



(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)



1-0048007

(51)^{2020.01} C21D 8/10; C22C 38/60; C22C 38/00

(13) B

(21) 1-2021-08413

(22) 12/06/2020

(86) PCT/JP2020/023144 12/06/2020

(87) WO2021/005960 14/01/2021

(30) 2019-127602 09/07/2019 JP

(45) 25/06/2025 447

(43) 25/04/2022 409A

(73) JFE STEEL CORPORATION (JP)

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

(72) YUGA Masao (JP); TAKAI Hiroyuki (JP); TAKEMURA Yasumasa (JP); OKATSU Mitsuhiro (JP).

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

(54) ỐNG THÉP KHÔNG HÀN CÓ KHẢ NĂNG CHỐNG ẮN MÒN ĐIỂM SƯƠNG AXÍT SUNFURIC MONG MUỐN, VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT ỐNG THÉP NÀY

(21) 1-2021-08413

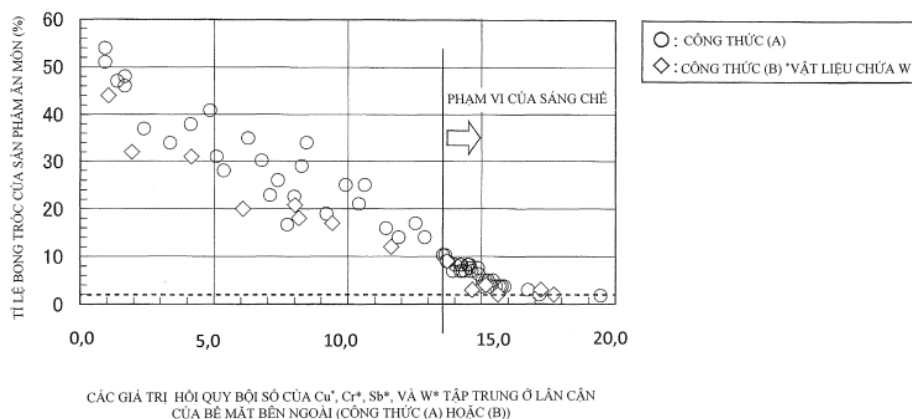
(57) Sáng chế đề cập đến ống thép không hàn, và phương pháp sản xuất ống thép này. Ống thép không hàn theo sáng chế là ống thép không hàn có khả năng chống ăn mòn điểm sương axit sunfuric mong muốn, ống thép không hàn có thành phần mà bao gồm, theo % khối lượng, C: từ 0,02 đến 0,12%, Si: từ 0,010 đến 1,00%, Mn: từ 0,10 đến 2,00%, P: 0,050% hoặc nhỏ hơn, S: 0,004% hoặc nhỏ hơn, Al: từ 0,010 đến 0,100%, Cu: từ 0,03 đến 0,80%, Ni: từ 0,02 đến 0,50%, Cr: từ 0,55 đến 1,00%, Sb: từ 0,005 đến 0,20%, và Fe và các tạp chất ngẫu nhiên còn lại, và đáp ứng công thức (1) sau đây,

$$1,7 \times \text{Cu}^* + 11 \times \text{Cr}^* + 3,8 \times \text{Sb}^* \geq 13,5 \quad \dots (1),$$

trong đó, Cu^* , Cr^* và Sb^* đại diện cho các nồng độ trung bình của Cu, Cr, và Sb, tương ứng, theo % khối lượng, khi được đo trong vùng từ 0,5 đến 2,0 mm cách bề mặt bên ngoài của ống thép về phía tâm của bề dày thành của ống thép,

ống thép không hàn có giới hạn chảy bằng 230 MPa hoặc lớn hơn, và độ bền kéo bằng 380 MPa hoặc lớn hơn.

FIG.4



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến ống thép không hàn có khả năng chống ăn mòn điểm sương axít sunfuric mong muốn, và đề cập đến phương pháp để sản xuất ống thép này. Cụ thể, sáng chế đề cập đến ống thép không hàn phù hợp làm đường ống trong môi trường ăn mòn điểm sương axít sunfuric được tạo ra bởi khí thải cháy của các nồi hơi, lò nung chảy khí hóa, và tương tự, cụ thể, ống thép không hàn để làm đường ống hữu ích cho việc ngăn chặn sự phân tán của các sản phẩm ăn mòn được tạo ra bởi ăn mòn điểm sương axít sunfuric, và thể hiện khả năng chống ăn mòn điểm sương axít sunfuric mong muốn trong máy tạo hơi thu hồi nhiệt, và đề cập đến phương pháp sản xuất ống thép không hàn như vậy.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong ống khói khí của các nồi hơi, và các thiết bị hoặc các cơ cấu khác mà đốt cháy nhiên liệu chứa lưu huỳnh như là dầu nặng và than đá, oxit lưu huỳnh được chứa trong khí thải biến thành axít sunfuric khi nó ngưng tụ khi nhiệt độ giảm xuống. Điều này gây ra sự ăn mòn nghiêm trọng được gọi là ăn mòn điểm sương axít sunfuric. Cụ thể hơn, trong ống thép không hàn được sử dụng cho các đường ống thu hồi nhiệt của các máy tạo hơi nước thu hồi nhiệt, ăn mòn điểm sương axít sunfuric có thể dẫn đến các sự cố do sự giảm tuổi thọ đường ống hoặc làm hỏng các đường ống. Cũng có khả năng gây ra sự bong tróc các sản phẩm ăn mòn tạo ra bởi ăn mòn điểm sương axít sunfuric, và các sản phẩm ăn mòn có thể tác động đến môi trường xung quanh khi bị phát tán vào các vùng xung quanh qua ống xả thải của nồi hơi.

Các đề xuất khác nhau đã được đặt ra để làm giảm sự ăn mòn điểm sương của axít sunfuric. Ví dụ, tài liệu sáng chế (patent literature, PTL) 1 bọc lớp thép chứa

từ 0,001 đến 0,2% khối lượng cacbon và trong đó các lượng phù hợp của Si, Mn, P, và S, và, ngoài ra, Cu: từ 0,1 đến 1% khối lượng, Mo: 0,001 đến 1% khối lượng, và Sb: 0,01 đến 0,2% khối lượng được bổ sung để đạt được thép có khả năng chống ăn mòn điểm sương axit sunfuric chứa các lượng được kiểm soát của Sb, C, và Mo thỏa mãn mỗi quan hệ cụ thể.

PTL 2 bộc lộ việc bổ sung W, Sn, và Cr vào thép chứa C: từ 0,01 đến 0,12% khối lượng, Cu: từ 0,03 đến 1,0% khối lượng, và Sb: từ 0,002 đến 0,7% khối lượng, và kiểm soát các hàm lượng C, Sb, và W để thỏa mãn mỗi quan hệ cụ thể, và đề xuất thép có khả năng chống ăn mòn điểm sương axit sunfuric đã cải thiện khả năng chống ăn mòn điểm sương axit sunfuric và khả năng chống ăn mòn điểm sương axit hydrochloric.

Danh sách trích dẫn

Tài liệu sáng chế

PTL 1: JP-A-2003-213367

PTL 2: JP-A-2007-262558

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Các kỹ thuật được bộc lộ trong PTL1 và PTL 2 là nhằm để làm giảm tốc độ ăn mòn điểm sương axit sunfuric hoặc tốc độ ăn mòn điểm sương axit hydrochloric, và có thể có hiệu quả trong việc ngăn chặn sự tạo thành các sản phẩm ăn mòn điểm sương axit sunfuric, mà gây ra các vấn đề trong các ứng dụng như là trong các máy tạo hơi thu hồi nhiệt. Tuy nhiên, khó để ngăn chặn đầy đủ sự ăn mòn điểm sương axit sunfuric trong môi trường khắc nghiệt hơn với nồng độ axit sunfuric cao tới 70% khối lượng. PTL 1 và PTL 2 cũng hoàn toàn không nói đến sự bong tróc các sản phẩm ăn mòn tạo ra bởi môi trường như vậy. Những tài liệu liên quan trong lĩnh vực này cũng không bao gồm những mô tả chi tiết liên quan đến việc sản xuất ống thép không hàn phù hợp để làm đường ống trong các máy tạo hơi nước thu hồi nhiệt, và

không đề xuất các điều kiện tối ưu mà bảo đảm cả khả năng chống ăn mòn điểm sương axít sunfuric và khả năng sản xuất ống thép không hàn.

Sáng chế đã được thực hiện trong những hoàn cảnh này, và mục tiêu của sáng chế là đề xuất ống thép không hàn có khả năng chống ăn mòn điểm sương axít sunfuric mong muốn, và phù hợp để làm đường ống trong môi trường ăn mòn điểm sương axít sunfuric như là máy tạo hơi nước thu hồi nhiệt trong khi có khả năng sản xuất mong muốn.

Mục tiêu khác của sáng chế là đề xuất phương pháp phù hợp để sản xuất ống thép không hàn.

Giải quyết vấn đề

Để tìm ra giải pháp cho các vấn đề nói trên, các tác giả đã thực hiện những nghiên cứu sâu về sự bong tróc của những sản phẩm ăn mòn được tạo ra trong môi trường ăn mòn điểm sương axít sunfuric. Cụ thể, việc đo đặc ống thép không hàn đường kính ngoài 138,9 mm và bề dày thành 10,8 mm đã được sản xuất từ vật liệu ống thép được chuẩn bị bằng cách bổ sung phù hợp Sn, W, và Cr vào vật liệu ống thép cơ bản có thành phần chứa, theo % khối lượng, các thành phần hóa học cơ bản C: 0,04%, Si: 0,2%, Mn: 1,4%, và Al: 0,02%, và, ngoài ra, Cu và Sb được bổ sung là các nguyên tố được coi là có hiệu quả đối với khả năng chống axít. Ống thép không hàn được đưa vào xử lý nhiệt chuẩn hóa ở nhiệt độ chuẩn hóa 950 °C, và mẫu thử nghiệm ăn mòn được lấy từ phía bề mặt bên ngoài của ống thép.

Cụ thể, mẫu thử nghiệm ăn mòn (30 mm chiều dài $\times$ 20 mm chiều rộng $\times$ 5 mm chiều dày) bao gồm bề mặt bên ngoài của ống thép được lấy từ phía bề mặt bên ngoài của ống thép, và bề mặt tương ứng với phía bề mặt bên ngoài của ống thép được mài 0,5 mm để loại bỏ các thành phần không mong muốn như là gỉ. Mẫu sau đó được đưa vào thử nghiệm ăn mòn điểm sương axít sunfuric sử dụng các quy trình được thể hiện dưới dạng giản đồ trên Fig.1, và sự bong tróc các sản phẩm ăn mòn được tạo ra trong mẫu thử nghiệm ăn mòn đã được đánh giá.

Như được thể hiện trên Fig.1, dung dịch axit sunfuric ngâm nước mà đã được điều chỉnh đến nồng độ 70% khối lượng được đổ vào bình chứa, và mẫu thử nghiệm ăn mòn (mẫu thử nghiệm 1 trên Fig.1) được nhúng vào dung dịch sau khi dung dịch được gia nhiệt và được duy trì ở 50 °C với bể điều nhiệt bên ngoài. Mẫu được nhúng trong 96 giờ. Sau khi nhúng 96 giờ, dung dịch axit sunfuric ngâm nước được xả vào bình chứa, và mẫu thử nghiệm ăn mòn 1 được làm khô, và được lấy ra khỏi bình chứa một cách cẩn thận. Trên bàn, mẫu thử nghiệm ăn mòn 1 được chụp ảnh với máy ảnh kỹ thuật số 2 để chụp lại hình ảnh về các sản phẩm ăn mòn được tạo ra trên bề mặt mẫu. Ảnh đã được chụp ở phía bề mặt bên ngoài của ống thép mà từ đó mẫu thử nghiệm ăn mòn đã được chuẩn bị. Sau khi xử lý hình ảnh một cách thích hợp và phân tích (sử dụng phần mềm ImageJ có sẵn từ NIH), diện tích S_I (mm^2) của các sản phẩm ăn mòn được tính toán từ hình ảnh đã được chụp lại. Sau khi tính toán, màng kết dính trong suốt (Cellotape®, số hiệu CT-24, chiều rộng 24 mm, có sẵn từ NICHIBAN) đã được gắn vào bề mặt được chụp của mẫu thử nghiệm ăn mòn 1, và màng đã được bóc để thu thập một cách dễ dàng các mẫu bong tróc của các sản phẩm ăn mòn trên bề mặt kết dính của màng kết dính. Các hình ảnh của các sản phẩm ăn mòn trên bề mặt kết dính của màng kết dính được chụp với máy ảnh kỹ thuật số 2, và diện tích của các sản phẩm ăn mòn được gắn vào bề mặt kết dính của màng kết dính được tính toán bằng cách phân tích hình ảnh để tìm diện tích S_{II} (mm^2) của các sản phẩm ăn mòn bị bong tróc ra khỏi mẫu thử nghiệm ăn mòn. Phần trăm diện tích (S_{II}) của các sản phẩm ăn mòn bị bong tróc ra khỏi mẫu thử nghiệm ăn mòn đối với diện tích (S_I) của các sản phẩm ăn mòn xuất hiện trên bề mặt mẫu thử nghiệm ăn mòn sau đó được tính toán như tỉ lệ bong tróc của các sản phẩm ăn mòn (%), như dưới đây.

$$[(S_{II}/S_I) \times 100]$$

Fig.2 thể hiện kết quả so sánh của tỉ lệ bong tróc của các sản phẩm ăn mòn sau khi thử nghiệm ăn mòn điểm sương axit sunfuric được thực hiện đối với các ống

thép không hàn với các hàm lượng Cu, Sb, Sn, W, và Cr khác nhau được sử dụng cho thí nghiệm. Như được thể hiện trên Fig.2, tỉ lệ bong tróc của các sản phẩm ăn mòn của vật liệu ống thép cơ bản (vật liệu "0,3%Cu-0,1%Sb" trên Fig.2) được chuẩn bị bằng cách bổ sung Cu: 0,3% và Sb: 0,1% vào các thành phần hóa học cơ bản (0,04%C-0,2%Si-1,4%Mn-0,02%Al) không khác nhau nhiều với tỉ lệ của vật liệu "0,3%Cu-0,2%Sb" giàu Sb hơn hoặc vật liệu "0,3%Cu-0,1%Sb-0,05%Sn" chứa Sn. Tỉ lệ bong tróc của các sản phẩm ăn mòn được cải thiện trong vật liệu "0,3%Cu-0,1%Sb-0,03%W" được chuẩn bị bằng cách bổ sung W vào vật liệu ống thép cơ bản, và trong vật liệu "0,3%Cu-0,1%Sb-0,3%Cr" được chuẩn bị bằng cách bổ sung Cr vào vật liệu ống thép cơ bản. Vật liệu "0,3%Cu-0,1%Sb-0,6%Cr" với hàm lượng Cr được giảm đi có tỉ lệ bong tróc của các sản phẩm ăn mòn khoảng một nửa của tỉ lệ của vật liệu ống thép cơ bản (vật liệu "0,3%Cu-0,1%Sb").

Người ra cũng đã tìm ra rằng tỉ lệ bong tróc của các sản phẩm ăn mòn phụ thuộc vào phương pháp sản xuất vật liệu ống thép, ngay cả khi thành phần là giống nhau. Cụ thể, tỉ lệ bong tróc của các sản phẩm ăn mòn được mong muốn hơn trong ống thép không hàn được sản xuất bằng cách tạo ống và xử lý nhiệt vật liệu ống thép (sau đây, còn được gọi là “vật liệu ống thép cán phôi”) với tiết diện ngang hình tròn được sản xuất bằng cách gia nhiệt và cán nóng sau khi đúc liên tục thép từ lò chuyển thành phôi đúc có tiết diện ngang hình chữ nhật hơn trong ống thép không hàn được sản xuất bằng cách tạo ống và xử lý nhiệt vật liệu ống thép (sau đây, còn được gọi là “vật liệu ống thép như đúc”) thu được bằng cách đúc liên tục thép từ lò chuyển trực tiếp thành phôi đúc có tiết diện ngang hình tròn.

Các tác giả đã thực hiện những nghiên cứu sâu hơn để làm sáng tỏ lý do vì sao các vật liệu ống thép khác nhau (vật liệu ống thép như đúc, vật liệu ống thép cán phôi) có các tỉ lệ bong tróc các sản phẩm ăn mòn khác nhau. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng sự khác nhau là do sự khác nhau về sự làm giàu các nguyên tố hợp kim ở bề mặt bên ngoài của ống thép không hàn. Cụ thể, từ ống thép không hàn bằng vật liệu

"0,3%Cu-0,1%Sb-0,6%Cr" được sử dụng để đo tỉ lệ bong tróc của các sản phẩm ăn mòn, mẫu đã được lấy từ phần tiếp giáp với vùng mà từ đó mẫu thử nghiệm ăn mòn đã được lấy, và tiết diện ngang vuông góc với hướng chiều dọc của ống thép đã được đánh bóng như gương. Mẫu sau đó đã được đưa vào phân tích vạch định lượng để đo Cr, sử dụng máy phân tích vi mô đầu dò điện tử (electron probe micro analyzer, EPMA). EPMA được thực hiện ở điện áp gia tốc 20 kV và dòng chùm 0,5 μ A với kích thước chùm tia 10 μ m, và mẫu được đo ở vùng 4 mm nằm ở phía bề mặt bên ngoài của mẫu ống thép về phía tâm theo hướng bề dày thành của mẫu. Giá trị được đo được chuyển đổi thành nồng độ Cr (% khối lượng) sử dụng đường cong tiêu chuẩn được tạo ra trước từ cường độ tia X đặc trưng của kích thích vỏ Cr-K.

Fig.3 thể hiện các kết quả của phân tích vạch EPMA so sánh với mẫu được lấy từ ống thép không hàn được sản xuất bằng cách tạo ống và xử lý nhiệt vật liệu ống thép như đúc và mẫu được lấy từ ống thép không hàn được sản xuất bằng cách tạo ống và xử lý nhiệt vật liệu ống thép cán phôi. Như được thể hiện trên Fig.3, mẫu được lấy từ ống thép không hàn được sản xuất bằng cách tạo ống và xử lý nhiệt đối với vật liệu ống thép như đúc gần như cùng nồng độ Cr trong khắp vùng bề mặt bên ngoài 4 mm về phía tâm của bề dày thành của ống thép. Ngược lại, mẫu được lấy từ ống thép không hàn được sản xuất bằng cách tạo ống và xử lý nhiệt đối với vật liệu ống cán phôi thể hiện sự tăng nồng độ Cr trong vùng trong khoảng 1 mm từ bề mặt bên ngoài về phía tâm của bề dày thành của ống thép. Để so sánh, Fig.3 cũng thể hiện kết quả của phép đo EPMA đối với mẫu được lấy từ ống thép không hàn được sản xuất bằng cách tạo ống và xử lý nhiệt đối với vật liệu ống thép như đúc có sẵn sau khi xử lý nhiệt mô phỏng sự giữ nhiệt trong cán nóng vật liệu ống thép cán phôi, cụ thể, xử lý nhiệt mô phỏng nhiệt của cán nóng mà sản xuất vật liệu ống thép cán phôi có mặt cắt ngang hình tròn từ phôi đúc có mặt cắt ngang hình chữ nhật. Ngược lại với vật liệu ống thép đúc, mẫu được lấy từ ống thép không hàn bằng cách tạo ống và xử lý nhiệt vật liệu ống thép (sau đây, được gọi là "vật liệu ống thép xử lý nhiệt

phôi đúc”) được cho qua xử lý nhiệt tương tự với vật liệu sản xuất vật liệu ống thép cán phôi từ phôi đúc có mặt cắt ngang hình chữ nhật có nồng độ Cr được tăng lên theo cùng kiểu như trong mẫu được lấy từ ống thép không hàn được sản xuất bằng cách tạo ống và xử lý nhiệt vật liệu ống thép cán phôi.

Các tác giả đã thực hiện cùng phép đo EPMA cũng với các nguyên tố hợp kim khác với Cr. Các loại thép có các hàm lượng nguyên tố hợp kim biến đổi lớn được tạo ra, và các ống thép không hàn thử nghiệm được sản xuất từ các vật liệu ống thép được sản xuất bằng cách sử dụng các phương pháp khác nhau. Bằng cách sử dụng các ống thép không hàn này, các tác giả đã thực hiện nghiên cứu kỹ về mối quan hệ giữa độ giàu của các nguyên tố hợp kim phía dưới bề mặt bên ngoài của ống thép không hàn, và tỉ lệ bong tróc của các sản phẩm ăn mòn được xác định bởi thử nghiệm ăn mòn điểm sương axit sunfuric. Các nguyên tố hợp kim mà ảnh hưởng đến tỉ lệ bong tróc của các sản phẩm ăn mòn được giảm hẹp xuống đến hai nhóm nguyên tố: Cu, Cr, và Sb, và Cu, Cr, và Sb cộng với W. Các giá trị được tính toán từ công thức hồi quy dưới đây được vẽ biểu đồ dựa trên tỉ lệ bong tróc của các sản phẩm ăn mòn, như được thể hiện trên Fig.4. Trong công thức, Cu*, Cr*, Sb*, và W* đại diện cho các nồng độ trung bình của Cu, Cr, Sb, và W, tương ứng, theo % khối lượng, khi được đo bởi EPMA trong vùng từ 0,5 mm đến 2,0 mm phía dưới bề mặt bên ngoài của ống thép không hàn.

Công thức hồi quy đối với Cu, Cr, và Sb không có W

$$1,7 \times \text{Cu}^* + 11 \times \text{Cr}^* + 3,8 \times \text{Sb}^* \quad \dots \text{ (A)}$$

Công thức hồi quy đối với Cu, Cr, và Sb có W

$$1,7 \times \text{Cu}^* + 11 \times \text{Cr}^* + 3,8 \times \text{Sb}^* + 5,2 \times \text{W}^* \quad \dots \text{ (B)}$$

Người ta đã tìm ra rằng các giá trị được tính từ công thức (A) và công thức (B) cần bằng 13,5 hoặc lớn hơn đối với tỉ lệ bong tróc của các sản phẩm ăn mòn bằng 10% hoặc nhỏ hơn, như được thể hiện trên Fig.4.

Sáng chế đã được hoàn thành trên cơ sở những phát hiện này, và ý chính của

sáng chế là như sau đây.

[1] Ống thép không hàn có khả năng chống ăn mòn điểm sương axit sunfuric mong muốn,

ống thép không hàn có thành phần mà bao gồm, theo % khối lượng, C: từ 0,02 đến 0,12%, Si: từ 0,010 đến 1,00%, Mn: từ 0,10 đến 2,00%, P: 0,050% hoặc nhỏ hơn, S: 0,004% hoặc nhỏ hơn, Al: từ 0,010 đến 0,100%, Cu: từ 0,03 đến 0,80%, Ni: từ 0,02 đến 0,50%, Cr: từ 0,55 đến 1,00%, Sb: từ 0,005 đến 0,20%, và Fe và các tạp chất ngẫu nhiên còn lại, và đáp ứng công thức (1) sau đây,

$$1,7 \times \text{Cu}^* + 11 \times \text{Cr}^* + 3,8 \times \text{Sb}^* \geq 13,5 \quad \dots (1),$$

trong đó, Cu^* , Cr^* , và Sb^* đại diện cho các nồng độ trung bình của Cu, Cr, và Sb, tương ứng, theo % khối lượng, khi được đo trong vùng từ 0,5 mm đến 2,0 mm cách bề mặt bên ngoài của ống thép về phía tâm của bề dày thành của ống thép,

ống thép không hàn có giới hạn chảy bằng 230 MPa hoặc lớn hơn, và độ bền kéo bằng 380 MPa hoặc lớn hơn.

[2] Ống thép không hàn có khả năng chống ăn mòn điểm sương axit sunfuric mong muốn,

ống thép không hàn có thành phần mà bao gồm, theo % khối lượng, C: từ 0,02 đến 0,12%, Si: từ 0,010 đến 1,00%, Mn: từ 0,10 đến 2,00%, P: 0,050% hoặc nhỏ hơn, S: 0,004% hoặc nhỏ hơn, Al: từ 0,010 đến 0,100%, Cu: từ 0,03 đến 0,80%, Ni: từ 0,02 đến 0,50%, Cr: từ 0,55 đến 1,00%, Sb: từ 0,005 đến 0,20%, W: từ 0,003 đến 0,040%, và Fe và các tạp chất ngẫu nhiên còn lại, và đáp ứng công thức (2) sau đây,

$$1,7 \times \text{Cu}^* + 11 \times \text{Cr}^* + 3,8 \times \text{Sb}^* + 5,2 \times \text{W}^* \geq 13,5 \quad \dots (2),$$

trong đó, Cu^* , Cr^* , Sb^* , và W^* đại diện cho các nồng độ trung bình của Cu, Cr, Sb, và W tương ứng, theo % khối lượng, khi được đo trong vùng từ 0,5 mm đến 2,0 mm cách bề mặt bên ngoài của ống thép về phía tâm của bề dày thành của ống thép,

ống thép không hàn có giới hạn chảy bằng 230 MPa hoặc lớn hơn, và độ bền kéo bằng 380 MPa hoặc lớn hơn.

[3] Ống thép không hàn có khả năng chống ăn mòn điếm sương axít sunfuric mong muốn theo mục [1] hoặc [2], trong đó thành phần còn bao gồm, theo % khối lượng, Sn: 0,005 đến 0,5%.

[4] Phương pháp sản xuất ống thép không hàn có khả năng chống ăn mòn điếm sương axít sunfuric mong muốn theo mục bất kỳ trong các mục từ [1] đến [3],

phương pháp bao gồm:

đúc thép có thành phần đã đề cập thành phôi đúc có mặt cắt ngang hình chữ nhật;

gia nhiệt phôi đúc có mặt cắt ngang hình chữ nhật đến nhiệt độ gia nhiệt trong vùng nhiệt độ từ 1.000 đến 1.200 °C, cán nóng phôi thép đã gia nhiệt thành vật liệu ống thép có mặt cắt ngang hình tròn, và làm nguội vật liệu ống thép;

gia nhiệt vật liệu ống thép đã làm nguội đến từ 1.100 đến 1.300 °C, cán nóng vật liệu ống thép đã được gia nhiệt ở 800 °C hoặc lớn hơn thành ống thép không hàn có hình dạng đã được xác định trước, và làm nguội ống thép không hàn; và

gia nhiệt ống thép không hàn tại nhiệt độ chuẩn hóa bằng 850 đến 1.050 °C trong xử lý nhiệt chuẩn hóa.

[5] Phương pháp theo mục [4], trong đó phôi đúc có mặt cắt ngang hình chữ nhật được gia nhiệt trong ít nhất 1,5 giờ trong khoảng từ 900 °C đến nhiệt độ gia nhiệt ở vùng nhiệt độ từ 1.000 đến 1.200 °C.

[6] Phương pháp sản xuất ống thép không hàn có khả năng chống ăn mòn điếm sương axít sunfuric mong muốn theo mục bất kỳ trong các mục từ [1] đến [3],

phương pháp bao gồm:

đúc thép có thành phần đã đề cập thành phôi đúc có mặt cắt ngang hình tròn;

gia nhiệt phôi đúc có mặt cắt ngang hình tròn đến nhiệt độ gia nhiệt trong vùng nhiệt độ từ 1.000 đến 1.200 °C để thu được vật liệu ống thép, và làm nguội vật

liệu ống thép;

gia nhiệt vật liệu ống thép đã làm nguội đến từ 1.100 đến 1.300 °C, cán nóng vật liệu ống thép đã gia nhiệt ở 800 °C hoặc lớn hơn thành ống thép không hàn có hình dạng đã được xác định trước, và làm nguội ống thép không hàn; và

gia nhiệt ống thép không hàn tại nhiệt độ chuẩn hóa bằng 850 đến 1.050 °C trong xử lý nhiệt chuẩn hóa.

[7] Phương pháp theo mục [6], trong đó phôi đúc có mặt cắt ngang hình tròn được gia nhiệt trong ít nhất 1,5 giờ trong khoảng từ 900 °C đến nhiệt độ gia nhiệt ở vùng nhiệt độ từ 1.000 đến 1.200 °C.

Trong sáng chế, “khả năng chống ăn mòn điểm sương axít sunfuric mong muốn” nghĩa là tỉ lệ bong tróc của các sản phẩm ăn mòn bằng 10% hoặc nhỏ hơn và được đo khi mẫu thử nghiệm ăn mòn được lấy từ bề mặt bên ngoài của ống thép không hàn được nhúng trong 96 giờ trong dung dịch axít sunfuric ngậm nước 70% khối lượng được gia nhiệt và được duy trì ở 50 °C.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Sáng chế có thể đề xuất ống thép không hàn có khả năng chống ăn mòn điểm sương axít sunfuric mong muốn, và phù hợp để làm đường ống trong môi trường ăn mòn điểm sương axít sunfuric như là máy tạo hơi nước thu hồi nhiệt trong khi có khả năng sản xuất mong muốn. Sáng chế còn có thể đề xuất phương pháp phù hợp để sản xuất ống thép không hàn.

Ống thép không hàn theo sáng chế có khả năng chống ăn mòn điểm sương axít sunfuric mong muốn, và có thể giảm một cách hiệu quả sự bong tróc của các sản phẩm ăn mòn được tạo ra trong môi trường khắc nghiệt với nồng độ axít sunfuric cao đến 70% khối lượng, như là trong máy tạo hơi nước thu hồi nhiệt. Ống thép không hàn theo sáng chế có giới hạn chảy và độ bền kéo đã được xác định trước, và phù hợp để làm đường ống. Ống thép không hàn theo sáng chế có khả năng sản xuất mong muốn do tác dụng làm giảm các khuyết tật được tạo ra trong quá trình sản

xuất.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ dạng giản đồ mô tả phương pháp đo tỉ lệ bong tróc của các sản phẩm ăn mòn.

Fig.2 là biểu đồ thể hiện kết quả của nghiên cứu về tỉ lệ bong tróc của các sản phẩm ăn mòn đối với các ống thép không hàn thử nghiệm với các hàm lượng Cu, Sb, Sn, W, và Cr khác nhau.

Fig.3 là đồ thị thể hiện các kết quả của các phân tích vạch EPMA được thực hiện đối với vùng bề mặt bên ngoài 4 mm của các ống thép không hàn được sản xuất từ các vật liệu thép khác nhau.

Fig.4 là đồ thị thể hiện mối tương quan giữa tỉ lệ bong tróc của các sản phẩm ăn mòn, và công thức hồi quy của các nồng độ Cu, Cr, Sb, và W (Cu^* , Cr^* , Sb^* , W^*) ở lân cận của bề mặt bên ngoài của ống thép không hàn.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế được mô tả chi tiết sau đây

Thứ nhất, các nguyên nhân để giới hạn thành phần của ống thép không hàn có khả năng chống ăn mòn điểm sương axit sunfuric mong muốn theo sáng chế được mô tả sau đây. Khi được sử dụng ở đây, “%” được sử dụng làm đơn vị của hàm lượng của thành phần nghĩa là “% khối lượng”, trừ khi được quy định cụ thể khác. Ống thép không hàn có khả năng chống ăn mòn điểm sương axit sunfuric mong muốn theo sáng chế cũng sẽ được gọi đơn giản là “ống thép không hàn theo sáng chế”.

C: từ 0,02 đến 0,12%

C là nguyên tố mà làm tăng độ bền của thép. Trong sáng chế, hàm lượng C bằng 0,02% là cần thiết để thỏa mãn giới hạn chảy và độ bền kéo cần thiết, đặc biệt khi ống thép không hàn được sử dụng để làm đường ống. Vì nguyên nhân này, hàm lượng C bằng 0,02% hoặc lớn hơn. Hàm lượng C tốt hơn là bằng 0,021% hoặc lớn

hơn, tốt hơn nữa là bằng 0,022% hoặc lớn hơn. Hàm lượng C lớn hơn 0,12% có các tác dụng bất lợi đối với độ dẻo nóng nhiệt độ cao. Cụ thể, hàm lượng C lớn hơn 0,12% gây ra các khuyết tật bề mặt trong khi cán nóng ống thép không hàn. Vì nguyên nhân này, giới hạn trên của hàm lượng C là 0,12%. Để ngăn chặn các khuyết tật bề mặt, hàm lượng C tốt hơn là bằng 0,08% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là bằng 0,04% hoặc nhỏ hơn.

Si: từ 0,010 đến 1,00%

Si là nguyên tố mà đóng vai trò là tác nhân khử oxy, và làm tăng độ bền của thép bằng cách tạo thành dung dịch rắn trong thép. Trong sáng chế, hàm lượng Si bằng 0,010% hoặc lớn hơn là cần thiết để thỏa mãn giới hạn chảy và độ bền kéo cần thiết, đặc biệt khi ống thép không hàn được sử dụng để làm đường ống. Vì nguyên nhân này, hàm lượng Si bằng 0,010% hoặc lớn hơn. Hàm lượng Si tốt hơn là bằng 0,05% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là bằng 0,20% hoặc lớn hơn. Hàm lượng Si lớn hơn 1,00% có các tác dụng bất lợi đối với độ dẻo nóng nhiệt độ cao. Vì nguyên nhân này, giới hạn trên của hàm lượng Si là 1,00%. Hàm lượng Si tốt hơn là bằng 0,80% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là bằng 0,60% hoặc nhỏ hơn.

Mn: từ 0,10 đến 2,00%

Mn là nguyên tố mà làm tăng độ bền của thép bằng cách cải thiện độ cứng. Trong sáng chế, hàm lượng Mn bằng 0,10% hoặc lớn hơn là cần thiết để thỏa mãn giới hạn chảy và độ bền kéo cần thiết, đặc biệt khi ống thép không hàn được sử dụng để làm đường ống. Vì nguyên nhân này, hàm lượng Mn bằng 0,10% hoặc lớn hơn. Hàm lượng Mn tốt hơn là bằng 0,50% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là bằng 1,10% hoặc lớn hơn. Hàm lượng Mn lớn hơn 2,00% gây ra sự phân ly đường trục nghiêm trọng trong khi đúc liên tục, và dẫn đến các khuyết tật bên trong tại thời điểm đâm xuyên trong khi cán nóng ống thép không hàn. Vì nguyên nhân này, giới hạn trên của hàm lượng Mn là 2,00%. Hàm lượng Si tốt hơn là bằng 1,80% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là bằng 1,40% hoặc nhỏ hơn.

P: 0,050% hoặc nhỏ hơn

P gây ra sự phân ly đường trục nghiêm trọng trong khi đúc liên tục, và dẫn đến các khuyết tật bên trong tại thời điểm đâm xuyên trong khi cán nóng ống thép không hàn. Vì nguyên nhân này, tốt hơn là trong sáng chế hàm lượng P được giảm xuống càng nhiều càng tốt. Tuy nhiên, hàm lượng P nhiều nhất bằng 0,050% là có thể chấp nhận được. Vì nguyên nhân này, hàm lượng P bằng 0,050% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng P tốt hơn là bằng 0,030% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là bằng 0,015% hoặc nhỏ hơn. Giới hạn dưới của hàm lượng P không bị giới hạn đặc biệt. Tuy nhiên, giới hạn dưới được ưu tiên của hàm lượng P là khoảng 0,004% do sự khử phospho quá mức dẫn đến làm tăng chi phí sản xuất.

S: 0,004% hoặc nhỏ hơn

S cũng gây ra sự phân ly đường trục nghiêm trọng trong khi đúc liên tục, và dẫn đến các khuyết tật bên trong tại thời điểm đâm xuyên trong khi cán nóng ống thép không hàn. Vì nguyên nhân này, điều mong muốn trong sáng chế là giảm hàm lượng S xuống càng nhiều càng tốt. Tuy nhiên, hàm lượng S nhiều nhất bằng 0,004% là có thể chấp nhận được. Vì nguyên nhân này, hàm lượng S bằng 0,004% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Si tốt hơn là bằng 0,003% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là bằng 0,002% hoặc nhỏ hơn. Giới hạn dưới của hàm lượng S không bị giới hạn đặc biệt. Tuy nhiên, giới hạn dưới được ưu tiên của hàm lượng S là khoảng 0,0004% do sự khử lưu huỳnh quá mức dẫn đến làm tăng chi phí sản xuất.

Al: từ 0,010 đến 0,100%

Al là nguyên tố đóng vai trò là tác nhân khử oxy. Hàm lượng Al bằng 0,010% hoặc lớn hơn là cần thiết để giảm oxy dung dịch rắn, và ngăn chặn sự giảm lượng hiệu quả của Cr do sự tạo thành crôm oxit. Vì nguyên nhân này, hàm lượng AL bằng 0,010% hoặc lớn hơn. Hàm lượng Al tốt hơn là bằng 0,015% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là bằng 0,020% hoặc lớn hơn. Hàm lượng Al lớn hơn 0,100% dẫn đến tạo ra lượng lớn Al_2O_3 trong thép, và có những tác dụng bất lợi đối với độ dẻo nóng

hiệt độ cao của thép. Vì nguyên nhân này, giới hạn trên của hàm lượng Al là 0,100%. Hàm lượng Al tốt hơn là bằng 0,080% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là bằng 0,040% hoặc nhỏ hơn.

Cu: từ 0,03 đến 0,80%

Cu là nguyên tố có tác dụng trong việc ngăn chặn sự ăn mòn thép trong môi trường điểm sương axit sunfuric. Cu cũng đóng vai trò để cải thiện sự bong tróc của các sản phẩm ăn mòn khi được làm giàu trên bề mặt bên ngoài của ống thép với Cr. Hàm lượng Cu bằng 0,03% hoặc lớn hơn là cần thiết để thu được tác dụng như vậy. Vì nguyên nhân này, hàm lượng Cu bằng 0,03% hoặc lớn hơn. Hàm lượng Cu tốt hơn là bằng 0,10% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là bằng 0,20% hoặc lớn hơn. Người ta cũng đã biết rằng Cu làm giảm độ dẻo nhiệt độ cao của thép, và, theo đó, giới hạn trên của hàm lượng Cu là 0,80% do hàm lượng đồng lớn hơn 0,80% dẫn đến tạo ra các khuyết tật đáng chú ý ở bề mặt bên ngoài trong khi cán nóng. Hàm lượng Cu tốt hơn là bằng 0,60% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là bằng 0,40% hoặc nhỏ hơn.

Ni: từ 0,02 đến 0,50%

Ni là nguyên tố mà ngăn chặn sự giảm độ dẻo nhiệt độ cao của Cu khi được thêm vào thép chứa Cu. Hàm lượng Ni bằng 0,02% hoặc lớn hơn là cần thiết để thu được tác dụng như vậy. Vì nguyên nhân này, hàm lượng Ni bằng 0,02% hoặc lớn hơn. Hàm lượng Ni tốt hơn là bằng 0,08% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là bằng 0,10% hoặc lớn hơn. Giới hạn trên của hàm lượng Ni bằng 0,50% do Ni là nguyên tố đắt đỏ để bổ sung, và tác dụng trở nên bão hòa ngay cả khi được chứa lượng lớn hơn 0,50%. Hàm lượng Ni tốt hơn là bằng 0,45% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là bằng 0,30% hoặc nhỏ hơn.

Cr: từ 0,55 đến 1,00%

Cr không đóng góp lớn vào việc ngăn chặn sự ăn mòn trong môi trường điểm sương axit sunfuric. Tuy nhiên, như được thể hiện trên Fig.2, Cr là nguyên tố quan trọng mà đóng vai trò để cải thiện sự bong tróc của các sản phẩm ăn mòn với

Cu và Sb. Hàm lượng Cr bằng 0,55% hoặc lớn hơn là cần thiết để thu được tác dụng như vậy. Vì nguyên nhân này, hàm lượng C bằng 0,55% hoặc lớn hơn. Hàm lượng Cr tốt hơn là bằng 0,57% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là bằng 0,60% hoặc lớn hơn. Hàm lượng Cr lớn hơn 1,00% thúc đẩy sự tạo thành các khuyết tật bên trong tại thời điểm đâm xuyên trong khi cán nóng ống thép không hàn, cụ thể trong phần ống thép tương ứng với phân ly đường trục xuất hiện trong đúc liên tục. Vì nguyên nhân này, giới hạn trên của hàm lượng Cr là 1,00%. Hàm lượng Cr tốt hơn là bằng 0,90% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là bằng 0,80% hoặc nhỏ hơn.

Sb: từ 0,005 đến 0,20%

Sb, cũng như Cu, là nguyên tố có tác dụng trong việc ngăn chặn sự ăn mòn thép trong môi trường điểm sương axit sunfuric. Sb cũng đóng vai trò để cải thiện sự bong tróc của các sản phẩm ăn mòn khi được làm giàu trên bề mặt bên ngoài của ống thép với Cr. Hàm lượng Sb bằng 0,005% hoặc lớn hơn là cần thiết để thu được tác dụng như vậy. Vì nguyên nhân này, hàm lượng Sb bằng 0,005% hoặc lớn hơn. Hàm lượng Sb tốt hơn là bằng 0,02% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là bằng 0,05% hoặc lớn hơn. Giới hạn trên của hàm lượng Sb bằng 0,20% do hàm lượng Sb lớn hơn 0,20% làm giảm nghiêm trọng độ dẻo nhiệt độ cao, và gây ra các khuyết tật bề mặt bên ngoài nghiêm trọng trong khi cán nóng. Hàm lượng Sb tốt hơn là bằng 0,15% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là bằng 0,09% hoặc nhỏ hơn.

Ngoài các thành phần cơ bản được ưu tiên nói trên, sáng chế có thể chứa theo tùy chọn một hoặc cả hai trong số W: từ 0,003 đến 0,040% và Sn: từ 0,005 đến 0,5%.

W: từ 0,003 đến 0,040%

Các tác giả đã tìm ra rằng W cải thiện sự bong tróc các sản phẩm ăn mòn được tạo ra trong môi trường điểm sương axit sunfuric, như Cr. Tuy nhiên, không giống như Cr, W là nguyên tố đất đỏ, và có thể được bổ sung với Cr để cải thiện thêm sự bong tróc của các sản phẩm ăn mòn. Hàm lượng W bằng 0,003% hoặc lớn

hơn là cần thiết để thu được tác dụng như vậy. Vì nguyên nhân này, W, khi được chứa, được chứa với lượng 0,003% hoặc lớn hơn. Hàm lượng W tốt hơn là bằng 0,005% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là bằng 0,008% hoặc lớn hơn. Hàm lượng W lớn hơn 0,040% thúc đẩy sự tạo thành các khuyết tật bên trong tại thời điểm đâm xuyên trong khi cán nóng ống thép không hàn, cụ thể trong phần ống thép tương ứng với phân ly đường trục xuất hiện trong đúc liên tục. Vì nguyên nhân này, giới hạn trên của hàm lượng W, khi được chứa, là 0,040%. Hàm lượng W tốt hơn là bằng 0,030% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là bằng 0,015% hoặc nhỏ hơn.

Sn: từ 0,005 đến 0,5%

Sn chỉ có các tác dụng giới hạn đối với việc cải thiện sự bong tróc của các sản phẩm ăn mòn được tạo ra trong môi trường điểm sương axit sunfuric, như được thể hiện trên Fig.2. Tuy nhiên, Sn có thể được thêm vào để giảm sự ăn mòn được tạo ra trong môi trường ăn mòn điểm sương axit sunfuric. Hàm lượng Sn bằng 0,005% hoặc lớn hơn là cần thiết để cải thiện sự ăn mòn điểm sương axit sunfuric. Vì nguyên nhân này, Sn, khi được chứa, được chứa với lượng 0,005% hoặc lớn hơn. Hàm lượng Sn tốt hơn là bằng 0,02% hoặc lớn hơn. Giới hạn trên của Sn, khi được chứa, bằng 0,5% do Sn làm giảm độ dẻo nhiệt độ cao của thép, như Sb. Hàm lượng Sn tốt hơn là bằng 0,05% hoặc nhỏ hơn.

Trong thành phần nói trên, số còn lại là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên. Các ví dụ cụ thể về các nguyên tố tạp chất ngẫu nhiên bao gồm H, O, Co, As, Zr, Ag, Ta, và Pb. Các giới hạn trên có thể chấp nhận được của các tạp chất ngẫu nhiên này là H: 0,0005%, O: 0,004%, Co: 0,001%, As: 0,006%, Zr: 0,0004%, Ag: 0,001%, Ta: 0,004%, và Pb: 0,005%.

Sau đây mô tả các nồng độ của Cu, Cr, Sb, và W được xác định đối với ống thép không hàn theo sáng chế phía dưới bề mặt bên ngoài.

Ống thép không hàn theo sáng chế thỏa mãn công thức (1) và (2) sau đây khi các nồng độ trung bình (% khối lượng) của Cu, Cr, Sb, và W trong vùng từ 0,5 đến

2,0 mm cách bề mặt bên ngoài của ống thép không hàn về phía tâm của bề dày thành của ống thép là Cu*, Cr*, Sb*, và W*, tương ứng.

Công thức (1) (không có W)

$$1,7 \times \text{Cu}^* + 11 \times \text{Cr}^* + 3,8 \times \text{Sb}^* \geq 13,5 \quad \dots (1)$$

Công thức (2) (có W)

$$1,7 \times \text{Cu}^* + 11 \times \text{Cr}^* + 3,8 \times \text{Sb}^* + 5,2 \times \text{W}^* \geq 13,5 \quad \dots (2)$$

Như được mô tả phía trên, sáng chế nhằm để giải quyết vấn đề bong tróc của các sản phẩm ăn mòn được tạo ra trong môi trường điêm sulfuric axít sunfuric, và sự bong tróc liên quan đến độ giàu của Cu, Cr, Sb, và W ở bề mặt ống. Khi được sử dụng ở đây, “bề mặt ống thép” đề cập đến vùng cách nhiều nhất 2 mm từ bề mặt bên ngoài của ống thép. Thành phần của sản phẩm ăn mòn xuất hiện tương ứng với Cu, Cr, Sb, và W mà hòa tan khi sự ăn mòn xảy ra trong vùng của ống thép trong môi trường điêm sulfuric axít sunfuric, và sự bong tróc sẽ cải thiện khi những nguyên tố này được làm giàu ở bề mặt ống thép. Các tác giả đã thu được mẫu thử nghiệm EPMA từ các ống thép khác nhau, và đã tính toán các nồng độ (% khối lượng) của Cu, Cr, Sb, và W trong phân tích vạch EPMA được thực hiện đối với vùng nằm cách 2 mm từ phía bề mặt bên ngoài của mẫu ống thép về phía tâm của bề dày thành của ống thép tại điện áp gia tốc 20 kV và dòng chùm bằng 0,5 μA với kích thước chùm bằng 10 μm . Các nồng độ đã được tính sử dụng đường cong tiêu chuẩn được tạo ra trước từ cường độ chùm tia X đặc trưng của mỗi nguyên tố. Cụ thể, độ tập trung (% khối lượng) được đo đối với mỗi nguyên tố trong Cu, Cr, Sb, và W tại các khoảng 0,25 mm trong vùng từ 0,5 đến 2,0 mm cách bề mặt bên ngoài về phía tâm của bề dày thành của ống thép, và giá trị trung bình số học của các nồng độ được đo được xác định là nồng độ trung bình của mỗi nguyên tố [Cu*, Cr*, Sb*, hoặc W*] theo % khối lượng. Vùng 0,5 mm ngay phía dưới bề mặt bên ngoài của ống thép được loại trừ khỏi vùng đo do phân tích vạch chính xác không thể được dự kiến từ vùng gần với bề mặt mẫu. Một cách riêng biệt, mẫu thử nghiệm ăn mòn được lấy từ cùng ống

thép không hàn mà từ đó mẫu thử nghiệm EPMA thu được, và tỉ lệ bong tróc của các sản phẩm ăn mòn trong môi trường điểm sương axit sunfuric được tính toán từ mẫu thử nghiệm ăn mòn theo cách được trình bày theo dạng giản đồ trên Fig.1. Tỉ lệ bong tróc của các sản phẩm ăn mòn sau đó được vẽ biểu đồ dựa trên các giá trị thu được sau khi hồi quy bội số của Cu^* , Cr^* , Sb^* , W^* bằng cách giải $1,7 \times \text{Cu}^* + 11 \times \text{Cr}^* + 3,8 \times \text{Sb}^*$ trong trường hợp các ống thép không chứa W, và $1,7 \times \text{Cu}^* + 11 \times \text{Cr}^* + 3,8 \times \text{Sb}^* + 5,2 \times \text{W}^*$ trong trường hợp các ống thép chứa W, như được thể hiện trên Fig.4.

Như có thể thấy được từ Fig.4, giá trị ở phía bên trái của công thức (1) cần bằng 13,5% hoặc lớn hơn (không có W) đối với tỉ lệ bong tróc của các sản phẩm ăn mòn bằng 10% hoặc nhỏ hơn. Giá trị ở phía bên trái của công thức (1) tốt hơn là bằng 14,0 hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là bằng 15,0 hoặc lớn hơn. Khi giá trị ở phía bên trái của công thức (1) bằng 14,0 hoặc lớn hơn, tỉ lệ bong tróc của các sản phẩm ăn mòn có thể có giá trị nhỏ hơn, ví dụ, 8% hoặc nhỏ hơn. Khi giá trị được tính từ công thức (1) bằng 15,0 hoặc lớn hơn, tỉ lệ bong tróc của các sản phẩm ăn mòn thậm chí có thể có giá trị nhỏ hơn, ví dụ, 5% hoặc nhỏ hơn. Tương tự, giá trị ở phía bên trái của công thức (2) cần bằng 13,5% hoặc lớn hơn (có W) đối với tỉ lệ bong tróc của các sản phẩm ăn mòn bằng 10% hoặc nhỏ hơn. Giá trị ở phía bên trái của công thức (2) tốt hơn là bằng 14,0 hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là bằng 15,0 hoặc lớn hơn. Khi giá trị ở phía bên trái của công thức (2) bằng 14,0 hoặc lớn hơn, tỉ lệ bong tróc của các sản phẩm ăn mòn có thể có giá trị nhỏ hơn, ví dụ, 8% hoặc nhỏ hơn. Khi giá trị được tính từ công thức (2) bằng 15,0 hoặc lớn hơn, tỉ lệ bong tróc của các sản phẩm ăn mòn thậm chí có thể có giá trị nhỏ hơn, ví dụ, 5% hoặc nhỏ hơn. Các giá trị này có thể đạt được bằng cách tạo ra những kết hợp phù hợp của các hàm lượng Cu, Cr, Sb, và W trong thép, và thực hiện các điều kiện tối ưu hóa đối với phương pháp sản xuất ống thép, cụ thể, đối với cán phôi hoặc xử lý nhiệt phôi đúc được thực hiện sau khi đúc liên tục thép, như sẽ được mô tả sau đây.

Ống thép không hàn theo sáng chế có giới hạn chảy bằng 230 MPa hoặc lớn hơn, và độ bền kéo bằng 380 MPa hoặc lớn hơn để đảm bảo đủ độ bền để làm đường ống. Giới hạn chảy tốt hơn là bằng 250 MPa hoặc lớn hơn. Độ bền kéo tốt hơn là bằng 400 MPa hoặc lớn hơn. Giới hạn chảy và độ bền kéo có thể được đo bằng cách sử dụng các phương pháp được mô tả trong các ví dụ dưới đây.

Phương pháp sản xuất ống thép không hàn theo sáng chế được mô tả dưới đây.

Trong sáng chế, quá trình luyện thép không bị giới hạn đặc biệt. Ví dụ, thép lỏng với thành phần nói trên có thể được tạo ra sử dụng quá trình luyện thép thông thường như là bằng cách sử dụng, ví dụ, lò chuyển, lò điện, hoặc lò nung chảy chân không. Xem xét về chi phí, thép lỏng tốt hơn là được đúc bằng đúc liên tục. Các điều kiện sản xuất của quá trình sản xuất theo đúc liên tục khác với đúc liên tục ở chỗ đúc liên tục thép lỏng thành phôi đúc thông thường có mặt cắt ngang hình chữ nhật, như là phôi tám hoặc thỏi, và đối với đúc liên tục mà đúc liên tục thép lỏng trực tiếp thành phôi đúc có mặt cắt ngang hình tròn phù hợp hơn để cán nóng thành ống thép không hàn. Phôi đúc có mặt cắt ngang hình chữ nhật là cột mà về cơ bản là hình tứ giác, trong đó phôi đúc có mặt cắt ngang hình tròn có hình dạng về cơ bản là hình trụ.

Trong trường hợp đúc liên tục thành phôi đúc có mặt cắt ngang hình chữ nhật, phôi đúc có mặt cắt ngang hình chữ nhật được gia nhiệt đến nhiệt độ gia nhiệt đã được xác định trước, và được cán nóng thành vật liệu ống thép có mặt cắt ngang hình tròn. Nhiệt độ gia nhiệt như dưới đây. Trong sáng chế, các nhiệt độ như là nhiệt độ gia nhiệt, nhiệt độ cán nóng, nhiệt độ chuẩn hóa, và nhiệt độ ngừng làm nguội của phôi đúc, vật liệu ống thép, và ống thép là các nhiệt độ bề mặt của phôi đúc, vật liệu ống thép, và ống thép (nhiệt độ bề mặt bên ngoài trong trường hợp ống thép), trừ khi được quy định khác, và có thể được đo với, ví dụ, nhiệt kế bức xạ.

Nhiệt độ gia nhiệt: Vùng nhiệt độ từ 1.000 đến 1.200 °C

Để tạo thành vật liệu ống thép có mặt cắt ngang hình tròn bằng cách cán (cán phôi) phôi đúc có mặt cắt ngang hình chữ nhật, phôi đúc cần được cán nóng ở vùng nhiệt độ của pha austenic của thép. Sáng chế nhằm để ngăn chặn sự bong tróc của các sản phẩm ăn mòn được tạo ra trong môi trường điếm sương axít sunfuric, và ống thép không hàn sau khi xử lý nhiệt ống thép được mô tả dưới đây cần có Cu, Cr, Sb, và W được làm giàu ở bề mặt bên ngoài. Nhiệt độ gia nhiệt của cán phôi tác động đến độ giàu của các nguyên tố này. Cụ thể, khi nhiệt độ gia nhiệt của cán phôi là nhỏ hơn 1.000 °C, không thể làm giàu đủ các nguyên tố này ở bề mặt bên ngoài của phôi đúc (bề mặt phôi đúc), và Cu, Cr, Sb, và W không thể có các nồng độ cần thiết ở bề mặt bên ngoài của ống thép không hàn sau khi xử lý nhiệt ống thép cuối cùng. Phôi đúc có mặt cắt ngang hình chữ nhật do đó được gia nhiệt đến nhiệt độ gia nhiệt trong vùng nhiệt độ 1.000 °C hoặc lớn hơn trước khi cán nóng. Nghĩa là, nhiệt độ gia nhiệt khi bắt đầu cán nóng (cán phôi) bằng 1.000 °C hoặc lớn hơn. Nhiệt độ gia nhiệt tốt hơn là bằng 1.050 °C hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là bằng 1.100 °C hoặc lớn hơn. Giới hạn trên của nhiệt độ gia nhiệt bằng 1.200 °C. Điều này do độ giàu của các nguyên tố hợp kim nói trên trở thành bão hòa ở khoảng 1.180 °C hoặc lớn hơn, và sự tăng nhiệt độ gia nhiệt với chi phí nhiên liệu cao là không hiệu quả về kinh tế. Nhiệt độ gia nhiệt tốt hơn là bằng 1.190 °C hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là bằng 1.180 °C hoặc nhỏ hơn.

Thời gian gia nhiệt từ 900 °C đến nhiệt độ gia nhiệt: Ít nhất 1,5 giờ (Điều kiện ưu tiên)

Để làm giàu hiệu quả hơn các nguyên tố như là Cu, Cr, Sb, W ở bề mặt bên ngoài của ống thép không hàn, tốt hơn là tăng thời gian gia nhiệt đặc biệt là trên 900 °C. Cụ thể, việc làm giàu của các nguyên tố như là Cu, Cr, Sb, và W trở nên đáng chú ý hơn khi độ dài thời gian gia nhiệt từ 900 °C đến nhiệt độ làm giàu mục tiêu của cán phôi là ít nhất 1,5 giờ, bất kể nhiệt độ gia nhiệt của cán phôi. Do đó tốt hơn là độ dài thời gian gia nhiệt từ 900 °C đến nhiệt độ gia nhiệt của cán phôi là ít nhất 1,5 giờ.

Thời gian gia nhiệt tốt hơn là ít nhất 2,0 giờ. Giới hạn trên của thời gian gia nhiệt là 3,0 giờ do tác dụng trở nên bão hòa với thời gian gia nhiệt dài hơn 3,0 giờ, và sự tăng thời gian gia nhiệt dài hơn 3,0 giờ là không hiệu quả về mặt kinh tế về các chi phí như là chi phí nhiên liệu.

Phôi đúc có mặt cắt ngang hình chữ nhật được cán nóng (cán phôi) ngay lập tức sau khi được gia nhiệt đến nhiệt độ gia nhiệt trong vùng nhiệt độ từ 1.000 đến 1.200 °C, tốt hơn là trong 60 giây sau khi gia nhiệt. Nhiệt độ kết thúc cán nóng (nhiệt độ kết thúc cán phôi) không bị giới hạn đặc biệt. Tuy nhiên, xem xét tải cán trên máy cán, nhiệt độ kết thúc nhiệt độ cán nóng (nhiệt độ kết thúc cán phôi) tốt hơn là bằng 800 °C hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là bằng 900 °C hoặc lớn hơn.

Tiếp theo cán nóng (cán phôi) là làm nguội đến nhiệt độ phòng. Khi được sử dụng ở đây, “nhiệt độ phòng” nghĩa là 25 °C. Phương pháp làm nguội không bị giới hạn đặc biệt. Thông thường, việc làm nguội đạt được bởi làm nguội bằng khí với, ví dụ, giường làm nguội. Tuy nhiên, việc làm nguội có thể đạt được bởi làm nguội bằng nước yếu để giảm thời gian làm nguội đến nhiệt độ phòng, và để làm tăng số lượng ống được cán trên mỗi giờ. Khi được sử dụng ở đây, “làm mát bằng khí” nghĩa là làm nguội tự nhiên mà được thực hiện mà không sử dụng bất kỳ phương tiện làm nguội nào. Thông thường, tốc độ làm nguội trung bình của làm nguội bằng khí là 1 °C/s hoặc nhỏ hơn.

Trong trường hợp đúc liên tục phôi đúc có mặt cắt ngang hình tròn, phôi đúc được gia nhiệt (xử lý nhiệt phôi đúc) thành vật liệu ống thép trước khi được cán thành ống thép (tạo ống). Nhiệt độ gia nhiệt của xử lý nhiệt phôi đúc là như sau đây. Nhiệt độ gia nhiệt của xử lý nhiệt phôi đúc: Vùng nhiệt độ từ 1.000 đến 1.200 °C

Việc xử lý nhiệt phôi đúc áp dụng cùng nhiệt độ gia nhiệt như cán phôi để đảm bảo cùng hiệu quả. Cụ thể, khi nhiệt độ gia nhiệt của xử lý nhiệt phôi đúc là nhỏ hơn 1.000 °C, không thể làm giàu đủ các nguyên tố như là Cu, Cr, Sb, và W ở bề mặt bên ngoài của phôi đúc (bề mặt phôi đúc), và Cu, Cr, Sb, và W không thể có các

nồng độ cần thiết ở bề mặt bên ngoài của ống thép không hàn sau khi xử lý nhiệt ống thép cuối cùng. Nhiệt độ gia nhiệt của xử lý nhiệt thổi đúc do đó là 1.000 °C hoặc lớn hơn. Nhiệt độ gia nhiệt tốt hơn là bằng 1.050 °C hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là bằng 1.100 °C hoặc lớn hơn. Giới hạn trên của nhiệt độ gia nhiệt của xử lý nhiệt thổi đúc là 1.200 °C. Điều này do sự làm giàu của các nguyên tố hợp kim nói trên trở thành bão hòa ở khoảng 1.180 °C hoặc lớn hơn, và sự tăng nhiệt độ gia nhiệt với chi phí nhiên liệu cao là không hiệu quả về kinh tế. Nhiệt độ gia nhiệt của việc gia nhiệt thổi đúc tốt hơn là bằng 1.190 °C hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là bằng 1.180 °C hoặc nhỏ hơn.

Thời gian gia nhiệt từ 900 °C đến nhiệt độ gia nhiệt: Ít nhất 1,5 giờ (Điều kiện ưu tiên)

Để làm giàu hiệu quả hơn các nguyên tố như là Cu, Cr, Sb, W ở bề mặt bên ngoài của ống thép không hàn, tốt hơn là tăng thời gian gia nhiệt đặc biệt là trên 900 °C. Cụ thể, việc làm giàu của các nguyên tố như là Cu, Cr, Sb, và W trở nên đáng chú ý hơn khi độ dài thời gian gia nhiệt từ 900 °C đến nhiệt độ làm giàu mục tiêu của xử lý nhiệt thổi đúc là ít nhất 1,5 giờ, bất kể nhiệt độ gia nhiệt của xử lý nhiệt thổi đúc. Do đó tốt hơn là độ dài thời gian gia nhiệt từ 900 °C đến nhiệt độ gia nhiệt của xử lý nhiệt thổi đúc là ít nhất 1,5 giờ. Thời gian gia nhiệt tốt hơn là ít nhất 2,0 giờ. Giới hạn trên của thời gian gia nhiệt là 3,0 giờ do tác dụng trở nên bão hòa với thời gian gia nhiệt dài hơn 3,0 giờ, và sự tăng thời gian gia nhiệt dài hơn 3,0 giờ là không hiệu quả về mặt kinh tế về các chi phí như là chi phí nhiên liệu.

Trong quá trình xử lý nhiệt thổi đúc, thổi đúc đã đạt đến nhiệt độ gia nhiệt được lấy ra khỏi lò nung ngay lập tức, và được làm nguội đến nhiệt độ phòng. Phương pháp làm nguội sau khi xử lý nhiệt thổi đúc không bị giới hạn đặc biệt. Thông thường, việc làm nguội đạt được bởi làm nguội bằng khí với, ví dụ, giường làm nguội. Tuy nhiên, việc làm nguội có thể đạt được bởi làm nguội bằng nước yếu để giảm thời gian làm nguội đến nhiệt độ phòng, và để làm tăng số lượng ống được

xử lý nhiệt trên mỗi giờ.

Vật liệu ống thép sau khi cán phôi hoặc xử lý nhiệt phôi đúc được sử dụng để tạo thành ống thép không hàn có hình dạng đã được xác định trước trong quá trình nóng (quá trình tạo ống). Trong quá trình tạo ống, vật liệu ống thép có thể được tạo hình thành ống thép không hàn có hình dạng đã được xác định trước bởi quá trình mà cán nóng vật liệu ống thép đã được gia nhiệt trước (sau đó đâm xuyên bởi máy cán trục tâm) hoặc máy cán đầu cầm thành bề dày thành đã được xác định trước, và cán thành đường kính giảm một cách phù hợp). Nhiệt độ gia nhiệt và nhiệt độ cán nóng của vật liệu ống thép như sau.

Nhiệt độ gia nhiệt vật liệu ống thép: 1.100 đến 1.300 °C

Trong quá trình tạo ống, vật liệu ống thép được gia nhiệt, và được cán nóng thành ống thép không hàn có hình dạng đã được xác định trước. Để ngăn chặn những khuyết tật, vật liệu ống thép được gia nhiệt đến nhiệt độ gia nhiệt bằng 1.100 °C hoặc lớn hơn do nhiệt độ gia nhiệt vật liệu ống thép nhỏ hơn 1.100 °C gây ra những khuyết tật bên trong nghiêm trọng trong khi đâm xuyên, và những khuyết tật được phát hiện trong kiểm tra không phá hủy sau khi xử lý nhiệt ống thép cuối cùng không thể được loại bỏ ngay cả khi ống thép được trải qua sửa chữa hoặc hoàn thiện để làm cho nó có thể chấp nhận được. Nhiệt độ gia nhiệt vật liệu ống thép tốt hơn là bằng 1.150 °C hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là bằng 1.200 °C hoặc lớn hơn. Giới hạn trên của nhiệt độ gia nhiệt vật liệu ống thép là 1.300 °C do nhiệt độ gia nhiệt vật liệu ống thép lớn hơn 1.300 °C dẫn đến mất bề mặt thép do ôxi hóa, và các chi phí nhiên liệu tăng, trong số các bất lợi kinh tế khác. Nhiệt độ gia nhiệt vật liệu ống thép tốt hơn là bằng 1.290 °C hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là bằng 1.280 °C hoặc nhỏ hơn.

Nhiệt độ cán nóng: 800 °C hoặc lớn hơn

Với nhiệt độ cán của cán nóng (cán ống thép) thấp hơn 800 °C, độ dẻo nhiệt độ cao của thép giảm, và các khuyết tật xuất hiện ở bề mặt bên ngoài trong khi cán nóng. Các khuyết tật vẫn còn ngay cả sau khi xử lý nhiệt ống thép, và các khuyết tật

được phát hiện trong kiểm tra không phá hủy không thể được loại bỏ ngay cả khi ống thép được trải qua sửa chữa hoặc hoàn thiện để làm cho nó có thể chấp nhận được. Từ quan điểm ngăn chặn các khuyết tật, nhiệt độ cán nóng bằng 800 °C hoặc lớn hơn. Nghĩa là, nhiệt độ kết thúc cán nóng (cán nóng ống thép) bằng 800 °C hoặc lớn hơn. Ví dụ, khi cán nóng là quá trình bắt đầu từ đâm xuyên tiếp theo đến cán bằng máy cán trực tâm hoặc cán bằng máy cán đầu cắm và kết thúc bằng cán giảm đường kính, nhiệt độ kết thúc cán của cán giảm đường kính là 800 °C hoặc lớn hơn. Nhiệt độ cán nóng tốt hơn là bằng 830 °C hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là bằng 850 °C hoặc lớn hơn.

Tiếp theo cán nóng ống thép là làm nguội đến nhiệt độ phòng. Phương pháp làm nguội không bị giới hạn đặc biệt. Thông thường, việc làm nguội đạt được bởi làm nguội bằng khí với, ví dụ, giường làm nguội. Tuy nhiên, việc làm nguội có thể đạt được bởi làm nguội bằng nước yếu để giảm thời gian làm nguội đến nhiệt độ phòng, và để làm tăng số lượng ống được cán trên mỗi giờ.

Ống thép không hàn được làm nguội đến nhiệt độ phòng sau khi quá trình tạo ống được đưa đến xử lý nhiệt chuẩn hóa (quá trình xử lý nhiệt ống thép). Mục đích của xử lý nhiệt chuẩn hóa là để điều chỉnh độ cứng của ống thép không hàn đến độ bền đã được xác định trước thích hợp để tạo ống. Nhiệt độ xử lý nhiệt (nhiệt độ chuẩn hóa) của xử lý nhiệt chuẩn hóa là như sau.

Nhiệt độ chuẩn hóa: từ 850 °C đến 1.050 °C

Khi nhiệt độ chuẩn hóa của xử lý nhiệt chuẩn hóa là nhỏ hơn 850 °C, sự biến đổi thành austenit không chuyển sang để hoàn thành một phần của thép, và ferit không được chuyển hóa và peclit tồn lưu trong cấu trúc thép ở nhiệt độ cao. Do cấu trúc ferit và peclit gây ra giảm độ bền thép, nhiệt độ chuẩn hóa là 850 °C hoặc lớn hơn. Nhiệt độ chuẩn hóa tốt hơn là bằng 880 °C hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là bằng 900 °C hoặc lớn hơn. Với nhiệt độ chuẩn hóa lớn hơn 1.050 °C, sự phát triển hạt nghiêm trọng xuất hiện sau khi biến đổi thành austenit, và các hạt ferit thô được tạo

thành do sự biến đổi thành trong quá trình làm nguội sau khi xử lý nhiệt chuẩn hóa, với kết quả là giới hạn chảy giảm. Vì nguyên nhân này, nhiệt độ chuẩn hóa là 1.050 °C hoặc nhỏ hơn. Nhiệt độ chuẩn hóa tốt hơn là bằng 1.000 °C hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là bằng 950 °C hoặc nhỏ hơn.

Tốt hơn là, làm nguội sau khi xử lý nhiệt chuẩn hóa là làm nguội bằng không khí với, ví dụ, giường làm nguội. Khi làm nguội đạt được bằng cách làm nguội bằng nước yếu để tăng số lượng các ống được cán trên mỗi giờ, tốt hơn là bắt đầu quá trình làm nguội từ 500 °C hoặc nhỏ hơn, nhiệt độ hạ thấp đủ so với nhiệt độ khi kết thúc biến đổi.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các thép lỏng với các thành phần được thể hiện trong các bảng 1 và 2 được tạo ra bởi phương pháp sử dụng lò chuyển, và mỗi thép được đúc thành phôi đúc bởi đúc liên tục. Trong đúc liên tục, một số thép được đúc thành các phôi đúc có mặt cắt ngang hình chữ nhật (bề dày 300 mm × chiều rộng 400 mm) trong khi các thép khác được đúc thành các phôi đúc có mặt cắt ngang hình tròn (đường kính 190 mm).

Phôi đúc có mặt cắt ngang hình chữ nhật được gia nhiệt đến nhiệt độ gia nhiệt đã được xác định trước, và được cán nóng thành vật liệu ống thép (vật liệu ống thép được cán phôi) có đường kính 190 mm hoặc 140 mm. Các ống thép không hàn được làm từ vật liệu ống thép như vậy được ký hiệu là “Được cán phôi” với tiêu đề “Loại vật liệu ống thép” trong các bảng 3, 4, và 5. Nhiệt độ gia nhiệt, thời gian gia nhiệt từ 900 °C đến nhiệt độ gia nhiệt, và nhiệt độ kết thúc cán phôi của cán phôi được thể hiện trên các bảng 3, 4, và 5.

Phôi đúc có mặt cắt ngang hình tròn được chế biến thành vật liệu ống thép bởi xử lý nhiệt phôi đúc, ngoại trừ một số vật liệu so sánh. Các ống thép được sản xuất từ vật liệu ống thép thu được bằng cách xử lý nhiệt phôi đúc được ký hiệu là “vật liệu phôi đúc” với tiêu đề “Loại vật liệu ống thép” trong các bảng 3, 4, và 5. Các ống thép không hàn được sản xuất để so sánh mà không xử lý nhiệt phôi đúc được

ký hiệu là “như đúc” với tiêu đề “Loại vật liệu ống thép” trong các bảng 3, 4, và 5. Nhiệt độ gia nhiệt, và thời gian gia nhiệt từ 900 °C đến nhiệt độ gia nhiệt của xử lý nhiệt phôi đúc như được thể hiện trong các bảng 3, 4, và 5.

Các vật liệu ống thép được sử dụng để tạo thành các ống thép không hàn với các bề dày thành và các đường kính ống được thể hiện trong các bảng 3, 4, và 5 (quá trình tạo ống). Ở đây, vật liệu ống thép được gia nhiệt, và được cho trải qua cán nóng trong quá trình bắt đầu từ đâm xuyên sau đó là cán bằng máy cán trục tâm và kết thúc với cán giảm đường kính. Nhiệt độ gia nhiệt và nhiệt độ kết thúc cán nóng của vật liệu ống thép, và các điều kiện làm nguội sau khi cán nóng được thể hiện trên các bảng 3, 4, và 5. Tiếp theo việc này là xử lý nhiệt ống thép được thực hiện dưới các điều kiện xử lý nhiệt ống thép được thể hiện trên các bảng 3, 4 và 5. Sau khi xử lý nhiệt ống thép, ống thép được cho phép làm nguội đến nhiệt độ phòng, và được cho trải qua kiểm tra không phá hủy để kiểm tra các khuyết tật ở bên trong và các bề mặt bên ngoài của ống thép. Sự hiện diện hoặc không hiện diện của các khuyết tật, và sự thành công hoặc thất bại của việc loại bỏ sai hỏng bằng sửa chữa được chỉ ra với tiêu đề “khuyết tật ống” trong các bảng 6, 7 và 8. Các kết quả đánh giá là “Ưu việt” khi không có khuyết tật trong kiểm tra không phá hủy, “Đạt yêu cầu” khi các khuyết tật được quan sát trong kiểm tra không phá hủy nhưng các tiêu chí cần thiết được đáp ứng sau khi sửa chữa, và “Thất bại” khi các khuyết tật được quan sát trong kiểm tra không phá hủy, và sửa chữa là không thể hoặc các tiêu chí cần thiết không được đáp ứng ngay cả sau khi sửa chữa. Các ống thép với “Ưu việt” hoặc “Đạt yêu cầu” được coi là có khả năng sản xuất mong muốn, với ống thép trước là được mong muốn hơn. Thuật ngữ “sửa chữa” nghĩa là loại bỏ các vết xước và các khuyết tật khác sử dụng, ví dụ, thiết bị cắt.

Ví dụ thử nghiệm EPMA, mẫu thử nghiệm kéo, và mẫu thử nghiệm ăn mòn để thử nghiệm ăn mòn trong môi trường điêm sunfuric được lấy từ ống thép không hàn được sản xuất phía trên.

Mẫu thử nghiệm EPMA được chuẩn bị bằng cách lấy mặt cắt ngang vuông góc với hướng chiều dọc của ống thép để tạo ra bề mặt đo, và chà sát bề mặt thành đánh bóng như gương. Trong EPMA, mẫu được đo ở vùng 2 mm nằm ở phía bề mặt bên ngoài của ống thép về phía tâm của bề dày thành của ống thép ở điện áp gia tốc 20 kV và dòng chùm 0,5 μA với kích thước chùm tia 10 μm . Đo đạc được thực hiện ở vùng 2 mm ở bề mặt bên ngoài của ống thép do thành phần của các sản phẩm ăn mòn được tạo ra trong môi trường điểm sương axit sunfuric tương ứng với các nồng độ của các nguyên tố hợp kim mà hòa tan khi xuất hiện trong vùng này của ống thép trong môi trường điểm sương axit sunfuric. Đo đạc được thực hiện đối với Cu, Cr, Sb, và W. Vonfram được đo chỉ trong các thép số R, S, T, V, W, và AM mà W được bổ sung một cách chủ động. Nồng độ (% khối lượng) đã được tính sử dụng đường cong tiêu chuẩn được tạo ra trước từ cường độ chùm tia X đặc trưng của mỗi nguyên tố. Cụ thể, nồng độ (% khối lượng) được đo đối với mỗi nguyên tố trong Cu, Cr, Sb, và W tại bảy vị trí các khoảng 0,25 mm trong vùng từ 0,5 đến 2,0 mm cách bề mặt bên ngoài về phía tâm của bề dày thành của ống thép, và giá trị trung bình số học của các nồng độ được đo được xác định là nồng độ trung bình của mỗi nguyên tố [Cu^* , Cr^* , Sb^* , hoặc W^*] theo % khối lượng. Cu^* , Cr^* , Sb^* , và W^* được biểu thị trong các bảng 6, 7 và 8. Các bảng cũng thể hiện các giá trị ở phía bên trái của các công thức (1) và (2) được tính từ Cu^* , Cr^* , Sb^* , và W^* . Trong sáng chế, khoảng được chấp nhận của các giá trị là 13,5 hoặc lớn hơn, tốt hơn là 14,0 hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là bằng 15,0 hoặc lớn hơn. Vùng 0,5 mm ngay phía dưới bề mặt bên ngoài của ống thép được loại trừ khỏi vùng đo do phân tích vạch chính xác không thể được dự kiến từ vùng gần với bề mặt mẫu.

Mẫu thử nghiệm kéo được lấy từ các vị trí chiều dọc và chu vi được chọn tùy ý của ống thép. Các ống thép với đường kính ngoài nhỏ hơn 170 mm được chế biến thành các mẫu thử nghiệm theo JIS Z2241 12B, trong đó các ống thép với đường kính ngoài 170 mm hoặc lớn hơn được chế biến thành các mẫu thử nghiệm theo JIS

Z2241 12C. Thử nghiệm kéo được thực hiện theo JIS Z2241. Giới hạn chảy và độ bền kéo thu được trong thử nghiệm kéo được thể hiện trong các bảng 6, 7, và 8. Các ống thép được xác định là có thể chấp nhận được khi giới hạn chảy bằng 230 MPa hoặc lớn hơn, và độ bền kéo là 380 MPa hoặc lớn hơn. Giới hạn chảy tốt hơn là bằng 250 MPa hoặc lớn hơn, và độ bền kéo tốt hơn là bằng 400 MPa hoặc lớn hơn.

Đối với thử nghiệm ăn mòn được thực hiện trong môi trường điểm sương axit sunfuric, mẫu thử nghiệm ăn mòn (30 mm chiều dài $\times$ 20 mm chiều rộng $\times$ 5 mm bề dày) bao gồm bề mặt bên ngoài của ống thép được lấy từ phía bề mặt bên ngoài của ống thép, và bề mặt tương ứng với phía bề mặt bên ngoài của ống thép được mài 0,5 mm để loại bỏ các thành phần không mong muốn như là gỉ. Sự bong tróc các sản phẩm ăn mòn được tạo ra trong mẫu thử nghiệm ăn mòn điểm sương axit sunfuric đã được đánh giá sử dụng các quy trình được trình bày dưới dạng giản đồ trên Fig.1. Thứ nhất, dung dịch axit sunfuric ngâm nước mà đã được điều chỉnh đến nồng độ 70% khối lượng được đổ vào bình chứa, và mẫu thử nghiệm ăn mòn 1 được nhúng vào dung dịch sau khi dung dịch được gia nhiệt và được duy trì ở 50 °C với bề điều nhiệt bên ngoài. Mẫu được nhúng trong 96 giờ. Sau khi nhúng 96 giờ, dung dịch axit sunfuric ngâm nước được xả vào bình chứa, và mẫu thử nghiệm ăn mòn 1 được làm khô, và được lấy ra khỏi bình chứa một cách cẩn thận. Trên bàn, mẫu thử nghiệm ăn mòn 1 được chụp ảnh với máy ảnh kỹ thuật số 2 để chụp lại hình ảnh về các sản phẩm ăn mòn được tạo ra trên bề mặt mẫu. Ảnh đã được chụp ở phía bề mặt bên ngoài của ống thép mà từ đó mẫu thử nghiệm ăn mòn đã được chuẩn bị. Sau khi xử lý hình ảnh một cách thích hợp và phân tích (sử dụng phần mềm ImageJ có sẵn từ NIH), diện tích S_I (mm²) của các sản phẩm ăn mòn được tính toán từ hình ảnh đã được chụp lại. Sau khi tính toán, màng kết dính trong suốt (Cellotape®, số hiệu CT-24, chiều rộng 24 mm, có sẵn từ NICHIBAN) đã được gắn vào bề mặt được chụp của mẫu thử nghiệm ăn mòn 1, và màng đã được bóc để thu thập một cách dễ dàng các mẫu bong tróc của các sản phẩm ăn mòn trên bề mặt kết dính của màng kết

dính. Các hình ảnh của các sản phẩm ăn mòn trên bề mặt kết dính của màng kết dính được chụp với máy ảnh kỹ thuật số 2, và diện tích của các sản phẩm ăn mòn được gắn vào bề mặt kết dính của màng kết dính được tính toán bằng cách phân tích hình ảnh để tìm diện tích S_{II} (mm^2) của các sản phẩm ăn mòn bị bong tróc ra khỏi mẫu thử nghiệm ăn mòn 1. Phần trăm diện tích (S_{II}) của các sản phẩm ăn mòn bị bong tróc ra khỏi mẫu thử nghiệm ăn mòn đối với diện tích (S_I) của các sản phẩm ăn mòn xuất hiện trên bề mặt mẫu thử nghiệm ăn mòn sau đó được tính toán như tỉ lệ bong tróc của các sản phẩm ăn mòn (%) như dưới đây.

$$[(S_{II}/S_I) \times 100]$$

Các kết quả được trình bày trên các bảng 6, 7, và 8. Các ống thép được xác định là có thể chấp nhận được khi tỉ lệ bong tróc của các sản phẩm ăn mòn bằng 10% hoặc nhỏ hơn. Tỉ lệ bong tróc của các sản phẩm ăn mòn tốt hơn là bằng 8% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là bằng 5% hoặc nhỏ hơn.

Bảng 1

Thép số	Thành phần (%)												Phân nhóm
	C	Si	Mn	P	S	Al	Cu	Ni	Cr	Sb	W	Sn	
A	0,038	0,22	1,12	0,011	0,002	0,021	0,38	0,29	0,64	0,09	-	-	Ví dụ tuân thủ
B	0,037	0,23	1,11	0,010	0,001	0,023	0,37	0,28	0,65	0,09	-	-	Ví dụ tuân thủ
C	0,022	0,58	1,28	0,009	0,002	0,039	0,22	0,13	0,79	0,06	-	-	Ví dụ tuân thủ
D	0,033	0,29	1,34	0,012	0,002	0,033	0,33	0,28	0,77	0,05	-	-	Ví dụ tuân thủ
E	0,051	0,44	1,39	0,014	0,002	0,036	0,40	0,24	0,59	0,09	-	-	Ví dụ tuân thủ
F	0,059	0,31	1,18	0,011	0,001	0,022	0,34	0,16	0,63	0,04	-	-	Ví dụ tuân thủ
G	0,027	0,58	1,19	0,012	0,002	0,021	0,18	0,22	0,70	0,08	-	-	Ví dụ tuân thủ
H	0,036	0,81	1,34	0,031	0,002	0,022	0,24	0,07	0,71	0,07	-	-	Ví dụ tuân thủ
I	0,024	0,20	1,28	0,012	0,004	0,017	0,36	0,19	0,69	0,01	-	-	Ví dụ tuân thủ
J	0,038	0,11	1,02	0,013	0,002	0,020	0,36	0,28	0,71	0,08	-	-	Ví dụ tuân thủ
K	0,034	0,47	1,13	0,011	0,001	0,021	0,40	0,30	0,62	0,09	-	-	Ví dụ tuân thủ
L	0,021	0,21	1,46	0,014	0,002	0,022	0,44	0,29	0,61	0,08	-	-	Ví dụ tuân thủ
M	0,035	0,62	1,24	0,013	0,002	0,037	0,39	0,25	0,88	0,05	-	-	Ví dụ tuân thủ
N	0,040	0,33	1,32	0,012	0,003	0,051	0,28	0,14	0,66	0,10	-	-	Ví dụ tuân thủ
O	0,112	0,04	0,39	0,014	0,002	0,023	0,04	0,04	0,91	0,16	-	-	Ví dụ tuân thủ
P	0,100	0,03	1,86	0,017	0,001	0,012	0,65	0,48	0,62	0,08	-	-	Ví dụ tuân thủ
R	0,020	0,24	1,38	0,009	0,001	0,023	0,23	0,22	0,78	0,06	0,014	-	Ví dụ tuân thủ
S	0,023	0,23	1,36	0,008	0,001	0,022	0,26	0,25	0,77	0,07	0,009	-	Ví dụ tuân thủ
T	0,054	0,49	1,14	0,010	0,002	0,024	0,39	0,37	0,64	0,06	0,024	-	Ví dụ tuân thủ
U	0,022	0,23	1,35	0,008	0,001	0,023	0,26	0,24	0,69	0,09	-	0,04	Ví dụ tuân thủ
V	0,039	0,23	1,27	0,012	0,002	0,040	0,35	0,36	0,64	0,07	0,011	0,09	Ví dụ tuân thủ
W	0,024	0,22	1,37	0,008	0,002	0,022	0,24	0,23	0,71	0,05	0,013	0,02	Ví dụ tuân thủ

Bảng 2

Thép số	Thành phần (%)											Phân nhóm	
	C	Si	Mn	P	S	Al	Cu	Ni	Cr	Sb	W	Sn	
X	<u>0,130</u>	0,21	1,15	0,013	0,002	0,023	0,39	0,38	0,61	0,08	-	-	Ví dụ so sánh
Y	<u>0,010</u>	0,22	1,94	0,012	0,002	0,022	0,38	0,37	0,62	0,09	-	-	Ví dụ so sánh
Z	0,037	<u>1,06</u>	1,17	0,012	0,002	0,024	0,37	0,36	0,61	0,08	-	-	Ví dụ so sánh
AA	0,089	<u>0,005</u>	1,14	0,013	0,002	0,023	0,38	0,37	0,63	0,07	-	-	Ví dụ so sánh
AB	0,035	0,23	<u>2,07</u>	0,011	0,001	0,022	0,38	0,38	0,62	0,08	-	-	Ví dụ so sánh
AC	0,040	0,67	<u>0,04</u>	0,014	0,001	0,023	0,39	0,37	0,62	0,08	-	-	Ví dụ so sánh
AD	0,035	0,22	1,16	<u>0,058</u>	0,002	0,021	0,38	0,39	0,63	0,09	-	-	Ví dụ so sánh
AE	0,034	0,23	1,16	0,012	<u>0,005</u>	0,024	0,37	0,36	0,61	0,08	-	-	Ví dụ so sánh
AF	0,037	0,21	1,15	0,013	0,002	0,024	<u>0,86</u>	0,49	0,62	0,08	-	-	Ví dụ so sánh
AG	0,036	0,24	1,14	0,012	0,001	0,023	<u>0,01</u>	0,38	0,64	0,07	-	-	Ví dụ so sánh
AH	0,035	0,23	1,17	0,012	0,001	0,022	0,38	<u>0,01</u>	0,61	0,08	-	-	Ví dụ so sánh
AI	0,036	0,21	1,16	0,011	0,001	0,024	0,37	0,36	<u>1,09</u>	0,07	-	-	Ví dụ so sánh
AJ	0,035	0,22	1,17	0,014	0,002	0,023	0,79	0,49	<u>0,51</u>	0,09	-	-	Ví dụ so sánh
AK	0,037	0,23	1,17	0,013	0,001	0,021	0,36	0,38	0,62	<u>0,22</u>	-	-	Ví dụ so sánh
AL	0,034	0,21	1,16	0,012	0,001	0,022	0,56	0,37	0,58	<u>0,003</u>	-	-	Ví dụ so sánh
AM	0,036	0,24	1,15	0,013	0,001	0,022	0,39	0,36	0,61	0,08	<u>0,051</u>	-	Ví dụ so sánh
AN	0,036	0,22	1,13	0,012	0,002	0,023	0,38	0,38	0,62	0,08	-	<u>0,60</u>	Ví dụ so sánh

Gạch chân có nghĩa là nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Bảng 3

Ổng thép số	Thép số	Loại vật liệu ống thép	Nhiệt độ gia nhiệt của cán phôi (°C)	Nhiệt độ gia nhiệt của xử lý nhiệt phôi (°C)	Thời gian gia nhiệt từ 900 °C đến nhiệt độ gia nhiệt của cán phôi hoặc xử lý nhiệt phôi (giờ)	Nhiệt độ kết thúc cán phôi (°C)	Bề dày thành (mm)	Đường kính bên ngoài (mm)	Các điều kiện tạo ống			Các điều kiện xử lý nhiệt ống thép		Phân nhóm
									Nhiệt độ gia nhiệt (°C)	Nhiệt độ kết thúc cán nóng (°C)	Làm nguội sau khi cán	Nhiệt độ chuẩn hóa (°C)	Làm nguội sau chuẩn hóa	
1-1	A	Phôi được cán	1177	-	2,2	1025	12,7	177,8	1275	880	Làm nguội bằng không khí	920	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ tuân thủ
1-2	B	Xử lý nhiệt phôi đúc	-	1175	2,5	(Xử lý nhiệt phôi đúc)	12,7	177,8	1270	885	Làm nguội bằng không khí	930	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ tuân thủ
1-3	C	Phôi được cán	1133	-	2,0	924	8,0	50,8	1249	861	Làm nguội bằng không khí	945	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ tuân thủ
1-4	D	Phôi được cán	1138	-	2,1	933	8,0	50,8	1252	873	Làm nguội bằng không khí	940	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ tuân thủ
1-5	E	Phôi được cán	1089	-	1,5	918	8,0	50,8	1254	866	Làm nguội bằng không khí	965	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ tuân thủ
1-6	F	Phôi được cán	1156	-	1,8	1031	12,7	177,8	1273	877	Làm nguội bằng không khí	1003	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ tuân thủ
1-7	G	Phôi được cán	1132	-	0,9	911	12,7	177,8	1276	882	Làm nguội bằng không khí	970	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ tuân thủ
1-8	H	Phôi được cán	1134	-	0,8	908	8,0	50,8	1166	837	Làm nguội bằng không khí	955	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ tuân thủ
1-9	I	Phôi được cán	1078	-	0,5	903	8,0	50,8	1183	832	Làm nguội bằng không khí	950	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ tuân thủ
1-10	J	Phôi được cán	1198	-	0,7	1092	8,0	50,8	1219	844	Làm nguội bằng không khí	955	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ tuân thủ
1-11	K	Xử lý nhiệt phôi đúc	-	1149	2,2	(Xử lý nhiệt phôi đúc)	10,6	138,9	1229	864	Làm nguội bằng không khí	935	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ tuân thủ
1-12	L	Xử lý nhiệt phôi đúc	-	1151	2,1	(Xử lý nhiệt phôi đúc)	10,6	138,9	1231	847	Làm nguội bằng không khí	915	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ tuân thủ
1-13	M	Xử lý nhiệt phôi đúc	-	1148	2,0	(Xử lý nhiệt phôi đúc)	12,7	177,8	1189	838	Làm nguội bằng không khí	890	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ tuân thủ
1-14	N	Xử lý nhiệt phôi đúc	-	1153	2,1	(Xử lý nhiệt phôi đúc)	12,7	177,8	1192	850	Làm nguội bằng không khí	875	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ tuân thủ

Bảng 3 (tiếp theo)

Ổng thép số	Thép số	Loại vật liệu ống thép	Nhiệt độ gia nhiệt của cán phôi (°C)	Nhiệt độ gia nhiệt của xử lý nhiệt phôi đúc (°C)	Thời gian gia nhiệt từ 900 °C đến nhiệt độ gia nhiệt của cán phôi hoặc xử lý nhiệt phôi đúc (giờ)	Nhiệt độ kết thúc cán phôi (°C)	Bề dày thành (mm)	Đường kính bên ngoài (mm)	Các điều kiện tạo ống			Các điều kiện xử lý nhiệt ống thép		Phân nhóm
									Nhiệt độ gia nhiệt (°C)	Nhiệt độ kết thúc cán nóng (°C)	Làm nguội sau khi cán	Nhiệt độ chuẩn hóa (°C)	Làm nguội sau chuẩn hóa	
1-15	O	Xử lý nhiệt phôi đúc	-	1094	0,7	(Xử lý nhiệt phôi đúc)	10,6	138,9	1128	835	Làm nguội bằng không khí	930	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ tuần thủ
1-16	P	Xử lý nhiệt phôi đúc	-	1146	0,6	(Xử lý nhiệt phôi đúc)	12,7	177,8	1291	1001	Làm nguội bằng không khí	945	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ tuần thủ
1-17	R	Phôi được cán	1141	-	2,2	(Xử lý nhiệt phôi đúc)	8,0	50,8	1249	863	Làm nguội bằng không khí	930	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ tuần thủ
1-18	S	Xử lý nhiệt phôi đúc	-	1166	2,2	(Xử lý nhiệt phôi đúc)	10,6	138,9	1245	871	Làm nguội bằng không khí	940	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ tuần thủ
1-19	T	Xử lý nhiệt phôi đúc	-	1075	0,8	(Xử lý nhiệt phôi đúc)	10,6	138,9	1249	866	Làm nguội bằng không khí	935	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ tuần thủ
1-20	U	Phôi được cán	1148	-	2,0	(Xử lý nhiệt phôi đúc)	8,0	50,8	1228	859	Làm nguội bằng không khí	945	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ tuần thủ
1-21	V	Xử lý nhiệt phôi đúc	-	1172	2,1	(Xử lý nhiệt phôi đúc)	10,6	138,9	1246	866	Làm nguội bằng không khí	940	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ tuần thủ
1-22	W	Phôi được cán	1144	-	2,1	(Xử lý nhiệt phôi đúc)	12,7	177,8	1233	862	Làm nguội bằng không khí	940	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ tuần thủ

Gạch chân có nghĩa là nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Bảng 4

Ổng thép số	Thép số	Loại vật liệu ống thép	Nhiệt độ gia nhiệt của cán phôi (°C)	Thời gian gia nhiệt từ 900 °C đến nhiệt độ gia nhiệt của cán phôi (hr)	Nhiệt độ kết thúc cán phôi (°C)	Bề dày thành (mm)	Đường kính bên ngoài (mm)	Các điều kiện tạo ống			Các điều kiện xử lý nhiệt ống thép		Phân nhóm
								Nhiệt độ gia nhiệt (°C)	Nhiệt độ thúc cán nóng (°C)	Làm nguội sau khi cán	Nhiệt độ chuẩn hóa (°C)	Làm nguội sau chuẩn hóa	
1-24	<u>X</u>	Phôi được cán	1147	1,9	922	8,0	50,8	1235	861	Làm nguội bằng không khí	935	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ so sánh
1-25	<u>Y</u>	Phôi được cán	1145	1,8	923	8,0	50,8	1234	859	Làm nguội bằng không khí	950	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ so sánh
1-26	<u>Z</u>	Phôi được cán	1143	1,8	925	8,0	50,8	1231	854	Làm nguội bằng không khí	945	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ so sánh
1-27	<u>AA</u>	Phôi được cán	1148	1,7	926	8,0	50,8	1236	859	Làm nguội bằng không khí	940	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ so sánh
1-28	<u>AB</u>	Phôi được cán	1142	1,8	924	8,0	50,8	1233	856	Làm nguội bằng không khí	935	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ so sánh
1-29	<u>AC</u>	Phôi được cán	1147	1,7	923	8,0	50,8	1238	866	Làm nguội bằng không khí	950	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ so sánh
1-30	<u>AD</u>	Phôi được cán	1146	1,8	929	8,0	50,8	1232	853	Làm nguội bằng không khí	940	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ so sánh
1-31	<u>AE</u>	Phôi được cán	1144	2,0	932	8,0	50,8	1236	863	Làm nguội bằng không khí	935	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ so sánh
1-32	<u>AF</u>	Phôi được cán	1145	1,9	929	8,0	50,8	1235	862	Làm nguội bằng không khí	945	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ so sánh
1-33	<u>AG</u>	Phôi được cán	1141	2,0	926	8,0	50,8	1232	859	Làm nguội bằng không khí	940	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ so sánh
1-34	<u>AH</u>	Phôi được cán	1143	1,7	922	8,0	50,8	1239	867	Làm nguội bằng không khí	935	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ so sánh
1-35	<u>AI</u>	Phôi được cán	1144	1,8	931	8,0	50,8	1233	854	Làm nguội bằng không khí	935	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ so sánh
1-36	<u>AJ</u>	Phôi được cán	1151	2,1	939	8,0	50,8	1236	864	Làm nguội bằng không khí	940	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ so sánh
1-37	<u>AK</u>	Phôi được cán	1142	1,8	925	8,0	50,8	1234	857	Làm nguội bằng không khí	940	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ so sánh
1-38	<u>AL</u>	Phôi được cán	1154	2,2	943	8,0	50,8	1238	868	Làm nguội bằng không khí	935	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ so sánh
1-39	<u>AM</u>	Phôi được cán	1148	1,9	933	8,0	50,8	1237	865	Làm nguội bằng không khí	935	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ so sánh
1-40	<u>AN</u>	Phôi được cán	1152	1,8	927	8,0	50,8	1235	853	Làm nguội bằng không khí	940	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ so sánh

Gạch chân có nghĩa là nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Bảng 5

Ổng thép số	Thép số	Loại vật liệu ống thép	Nhiệt độ gia nhiệt của cán phôi (°C)	Nhiệt độ gia nhiệt của xử lý nhiệt phôi đúc	Thời gian gia nhiệt từ 900 °C đến nhiệt độ gia nhiệt của cán phôi hoặc xử lý nhiệt phôi đúc (giờ)	Nhiệt độ kết thúc cán phôi (°C)	Đường kính bên ngoài (mm)	Các điều kiện tạo ống			Các điều kiện xử lý nhiệt ống thép		Phân nhóm
								Nhiệt độ gia nhiệt (°C)	Nhiệt độ kết thúc cán nóng (°C)	Làm nguội sau khi cán	Nhiệt độ chuẩn hóa (°C)	Làm nguội sau chuẩn hóa	
2-1	A	Phôi được cán	<u>980</u>	-	0,3	844	177,8	1274	883	Làm nguội bằng không khí	955	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ so sánh
2-2	A	Phôi được cán	1181	-	1,6	1018	177,8	1263	881	Làm nguội bằng không khí	<u>1055</u>	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ so sánh
2-3	A	Phôi được cán	1174	-	1,8	1031	177,8	1203	857	Làm nguội bằng không khí	<u>840</u>	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ so sánh
2-4	B	<u>Như đúc</u>	-	<u>Không xử nhiệt</u>	(Không xử lý nhiệt)	-	138,9	1230	861	Làm nguội bằng không khí	940	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ so sánh
2-5	B	Xử lý nhiệt phôi đúc	-	<u>988</u>	0,4	(Xử lý nhiệt phôi đúc)	138,9	1228	858	Làm nguội bằng không khí	935	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ so sánh
2-6	B	Xử lý nhiệt phôi đúc	-	1124	1,6	(Xử lý nhiệt phôi đúc)	138,9	1233	862	Làm nguội bằng không khí	<u>1060</u>	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ so sánh
2-7	B	Xử lý nhiệt phôi đúc	-	1126	1,6	(Xử lý nhiệt phôi đúc)	138,9	1231	863	Làm nguội bằng không khí	<u>835</u>	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ so sánh
2-8	R	Phôi được cán	<u>984</u>	-	0,5	801	50,8	1255	869	Làm nguội bằng không khí	940	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ so sánh
2-9	T	<u>Như đúc</u>	-	<u>Không xử nhiệt</u>	(Không xử lý nhiệt)	-	138,9	1251	856	Làm nguội bằng không khí	930	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ so sánh
2-10	U	Phôi được cán	<u>976</u>	-	0,3	804	50,8	1231	847	Làm nguội bằng không khí	940	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ so sánh
2-11	V	<u>Như đúc</u>	-	<u>Không xử nhiệt</u>	(Không xử lý nhiệt)	-	50,8	1241	854	Làm nguội bằng không khí	935	Làm nguội bằng không khí	Ví dụ so sánh

Gạch chân có nghĩa là nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Bảng 6

Ổng thép số	Thép số	Giá trị trung bình của phân tích vạch EPMA trong vùng từ 0,5 đến 2,0 mm phía dưới bề mặt bên ngoài của ống thép					Giá trị ở phía bên trái của công thức (1)	Giá trị ở phía bên trái của công thức (2)	Khuyết tật ống	Các đặc tính kéo		Tỉ lệ bong tróc của sản phẩm ăn mòn sau khi nhúng 96 giờ ở 50 °C, axít sunfuric 70%	Phân nhóm
		Cu*	Cr*	Sb*	W*	(% khối lượng)				Giới hạn chảy (MPa)	Độ bền kéo (MPa)		
1-1	A	0,68	1,20	0,17	-	-	15,0	-	Ưu việt	266	401	5	Ví dụ hiện tại
1-2	B	0,68	1,26	0,17	-	-	15,7	-	Ưu việt	269	403	4	Ví dụ hiện tại
1-3	C	0,39	1,46	0,12	-	-	17,2	-	Ưu việt	254	387	2	Ví dụ hiện tại
1-4	D	0,59	1,39	0,09	-	-	16,6	-	Ưu việt	263	411	3	Ví dụ hiện tại
1-5	E	0,72	1,11	0,18	-	-	14,1	-	Ưu việt	278	545	8	Ví dụ hiện tại
1-6	F	0,60	1,18	0,08	-	-	14,3	-	Ưu việt	244	561	7	Ví dụ hiện tại
1-7	G	0,24	1,16	0,11	-	-	13,6	-	Ưu việt	237	404	10	Ví dụ hiện tại
1-8	H	0,34	1,16	0,09	-	-	13,7	-	Đạt yêu cầu	266	444	9	Ví dụ hiện tại
1-9	I	0,52	1,15	0,02	-	-	13,6	-	Đạt yêu cầu	256	392	10	Ví dụ hiện tại
1-10	J	0,47	1,16	0,11	-	-	14,0	-	Đạt yêu cầu	271	428	8	Ví dụ hiện tại
1-11	K	0,73	1,20	0,17	-	-	15,1	-	Ưu việt	261	407	4	Ví dụ hiện tại
1-12	L	0,82	1,20	0,16	-	-	15,2	-	Đạt yêu cầu	248	424	5	Ví dụ hiện tại
1-13	M	0,68	1,63	0,09	-	-	19,4	-	Đạt yêu cầu	237	389	2	Ví dụ hiện tại
1-14	N	0,52	1,28	0,19	-	-	15,7	-	Đạt yêu cầu	235	392	4	Ví dụ hiện tại
1-15	O	0,07	1,13	0,26	-	-	13,5	-	Đạt yêu cầu	306	513	10	Ví dụ hiện tại
1-16	P	1,12	1,03	0,13	-	-	13,7	-	Đạt yêu cầu	311	574	9	Ví dụ hiện tại
1-17	R	0,40	1,44	0,12	0,03	-	-	17,1	Ưu việt	253	422	3	Ví dụ hiện tại
1-18	S	0,48	1,48	0,14	0,02	-	-	17,7	Ưu việt	275	418	2	Ví dụ hiện tại
1-19	T	0,68	1,08	0,12	0,03	-	-	13,6	Đạt yêu cầu	296	535	9	Ví dụ hiện tại
1-20	U	0,46	1,28	0,18	-	-	15,5	-	Đạt yêu cầu	279	434	4	Ví dụ hiện tại
1-21	V	0,64	1,22	0,13	0,02	-	-	15,1	Đạt yêu cầu	268	422	4	Ví dụ hiện tại
1-22	W	0,42	1,31	0,10	0,02	-	-	15,6	Đạt yêu cầu	259	433	2	Ví dụ hiện tại

Gạch chân có nghĩa là nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

[Bảng 7]

Ống thép số	Thép số	Giá trị trung bình của phân tích vạch EPMA trong vùng từ 0,5 đến 2,0 mm phía dưới bề mặt bên ngoài của ống thép				Giá trị ở phía bên trái của công thức (1)	Giá trị ở phía bên trái của công thức (2)	Khuyết tật ống	Các đặc tính kéo		Tỷ lệ bong tróc của sản phẩm ăn mòn sau khi nhúng 96 giờ ở 50 °C, axit sunfuric 70%	Phân nhóm
		Cu* (% khối lượng)	Cr* (% khối lượng)	Sb* (% khối lượng)	W* (% khối lượng)				Giới hạn chảy (MPa)	Độ bền kéo (MPa)		
1-24	<u>X</u>	0,68	1,13	0,16	-	14,2	-	Thất bại	322	641	7	Ví dụ so sánh
1-25	<u>Y</u>	0,67	1,15	0,18	-	14,5	-	Đạt yêu cầu	207	344	8	Ví dụ so sánh
1-26	<u>Z</u>	0,65	1,13	0,16	-	14,1	-	Thất bại	317	458	7	Ví dụ so sánh
1-27	<u>AA</u>	0,67	1,17	0,14	-	14,5	-	Đạt yêu cầu	221	367	7	Ví dụ so sánh
1-28	<u>AB</u>	0,67	1,15	0,16	-	14,4	-	Thất bại	281	562	8	Ví dụ so sánh
1-29	<u>AC</u>	0,68	1,15	0,16	-	14,4	-	Đạt yêu cầu	215	372	8	Ví dụ so sánh
1-30	<u>AD</u>	0,67	1,17	0,18	-	14,7	-	Thất bại	272	448	7	Ví dụ so sánh
1-31	<u>AE</u>	0,65	1,13	0,16	-	14,1	-	Thất bại	266	427	8	Ví dụ so sánh
1-32	<u>AF</u>	1,51	1,15	0,16	-	15,8	-	Thất bại	273	435	4	Ví dụ so sánh
1-33	<u>AG</u>	0,02	1,18	0,14	-	13,5	-	Ưu việt	268	411	66	Ví dụ so sánh
1-34	<u>AH</u>	0,67	1,13	0,16	-	14,2	-	Thất bại	262	408	8	Ví dụ so sánh
1-35	<u>AI</u>	0,65	2,02	0,14	-	23,9	-	Thất bại	263	471	2	Ví dụ so sánh
1-36	<u>AJ</u>	1,44	0,94	0,18	-	13,5	-	Ưu việt	269	426	12	Ví dụ so sánh
1-37	<u>AK</u>	0,63	1,15	0,44	-	15,4	-	Thất bại	278	449	4	Ví dụ so sánh
1-38	<u>AL</u>	0,98	1,07	0,01	-	13,5	-	Ưu việt	263	408	72	Ví dụ so sánh
1-39	<u>AM</u>	0,68	1,13	0,16	0,08	-	14,6	Thất bại	284	433	3	Ví dụ so sánh
1-40	<u>AN</u>	0,67	1,15	0,16	-	14,4	-	Thất bại	257	398	8	Ví dụ so sánh

Gạch chân có nghĩa là nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Bảng 8

Ống thép số	Thép số	Giá trị trung bình của phân tích vạch EPMA trong vùng từ 0,5 đến 2,0 mm phía dưới bề mặt bên ngoài của ống thép				Giá trị ở phía bên trái của công thức (1)	Giá trị ở phía bên trái của công thức (2)	Khuyết tật ống	Các đặc tính kéo		Tỉ lệ bong tróc của sản phẩm ăn mòn sau khi nhúng 96 giờ ở 50 °C, axit sunfuric 70%	Phân nhóm
		Cu*	Cr*	Sb*	W*				Giới hạn chảy (MPa)	Độ bền kéo (MPa)		
2-1	A	0,39	0,63	0,10	-	8,0	-	Ưu việt	267	402	<u>23</u>	Ví dụ so sánh
2-2	A	0,68	1,19	0,17	-	14,9	-	Ưu việt	214	394	7	Ví dụ so sánh
2-3	A	0,66	1,22	0,18	-	15,2	-	Ưu việt	<u>221</u>	<u>367</u>	5	Ví dụ so sánh
2-4	B	0,39	0,66	0,09	-	<u>8,3</u>	-	Ưu việt	272	403	<u>29</u>	Ví dụ so sánh
2-5	B	0,41	0,73	0,12	-	<u>9,2</u>	-	Ưu việt	268	398	<u>19</u>	Ví dụ so sánh
2-6	B	0,67	1,24	0,16	-	15,4	-	Ưu việt	<u>211</u>	392	5	Ví dụ so sánh
2-7	B	0,69	1,25	0,18	-	15,6	-	Ưu việt	<u>217</u>	<u>372</u>	4	Ví dụ so sánh
2-8	R	0,24	0,79	0,07	0,01	-	<u>9,4</u>	Ưu việt	255	417	<u>17</u>	Ví dụ so sánh
2-9	T	0,40	0,65	0,06	0,02	-	<u>8,2</u>	Đạt yêu cầu	292	531	<u>18</u>	Ví dụ so sánh
2-10	U	0,27	0,69	0,10	-	<u>8,4</u>	-	Đạt yêu cầu	282	433	<u>34</u>	Ví dụ so sánh
2-11	V	0,36	0,64	0,08	0,01	-	<u>8,0</u>	Đạt yêu cầu	272	419	<u>21</u>	Ví dụ so sánh

Gạch chân có nghĩa là nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Trong các ví dụ hiện tại (các ống thép số từ 1-1 đến 1-22) trong đó các thành phần thép và các điều kiện sản xuất nằm trong phạm vi của sáng chế, và thỏa mãn yêu cầu cho công thức (1) hoặc công thức (2) của sáng chế, các khuyết tật không được quan sát thấy ở các bề mặt bên trong và bên ngoài của ống thép. Ngay cả khi tồn tại, các khuyết tật là nhỏ, và các ống thép có khả năng sản xuất mong muốn do đáp ứng các tiêu chí cần thiết sau khi sửa chữa. Các ống thép của các ví dụ hiện tại cũng đáp ứng giới hạn chảy và độ bền kéo cần thiết đối với các ống thép không hàn để làm đường ống, và khả năng chống ăn mòn điểm sương axít sunfuric mong muốn với tỉ lệ bong tróc của các sản phẩm ăn mòn bằng 10% hoặc nhỏ hơn được quan sát sau khi nhúng trong môi trường ăn mòn điểm sương axít sunfuric trong 96 giờ.

Ngược lại, các khuyết tật được quan sát thấy ở bề mặt bên ngoài của ống thép trong kiểm tra không phá hủy trong ví dụ so sánh (ống thép số 1-24) trong đó hàm lượng C trong thép vượt quá giới hạn trên trong phạm vi của sáng chế, ví dụ so sánh (ống thép số 1-26) trong đó hàm lượng Si vượt quá giới hạn trên trong phạm vi của sáng chế, ví dụ so sánh (ống thép số 1-32) trong đó hàm lượng Cu vượt quá giới hạn trên trong phạm vi của sáng chế, ví dụ so sánh (ống thép số 1-37) trong đó hàm lượng Sb vượt quá giới hạn trên trong phạm vi của sáng chế, và ví dụ so sánh (thép số 1-40) trong đó hàm lượng Sn vượt quá giới hạn trên trong phạm vi của sáng chế. Trong các ví dụ so sánh này, ống thép không có khả năng sản xuất mong muốn do thất bại trong việc đáp ứng các tiêu chí cần thiết với các khuyết tật vẫn còn ngay cả sau khi sửa chữa.

Tương tự, trong ví dụ so sánh (ống thép số 1-34) trong đó hàm lượng Ni trong thép ở dưới giới hạn dưới trong phạm vi của sáng chế, các khuyết tật được quan sát thấy ở bề mặt bên ngoài của ống thép trong kiểm tra không phá hủy, và ống thép không có khả năng sản xuất mong muốn do thất bại trong việc đáp ứng các tiêu chí cần thiết với các khuyết tật vẫn còn ngay cả sau khi sửa chữa.

Các khuyết tật được quan sát thấy trong kiểm tra không phá hủy sau khi đâm

xuyên trong cán ống thép trong ví dụ so sánh (ống thép số 1-28) trong đó hàm lượng Mn trong thép vượt quá giới hạn trên trong phạm vi của sáng chế, ví dụ so sánh (ống thép số 1-30) trong đó hàm lượng P vượt quá giới hạn trên trong phạm vi của sáng chế, ví dụ so sánh (ống thép số 1-31) trong đó hàm lượng S vượt quá giới hạn trên trong phạm vi của sáng chế, ví dụ so sánh (ống thép số 1-35) trong đó hàm lượng Cr vượt quá giới hạn trên trong phạm vi của sáng chế, và ví dụ so sánh (ống thép số 1-39) trong đó hàm lượng W vượt quá giới hạn trên trong phạm vi của sáng chế. Các khuyết tật có thể là do sự phân ly đường trục của các nguyên tố hợp kim vượt quá các giới hạn trên trong các phạm vi của sáng chế. Trong các ví dụ so sánh này, ống thép không có khả năng sản xuất mong muốn do thất bại trong việc đáp ứng các tiêu chí cần thiết ngay cả sau khi sửa chữa.

Giới hạn chảy và độ bền kéo đã thất bại trong việc đáp ứng các giá trị mục tiêu trong thử nghiệm kéo trong ví dụ so sánh (ống thép số 1-25) trong đó hàm lượng C trong thép là dưới giới hạn dưới trong phạm vi của sáng chế, ví dụ so sánh (ống thép số 1-27) trong đó hàm lượng Si là dưới giới hạn dưới trong phạm vi của sáng chế, và ví dụ so sánh (ống thép số 1-29) trong đó hàm lượng Mn là dưới giới hạn dưới trong phạm vi của sáng chế.

Ăn mòn nghiêm trọng đã xuất hiện trong thử nghiệm ăn mòn điểm sương axit sunfuric, và ống thép đã thất bại trong việc đáp ứng tỉ lệ bong tróc mục tiêu của các sản phẩm ăn mòn trong ví dụ so sánh (ống thép số 1-33) trong đó hàm lượng Cu trong thép là dưới giới hạn dưới trong phạm vi của sáng chế, và ví dụ so sánh (ống thép số 1-38) trong đó hàm lượng Sb là dưới giới hạn dưới trong phạm vi của sáng chế. Trong ví dụ so sánh (ống thép số 1-36) trong đó hàm lượng Cr trong thép là dưới giới hạn dưới trong phạm vi của sáng chế, ống thép đã thất bại trong việc đáp ứng tỉ lệ bong tróc mục tiêu của các sản phẩm ăn mòn trong thử nghiệm ăn mòn điểm sương axit sunfuric.

Ống thép không đáp ứng yêu cầu đối với công thức (1) của sáng chế, và tỉ lệ

bong tróc của các sản phẩm ăn mòn thất bại trong việc đáp ứng giá trị mục tiêu trong thử nghiệm ăn mòn điểm sương axit sunfuric trong các ví dụ so sánh (các ống thép số 2-1, 2-5, và 2-10) trong đó thành phần thép đã đáp ứng phạm vi của sáng chế nhưng nhiệt độ gia nhiệt của cán phôi hoặc xử lý nhiệt phôi đúc được thực hiện sau khi đúc liên tục là dưới giới hạn dưới trong phạm vi của sáng chế. Tương tự, ống thép không đáp ứng yêu cầu đối với công thức (2) của sáng chế, và tỉ lệ bong tróc của các sản phẩm ăn mòn đã thất bại trong việc đáp ứng giá trị mục tiêu trong thử nghiệm ăn mòn điểm sương axit sunfuric trong ví dụ so sánh (thép số 2-8) trong đó nhiệt độ gia nhiệt của cán phôi sau khi đúc liên tục là dưới giới hạn dưới trong phạm vi của sáng chế.

Ống thép không đáp ứng yêu cầu đối với công thức (1) hoặc công thức (2) của sáng chế, và tỉ lệ bong tróc của các sản phẩm ăn mòn đã thất bại trong việc đáp ứng giá trị mục tiêu trong thử nghiệm ăn mòn điểm sương axit sunfuric trong ví dụ so sánh (thép số 2-4, 2-9, 2-11) trong đó ống thép được sản xuất bằng cách tạo ống và xử lý gia nhiệt ống thép của vật liệu ống thép như đúc mà không cán phôi hoặc xử lý nhiệt phôi đúc sau khi đúc liên tục.

Sự thô của vi cấu trúc thép đã xuất hiện trong chuẩn hóa, và giới hạn chảy đã thất bại trong việc đạt đến giá trị mục tiêu trong thử nghiệm kéo trong các ví dụ so sánh (các ống thép số 2-2 và 2-6) trong đó nhiệt độ chuẩn hóa của xử lý nhiệt chuẩn hóa của ống thép đã vượt quá giới hạn trên trong phạm vi của sáng chế.

Trong các ví dụ so sánh (các ống thép số 2-3 và 2-7) trong đó nhiệt độ chuẩn hóa của xử lý nhiệt chuẩn hóa của ống thép là dưới giới hạn dưới trong phạm vi của sáng chế, sự biến đổi thành austenit không xuất hiện trên toàn bộ bề mặt trong chuẩn hóa, và ferit không biến đổi và peclit vẫn còn lại một phần ở nhiệt độ cao, với kết quả là giới hạn chảy và độ bền kéo đã thất bại trong việc đạt đến các giá trị mục tiêu trong thử nghiệm kéo.

Danh sách ký hiệu chỉ dẫn

1 Mẫu thử nghiệm

2 Máy ảnh kỹ thuật số

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Ống thép không hàn có khả năng chống ăn mòn điểm sương axít sunfuric mong muốn,

ống thép không hàn có thành phần mà gồm có, theo % khối lượng, C: từ 0,02 đến 0,12%, Si: từ 0,010 đến 1,00%, Mn: từ 0,10 đến 2,00%, P: 0,050% hoặc nhỏ hơn, S: 0,004% hoặc nhỏ hơn, Al: từ 0,010 đến 0,100%, Cu: từ 0,03 đến 0,80%, Ni: từ 0,02 đến 0,50%, Cr: từ 0,55 đến 1,00%, Sb: từ 0,005 đến 0,20%, theo tùy chọn W: 0,003 đến 0,040%, theo tùy chọn Sn: 0,005 đến 0,5%, và Fe và các tạp chất ngẫu nhiên còn lại,

và đáp ứng công thức (1) sau đây, nếu thành phần không bao gồm W với lượng bằng 0,003 đến 0,040%,

$$1,7 \times \text{Cu}^* + 11 \times \text{Cr}^* + 3,8 \times \text{Sb}^* \geq 13,5 \quad \dots (1),$$

hoặc đáp ứng công thức (2) sau đây, nếu thành phần bao gồm W với lượng bằng 0,003 đến 0,040%,

$$1,7 \times \text{Cu}^* + 11 \times \text{Cr}^* + 3,8 \times \text{Sb}^* + 5,2 \times \text{W}^* \geq 13,5 \quad \dots(2),$$

trong đó Cu*, Cr*, Sb*, và W* đại diện cho các nồng độ trung bình của Cu, Cr, Sb, và W, tương ứng, theo % khối lượng, khi được đo trong vùng từ 0,5 đến 2,0 mm cách bề mặt bên ngoài của ống thép về phía tâm của bề dày thành của ống thép,

ống thép không hàn có giới hạn chảy bằng 230 MPa hoặc lớn hơn, và độ bền kéo bằng 380 MPa hoặc lớn hơn.

2. Phương pháp sản xuất ống thép không hàn có khả năng chống ăn mòn điểm sương axít sunfuric mong muốn theo điểm 1,

phương pháp bao gồm:

bước đúc thép có thành phần đã đề cập thành phôi đúc có mặt cắt ngang hình chữ nhật;

bước gia nhiệt phôi đúc có mặt cắt ngang hình chữ nhật đến nhiệt độ gia nhiệt trong vùng nhiệt độ từ 1.000 đến 1.200 °C, cán nóng phôi đúc đã gia nhiệt thành vật liệu ống thép có mặt cắt ngang hình tròn, và làm nguội vật liệu ống thép;

bước gia nhiệt vật liệu ống thép đã làm nguội đến từ 1.100 đến 1.300 °C, cán nóng vật liệu ống thép đã gia nhiệt ở 800 °C hoặc lớn hơn thành ống thép không hàn có hình dạng đã được xác định trước, và làm nguội ống thép không hàn; và

bước gia nhiệt ống thép không hàn tại nhiệt độ chuẩn hóa bằng từ 850 đến 1.050 °C trong xử lý nhiệt chuẩn hóa.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó phôi đúc có mặt cắt ngang hình chữ nhật được gia nhiệt trong ít nhất 1,5 giờ trong khoảng từ 900 °C đến nhiệt độ gia nhiệt trong vùng nhiệt độ bằng từ 1.000 đến 1.200 °C.

4. Phương pháp sản xuất ống thép không hàn có khả năng chống ăn mòn điểm sương axit sunfuric mong muốn theo điểm 1,

phương pháp bao gồm:

bước đúc thép có thành phần đã đề cập thành phôi đúc có mặt cắt ngang hình tròn;

bước gia nhiệt phôi đúc có mặt cắt ngang hình tròn đến nhiệt độ gia nhiệt trong vùng nhiệt độ từ 1.000 đến 1.200 °C để thu được vật liệu ống thép, và làm nguội vật liệu ống thép;

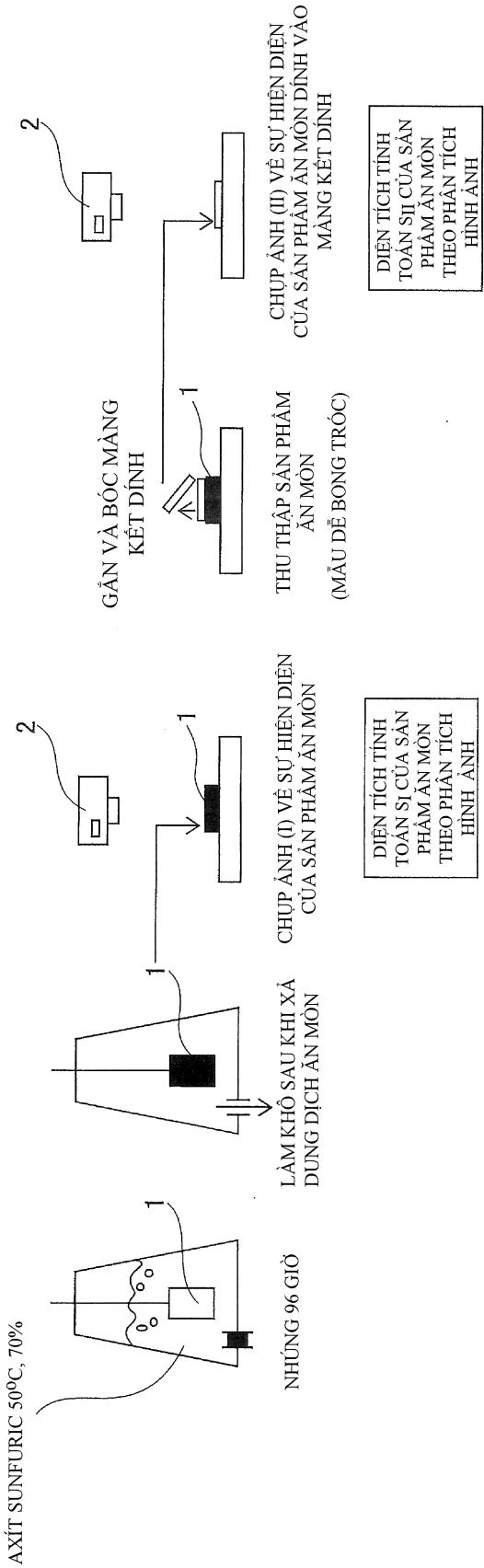
bước gia nhiệt vật liệu ống thép đã làm nguội đến từ 1.100 đến 1.300 °C, cán nóng vật liệu ống thép đã gia nhiệt ở 800 °C hoặc lớn hơn thành ống thép không hàn có hình dạng đã được xác định trước, và làm nguội ống thép không hàn; và

bước gia nhiệt ống thép không hàn tại nhiệt độ chuẩn hóa bằng từ 850 đến 1.050 °C trong xử lý nhiệt chuẩn hóa.

5. Phương pháp theo điểm 4, trong đó phôi đúc có mặt cắt ngang hình tròn được gia nhiệt trong ít nhất 1,5 giờ trong khoảng từ 900 °C đến nhiệt độ gia nhiệt trong vùng nhiệt độ bằng từ 1.000 đến 1.200 °C.

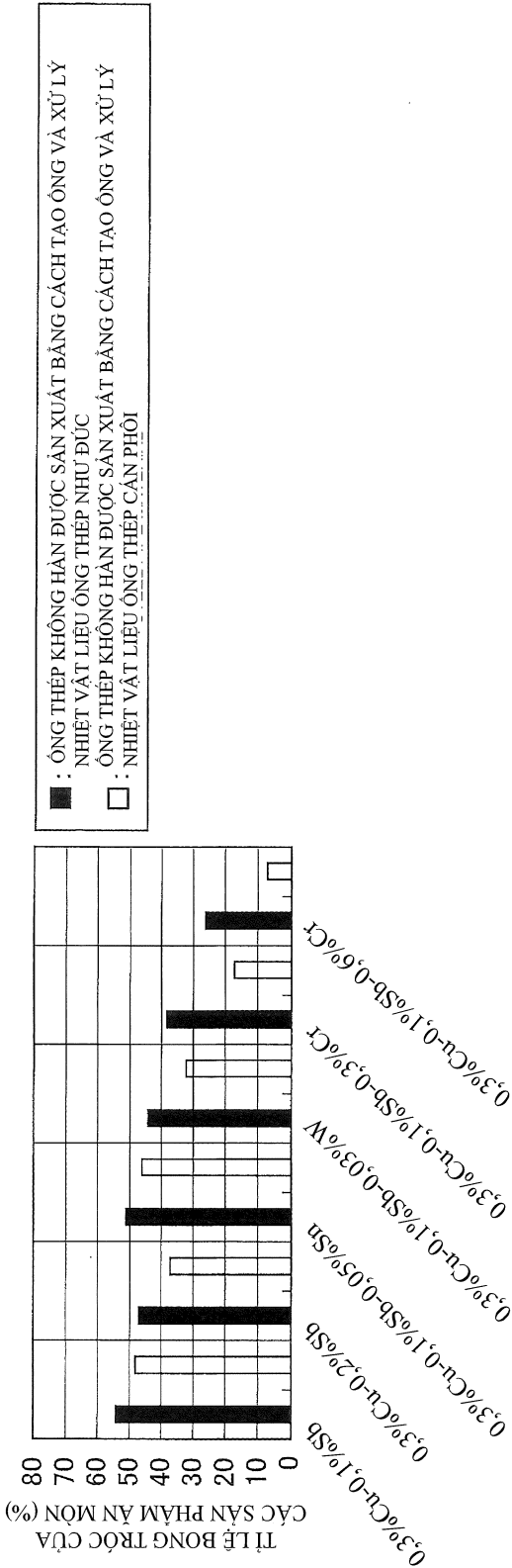
1 / 4

[FIG.1]

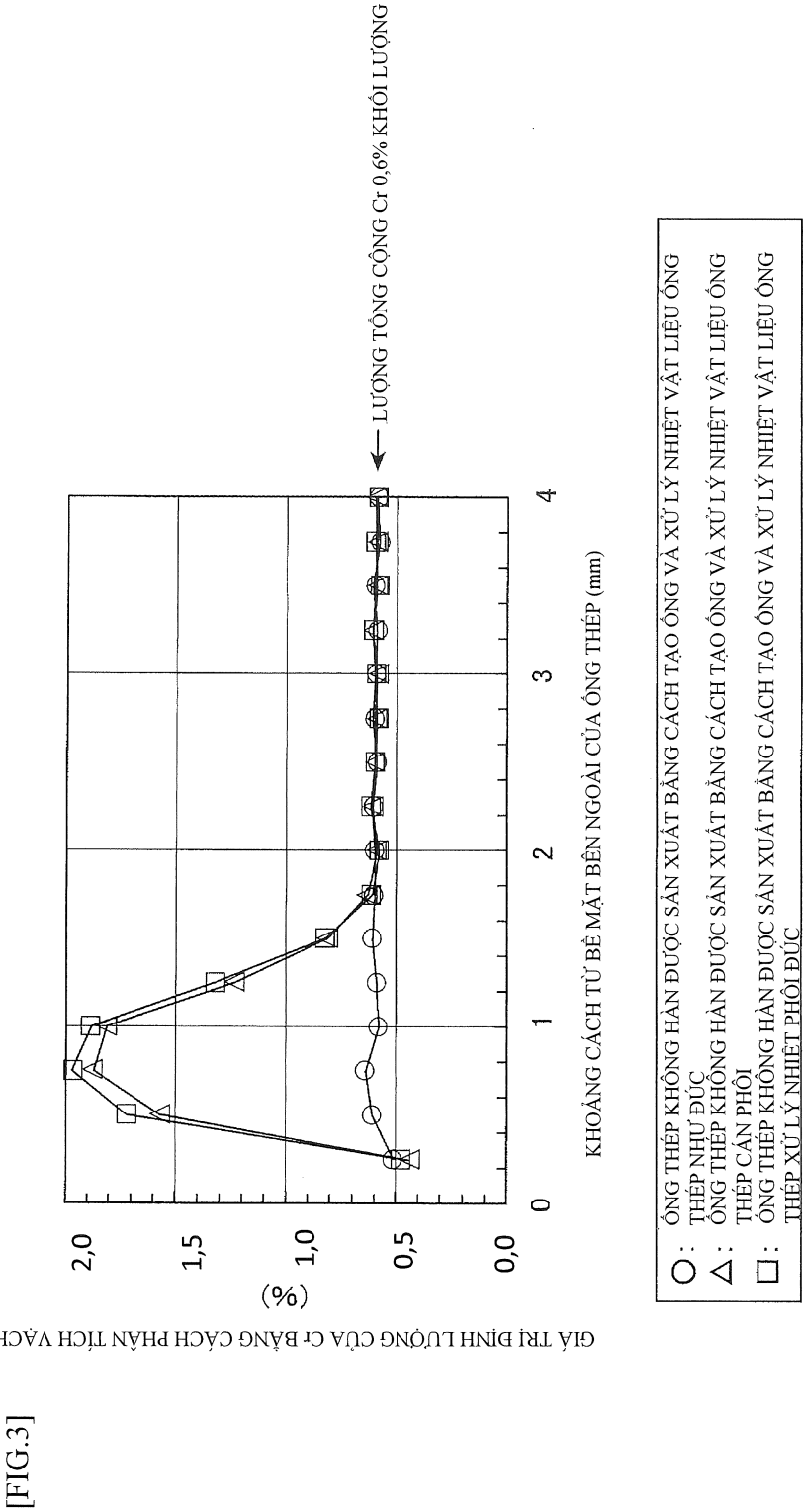


2 / 4

[FIG.2]



GIÁ TRỊ ĐỊNH LƯỢNG CỦA Cr BẰNG CÁCH PHÂN TÍCH VÁCH



4 / 4

FIG.4

