



(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)



1-0032326

(51)⁷ C22C 38/00; F16J 15/08; C21D 8/02; (13) B
C21D 9/40; C21D 9/46; C22C 38/02;
C22C 38/04; C22C 38/06; C22C 38/34;
C22C 38/42; C22C 38/46; C22C 38/48;
C22C 38/50; C22C 38/54; C22C 38/58;
B21B 1/22; B21D 22/02

(21) 1-2017-00973

(22) 10/08/2015

(86) PCT/JP2015/072605 10/08/2015

(87) WO/2016/027709 25/02/2016

(30) 2014-166523 19/08/2014 JP

(45) 25/06/2022 411

(43) 26/06/2017 351A

(73) NIPPON STEEL STAINLESS STEEL CORPORATION (JP)

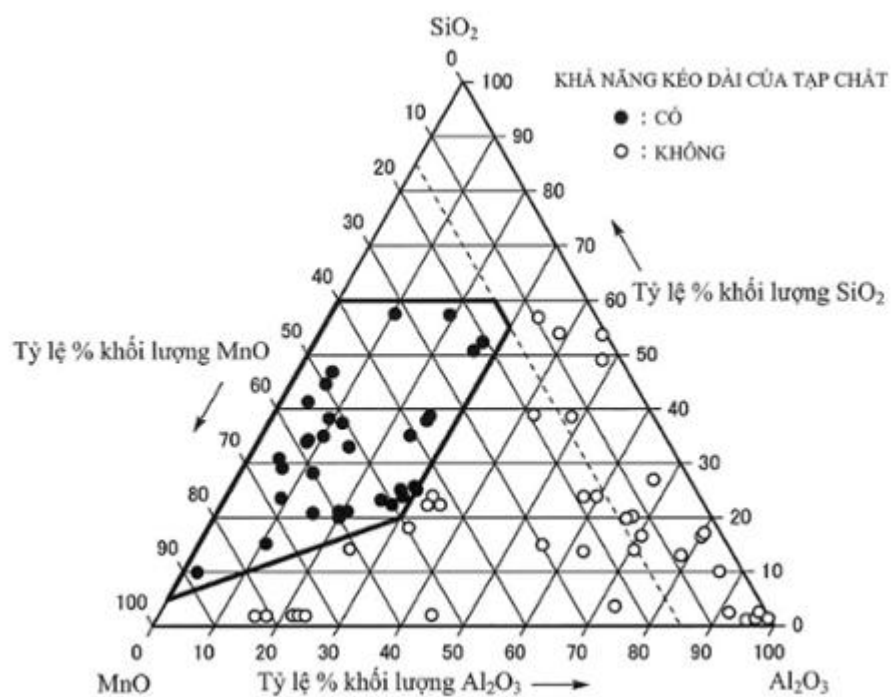
8-2, Marunouchi 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0005, Japan

(72) MATSUBAYASHI Hiroyasu (JP); NAKAMURA Sadayuki (JP); KATSUKI Junichi (JP); HIROTA Ryoji (JP).

(74) Công ty Luật TNHH WINCO (WINCO LAW FIRM)

(54) TẤM THÉP KHÔNG GỈ AUSTENIT CÁN NGUỘI VÀ VÒNG ĐỆM KIM LOẠI
LÀM BẰNG TẤM THÉP NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép không gỉ austenit cán nguội và vòng đệm kim loại làm bằng tấm thép này. Tấm thép không gỉ austenit có tính không đẳng hướng đối với khả năng dễ gia công và đặc tính độ bền mỏi do tạp chất trên cơ sở oxit được giảm đi. Tấm thép không gỉ austenit cán nguội theo sáng chế thu được từ tấm thép không gỉ austenit cán nóng chứa C với lượng từ 0,030 đến 0,300%, Si với lượng từ 0,30 đến 3,20%, Mn với lượng từ 0,90 đến 17,00%, Ni với lượng từ 1,00 đến 8,00%, Cr với lượng từ 14,00 đến 19,00%, Cu với lượng từ 0,50 đến 3,50%, N với lượng từ 0,045 đến 0,250%, Al với lượng từ 0,0001 đến 0,0300%, V với lượng từ 0 đến 0,50%, Nb với lượng từ 0 đến 0,50%, Ti với lượng từ 0 đến 0,30%, và B với lượng từ 0 đến 0,010%, toàn bộ các lượng này đều tính theo % khối lượng, với lượng còn lại là Fe và các tạp chất không tránh được, và có thành phần trung bình của tạp chất trên cơ sở oxit được chuyển hóa chứa Al_2O_3 với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 30% khối lượng, SiO_2 với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 60% khối lượng, và MnO với lượng lớn hơn hoặc bằng 15% khối lượng và thỏa mãn điều kiện $\text{MnO} \geq -3\text{SiO}_2 + 110$.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép không gỉ dùng làm vòng đệm kim loại có độ bền, đặc tính chịu mài và đặc tính chống hóa mềm ở nhiệt độ cao rất tốt, và vòng đệm kim loại làm bằng tấm thép này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Vòng đệm đầu xi lanh của động cơ và vòng đệm ống xả dùng cho xe ô tô, xe mô tô và phương tiện tương tự phải tiếp xúc với sự thay đổi áp lực lặp lại ở nhiệt độ cao, áp suất cao, và sự rung động mạnh liên quan đến động cơ. Trong số các chi tiết này, vòng đệm xi lanh dùng cho động cơ xe ô tô chịu áp lực cao trong hành trình nén, và do đó chi tiết này cần phải tiếp xúc với cả hai vật liệu tiếp xúc với áp lực tiếp xúc cao (áp lực bề mặt) để duy trì khả năng bịt kín. Vòng đệm kim loại được sử dụng trong động cơ hoặc đường dẫn khí xả thường có gờ với chiều cao không đổi (nghĩa là đường gờ liên tục) được tạo ra bằng cách tạo hình dập để đảm bảo đủ áp lực tiếp xúc. Vòng đệm kim loại thuộc loại này được sử dụng bằng cách ép đỉnh của đường gờ (sau đây được gọi là đỉnh gờ) lên trên vật liệu tiếp xúc để đảm bảo đặc tính bịt kín cao, và do đó cần có độ bền cao và đặc tính chịu mài cao khi sử dụng.

Thép không gỉ austenit chưa ổn định hóa cứng khi gia công nguội (như loại SUS301) thường được sử dụng trong vòng đệm dùng cho động cơ xe ô tô và đường dẫn khí xả của nó. Loại thép này đạt được độ bền cao bằng cách tạo ra mactensit được tạo biến dạng bằng cách cán nguội. Tuy nhiên, cần làm tăng tỷ lệ cán nguội để làm gia tăng độ bền. Sự tăng tỷ lệ cán nguội có thể là yếu tố làm giảm độ dai, đặc tính độ bền mỏi, và khả năng dễ gia công. Các tài liệu sáng chế 1 và 2 mô tả thép không gỉ austenit chưa ổn định có các đặc tính này được cải thiện. Thép không gỉ mactensit là vật liệu có độ bền gia tăng mà không có sự tăng tỷ lệ cán nguội. Tài liệu sáng chế 3 mô tả việc sử dụng loại thép mactensit làm vòng đệm.

Thép không gỉ austenit chưa ổn định cán có độ bền tăng lên bằng cách cán nguội như đã mô tả trên đây. Sự tăng tỷ lệ cán nguội để làm tăng độ bền dẫn đến sự xuất hiện tính không đẳng hướng đối với khả năng dễ gia công uốn và đặc tính chịu mỏi giữa hướng song song với hướng cán (hướng L) và hướng vuông góc với hướng cán (hướng C) của tấm vật liệu. Khi sử dụng làm vòng đệm kim loại, tính không đẳng hướng có thể trở thành yếu tố làm giảm khả năng duy trì áp lực bề mặt tiếp xúc đều giữa đỉnh gờ và vật liệu tiếp xúc, và do đó có thể trở thành yếu tố làm giảm tính năng của vòng đệm kim loại. Mặt khác, thép không gỉ mactensit không cần được làm biến cứng khi gia công nguội bằng cách sử dụng tỷ lệ cán nguội cao, và do đó thép này vốn đã có thể không có tính không đẳng hướng liên quan đến việc làm biến cứng khi gia công nguội.

Tài liệu sáng chế 1: JP-A-2003-82441

Tài liệu sáng chế 2: JP-A-2011-252208

Tài liệu sáng chế 3: JP-A-2000-109957

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Qua nhiều nghiên cứu, tác giả sáng chế đã phát hiện được rằng vòng đệm kim loại được tạo ra bằng cách tạo gờ với tấm thép không gỉ austenit hoặc tấm thép không gỉ mactensit có thể xuất hiện tình trạng giảm tính năng, điều này được cho là do tính không đẳng hướng của vật liệu, khi đánh giá trong các điều kiện thử nghiệm nghiêm ngặt. Cần xem xét yếu tố chính của vấn đề này là sự giảm khả năng dễ gia công và đặc tính độ bền mỏi theo hướng cụ thể do tạp chất trên cơ sở oxit dạng thô có mặt ở dạng kế tiếp theo hướng cán trong vật liệu (tấm thép) gây ra.

Sáng chế mô tả kỹ thuật làm giảm "tính không đẳng hướng" đối với khả năng dễ gia công và đặc tính độ bền mỏi do tạp chất trên cơ sở oxit trong tấm thép không gỉ austenit gây ra. Đồng thời, sáng chế mô tả phương pháp tạo ra "đặc tính chống hóa mềm ở nhiệt độ cao" có thể duy trì được độ bền lâu cao khi sử dụng vòng đệm kim loại ở nhiệt độ cao, và ngăn ngừa "hiện tượng nứt khi cán nóng".

Đã phát hiện được rằng có thể làm giảm "tính không đẳng hướng" bằng cách làm mềm tạp chất trên cơ sở oxit có mặt trong tấm thép. Thành phần hóa học mà sẽ không tạo ra pha mactensit được tạo biến dạng quá mức cũng hữu hiệu trong việc làm giảm tính không đẳng hướng và duy trì khả năng dễ gia công. Đã phát hiện được rằng để làm gia tăng "đặc tính chống hóa mềm ở nhiệt độ cao", việc sử dụng thành phần này là quan trọng để hiệu ứng liên kết chuyển vị của các nguyên tố hòa tan chất rắn điền kẽ (C và N) chịu sự lão hóa cơ học khó được giải phóng, và do đó phương pháp này hữu hiệu khi hàm lượng Mn tăng lên và hàm lượng N được đảm bảo đủ. Ngoài ra, để ngăn ngừa "hiện tượng nứt khi cán nóng", phương pháp hữu hiệu là tối ưu hóa lượng pha ferit δ được tạo ra.

Theo đó, sáng chế đề xuất tấm thép không gỉ austenit cán nóng có thành phần thép chứa C với lượng nằm trong khoảng từ 0,030 đến 0,300%, Si với lượng nằm trong khoảng từ 0,30 đến 3,20%, Mn với lượng nằm trong khoảng từ 0,90 đến 17,00%, Ni với lượng nằm trong khoảng từ 1,00 đến 8,00%, Cr với lượng nằm trong khoảng từ 14,00 đến 19,00%, Cu với lượng nằm trong khoảng từ 0,50 đến 3,50%, N với lượng nằm trong khoảng từ 0,045 đến 0,250%, Al với lượng nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 0,0300%, V với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 0,50%, Nb với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 0,50%, Ti với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 0,30%, và B với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 0,010%, toàn bộ các lượng này đều tính theo % khối lượng, với lượng còn lại là Fe và các tạp chất không tránh được, và có giá trị Md_{30} tính theo công thức (1) sau đây nhỏ hơn hoặc bằng 50,0 và giá trị δ_{1230} tính theo công thức (2) sau đây nhỏ hơn hoặc bằng 8,0, và có thành phần trung bình của tạp chất trên cơ sở oxit quan sát được trong cấu trúc kim loại chứa Al_2O_3 với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 30% khối lượng, SiO_2 với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 60% khối lượng, và MnO với lượng lớn hơn hoặc bằng 15% khối lượng, tính theo tỷ lệ khối lượng của Al_2O_3 , SiO_2 , và MnO được chuyển hóa, và thỏa mãn công thức (3) sau đây:

$$Md_{30} = 551-462(C+N)-9,2Si-8,1Mn-29(Ni+Cu)-13,7Cr \quad (1)$$

$$\delta_{1230} = -101,5-78,6C+3,1Si+0,4Mn-2,4Ni+7,7Cr-1,5Cu-51,4N \quad (2)$$

$$MnO \geq -3SiO_2+110 \quad (3)$$

trong đó trong các công thức (1) và (2), các ký hiệu nguyên tố thể hiện tỷ lệ % khối lượng của các nguyên tố tương ứng trong thành phần thép, và trong công thức (3), MnO và SiO₂ thể hiện tỷ lệ % khối lượng của MnO và SiO₂ được chuyển hóa tương ứng trong thành phần trung bình của tạp chất trên cơ sở oxit.

Trong các nguyên tố thành phần của thép, V, Nb, Ti, và B là các nguyên tố được thêm vào tùy ý. Hàm lượng Al trong các nguyên tố thành phần của thép là tổng hàm lượng Al. Cụm từ "tỷ lệ khối lượng của Al₂O₃, SiO₂, và MnO được chuyển hóa" có nghĩa là hàm lượng Al, Si, và Mn trong tạp chất trên cơ sở oxit được chuyển hóa thành tỷ lệ khối lượng của oxit đơn, nghĩa là Al₂O₃, SiO₂, và MnO tương ứng.

Các ví dụ về tấm thép thích hợp làm vật liệu được gia công thành vòng đệm kim loại bao gồm tấm thép không gỉ austenit cán nguội thu được từ tấm thép được cán nóng nêu trên. Tấm thép không gỉ austenit cán nguội có độ cứng Vickers trên bề mặt tấm (bề mặt cán) được điều chỉnh, ví dụ, để nằm trong khoảng từ 400 đến 500 HV. Độ dày của nó có thể nằm trong khoảng, ví dụ, từ 0,05 đến 0,5mm, và cũng có thể được kiểm soát để nằm trong khoảng từ 0,1 đến 0,3mm.

Sáng chế còn đề xuất vòng đệm kim loại được làm từ tấm thép cán nguội nêu trên đã được tạo hình, trong đó vòng đệm này có gờ được tạo ra bằng cách tạo hình dập, và được sử dụng bằng cách ép đỉnh của gờ lên trên vật liệu tiếp xúc. Sau khi tạo hình gờ, có thể tiến hành xử lý hóa già ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 100 đến 500°C, nếu cần. Thuật ngữ "đỉnh của gờ" có nghĩa là đỉnh của phần lồi của gờ tiếp xúc với vật liệu tiếp xúc.

Hiệu quả đạt được bởi sáng chế

Theo sáng chế, tạp chất trên cơ sở oxit có mặt trong vật liệu có điểm nóng chảy được giảm đi và được hóa mềm, và do đó tạp chất trên cơ sở oxit này được kéo

dài theo hướng cán theo sự biến dạng của vật liệu nền của thép (chất nền) khi cán nóng và cán nguội sau đó, và phần còn lại ở dạng hạt thô trong tấm thép cán nguội có độ dày giảm được ngăn ngừa. Theo đó, sự giảm khả năng dễ gia công và đặc tính độ bền mỏi do tạp chất trên cơ sở oxit ở thời điểm ban đầu có thể được cải thiện đáng kể. Thông thường, tạp chất trên cơ sở oxit đã được phân bố bằng cách cán nóng ở dạng hạt thô được ngăn cách ở mức độ nhất định nhưng vẫn gần nhau theo hướng cán, và do đó khả năng dễ gia công uốn với đường gờ theo hướng cán và đặc tính độ bền mỏi bị giảm đi, và trở thành yếu tố tạo ra tính không đẳng hướng đối với khả năng dễ gia công và đặc tính độ bền mỏi. Trong tấm thép cán nguội theo sáng chế, tính không đẳng hướng được làm giảm đi để tạo ra vòng đệm có độ chính xác cao về kích thước sau khi tạo hình gờ. Ngoài ra, khi sử dụng vòng đệm này, áp lực bề mặt tiếp xúc tác dụng lên đỉnh gờ được duy trì đều do tính không đẳng hướng của đặc tính độ bền mỏi là nhỏ. Do đó, có thể tạo ra vòng đệm kim loại có tính chống rò rất tốt. Ngoài ra, tấm thép cán nguội theo sáng chế có đặc tính chống hóa mềm ở nhiệt độ cao rất tốt, và do đó tấm này rất hữu ích làm vòng đệm kim loại để sử dụng ở nhiệt độ cao.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ sơ đồ thể hiện mối tương quan giữa thành phần của oxit ba thành phần Al_2O_3 - SiO_2 - MnO và khả năng kéo dài của tạp chất trên cơ sở oxit.

Fig.2 là ảnh chụp bằng kính hiển vi quang học của tạp chất trên cơ sở oxit quan sát được theo mặt cắt ngang L.

Fig.3 là hình vẽ sơ đồ thể hiện hình dạng vùng xung quanh gờ của mẫu thử nghiệm độ mỏi.

Fig.4 là đồ thị minh họa mối tương quan giữa nhiệt độ nung nóng và độ cứng của vật liệu được thử nghiệm nung nóng trong 120 giờ sau khi cán.

Mô tả chi tiết sáng chế

Tạp chất trên cơ sở oxit

Các tạp chất có mặt trong thép được phân loại chủ yếu thành loại có thể kéo dài và loại khó có thể biến dạng. Loại thứ nhất chủ yếu là loại trên cơ sở sulfua và loại thứ hai chủ yếu là loại trên cơ sở oxit. Trong số chúng, tạp chất trên cơ sở oxit của loại khó có thể biến dạng sẽ khó kéo dài khi cán nguội, và duy trì trong thép dưới dạng các hạt thô. Các hạt tạp chất trên cơ sở oxit dạng thô trở thành yếu tố làm giảm khả năng dễ gia công và đặc tính độ bền mỏi. Trong quá trình sản xuất thép, công đoạn tinh luyện và đúc thường được thực hiện để làm giảm lượng tạp chất (nghĩa là độ sạch cao) và để làm giảm đường kính của tạp chất. Tuy nhiên, độ sạch cao quá mức làm gia tăng gánh nặng cho quá trình sản xuất thép, điều này dẫn đến làm tăng giá thành sản phẩm. Theo đó, sáng chế sử dụng phương pháp làm giảm điểm nóng chảy của tạp chất trên cơ sở oxit và làm mềm tạp chất trên cơ sở oxit này càng nhiều càng tốt, do phương pháp này có thể được thực hiện để sản xuất thép không gỉ austenit có mức độ sạch thông thường.

Trên thực tế, tạp chất trên cơ sở oxit được cho là oxit hỗn hợp chứa Al, Si, và Mn làm thành phần chính. Theo nghiên cứu chi tiết của tác giả sáng chế, đã phát hiện được rằng khoảng thành phần của tạp chất trên cơ sở oxit hữu hiệu để tạo ra khả năng kéo dài cho tạp chất này có thể được xác định trong trường hợp mà trong đó hàm lượng của Al, Si, và Mn trong tạp chất trên cơ sở oxit được thể hiện theo thành phần được chuyển hóa thành oxit đơn, nghĩa là Al_2O_3 , SiO_2 , và MnO . Trên biểu đồ cân bằng của oxit ba thành phần Al_2O_3 - SiO_2 - MnO , khoảng thành phần gần bằng khoảng trong đó oxit có điểm nóng chảy tương đối thấp.

Fig.1 là hình vẽ sơ đồ thể hiện mối tương quan giữa thành phần của oxit ba thành phần Al_2O_3 - SiO_2 - MnO và khả năng kéo dài của tạp chất trên cơ sở oxit. Các ô trên sơ đồ thể hiện kết quả đánh giá trạng thái kéo dài của tạp chất trên cơ sở oxit trên mặt cắt ngang song song với hướng cán và hướng độ dày (nghĩa là mặt cắt ngang L) của thép được cán nguội theo tiêu chuẩn nhất định đối với nhiều thép không gỉ. Cụ thể, trong trường hợp các hạt tạp chất trên cơ sở oxit tương ứng bị phá

vỡ và được kéo dài rõ ràng theo hướng cán bằng cách cán nguội được thể hiện bằng dấu chấm đen (khả năng kéo dài: có). Tọa độ của mỗi ô thể hiện "thành phần trung bình của tạp chất trên cơ sở oxit" thu được bằng cách chuyển hóa hàm lượng của Al, Si, và Mn của tạp chất trên cơ sở oxit thành tỷ lệ khối lượng của Al_2O_3 , SiO_2 , và MnO tương ứng. Trong vùng mà thành phần trung bình được chuyển hóa chứa Al_2O_3 với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 30% khối lượng, SiO_2 với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 60% khối lượng, và MnO với lượng lớn hơn hoặc bằng 15% khối lượng và thỏa mãn công thức (3) sau đây (vùng này được thể hiện bằng khung nét đậm trên Fig.1), tạp chất trên cơ sở oxit có khả năng kéo dài.

$$\text{MnO} \geq -3\text{SiO}_2 + 110 \quad (3)$$

Như được mô tả trong các ví dụ sau đây, trong trường hợp thành phần của tạp chất trên cơ sở oxit nằm trong khoảng nêu trên, tính không đẳng hướng đối với khả năng dễ gia công uốn và đặc tính độ bền mỏi được cải thiện đáng kể, vì thế tạo ra tấm thép của vật liệu nền thích hợp dùng làm vòng đệm kim loại cần có tính năng cao.

Thành phần của tạp chất trên cơ sở oxit có thể được kiểm soát chủ yếu bằng thành phần thép và điều kiện sản xuất thép. Cụ thể, đối với thành phần thép, hữu hiệu nếu đảm bảo đủ hàm lượng Mn và giới hạn hàm lượng Al. Ngoài các điều kiện này, có hiệu quả đáng kể nếu thực hiện việc khử oxy bằng Si chứ không phải khử oxy bằng Al trong quá trình sản xuất thép.

Fig.2 thể hiện ảnh chụp bằng kính hiển vi quang học của tạp chất trên cơ sở oxit quan sát được trên mặt cắt ngang L của tấm thép đã cán nóng và tôi được cán nguội với tỷ lệ cán 40% để độ dày bằng 0,8mm. Fig.2(a) thể hiện ví dụ so sánh số 22, và Fig.2(b) thể hiện ví dụ theo sáng chế số 1 được mô tả sau đây. Nói chung, tạp chất trên cơ sở oxit phát hiện được trong tấm thép không gỉ austenit ở trạng thái rắn và có

mặt trong tấm thép mà không bị phá vỡ ngay cả sau khi cán nguội, như được thể hiện trên Fig.2(a). Khi độ dày càng nhỏ, tỷ lệ đường kính hạt tạp chất chiếm độ dày tấm càng lớn, điều này có thể là yếu tố làm ảnh hưởng đến khả năng dễ gia công và đặc tính độ bền mỏi. Mặt khác, trong tấm thép không gỉ austenit theo sáng chế, thành phần của tạp chất trên cơ sở oxit được kiểm soát để nằm trong khoảng tạo ra độ mềm và do đó bị phá vỡ khi cán và được kéo dài theo hướng cán tương ứng với dòng kim loại của vật liệu nền thép, như được thể hiện trên Fig.2(b). Mức độ kéo dài của tạp chất trên cơ sở oxit tăng lên khi độ dày giảm đi, và sự ảnh hưởng bất lợi của nó đối với khả năng dễ gia công uốn và đặc tính độ bền mỏi được giảm đáng kể. Khi vòng đệm kim loại được tạo hình dập gờ, tốt hơn nếu đường kính lớn nhất của tạp chất trên cơ sở oxit theo hướng độ dày quan sát được trên mặt cắt ngang L của tấm thép cần được tạo hình, là nhỏ hơn hoặc bằng 5,0, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 3,0 μ m. Đường kính lớn nhất theo hướng độ dày của nó được kéo dài hữu hiệu để độ dày nhỏ hơn hoặc bằng 1,0%.

Thành phần thép

Thành phần hóa học của tấm thép theo sáng chế (thành phần thép) sẽ được mô tả dưới đây. Trong phần mô tả dưới đây, thuật ngữ "tỷ lệ %" trong thành phần thép có nghĩa là "tỷ lệ khối lượng", trừ khi được chỉ rõ theo cách khác.

C là nguyên tố tạo thành austenit và là nguyên tố có tác dụng tăng cường pha austenit và pha mactensit được tạo biến dạng. Khi hàm lượng C quá nhỏ, có thể không có đủ tác dụng tăng cường nêu trên. Nhờ các nghiên cứu khác nhau, đã xác định được rằng hàm lượng C cần phải lớn hơn hoặc bằng 0,030%, và tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,060%. Hàm lượng C có thể được điểm soát đến mức lớn hơn 0,100%. Tuy nhiên, nếu hàm lượng C quá lớn có thể gây ra hiện tượng kết tủa ở ranh giới hạt của Cr cacbua trong quá trình làm nguội, và có thể là yếu tố làm giảm tính chống ăn mòn. Hàm lượng C cần được kiểm soát để nhỏ hơn hoặc bằng 0,300%.

Nguyên tố Si được thêm vào làm chất khử oxy trong quá trình sản xuất thép.

Theo nghiên cứu của tác giả sáng chế, việc khử oxy bằng Si là đặc biệt hữu hiệu để kiểm soát thành phần của tạp chất trên cơ sở oxit đến khoảng tạo ra độ mềm. Nguyên tố Si cần được thêm vào để làm cho hàm lượng Si lớn hơn hoặc bằng 0,30%. Si có tác dụng lớn trong việc tôi cứng của pha austenit và pha mactensit được gây biến dạng, và tác dụng tôi cứng này hữu hiệu trong việc làm gia tăng độ bền của vòng đệm. Tuy nhiên, sự tăng độ cứng quá mức có thể là yếu tố làm giảm khả năng dễ gia công và độ dai. Hàm lượng Si cần được giới hạn ở mức nhỏ hơn hoặc bằng 3,20% và có thể được kiểm soát để nhỏ hơn hoặc bằng 3,00%.

Mn là nguyên tố tạo thành austenit và là nguyên tố quan trọng để hóa mềm tạp chất trên cơ sở oxit. Đã phát hiện được rằng trong trường hợp hàm lượng Mn tăng lên, có thể thu được hiệu quả làm gia tăng đặc tính chống hóa mềm ở nhiệt độ cao bằng cách đảm bảo đủ hàm lượng N. Giả thiết rằng hiệu quả này là do khi hàm lượng Mn cao, khả năng duy trì tác dụng liên kết lệch mạng bởi N, ngoài C và N tích tụ ở phần cuối của sự lệch mạng vùng rìa (nghĩa là phần rìa) do sự gia nhiệt sau khi gia công nguội, được tạo điều kiện thuận lợi với nhiệt độ cao. Điều này có nghĩa là cần xem xét việc trạng thái cấu trúc của sự "lão hóa cơ học" bị phá vỡ được ngăn ngừa ngay cả khi gia nhiệt đến nhiệt độ cao, nhờ tác dụng phức hợp của Mn và N. Điều này cũng được khẳng định qua các ví dụ được mô tả sau đây, ví dụ so sánh số 22 (với hàm lượng Mn thấp và hàm lượng N cao) có đặc tính chống hóa mềm ở nhiệt độ cao bị giảm đi nhưng các ví dụ theo sáng chế (với hàm lượng Mn và hàm lượng N đủ cao) có đặc tính chống hóa mềm ở nhiệt độ cao được cải thiện.

Nhờ các nghiên cứu chi tiết của tác giả sáng chế, đã phát hiện được rằng để thu được vòng đệm có tính năng cao bằng cách làm giảm thích hợp tính không đẳng hướng đối với khả năng dễ gia công và đặc tính độ bền môi, rất hữu hiệu nếu đảm bảo hàm lượng Mn lớn hơn hoặc bằng 0,90%. Khi hàm lượng Mn thấp hơn giá trị nêu trên, khó kiểm soát thành phần của tạp chất trên cơ sở oxit đến khoảng định trước nêu trên, vì thế sẽ không tạo ra vòng đệm ổn định có tính không đẳng hướng

nhỏ. Điều này cũng bất lợi cho việc làm gia tăng đặc tính chống hóa mềm ở nhiệt độ cao. Hàm lượng Mn có thể được kiểm soát ở mức lớn hơn 1,00%. Tuy nhiên, khi hàm lượng Mn tăng lên, gánh nặng đối với việc sản xuất thép cũng tăng lên, và có thể xuất hiện tính chống ăn mòn không đủ theo mục đích. Nhờ các nghiên cứu khác nhau, đã phát hiện được rằng hàm lượng Mn cho phép tối đa là 17,00%, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 8,00%, và có thể được kiểm soát để nhỏ hơn hoặc bằng 5,00%.

Ni là nguyên tố tạo thành austenit, và theo sáng chế, hàm lượng N lớn hơn hoặc bằng 1,00%. Khi hàm lượng Ni nhỏ hơn giá trị nêu trên, khó kiểm soát các thành phần để tạo ra cấu trúc ở trạng thái một pha austenit sau khi tôi. Theo sáng chế, Mn được chứa với hàm lượng như đã mô tả trên đây, và do đó hàm lượng Ni có thể được tiết kiệm. Hàm lượng Ni có thể được kiểm soát ở mức nhỏ hơn hoặc bằng 8,00%.

Cr là nguyên tố cần thiết để tạo ra tính chống ăn mòn cần thiết đối với thép không gỉ. Với mục đích dùng làm vòng đệm kim loại, cần đảm bảo hàm lượng Cr lớn hơn hoặc bằng 14,00%. Tuy nhiên, Cr là nguyên tố tạo thành ferit, và do đó khi hàm lượng Cr tăng lên, lượng nguyên tố tạo thành austenit cần thiết để tạo ra cấu trúc một pha austenit sau khi tôi cũng tăng lên, điều này có thể là yếu tố làm tăng chi phí của vật liệu thép. Nhờ các nghiên cứu khác nhau, đã xác định được rằng tốt hơn nếu hàm lượng Cr nhỏ hơn hoặc bằng 19,00%.

Cu là nguyên tố tạo thành austenit và được cho là nguyên tố hữu hiệu để làm gia tăng đặc tính chống hóa mềm ở nhiệt độ cao, giống như Mn. Theo sáng chế, tốt hơn nếu thép có hàm lượng Cu lớn hơn hoặc bằng 0,50%. Tuy nhiên, khi lượng Mn và Cu đồng thời tăng lên, pha Cu-Mn có thể bị lắng phủ khi nung nóng trước khi cán nóng, điều này có thể là yếu tố gây ra vết nứt trong khi cán nóng. Để ngăn ngừa hiện tượng nứt ở nhiệt độ cao, tốt hơn nếu giới hạn giá trị δ_{1230} của công thức (2) đến giá trị nhất định, như được mô tả sau đây, và ngoài ra, hàm lượng Cu cần được giới hạn ở mức nhỏ hơn hoặc bằng 3,50%.

N là nguyên tố tạo thành austenit và là nguyên tố hữu hiệu làm tăng độ bền của pha austenit và pha mactensit được gây biến dạng, giống như C. Ngoài ra, việc bổ sung thêm N là yếu tố quan trọng để tạo ra đủ hiệu quả làm gia tăng đặc tính chống hóa mềm ở nhiệt độ cao, là các yếu tố được cho là có tác dụng phức hợp với Mn như đã mô tả đây. Nhờ các nghiên cứu khác nhau, đã xác định được rằng hàm lượng N lớn hơn hoặc bằng 0,045%. Khi hàm lượng này nhỏ hơn giá trị nêu trên, khó làm gia tăng ổn định đặc tính chống hóa mềm ở nhiệt độ cao. Hàm lượng N lớn hơn hoặc bằng 0,085% có hiệu quả hơn nữa. Hàm lượng N cao quá mức sẽ tạo ra nitrua trong quá trình làm nguội sau khi tôi, đây là yếu tố làm giảm tính chống ăn mòn và đặc tính độ bền mỏi. Hàm lượng N cần được giới hạn ở mức nhỏ hơn hoặc bằng 0,250%.

Al là nguyên tố có tác dụng khử oxy mạnh. Tuy nhiên, theo nghiên cứu của tác giả sáng chế, đã phát hiện được rằng thành phần của tạp chất trên cơ sở oxit có thể được kiểm soát dễ dàng đến mức nêu trên bằng cách sử dụng phương pháp chủ yếu là khử oxy bằng Si, chứ không phải khử oxy bằng Al, và bằng cách tinh luyện sao cho Al được bổ sung thêm vào để làm cho tổng hàm lượng Al trong thép lớn hơn hoặc bằng 0,0001%. Độ dai có thể bị ảnh hưởng có hại khi hàm lượng Al tăng lên. Tổng hàm lượng Al trong thép được giới hạn ở mức nhỏ hơn hoặc bằng 0,0300%.

V, Nb, Ti, và B là các nguyên tố hữu hiệu để cải thiện năng suất, độ bền, đặc tính độ bền mỏi, và đặc tính tương tự. Một hoặc nhiều nguyên tố này có thể được thêm vào, nếu cần. Hàm lượng của chúng là V với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,50%, Nb với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,50%, Ti với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,30%, và B với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,020%. Hàm lượng hữu hiệu hơn của chúng là V với lượng nằm trong khoảng từ 0,01 đến 0,50%, Nb với lượng nằm trong khoảng từ 0,01 đến 0,50%, Ti với lượng nằm trong khoảng từ 0,01 đến 0,30%, và B với lượng nằm trong khoảng từ 0,0005 đến 0,020%.

Hàm lượng của các nguyên tố được kiểm soát để làm cho giá trị Md_{30} tính

theo công thức (1) sau đây nhỏ hơn hoặc bằng 50,0.

$$Md_{30} = 551 - 462(C+N) - 9,2Si - 8,1Mn - 29(Ni+Cu) - 13,7Cr \quad (1)$$

Trong công thức (1), các ký hiệu nguyên tố thể hiện tỷ lệ % khối lượng của các nguyên tố tương ứng. Giá trị Md_{30} là chỉ số độ ổn định của austenit được xác định theo nhiệt độ ($^{\circ}C$), mà khi đó tác dụng biến dạng kéo vào pha đơn austenit bằng 30%, 50% cấu trúc được chuyển thành pha mactensit. Theo sáng chế, hàm lượng của các nguyên tố thành phần được làm cân bằng để thu được giá trị Md_{30} nhỏ hơn hoặc bằng 50,0, và pha mactensit được ngăn ngừa tình trạng bị gây biến dạng quá mức.

Hàm lượng của các nguyên tố được kiểm soát để thu được giá trị δ_{1230} tính theo công thức (2) sau đây nhỏ hơn hoặc bằng 8,0.

$$\delta_{1230} = -101,5 - 78,6C + 3,1Si + 0,4Mn - 2,4Ni + 7,7Cr - 1,5Cu - 51,4N \quad (2)$$

Trong công thức (2), các ký hiệu nguyên tố thể hiện tỷ lệ % khối lượng của các nguyên tố tương ứng. Giá trị δ_{1230} là chỉ số thể hiện lượng (tỷ lệ % theo thể tích) của pha ferit δ trong phần giữa của mặt cắt ngang phôi đúc thu được bằng phương pháp đúc liên tục, sau khi nung nóng đến nhiệt độ $1230^{\circ}C$ trong 120 phút. Theo nghiên cứu của tác giả sáng chế, khi hàm lượng Mn và hàm lượng Cu trong thép không gỉ austenit đồng thời tăng lên, pha Cu-Mn có thể kết tủa khi nung nóng phôi đúc trước khi cán nóng, điều này có thể là yếu tố gây ra vết nứt khi cán nóng. Sự ảnh hưởng của hiện tượng nứt khi cán nóng của pha Cu-Mn có liên quan đến lượng pha ferit δ có mặt, và trong các loại thép có tổng hàm lượng Mn và Cu lớn hơn hoặc bằng 1,4% khối lượng như trong thép theo sáng chế, hiện tượng nứt khi cán nóng có thể được ngăn ngừa đáng kể bằng cách kiểm soát giá trị δ_{1230} nhỏ hơn hoặc bằng 8,0.

Giá trị δ_{1230} là chỉ số để tạo ra phương pháp ngăn ngừa ổn định hiện tượng nứt

khi cán nóng của các loại thép austenit có tổng hàm lượng Mn và Cu lớn hơn hoặc bằng 1,4% khối lượng, mà điều kiện cán nóng thông thường của thép không gỉ austenit (nhiệt độ nung nóng của vật liệu đúc: nằm trong khoảng từ 1100 đến 1350°C) được thực hiện, nhưng điều này không có nghĩa là nhiệt độ nung nóng của vật liệu đúc trước khi cán nóng cần phải bằng 1230°C.

Phương pháp sản xuất

Một phương pháp sản xuất đại diện sẽ được mô tả dưới đây. Thép được kiểm soát để có thành phần hóa học nêu trên được sản xuất với thiết bị sản xuất thép thông thường đối với thép không gỉ để tạo ra phôi đúc. Không cần quy trình đặc biệt để tạo ra độ sạch cao. Tuy nhiên, tốt hơn nếu phương pháp khử oxy là khử oxy bằng Si chứ không phải chỉ khử oxy bằng Al. Tốt hơn nữa nếu cho thêm Al vào kết hợp. Phôi đúc được cán nóng theo phương pháp tương tự như phương pháp sản xuất tấm thép không gỉ austenit thông thường để tạo ra tấm thép cán nóng. Nhiệt độ nung nóng phôi đúc trước khi cán nóng có thể nằm trong khoảng từ 1100 đến 1350°C. Tạp chất trên cơ sở oxit có mặt trong tấm thép cán nóng có thành phần nằm trong khoảng nêu trên và do đó được làm mềm.

Tấm thép cán nóng được tôi và sau đó được cán nguội để làm giảm độ dày. Có thể thực hiện công đoạn tôi trung gian, nếu cần, trong quá trình cán nguội. Tạp chất trên cơ sở oxit đã được làm mềm bị phá vỡ dưới áp lực của công đoạn cán nguội, và được kéo dài hướng cán theo dòng kim loại của vật liệu nền thép. Sau khi thực hiện công đoạn tôi hoàn thiện, có thể thực hiện việc cán là để tạo ra độ dày của sản phẩm cuối. Độ dày này có thể nằm trong khoảng, ví dụ, từ 0,05 đến 0,5mm. Theo các phương pháp, có thể thu được tấm thép cán nguội từ tấm thép cán nóng nêu trên. Trong các quy trình nêu trên, bước tẩy gỉ thường được thực hiện sau khi tôi.

Tấm thép cán nguội thu được không có tính không đẳng hướng như trong vật liệu thông thường do tạp chất trên cơ sở oxit dạng thô có mặt trong dạng kế tiếp theo hướng cán gây ra, và thích hợp cho nhiều mục đích tạo hình dập khác nhau, kể cả

làm vòng đệm kim loại. Trong quá trình sản xuất vòng đệm kim loại, gờ có chiều cao không đôi được tạo ra bằng cách tạo hình dập gờ. Vật liệu được tạo hình dập thu được có thể được xử lý hóa già ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 100 đến 500°C, nếu cần. Việc xử lý hóa già tạo ra hiệu quả "lão hóa cơ học" nêu trên, nhờ đó làm tăng độ bền của vật liệu. Ngay cả khi việc xử lý hóa già không được thực hiện, vòng đệm kim loại được nung nóng đến nhiệt độ cao trong quá trình sử dụng của nó, nhờ đó tạo ra hiệu quả lão hóa cơ học. Vòng đệm kim loại theo sáng chế có đặc tính chống hóa mềm ở nhiệt độ cao được cải thiện như được mô tả trên đây, và do đó ngăn ngừa được sự giảm độ bền khi sử dụng ở nhiệt độ cao, nhờ đó tạo ra độ bền lâu rất tốt kết hợp với tác dụng làm giảm tính không đẳng hướng của đặc tính độ bền môi.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các thép có thành phần hóa học được thể hiện trong Bảng 1 được sản xuất và thu được các phôi đúc từ quá trình này. Việc khử oxy được thực hiện là khử oxy bằng Si đối với tất cả các thép theo sáng chế. Phôi đúc được nung nóng ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1100 đến 1350°C trong 120 phút, sau đó lấy phôi này ra khỏi lò và phôi được cán nóng để tạo ra tấm thép cán nóng có độ dày 3,0mm.

Bảng 1

Loại	Thép	Thành phần hóa học (% khối lượng)									Md ₃₀	δ_{1230}
		C	Si	Mn	Ni	Cr	N	Cu	Al	Các nguyên tố khác		
Thép theo sáng chế	A	0,120	0,50	2,70	2,70	16,00	0,120	2,70	0,002	-	37,85	-1,80
	B	0,160	0,50	4,80	1,50	16,00	0,120	2,70	0,002	-	37,16	-1,22
	C	0,083	3,16	1,51	5,40	14,90	0,098	2,05	0,004	-	5,89	-3,97
	D	0,086	2,67	1,52	5,41	15,08	0,098	2,05	0,003	-	6,18	-4,35
	E	0,084	2,16	1,97	5,42	14,96	0,095	2,05	0,002	-	10,89	-6,39
	F	0,020	1,00	2,00	6,50	17,00	0,095	2,50	0,002	-	-21,43	7,50
	G	0,120	1,00	1,00	6,00	16,00	0,050	0,50	0,002	-	47,46	-1,95
	H	0,060	0,50	1,50	7,50	18,00	0,080	3,50	0,002	-	-96,03	7,17
	I	0,130	0,50	16,80	1,50	16,50	0,200	1,50	0,002	-	-55,19	7,47
	J	0,162	0,52	2,99	1,52	15,99	0,199	2,72	0,003	V:0,48	13,19	-6,26

	K	0,160	0,51	2,98	1,52	16,02	0,198	2,70	0,003	Nb:0,45	14,92	-5,82
	L	0,161	0,50	3,00	1,55	16,00	0,120	2,73	0,002	Ti:0,29	48,96	-2,19
	M	0,160	0,50	3,01	1,54	16,00	0,122	2,71	0,002	B:0,01	49,29	-2,15
Thép so sánh	N	0,086	3,58	1,05	5,64	15,14	0,096	2,07	0,004	-	-5,53	-1,74
	O	0,080	2,73	0,28	6,05	14,96	0,090	2,00	0,001	-	6,67	-6,17
	P	0,109	0,49	1,09	7,36	17,16	<u>0,011</u>	0,24	0,005	-	26,73	5,43
	Q	0,100	0,60	<u>0,80</u>	6,28	16,50	<u>0,040</u>	0,20	0,005	-	<u>60,35</u>	2,44
	R	<u>0,020</u>	0,50	1,20	7,18	17,50	0,110	0,20	0,005	-	22,85	<u>10,52</u>
	S	0,060	0,50	3,50	3,50	18,00	0,050	3,20	0,002	-	26,33	<u>19,56</u>

Các giá trị được gạch chân: nằm ngoài khoảng giá trị theo sáng chế

Phân tích thành phần của tạp chất trên cơ sở oxit

Quan sát mẫu cắt từ tấm thép cán nóng bằng kính hiển vi điện tử quét (SEM) đối với mặt cắt ngang song song với hướng cán và hướng độ dày (nghĩa là mặt cắt ngang L), và 30 hạt được chọn tùy ý từ các hạt tạp chất trên cơ sở oxit có mặt trên mặt cắt ngang L, và được phân tích thành phần bằng phương pháp phổ tán sắc năng lượng tia X (energy dispersive X-ray: EDX). Hàm lượng của Al, Si, và Mn của các tạp chất tương ứng được chuyển hóa thành tỷ lệ khối lượng của oxit đơn, ví dụ, Al_2O_3 , SiO_2 , và MnO tương ứng, và giá trị tỷ lệ khối lượng được tính trung bình đối với 30 hạt tạp chất trên cơ sở oxit để thu được thành phần trung bình của tạp chất trên cơ sở oxit trong tấm thép.

Sau đó, tấm thép cán nóng được xử lý nhiệt bằng cách ủ nóng đều ở nhiệt độ 1100°C trong 60 giây, và tiếp đó được cán nguội để làm giảm độ dày. Trong quá trình cán nguội, công đoạn tôi trung gian bằng cách ủ nóng đều ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 900 đến 1100°C trong 60 giây được thực hiện một hoặc nhiều lần, và sau đó thực hiện công đoạn cán là với tỷ lệ cán là tạo ra độ cứng trên bề mặt tấm (bề mặt cán) nằm trong khoảng từ 430 đến 460 HV với độ dày cuối 0,2mm, nhờ đó thu được tấm thép cán nguội có độ dày 0,2mm. Tấm thép cán nguội thu được đã xử lý hoàn thiện bằng cách cán là được thử nghiệm tiếp theo dưới dạng vật liệu thử nghiệm.

Độ cứng

Độ cứng Vickers của bề mặt tấm (bề mặt cán) của vật liệu thử nghiệm được xác định.

Khả năng dễ gia công uốn

Vật liệu thử nghiệm là tấm thép cán nguội được xử lý hoàn thiện bằng cách cán là được thử nghiệm uốn theo phương pháp khối V theo tiêu chuẩn JIS Z2248:2006. Mẫu thử nghiệm có hướng chiều dọc song song với hướng cán được ký hiệu là hướng L, và mẫu thử nghiệm có hướng chiều dọc vuông góc với hướng cán được ký hiệu là hướng C. Đối với mẫu thử nghiệm uốn theo hướng L, đường gờ uốn

vuông góc với hướng cán, và đối với mẫu thử nghiệm uốn theo hướng C, đường gờ uốn song song với hướng cán. Tỷ lệ của bán kính uốn nhỏ nhất R mà không tạo ra khuyết tật kể cả tạo vết nứt trên mặt ngoài của phần uốn với độ dày t được ký hiệu là giới hạn uốn (R/t). Thử nghiệm uốn được thực hiện với ba mẫu thử nghiệm uốn ($n=3$), và kết quả kém nhất trong số ba kết quả thử nghiệm này được chọn làm kết quả thử nghiệm. Vật liệu có giới hạn uốn R/t nhỏ hơn hoặc bằng 1,5 theo cả hướng L và hướng C, và tỷ lệ của (giới hạn uốn R/t theo hướng C)/(giới hạn uốn R/t theo hướng L) nhỏ hơn hoặc bằng 1,3 có thể được đánh giá là có khả năng dễ gia công uốn tốt đối với vật liệu tấm thép dùng làm vòng đệm kim loại, được tạo hình dập gờ.

Đặc tính độ bền mỏi

Các mẫu dạng dải (chiều rộng: 8mm) có các hướng chiều dọc tương ứng theo hướng L và hướng C được lấy từ vật liệu thử nghiệm, và mỗi mẫu này được gia công thành chi tiết thử nghiệm có "gờ ban đầu" có hình dạng được thể hiện trên Fig.3(a) và Fig.3(b) bằng cách tạo hình dập gờ. Gờ ban đầu có chiều rộng rãnh khoảng 3mm và chiều cao khoảng 0,4mm. Phần gờ ban đầu được ép tương ứng đến trạng thái kẹp chặt ban đầu của vòng đệm kim loại, nhờ đó tạo ra mẫu thử nghiệm độ mỏi có gờ mô phỏng với chiều cao gờ còn lại bằng khoảng 0,1mm như được thể hiện trên Fig.3(c). Theo hình vẽ sơ đồ mặt cắt ngang được thể hiện trên Fig.3(b) và Fig.3(c), khoảng cách theo hướng độ dày được vẽ phóng to. Chi tiết để thử nghiệm độ mỏi được thử nghiệm bằng cách tác dụng ứng suất gián tiếp lên phần gờ mô phỏng, và thu được giới hạn mỏi (N/mm^2) với số chu trình bằng 10^7 . Vật liệu có giới hạn mỏi lớn hơn hoặc bằng $300 N/mm^2$ theo cả hướng L và hướng C, và sự chênh lệch về giới hạn mỏi giữa hướng L và hướng C nhỏ hơn hoặc bằng $30 N/mm^2$ có thể được đánh giá là có đặc tính độ bền mỏi tốt đối với vòng đệm kim loại có phần được dập tạo hình gờ.

Đặc tính chống hóa mềm ở nhiệt độ cao

Vật liệu thử nghiệm còn nguyên sau khi cán được xử lý nhiệt duy trì ở nhiệt

độ nằm trong khoảng từ 300 đến 800°C với bước xử lý ở nhiệt độ 100°C trong 120 giờ, và độ cứng của bề mặt thép (bề mặt cán) sau khi xử lý nhiệt được xác định. Fig.4 minh họa kết quả xác định chi tiết của vật liệu thử nghiệm. Fig.4(a) thể hiện ví dụ so sánh số 23, và Fig.4(b) thể hiện ví dụ theo sáng chế số 1 (các số liệu được thể hiện trong Bảng 2). Trong điều kiện thời gian gia nhiệt bằng 120 giờ, phát hiện thấy sự tăng độ cứng do lão hóa cơ học ở nhiệt độ nung nóng nằm trong khoảng từ 300°C đến 400°C đối với cả hai vật liệu. Khi nhiệt độ nung nóng tăng lên, vật liệu được hóa mềm. Khi so sánh đặc tính hóa mềm ở nhiệt độ cao 600°C, tấm thép theo ví dụ của sáng chế số 1 có hiện tượng hóa mềm được ức chế đáng kể và vật liệu này được duy trì độ cứng ở mức khoảng 350 HV sau khi nung nóng ở nhiệt độ 800°C trong 120 giờ, và do đó đã phát hiện được rằng đặc tính chống hóa mềm ở nhiệt độ cao được cải thiện đáng kể. Trong thử nghiệm nung nóng, khi nhiệt độ nung nóng làm giảm độ cứng đến mức bằng $\frac{2}{3}$ độ cứng H_0 (HV) của vật liệu sau khi cán, nghĩa là nhiệt độ nung nóng tạo ra độ cứng bằng $\frac{2}{3} \cdot H_0$, lớn hơn hoặc bằng 800°C, có thể xác định được rằng vật liệu này có đặc tính chống hóa mềm ở nhiệt độ cao rất tốt khi vòng đệm kim loại được tạo ra bằng cách tạo hình gờ. Theo đó, đặc tính chống hóa mềm ở nhiệt độ cao ở đây được đánh giá theo nhiệt độ tạo ra độ cứng bằng $\frac{2}{3} \cdot H_0$.

Các kết quả được thể hiện trong Bảng 2. Trong Bảng 2, thuật ngữ "tôi hoàn thiện" có nghĩa là việc tôi cuối được thực hiện sau khi cán.

Bảng 2

Loại	Số	Thép	Sự xuất hiện vết nứt khi cán nóng	Thành phần của tạp chất trên cơ sở oxit (% khối lượng)			Nhiệt độ tối hoàn thiện (°C)	Độ cứng sau khi tối hoàn thiện (HV)	Độ cứng sau khi cán là H_{00} (HV)	Đặc tính chống hóa mềm ở nhiệt độ cao	Tính không đẳng hướng				
											Giới hạn uốn R/t		Giới hạn môi (N/mm ²)		
											Hướng L	Hướng C	Hướng L a	Hướng C b	Chênh lệch a-b
Ví dụ theo sáng chế	1	A	không	5	47	48	1050	185	460	≥ 800	1,0	1,1	380	350	30
	2	A	không	5	47	48	900	210	450	≥ 800	1,0	1,1	390	360	30
	3	A	không	5	47	48	1050	185	460	≥ 800	1,0	1,2	390	360	30
	4	B	không	10	35	55	1050	182	450	≥ 800	1,0	1,2	380	350	30
	5	C	không	28	23	49	1050	183	450	≥ 800	1,0	1,2	370	350	20
	6	D	không	25	38	37	1050	184	460	≥ 800	1,0	1,2	360	330	30
	7	E	không	24	35	41	1050	184	440	≥ 800	1,0	1,1	370	340	30

	8	F	không	15	33	52	1050	184	440	≥ 800	1,0	1,1	350	320	30
	9	G	không	30	25	45	1050	182	460	≥ 800	1,0	1,1	350	320	30
	10	H	không	11	15	74	1050	188	450	≥ 800	1,0	1,1	370	340	30
	11	I	không	2	10	88	1050	187	450	≥ 800	1,0	1,1	370	340	30
	12	J	không	8	34	58	1080	185	450	≥ 800	1,0	1,3	350	330	20
	13	K	không	9	38	53	1080	184	430	≥ 800	1,0	1,3	360	330	30
	14	L	không	12	28	60	1080	183	430	≥ 800	1,0	1,3	360	330	30
Ví dụ so sánh	15	M	không	5	42	53	1050	183	440	≥ 800	1,0	1,1	360	330	30
	21	N	không	80	17	3	1050	178	430	≥ 800	1,0	4,0	320	270	50
	22	O	không	67	20	13	1050	180	440	650	1,0	4,0	330	270	60
	23	P	không	98	1	1	1050	181	430	680	1,0	4,0	320	260	60
	24	Q	không	98	0	2	1050	184	440	650	1,0	4,0	300	220	80
	25	R	không	20	20	60	1050	183	440	680	1,0	3,0	330	270	60
	26	S	có	6	45	49	1050	183	460	≥ 800	1,0	1,1	370	350	20

Từ Bảng 2, quan sát được rằng trong các ví dụ theo sáng chế, thành phần của tạp chất trên cơ sở oxit nằm trong khoảng nêu trên tạo ra độ mềm, và khả năng dễ gia công uốn và đặc tính độ bền mỏi có tính không đẳng hướng nhỏ, là các đặc tính thích hợp cho vòng đệm kim loại. Khi quan sát mặt cắt ngang L của các vật liệu thử nghiệm này (các tấm thép được cán nguội và tôi), tạp chất trên cơ sở oxit bị phá vỡ bằng cách cán và được kéo dài theo hướng cán, và đường kính tối đa của chúng theo hướng độ dày là nhỏ hơn hoặc bằng $2\mu\text{m}$. Các ví dụ theo sáng chế cũng có đặc tính chống hóa mềm ở nhiệt độ cao tốt.

Mặt khác, trong các ví dụ so sánh từ số 21 đến 24, thành phần của tạp chất nằm ngoài khoảng tạo độ mềm, và khả năng dễ gia công uốn và đặc tính chịu mỏi có tính không đẳng hướng lớn. Trong ví dụ số 22, do hàm lượng Mn thấp, đặc tính chống hóa mềm ở nhiệt độ cao là kém ngay cả khi hàm lượng N được đảm bảo đủ. Trong các ví dụ số 23 và 24, đặc tính chống hóa mềm ở nhiệt độ cao của tấm thép là kém do hàm lượng N trong ví dụ số 23 thấp, và do hàm lượng Mn thấp và hàm lượng N trong ví dụ số 24 thấp. Trong ví dụ số 25, tỷ lệ cán là cần thiết để làm tăng độ bền được tăng lên do hàm lượng C nhỏ, và tính không đẳng hướng kém hơn. Trong ví dụ số 26, xuất hiện vết nứt khi cán nóng do giá trị δ_{1230} cao quá mức.

Ví dụ so sánh để đánh giá sự ảnh hưởng của phương pháp khử oxy đối với thành phần của tạp chất sẽ được mô tả. Như đã mô tả trên đây, trong quá trình sản xuất thép theo sáng chế được thể hiện trong Bảng 1, việc khử oxy được thực hiện bằng phương pháp "khử oxy bằng Si". Đối với thép R là thép so sánh, "phương pháp khử oxy bằng Si" được sử dụng. Thép D-1 và thép R-1 được sản xuất bằng cách sử dụng phương pháp "khử oxy bằng Al" để tạo ra thành phần thép giống như thép D và thép R (khử oxy bằng Si) trong Bảng 1 tương ứng, và thành phần của tạp chất ở đây được xác định theo cách nêu trên. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 3.

Bảng 3

Thép	Thành phần hóa học của thép (% khối lượng)								Phương pháp khử oxy	Thành phần của tạp chất trên cơ sở oxit (% khối lượng)		
	C	Si	Mn	Ni	Cr	N	Cu	Al		Al ₂ O ₃	SiO ₂	MnO
D	0,086	2,67	1,52	5,41	15,08	0,098	2,05	0,003	khử oxy bằng Si	25	38	37
D-1	0,085	2,70	1,53	5,40	15,10	0,097	2,00	0,004	khử oxy bằng Al	86	9	5
R	0,020	0,50	1,20	7,18	17,50	0,110	0,20	0,005	khử oxy bằng Si	20	20	60
R-1	0,022	0,53	1,18	7,10	17,43	0,109	0,18	0,005	khử oxy bằng Al	70	20	10

Như được minh họa trong Bảng 3, cần hiểu rằng ngay cả trong trường hợp các thép có cùng thành phần được sản xuất, thành phần của tạp chất được thay đổi đáng kể bằng phương pháp khử oxy. Để tạo ra tạp chất có thành phần nằm trong khoảng tạo ra độ mềm, như được xác định theo sáng chế, phương pháp khử oxy bằng Si có lợi hơn phương pháp khử oxy bằng Al.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép không gỉ austenit cán nguội thu được từ tấm thép không gỉ austenit cán nóng có thành phần thép bao gồm C với lượng nằm trong khoảng từ 0,030 đến 0,300%, Si với lượng nằm trong khoảng từ 0,30 đến 3,20%, Mn với lượng nằm trong khoảng từ 0,90 đến 17,00%, Ni với lượng nằm trong khoảng từ 1,00 đến 8,00%, Cr với lượng nằm trong khoảng từ 14,00 đến 19,00%, Cu với lượng nằm trong khoảng từ 0,50 đến 3,50%, N với lượng nằm trong khoảng từ 0,045 đến 0,250%, Al với lượng nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 0,0300%, V với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 0,50%, Nb với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 0,50%, Ti với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 0,30%, và B với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 0,010%, toàn bộ các lượng này đều tính theo tỷ lệ % khối lượng, với lượng còn lại là Fe và các tạp chất không tránh được, và có giá trị Md_{30} tính theo công thức (1) sau đây nhỏ hơn hoặc bằng 50,0 và giá trị δ_{1230} tính theo công thức (2) sau đây nhỏ hơn hoặc bằng 8,0, và có thành phần trung bình của tạp chất trên cơ sở oxit quan sát được trong cấu trúc kim loại chứa Al_2O_3 với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 30% khối lượng, SiO_2 với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 60% khối lượng, và MnO với lượng lớn hơn hoặc bằng 15% khối lượng, tính theo tỷ lệ khối lượng được chuyển hóa của Al_2O_3 , SiO_2 , và MnO, và thỏa mãn công thức (3) sau đây, trong đó nhiệt độ gia nhiệt mà khi đó độ cứng Vickers của bề mặt tấm thép không gỉ austenit cán nguội sau khi được xử lý nhiệt trong 120 giờ giảm đến mức bằng 2/3 độ cứng Vickers trên bề mặt đã cán của tấm này là độ cứng H_0 (HV), ở ít nhất 800°C, trong đó:

$$Md_{30} = 551 - 462(C+N) - 9,2Si - 8,1Mn - 29(Ni+Cu) - 13,7Cr \quad (1)$$

$$\delta_{1230} = -101,5 - 78,6C + 3,1Si + 0,4Mn - 2,4Ni + 7,7Cr - 1,5Cu - 51,4N \quad (2)$$

$$MnO \geq -3SiO_2 + 110 \quad (3)$$

trong đó trong các công thức (1) và (2), ký hiệu nguyên tố thể hiện tỷ lệ % khối lượng của các nguyên tố tương ứng trong thành phần thép, và trong công thức (3), MnO và SiO_2 thể hiện tỷ lệ % khối lượng được chuyển hóa tương ứng của MnO và

SiO₂ trong thành phần trung bình của tạp chất trên cơ sở oxit.

2. Tấm thép không gỉ austenit cán nguội theo điểm 1, trong đó tấm thép này có độ cứng Vickers trên bề mặt của tấm đã cán nằm trong khoảng từ 400 đến 460 HV.
3. Tấm thép không gỉ austenit cán nguội theo điểm 1, trong đó tấm thép này có độ dày nằm trong khoảng từ 0,05 đến 0,5mm.
4. Tấm thép không gỉ austenit cán nguội theo điểm 1, trong đó tấm thép này có độ cứng Vickers trên bề mặt của tấm đã cán nằm trong khoảng từ 400 đến 460 HV, và độ dày nằm trong khoảng từ 0,05 đến 0,5mm.
5. Vòng đệm kim loại làm bằng tấm thép cán nguội theo điểm 1 đã được tạo hình, trong đó vòng đệm này có gờ được tạo ra bằng cách tạo hình dập và được sử dụng bằng cách ép đỉnh của gờ lên trên vật liệu tiếp xúc.
6. Vòng đệm kim loại làm bằng tấm thép cán nguội theo điểm 1 đã được tạo hình và sau đó tấm thép này được xử lý hóa già ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 100 đến 500°C, trong đó vòng đệm này có gờ được tạo ra bằng cách tạo hình dập và được sử dụng bằng cách ép đỉnh của gờ lên trên vật liệu tiếp xúc.

Fig.1

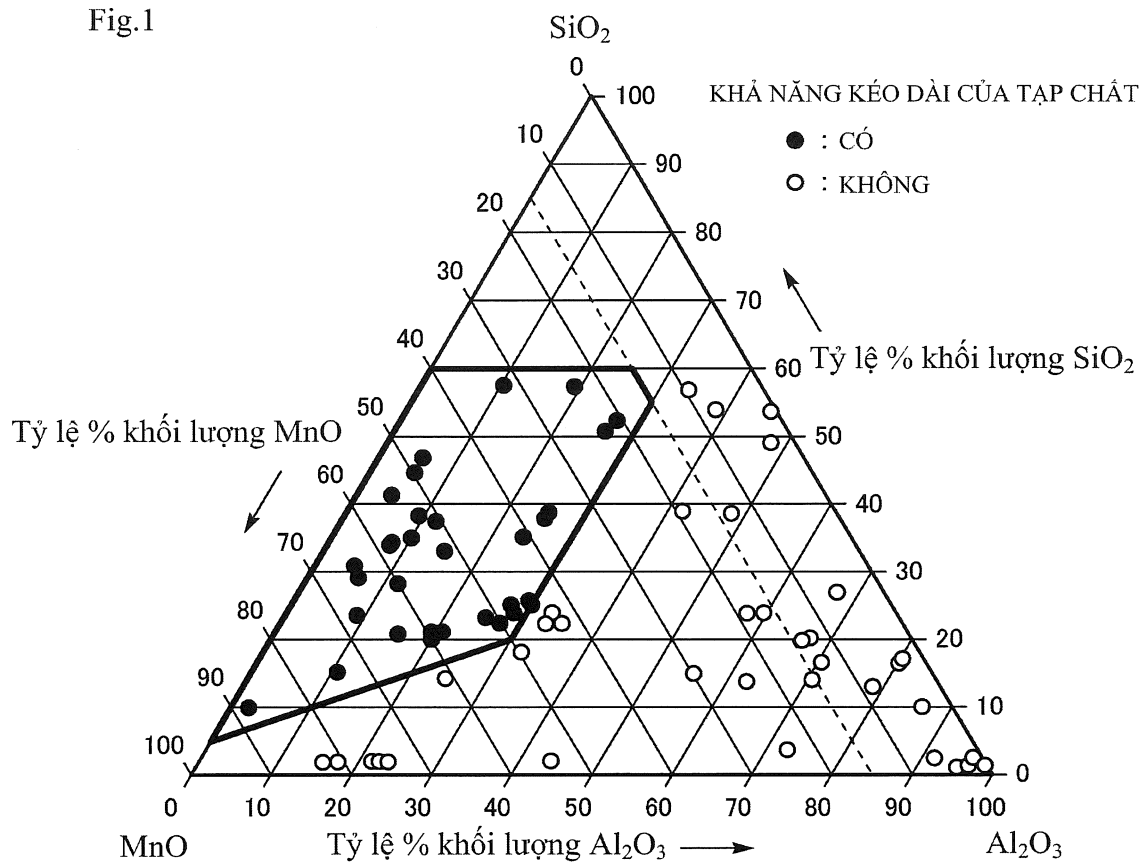
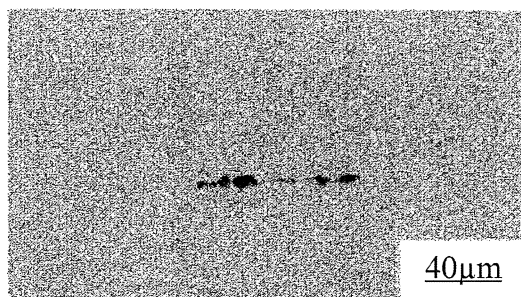


Fig.2

(a) Ví dụ so sánh



(b) Ví dụ theo sáng chế

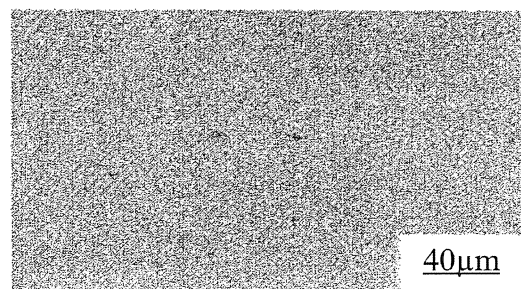


Fig.3

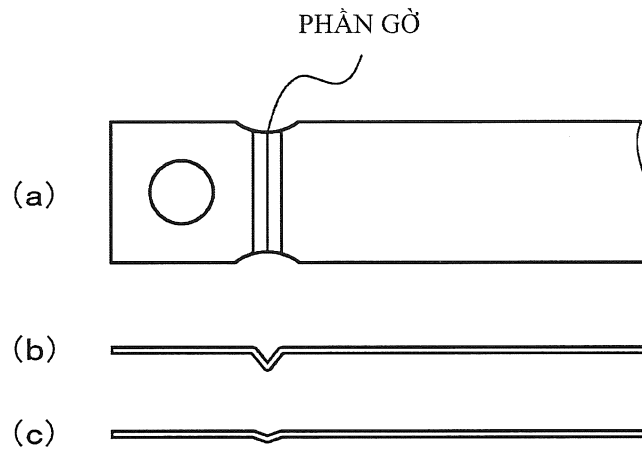


Fig.4

