt của thép nguyên liệu thô.

Chi tiết hơn, để tạo điều kiện thuận lợi cho sự khuếch tán của Mn trong quá trình cán nóng, nhiệt độ nung trước khi cán đặt ở 1100°C hoặc lớn hơn. Nếu nhiệt

độ nung lớn hơn 1300°C , có khả năng thép bắt đầu nóng chảy. Giới hạn trên của nhiệt độ nung bởi vậy là 1300°C . Nhiệt độ nung tốt hơn là 1150°C hoặc lớn hơn và 1250°C hoặc nhỏ hơn.

Quá trình cán nóng: nhiệt độ cán hoàn thiện 800°C hoặc lớn hơn và tỷ lệ giảm sau cán tổng cộng 20% hoặc lớn hơn.

Tiếp theo, trong quá trình cán nóng, cần phải đặt tỷ lệ giảm sau cán tổng cộng cao 20% hoặc lớn hơn ở cuối quá trình cán, để giảm khoảng cách giữa phần được làm giàu Mn và phần loãng Mn và tạo điều kiện thuận lợi cho sự khuếch tán của Mn. Tỷ lệ giảm sau cán tổng cộng tốt hơn là 30% hoặc lớn hơn. Mặc dù giới hạn trên không được đặt ra cho tỷ lệ giảm sau cán tổng cộng, tỷ lệ giảm sau cán tổng cộng tốt hơn là 98% hoặc nhỏ hơn từ góc nhìn của cải thiện hiệu quả cán. Tỷ lệ giảm sau cán tổng cộng trong tài liệu này ám chỉ một trong: giảm sau cán đối với chiều dày của phôi ở đầu vào của quá trình cán nóng thứ nhất ở cuối của quá trình cán nóng thứ nhất, và giảm sau cán đối với chiều dày của phôi ở đầu vào của quá trình cán nóng thứ hai ở cuối của quá trình cán nóng thứ hai. Trong trường hợp quá trình cán nóng được thực hiện hai lần, hợp lý hơn là tỷ lệ giảm sau cán tổng cộng 20% hoặc lớn hơn ở cuối của quá trình cán nóng thứ nhất và 50% hoặc lớn hơn ở cuối của quá trình cán nóng thứ hai. Trong trường hợp quá trình cán nóng được thực hiện chỉ một lần, hợp lý hơn là tỷ lệ giảm sau cán tổng cộng 60% hoặc lớn hơn.

Tương tự như vậy, nhiệt độ cán hoàn thiện đặt ở 800°C hoặc lớn hơn, từ góc nhìn của tạo điều kiện thuận lợi cho sự khuếch tán của Mn trong khi cán và đảm bảo độ dai ở nhiệt độ thấp. Nếu nhiệt độ cán hoàn thiện nhỏ hơn 800°C , nhiệt độ cán hoàn thiện ở dưới nhiều hơn 2/3 của điểm nóng chảy (1246°C) của Mn, nên Mn không thể khuếch tán một cách đầy đủ. Từ các nghiên cứu, chúng tôi biết được rằng Mn có thể khuếch tán một cách đầy đủ nếu nhiệt độ cán hoàn thiện là 800°C hoặc lớn hơn. Chúng tôi cho rằng, do hệ số khuếch tán Mn trong austenit là thấp, cán trong khoảng nhiệt độ 800°C hoặc lớn hơn cần thiết cho sự khuếch tán đầy đủ của Mn. Nhiệt độ cán hoàn thiện tốt hơn là 950°C hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 1000°C hoặc lớn hơn. Nhiệt độ cán hoàn thiện tốt hơn là 1050°C hoặc nhỏ hơn, từ

góc nhìn của đảm bảo sức bền.

Sau quá trình cán nóng nêu ở trên, quá trình cán nóng thứ hai thỏa mãn các điều kiện sau đây có thể tùy ý thực hiện để tạo điều kiện thuận lợi đáng kể cho sự khuếch tán của Mn. Trong trường hợp này, nếu nhiệt độ hoàn thiện của quá trình cán nóng thứ nhất nêu ở trên là 1100°C hoặc lớn hơn, quá trình cán nóng thứ hai được thực hiện ngay sau quá trình cán nóng thứ nhất. Nếu nhiệt độ hoàn thiện của quá trình cán nóng đầu tiên nhỏ hơn 1100°C , mặt khác, nung lại đến 1100°C hoặc lớn hơn được thực hiện. Nếu nhiệt độ nung lại nhiều hơn 1300°C , có khả năng thép bắt đầu nóng chảy, như quá trình nung nêu ở trên. Giới hạn trên của nhiệt độ nung lại bởi vậy là 1300°C . Ở đây, kiểm soát nhiệt độ dựa trên nhiệt độ bề mặt của thép nguyên liệu thô.

Quá trình cán nóng thứ hai: nhiệt độ cán hoàn thiện: 700°C hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 950°C .

Trong quá trình cán nóng thứ hai, quan trọng là thực hiện tối thiểu một hoặc nhiều hơn bước chuyển trong khoảng nhiệt độ 700°C hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 950°C . Kết quả của thực hiện một hoặc nhiều hơn bước chuyển của cán ở thấp hơn 950°C với tỷ số cán tốt hơn là 10% hoặc lớn hơn mỗi bước chuyển, độ lệch mạng được đưa vào trong quá trình cán thứ nhất gần như không hồi phục, do đó có khả năng còn lại, có khả năng làm tăng thêm giá trị KAM. Nếu nhiệt độ cán hoàn thiện trong quá trình cán nóng thứ hai là 950°C hoặc lớn hơn, các hạt tinh thể trở nên không mịn quá nhiều, và giới hạn chảy mong muốn không thể thu được. Vì vậy, hoàn thành cán cho một bước chuyển hoặc nhiều hơn được thực hiện ở nhỏ hơn 950°C . Nhiệt độ cán hoàn thiện tốt hơn là 900°C hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 850°C hoặc nhỏ hơn.

Nếu nhiệt độ cán hoàn thiện nhỏ hơn 700°C , độ dai suy giảm. Nhiệt độ cán hoàn thiện bởi vậy là 700°C hoặc lớn hơn. Nhiệt độ cán hoàn thiện tốt hơn là 750°C hoặc lớn hơn. Tỷ lệ giảm sau cán tổng cộng ở cuối quá trình cán nóng thứ hai tốt hơn là 20% hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 50% hoặc lớn hơn. Nếu tỷ lệ giảm sau cán tổng cộng nhiều hơn 95%, độ dai suy giảm. Theo đó, tỷ lệ giảm sau cán tổng cộng ở cuối quá trình cán nóng thứ hai tốt hơn là 95% hoặc nhỏ hơn.

Trong bản mô tả này, tỷ lệ giảm sau cán tổng cộng ở cuối quá trình cán nóng thứ hai là giá trị được tính toán dùng chiều dày trước quá trình cán nóng thứ hai và chiều dày sau quá trình cán nóng thứ hai.

Hơn nữa, bằng thực hiện sự làm sạch gỉ xử lý một lần hoặc nhiều hơn trong quá trình cán nóng, tấm thép có các tính chất bề mặt ưu việt có thể sản xuất. Sự xử lý làm sạch gỉ tốt hơn là được thực hiện hai lần hoặc nhiều hơn, và tốt hơn nữa là được thực hiện ba lần hoặc nhiều hơn. Mặc dù giới hạn trên không được đặt ra cho số lần sự xử lý làm sạch gỉ được thực hiện, số lần sự xử lý làm sạch gỉ được thực hiện tốt hơn là 20 hoặc ít hơn từ góc nhìn hoạt động. Sự xử lý làm sạch gỉ tốt hơn là thực hiện trước bước chuyển thứ nhất của quá trình cán nóng. Trong trường hợp quá trình cán nóng được thực hiện một lần, sự xử lý làm sạch gỉ được thực hiện trong quá trình cán nóng. Trong trường hợp quá trình cán nóng được thực hiện hai lần, sự xử lý làm sạch gỉ xử lý được thực hiện tối thiểu trong quá trình cán nóng thứ hai. Trong trường hợp quá trình cán nóng được thực hiện hai lần, hợp lý hơn là thực hiện sự xử lý làm sạch gỉ cả trong quá trình cán nóng thứ nhất và trong quá trình cán nóng thứ hai.

Tiếp theo, bước xử lý làm mát theo các điều kiện sau đây tốt hơn là được thực hiện. Trong trường hợp quá trình cán nóng được thực hiện hai lần, xử lý làm mát được thực hiện sau quá trình cán nóng. Trong trường hợp quá trình cán nóng được thực hiện hai lần, xử lý làm mát được thực hiện sau quá trình cán nóng thứ hai.

Tốc độ làm mát trong khoảng nhiệt độ từ nhiệt độ không nhỏ hơn (nhiệt độ cán hoàn thiện - 100°C) đến nhiệt độ 300°C hoặc lớn hơn và 650°C hoặc nhỏ hơn: 1,0°C/giây hoặc cao hơn.

Sau khi quá trình cán nóng kết thúc, tốt hơn là thực hiện làm mát một cách nhanh chóng. Nếu tấm thép sau quá trình cán nóng được làm mát chậm, sự hình thành của kết tủa được đẩy mạnh, có khả năng khiến cho suy giảm độ dai ở nhiệt độ thấp. Sự hình thành kết tủa này có thể triệt tiêu bằng làm mát ở tốc độ làm mát 1,0°C/giây hoặc cao hơn trong khoảng nhiệt độ từ nhiệt độ không nhỏ hơn (nhiệt độ cán hoàn thiện - 100°C) đến nhiệt độ 300°C hoặc lớn hơn và 650°C hoặc nhỏ

hơn (nói theo cách khác, đến nhiệt độ giữa 300 đến 650°C). Nguyên nhân cho giới hạn tốc độ làm mát trong khoảng nhiệt độ từ nhiệt độ không nhỏ hơn (nhiệt độ cán hoàn thiện - 100°C) đến nhiệt độ 300°C hoặc lớn hơn và 650°C hoặc nhỏ hơn là bởi vì khoảng nhiệt độ này tương ứng với khoảng nhiệt độ sự kết tủa cacbua. Làm mát quá nhiều kéo căng tấm thép, và khiến cho năng suất suy giảm. Đặc biệt trong trường hợp chiều dày của nguyên liệu thép là 10mm hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là làm mát bằng không khí. Theo đó, giới hạn trên của nhiệt độ bắt đầu làm mát tốt hơn là 900°C.

Nếu tốc độ làm mát trung bình trong khoảng nhiệt độ nêu ở trên nhỏ hơn 1,0°C/giây, sự hình thành kết tủa có khả năng được đẩy mạnh. Tốc độ làm mát trung bình bởi vậy tốt hơn là 1,0°C/giây hoặc lớn hơn. Từ góc nhìn của tránh kéo căng tấm thép do làm mát quá nhiều, tốc độ làm mát trung bình tốt hơn là 15,0°C/giây hoặc nhỏ hơn. Đặc biệt trong trường hợp chiều dày của nguyên liệu thép là 10mm hoặc nhỏ hơn, tốc độ làm mát trung bình tốt hơn là 5,0°C/giây hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa 3,0°C/giây hoặc nhỏ hơn.

Tấm thép cán nóng được sản xuất là kết quả của quá trình được mô tả ở trên có một phần được làm giàu Mn của nồng độ Mn thấp như là được cán nóng, và do đó không cần cán nóng sau đó.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các kỹ thuật được bộc lộ theo sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây bằng các ví dụ. Các kỹ thuật được bộc lộ theo sáng chế không bị giới hạn ở các ví dụ được mô tả dưới đây.

Phôi thép có hợp phần hóa học chỉ ra trong Bảng 1 được sản xuất trong quá trình cho tinh lọc với lò nung và gàu rót và đúc liên tục. Mỗi phôi thép thu được về sau đưa vào quá trình cán nóng dưới các điều kiện chỉ ra trong Bảng 2, để thu được tấm thép có chiều dày 6mm đến 30mm. Với mỗi tấm thép thu được, độ dai kéo căng, độ dai, và cấu trúc tế vi được ước lượng như sau.

(1) Đặc tính kiểm tra kéo căng.

Mẫu kiểm tra kéo căng JIS số 5 được thu thập từ mỗi tấm thép thu được, và

kiểm tra kéo được thực hiện tương ứng với JIS Z 2241 (1998) để khảo sát đặc tính kiểm tra kéo căng. Trong trường hợp giới hạn chảy là 400MPa hoặc lớn hơn và sức bền kéo căng là 800MPa hoặc lớn hơn, mẫu được quyết định có độ dai kéo căng ưu việt. Trong trường hợp độ giãn là 40% hoặc lớn hơn, mẫu được quyết định có tính mềm ưu việt.

(2) Độ dai ở nhiệt độ thấp.

Ở vị trí 1/4 của chiều dày từ bề mặt mỗi tấm thép có chiều dày hơn 20mm và ở vị trí 1/2 của chiều dày từ bề mặt mỗi tấm thép có chiều dày 10mm hoặc lớn hơn và 20mm hoặc nhỏ hơn, ba mẫu kiểm tra thử nghiệm tạo rãnh chữ V Charpy được thu thập theo hướng cán tương ứng với JIS Z 2202 (1998) và đưa vào thử nghiệm va đập Charpy tương ứng với JIS Z 2242 (1998) để xác định năng lượng được hấp thụ ở nhiệt độ -196°C và ước lượng độ dai kim loại nền. Cho mỗi tấm thép chiều dày nhỏ hơn 10mm, ba mẫu kiểm tra thử nghiệm tạo rãnh chữ V Charpy 5mm kích thước dưới tiêu chuẩn được thu thập và đưa vào thử nghiệm va đập Charpy tương ứng với các tiêu chuẩn JIS nêu ở trên, để xác định năng lượng được hấp thụ ở nhiệt độ -196°C . Sau đó, giá trị xác định được nhân với 1,5 để ước lượng độ dai kim loại nền. Trong trường hợp giá trị trung bình của lượng được hấp thụ (vE_{-196}) của ba mẫu kiểm tra là 100J hoặc lớn hơn, mẫu được xác định là có độ dai kim loại nền ưu việt. Có được điểm này bởi vì gãy giòn có thể xảy ra nếu năng lượng được hấp thụ trung bình nhỏ hơn 100J.

(3) Sự ước lượng cấu trúc tế vi.

Giá trị KAM.

Ở một trong các vị trí 1/4 và 1/2 của chiều dày trên bề mặt được mài nhẵn cầu một mặt cắt trong hướng cán của mỗi tấm thép sau quá trình cán nóng, phân tích nhiễu tán xạ ngược điện tử (electron backscatter diffraction - EBSD) (bước đo: $0,3\mu\text{m}$) được thực hiện cho hai trường quan sát bất kỳ $500\mu\text{m} \times 200\mu\text{m}$ dung kính hiển vi điện tử quét (scanning electron microscope - SEM) JSM-7001F sản xuất bởi JEOL Ltd. Từ các kết quả phân tích, giá trị trung bình của các khác biệt định hướng (sự khác biệt về định hướng) giữa mỗi điểm ảnh và điểm ảnh bên cạnh

trong một hạt tinh thể được tính toán, và giá trị trung bình của các giá trị trung bình được tính toán trên toàn bộ vùng đo được lấy làm giá trị KAM trung bình.

Nồng độ Mn trong phần được làm giàu Mn.

Tiếp theo, phân tích bằng thiết bị phân tích đầu dò điện tử vi mô (electron probe micro analyzer - EPMA) được thực hiện ở mỗi vị trí đo EBSD cho giá trị KAM để xác định nồng độ Mn, và một phần tử có nồng độ Mn cao nhất được chọn là phần tử tập trung.

Tỷ lệ diện tích Austenit.

Phân tích EBSD (bước đo: 0,3 μ m) được thực hiện ở mỗi EBSD vị trí đo, và tỷ lệ diện tích được đo đặc từ bản đồ pha tổng hợp.

Tỷ lệ phần trăm gãy giòn.

Sau khi thực hiện thử nghiệm va đập Charpy ở nhiệt độ -196°C, quan sát SEM (cho 10 trường quan sát với 500 lần phóng đại) được thực hiện, và tỷ lệ phần trăm gãy giòn được đo đặc.

Độ nhám bề mặt Ra.

Mỗi tấm thép sau quá trình cán được đưa vào xử lý phun bi làm sạch dùng một vật liệu mài mòn có độ cứng Vicker (Vickers hardness - HV) 400 hoặc lớn hơn và độ kết hạt không nhỏ hơn ASTM E11 sàng số 12. Với tấm thép bề mặt tổng hợp, chiều dài tham khảo và chiều dài ước lượng được xác định và độ nhám bề mặt Ra được đo đặc tương ứng với JIS B 0633. Trong trường hợp độ nhám bề mặt Ra là 200 μ m hoặc nhỏ hơn, mẫu được xác định là có các tính chất bề mặt ưu việt.

Các kết quả này được chỉ ra trong Bảng 3.

Hợp phần hóa học (% khối lượng)

Thép số	Hợp phần hóa học (% khối lượng)																		Chú ý
	C	Si	Mn	P	S	Al	Cr	O	N	Nb	Ti	Cu	V	Mo	W	Ca	Mg	REM	
1	0.230	0.66	32.2	0.020	0.0064	0.029	3.42	0.0040	0.0141	0.002	0.002	0.35	-	-	-	-	-	-	
2	0.423	0.45	33.3	0.022	0.0035	0.048	0.74	0.0035	0.0095	0.002	0.002	0.24	-	-	-	-	-	-	
3	0.531	0.12	24.3	0.018	0.0043	0.035	5.00	0.0027	0.0268	0.002	0.001	0.50	0.10	-	-	-	-	-	
4	0.334	0.55	33.5	0.026	0.0042	0.051	0.63	0.0033	0.0319	0.001	0.003	0.28	-	0.51	-	-	-	-	
5	0.456	0.30	31.5	0.025	0.0036	0.056	3.85	0.0016	0.0088	0.002	0.002	0.41	-	-	0.07	-	-	-	
6	0.185	0.96	35.0	0.014	0.0016	0.040	0.50	0.0023	0.0152	0.001	0.001	-	-	-	-	0.0021	-	-	
7	0.610	0.08	23.6	0.016	0.0024	0.047	3.56	0.0034	0.0156	0.003	0.003	0.13	-	-	-	-	0.0050	-	
8	0.411	0.35	28.9	0.026	0.0036	0.029	2.71	0.0041	0.0427	0.002	0.002	0.27	-	-	-	-	-	0.0031	
9	0.513	0.31	32.4	0.019	0.0062	0.043	1.20	0.0025	0.0140	0.003	0.003	0.42	-	-	-	-	-	-	
10	0.612	0.45	20.0	0.024	0.0045	0.039	4.56	0.0021	0.0102	0.002	0.001	0.05	-	-	-	-	-	-	
11	0.704	0.85	34.1	0.023	0.0019	0.041	2.39	0.0022	0.0125	0.002	0.002	0.37	-	-	-	-	-	-	
12	0.165	0.04	21.6	0.020	0.0038	0.047	3.77	0.0027	0.0310	0.002	0.002	0.24	-	-	-	-	-	-	
13	0.184	0.45	35.4	0.024	0.0041	0.050	1.02	0.0044	0.0412	0.001	0.002	0.45	-	-	-	-	-	-	
14	0.346	0.60	27.0	0.033	0.0065	0.053	0.89	0.0040	0.0238	0.003	0.002	0.08	-	-	-	-	-	-	
15	0.378	0.36	22.6	0.018	0.0073	0.036	4.74	0.0025	0.0089	0.001	0.002	0.31	-	-	-	-	-	-	
16	0.353	0.35	33.1	0.014	0.0055	0.049	3.55	0.0029	0.0184	0.001	0.002	0.58	-	-	-	-	-	-	
17	0.634	0.62	20.7	0.025	0.0036	0.072	3.50	0.0037	0.0275	0.001	0.003	0.18	-	-	-	-	-	-	
18	0.175	0.71	32.3	0.016	0.0035	0.042	5.08	0.0028	0.0189	0.002	0.002	0.29	-	-	-	-	-	-	
19	0.610	0.48	30.1	0.022	0.0060	0.026	1.16	0.0052	0.0198	0.002	0.002	0.36	-	-	-	-	-	-	
20	0.554	0.75	24.9	0.020	0.0021	0.043	0.97	0.0030	0.0541	0.002	0.004	0.27	-	-	-	-	-	-	
21	0.096	0.31	21.5	0.022	0.0035	0.046	2.31	0.0019	0.0087	0.002	0.002	0.15	-	-	-	-	-	-	
22	0.574	1.04	34.7	0.029	0.0037	0.030	4.63	0.0035	0.0157	0.002	0.003	0.41	-	-	-	-	-	-	
23	0.733	0.64	21.8	0.019	0.0040	0.028	0.46	0.0033	0.0221	0.003	0.001	0.20	-	-	-	-	-	-	
24	0.650	0.25	22.8	0.025	0.0062	0.047	3.42	0.0018	0.0413	0.006	0.002	0.16	-	-	-	-	-	-	
25	0.106	0.47	23.4	0.013	0.0018	0.036	2.13	0.0015	0.0079	0.002	0.006	0.38	-	-	-	-	-	-	
26	0.434	0.49	19.5	0.022	0.0045	0.047	0.64	0.0035	0.0416	0.002	0.002	0.26	-	-	-	-	-	-	
27	0.190	0.93	20.2	0.025	0.0061	0.036	0.55	0.0040	0.0049	0.001	0.001	-	-	-	-	-	-	-	
28	0.450	0.23	24.1	0.016	0.0037	0.038	4.94	0.0028	0.0142	0.001	0.001	-	-	-	-	-	-	-	
29	0.351	0.52	34.6	0.019	0.0040	0.041	3.50	0.0018	0.0201	0.002	0.001	-	-	-	-	-	-	-	
30	0.503	0.46	27.5	0.020	0.0053	0.052	2.51	0.0030	0.0184	0.001	0.002	-	-	-	-	-	-	-	
31	0.701	0.35	22.2	0.021	0.0038	0.043	4.86	0.0035	0.0427	0.002	0.002	-	-	-	-	-	-	-	
32	0.114	1.01	20.3	0.025	0.0045	0.029	1.13	0.0043	0.0132	0.002	0.001	-	-	-	-	-	-	-	
33	0.137	0.64	19.8	0.023	0.0029	0.035	0.55	0.0027	0.0238	0.001	0.002	-	-	-	-	-	-	-	
34	0.669	0.78	31.8	0.024	0.0062	0.049	0.47	0.0039	0.0450	0.001	0.002	-	-	-	-	-	-	-	
35	0.205	0.88	20.5	0.028	0.0065	0.068	4.87	0.0047	0.0504	0.001	0.001	-	-	-	-	-	-	-	

(Bảng 2)

Mẫu Số	Thép Số	Chiều dày (mm)	Các điều kiện quá trình cán nóng thứ nhất			Các điều kiện quá trình cán nóng thứ hai			Các điều kiện làm mát		Số lần làm sạch gỉ được thực hiện	Chú ý
			Nhiệt độ nung phôi (°C)	Nhiệt độ cán hoàn thiện (°C)	Tỷ lệ giảm sau cán tổng cộng (%)	Nhiệt độ nung lại (°C)	Nhiệt độ cán hoàn thiện (°C)	Tỷ lệ giảm sau cán tổng cộng (%)	Nhiệt độ bắt đầu làm mát (°C)	Tốc độ làm mát từ khi bắt đầu làm mát đến 650°C (°C/giây)		
1	1	20	1100	890	31	1100	773	69	737	7,0	1	Ví dụ
2	2	20	1100	903	35	1100	764	67	718	9,0	2	Ví dụ
3	3	25	1150	934	40	1150	805	58	763	10,0	1	Ví dụ
4	4	25	1150	882	42	1150	794	57	738	9,0	1	Ví dụ
5	5	30	1200	951	39	1200	855	53	827	11,0	3	Ví dụ
6	6	30	1200	947	43	1200	834	50	815	10,0	1	Ví dụ
7	7	15	1170	912	55	1170	803	70	750	13,0	2	Ví dụ
8	8	15	1170	919	51	1170	784	73	721	10,0	3	Ví dụ
9	9	6	1250	1020	53	1250	921	95	921	2,0	2	Ví dụ
10	10	10	1250	1012	43	1250	746	84	697	8,0	1	Ví dụ
11	1	30	1300	1104	20	-	806	57	775	15,0	2	Ví dụ
12	2	30	1300	805	60	-	-	57	759	14,0	2	Ví dụ
13	11	13	1160	870	47	1160	780	80	741	7,0	3	Ví dụ So sánh
14	12	13	1160	883	44	1160	800	82	746	11,0	2	Ví dụ So sánh
15	13	17	1210	962	39	1210	851	69	813	10,0	1	Ví dụ So sánh
16	14	17	1210	951	35	1210	832	71	795	12,0	3	Ví dụ So sánh
17	15	23	1130	939	23	1130	736	65	671	5,0	1	Ví dụ So sánh
18	16	15	1200	977	36	1200	864	77	830	15,0	1	Ví dụ So sánh
19	17	23	1130	907	38	1130	745	63	683	3,0	2	Ví dụ So sánh
20	18	25	1170	903	48	1170	790	56	761	7,0	1	Ví dụ So sánh
21	19	27	1150	920	26	1150	796	59	752	6,0	1	Ví dụ So sánh
22	20	27	1150	932	23	1150	787	60	737	11,0	3	Ví dụ So sánh
23	21	20	1200	948	40	1200	833	65	786	5,0	3	Ví dụ So sánh
24	22	20	1200	934	36	1200	840	66	802	13,0	1	Ví dụ So sánh
25	23	25	1170	908	46	1170	776	57	734	8,0	1	Ví dụ So sánh

*Tỷ lệ giảm sau cán tổng cộng = tỷ lệ giảm sau cán tính toán từ chiều dày ở đầu vào và đầu phân phối của mỗi quá trình cán nóng thứ nhất và thứ hai

(Bảng 2)(tiếp theo)

Mẫu Số	Thép Số	Chiều dày (mm)	Các điều kiện quá trình cán nóng thứ nhất			Các điều kiện quá trình cán nóng thứ hai			Các điều kiện làm mát		Số lần làm sạch gỉ được thực hiện	Chú ý
			Nhiệt độ nung phôi (°C)	Nhiệt độ cán hoàn thiện (°C)	Tỷ lệ giảm sau cán tổng cộng (%)	Nhiệt độ nung tại nung (°C)	Nhiệt độ cán hoàn thiện (°C)	Tỷ lệ giảm sau cán tổng cộng (%)	Nhiệt độ bắt đầu làm mát (°C)	Tốc độ làm mát từ khi bắt đầu làm mát đến 650°C (°C/giây)		
26	24	10	1270	1035	26	1270	738	87	655	4,0	2	Ví dụ So sánh
27	25	10	1270	1046	24	1270	742	90	665	10,0	2	Ví dụ So sánh
28	1	30	1100	841	30	1100	693	60	657	7,0	1	Ví dụ So sánh
29	2	15	1100	886	18	1100	741	55	714	14,0	1	Ví dụ So sánh
30	3	30	1200	924	10	1200	776	51	685	0,5	2	Ví dụ So sánh
31	4	30	1150	757	31	1150	751	55	674	7,0	1	Ví dụ So sánh
32	5	25	1080	915	21	1150	786	57	677	3,0	3	Ví dụ So sánh
33	6	25	1090	830	25	1150	832	63	795	5,0	1	Ví dụ So sánh
34	7	30	1250	1036	21	1050	735	53	662	12,0	2	Ví dụ So sánh
35	8	20	1250	995	38	1300	957	66	928	6,0	2	Ví dụ So sánh
36	9	30	1300	706	78	-	-	-	655	15,0	2	Ví dụ So sánh
37	1	30	1200	951	18	1200	844	51	801	12,0	0	Ví dụ So sánh
38	2	15	1080	931	22	1200	836	45	783	10,0	1	Ví dụ So sánh
39	26	30	1100	850	33	1100	741	51	713	5,0	2	Ví dụ So sánh
40	27	17	1100	903	25	1100	750	83	709	10,0	2	Ví dụ So sánh
41	7	15	1120	938	41	1120	763	70	660	7,0	1	Ví dụ So sánh
42	10	13	1140	956	37	1140	781	77	725	0,5	1	Ví dụ So sánh
43	28	30	1150	954	39	1150	840	56	803	7,0	1	Ví dụ
44	29	25	1200	931	41	1200	828	60	781	9,0	2	Ví dụ
45	30	20	1250	915	45	1250	885	63	839	11,0	3	Ví dụ
46	31	15	1200	906	37	1200	794	72	737	12,0	1	Ví dụ So sánh
47	32	6	1100	870	54	1100	780	92	780	1,0	2	Ví dụ So sánh
48	33	15	1170	902	25	1170	801	77	742	8,0	3	Ví dụ So sánh
49	34	12	1100	894	49	1100	773	81	697	10,0	2	Ví dụ So sánh
50	35	6	1120	887	51	1120	764	90	764	1,0	1	Ví dụ So sánh

*Tỷ lệ giảm sau cán tổng cộng = tỷ lệ giảm sau cán tính toán từ chiều dày ở đầu vào và đầu phân phối của mỗi quá trình cán nóng thứ nhất và thứ hai

(Bảng 3)

Mẫu Số	Thép Số	Cấu trúc vi mô				Giới hạn chảy	Các đặc tính cơ học				Chú ý
		Tỷ lệ diện tích pha Austenit	Giá trị KAM trung bình	Nồng độ Mn trong phần được làm giàu Mn	Độ nhám của bề mặt Ra		Sức bền kéo căng	Độ giãn tổng cộng	Năng lượng hấp thụ ở -196°C (vE,-196°C)	Tỷ lệ phần trăm gãy giòn	
		(%)		(% khối lượng)	(μm)	(MPa)	(MPa)	(%)	(J)	(%)	
1	1	100	1,1	35,4	117	430	838	65	127	0	Ví dụ
2	2	100	1,1	36,1	69	461	813	62	119	0	Ví dụ
3	3	100	0,9	28,6	160	443	878	61	120	0	Ví dụ
4	4	100	1,0	36,1	61	428	806	62	112	0	Ví dụ
5	5	100	0,7	34,7	99	425	828	63	136	0	Ví dụ
6	6	100	0,8	38,0	200	435	767	59	105	0	Ví dụ
7	7	100	0,9	27,1	109	463	934	56	109	0	Ví dụ
8	8	100	1,0	31,2	101	422	841	63	116	0	Ví dụ
9	9	100	0,3	35,5	151	453	836	64	117*	0	Ví dụ
10	10	100	1,3	25,6	146	429	976	56	103	0	Ví dụ
11	1	100	0,9	35,8	112	421	846	67	125	0	Ví dụ
12	2	100	0,7	36,3	156	444	797	63	125	0	Ví dụ
13	11	100	1,1	36,9	123	506	807	54	90	11	Ví dụ So sánh
14	12	100	0,9	24,5	121	374	802	68	109	0	Ví dụ So sánh
15	13	100	0,7	38,2	205	407	774	56	63	32	Ví dụ So sánh
16	14	100	0,8	29,8	70	435	884	53	86	14	Ví dụ So sánh
17	15	100	1,4	25,4	143	423	880	53	89	13	Ví dụ So sánh
18	16	100	0,7	37,1	212	450	868	60	114	0	Ví dụ So sánh
19	17	100	1,3	24,0	98	474	950	51	90	12	Ví dụ So sánh
20	18	100	1,0	35,7	208	405	802	48	105	0	Ví dụ So sánh
21	19	100	1,0	32,5	99	455	839	50	83	13	Ví dụ So sánh
22	20	100	1,1	28,3	64	525	767	44	74	15	Ví dụ So sánh
23	21	95	0,7	25,1	45	366	783	66	113	0	Ví dụ So sánh
24	22	100	0,6	37,3	190	518	794	47	87	13	Ví dụ So sánh
25	23	100	1,1	25,1	81	436	813	52	91	11	Ví dụ So sánh

* giá trị đạt được bằng cách nhân năng lượng được hấp thụ trong mẫu kiểm tra 5mm kích thước dưới tiêu chuẩn với 1,5

(Bảng 3)(tiếp theo)

Mẫu Số	Thép Số	Cấu trúc vi mô				Giới hạn chảy	Các đặc tính cơ học				Chú ý
		Tỷ lệ diện tích pha Austenit	Giá trị KAM trung bình	Nồng độ Mn trong phần được làm giàu Mn (% khối lượng)	Độ nhám của bề mặt Ra		Sức bền kéo căng	Độ giãn tổng cộng	Năng lượng hấp thụ ở -196°C (vE _{-196°C})	Tỷ lệ phần trăm gãy giòn	
26	24	100	1,5	26,4	113	458	752	54	96	11	Ví dụ So sánh
27	25	100	1,4	27,8	106	418	764	52	90	11	Ví dụ So sánh
28	1	100	1,6	36,1	163	483	808	49	87	13	Ví dụ So sánh
29	2	100	1,5	38,4	207	475	776	51	60	35	Ví dụ So sánh
30	3	100	1,5	38,1	181	434	800	42	86	13	Ví dụ So sánh
31	4	100	1,5	38,7	210	440	741	43	55	40	Ví dụ So sánh
32	5	100	1,0	38,3	150	465	772	45	73	17	Ví dụ So sánh
33	6	100	0,7	39,2	209	451	753	48	53	49	Ví dụ So sánh
34	7	100	1,5	27,4	121	480	905	52	93	11	Ví dụ So sánh
35	8	100	0,2	31,4	106	376	793	65	121	0	Ví dụ So sánh
36	9	100	1,7	36,3	103	558	795	43	80	14	Ví dụ So sánh
37	1	100	0,8	38,5	224	424	981	58	76	15	Ví dụ So sánh
38	2	100	0,5	38,4	207	456	819	55	79	14	Ví dụ So sánh
39	26	90	0,8	22,3	65	422	936	63	78	15	Ví dụ So sánh
40	27	95	1,3	23,0	108	404	946	57	95	11	Ví dụ So sánh
41	7	100	1,1	26,8	150	471	928	55	89	12	Ví dụ So sánh
42	10	100	1,2	25,3	73	435	970	55	85	13	Ví dụ So sánh
43	28	100	0,7	27,5	178	444	870	65	125	0	Ví dụ
44	29	100	0,9	37,7	136	458	833	61	135	0	Ví dụ
45	30	100	0,5	30,5	111	432	856	63	116	0	Ví dụ
46	31	100	1,3	25,3	175	510	931	52	88	13	Ví dụ So sánh
47	32	100	1,5	23,9	101	483	906	54	95*	11	Ví dụ So sánh
48	33	90	1,3	23,1	75	451	854	57	81	14	Ví dụ So sánh
49	34	100	1,4	35,4	87	505	891	55	92	12	Ví dụ So sánh
50	35	100	1,5	24,0	180	478	879	56	98*	11	Ví dụ So sánh

* giá trị đạt được bằng cách nhân năng lượng được hấp thụ trong mẫu kiểm tra 5mm kích thước dưới tiêu chuẩn với 1,5

Mỗi thép giàu Mn theo sáng chế thỏa mãn đặc tính mục tiêu nêu ở trên (tức là, giới hạn chảy của kim loại nền là 400MPa hoặc lớn hơn, độ dai ở nhiệt độ thấp là 100J hoặc lớn hơn trong năng lượng trung bình được hấp thụ (vE-196), tỷ lệ phần trăm gãy giòn nhỏ hơn 10%, và độ nhám bề mặt Ra là 200 μ m hoặc nhỏ hơn). Mỗi ví dụ so sánh ngoài khoảng sáng chế không thỏa mãn tối thiểu một trong các đặc tính mục tiêu sau: giới hạn chảy, độ dai ở nhiệt độ thấp, và độ nhám bề mặt.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thép giàu Mn bao gồm:

hợp phần hóa học chứa, theo % khối lượng,

C: 0,100% hoặc lớn hơn và 0,700% hoặc nhỏ hơn,

Si: 0,05% hoặc lớn hơn và 1,00% hoặc nhỏ hơn,

Mn: 20,0% hoặc lớn hơn và 35,0% hoặc nhỏ hơn,

P: 0,030% hoặc nhỏ hơn,

S: 0,0070% hoặc nhỏ hơn,

Al: 0,010% hoặc lớn hơn và 0,070% hoặc nhỏ hơn,

Cr: 0,50% hoặc lớn hơn và 5,00% hoặc nhỏ hơn,

N: 0,0050% hoặc lớn hơn và 0,0500% hoặc nhỏ hơn,

O: 0,0050% hoặc nhỏ hơn,

Ti: 0,005% hoặc nhỏ hơn, và

Nb: 0,005% hoặc nhỏ hơn,

với phần còn lại chỉ gồm Fe và tạp chất không tránh được; và

cấu trúc tế vi có austenit làm nền,

trong đó trong cấu trúc tế vi, nồng độ Mn trong phần được làm giàu Mn là 38,0% hoặc nhỏ hơn, và giá trị trung bình của Khác biệt định hướng trung bình Kernel là 0,3 hoặc lớn hơn,

giới hạn chảy là 400MPa hoặc lớn hơn,

năng lượng được hấp thụ vE-196 trong thử nghiệm va đập Charpy ở nhiệt độ -196°C là 100J hoặc lớn hơn, và

tỷ lệ phần trăm gãy giòn nhỏ hơn 10%.

2. Thép giàu Mn theo điểm 1, trong đó hợp phần hóa học còn bao gồm, theo % khối lượng, một hoặc nhiều hơn một nguyên tố được chọn từ:

Cu: 0,01% hoặc lớn hơn và 0,50% hoặc nhỏ hơn,

Mo: 2,00% hoặc nhỏ hơn,

V: 2,00% hoặc nhỏ hơn, và

W: 2,00% hoặc nhỏ hơn.

3. Thép giàu Mn theo điểm 1 hoặc 2, trong đó hợp phần hóa học còn bao gồm, theo % khối lượng, một hoặc nhiều hơn một nguyên tố được chọn từ:

Ca: 0,0005% hoặc lớn hơn và 0,0050% hoặc nhỏ hơn,

Mg: 0,0005% hoặc lớn hơn và 0,0050% hoặc nhỏ hơn, và

REM: 0,0010% hoặc lớn hơn và 0,0200% hoặc nhỏ hơn.

4. Phương pháp sản xuất thép giàu Mn, phương pháp này bao gồm:

bước nung thép nguyên liệu thô có hợp phần hóa học theo một trong các điểm từ 1 đến 3 đến khoảng nhiệt độ 1100°C hoặc lớn hơn và 1300°C hoặc nhỏ hơn; và

sau đó bước đưa thép nguyên liệu thô vào quá trình cán nóng với nhiệt độ cán hoàn thiện 800°C hoặc lớn hơn và tỷ lệ giảm sau cán tổng cộng 20% hoặc lớn hơn, và thực hiện sự xử lý làm sạch gỉ trong quá trình cán nóng.

5. Phương pháp sản xuất thép giàu Mn, phương pháp này bao gồm:

bước nung thép nguyên liệu thô có hợp phần hóa học theo một trong các điểm từ 1 đến 3 đến khoảng nhiệt độ 1100°C hoặc lớn hơn và 1300°C hoặc nhỏ hơn;

sau đó bước đưa thép nguyên liệu thô đến quá trình cán nóng thứ nhất với nhiệt độ cán hoàn thiện 1100°C hoặc lớn hơn và tỷ lệ giảm sau cán tổng cộng 20% hoặc lớn hơn; và

sau đó bước đưa đến quá trình cán nóng thứ hai với nhiệt độ cán hoàn thiện 700°C hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 950°C, và thực hiện sự xử lý làm sạch gỉ trong quá trình cán nóng thứ hai.

6. Phương pháp sản xuất thép giàu Mn, phương pháp này bao gồm:

bước nung thép nguyên liệu thô có hợp phần hóa học theo một trong các điểm từ 1 đến 3 đến khoảng nhiệt độ 1100°C hoặc lớn hơn và 1300°C hoặc nhỏ hơn;

sau đó bước đưa thép nguyên liệu thô vào quá trình cán nóng thứ nhất với nhiệt độ cán hoàn thiện 800°C hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 1100°C và tỷ lệ giảm sau cán tổng cộng 20% hoặc lớn hơn;

sau đó bước nung lại đến 1100°C hoặc lớn hơn và 1300°C hoặc nhỏ hơn; và

sau đó bước đưa vào quá trình cán nóng thứ hai với nhiệt độ cán hoàn thiện 700°C hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 950°C, và thực hiện sự xử lý làm sạch gỉ trong quá trình cán nóng thứ hai.

7. Phương pháp sản xuất thép giàu Mn theo điểm 5 hoặc 6, trong đó sự xử lý làm sạch gỉ được thực hiện trong quá trình cán nóng thứ nhất.

8. Phương pháp sản xuất thép giàu Mn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 4 đến 7, bao gồm:

bước xử lý làm mát, sau quá trình cán nóng cuối cùng, ở tốc độ làm mát trung bình 1,0°C/giây hoặc cao hơn trong khoảng nhiệt độ từ nhiệt độ ở hoặc cao hơn 100°C dưới nhiệt độ cán hoàn thiện đến nhiệt độ 300°C hoặc lớn hơn và 650°C hoặc nhỏ hơn.

1/1

Fig.1

