



(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)



1-0044980

(51)^{2020.01} C21D 8/02; B23K 9/173; B23K 9/23; (13) B
C22C 38/58; C22C 38/00; C22C 38/44;
B23K 9/167

(21) 1-2021-04568

(22) 27/12/2019

(86) PCT/JP2019/051604 27/12/2019

(87) WO2020/138490 A1 02/07/2020

(30) 2018-248459 28/12/2018 JP

(45) 25/04/2025 445

(43) 25/10/2021 403A

(71) NIPPON STEEL Stainless Steel Corporation (JP)

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

(72) Yuusuke Oikawa (JP); Shinji Tsuge (JP); Fuminori Gohnome (JP).

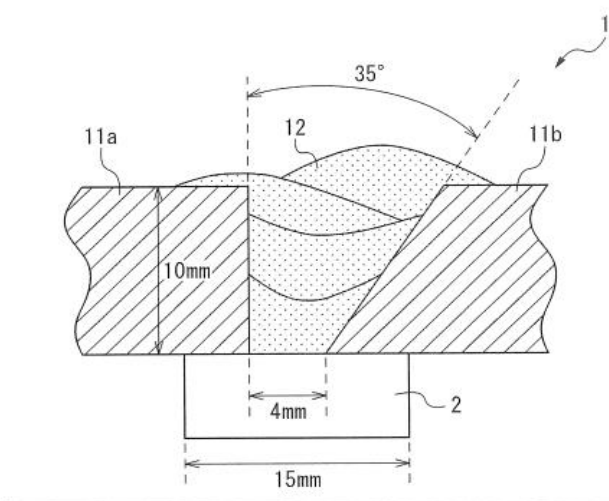
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) KẾT CẤU HÀN VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT KẾT CẤU HÀN

(21) 1-2021-04568

(57) Sáng chế đề cập đến kết cấu hàn có độ dai và khả năng chống ăn mòn trong môi trường nước lợ tuyệt vời. Kết cấu hàn theo sáng chế được tạo ra từ kim loại gốc thép không gỉ kép có giá trị PREN được xác định bởi công thức (1) là 28 hoặc lớn hơn và vùng hàn gồm kim loại hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt, trong đó trong kim loại hàn, giá trị PREN được xác định bởi công thức (1) là 30 hoặc lớn hơn, lượng Austenit của kim loại gốc thép không gỉ kép mà được cắt ra từ kết cấu nằm trong khoảng từ 30 đến 70% diện tích, lượng Austenit của kim loại hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt khi hàn nằm trong khoảng từ 15 đến 70% diện tích, và điện thế ăn mòn điểm theo phương pháp A của JIS G0577 được đo ở 50°C của vùng hàn là 0,30V so với SSE hoặc lớn hơn.

FIG. 1



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến kết cấu hàn sử dụng thép không gỉ kép và phương pháp sản xuất kết cấu hàn này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Cùng với việc các trận động đất và các thiên tai khác thường xuyên xảy ra trong những năm gần đây, các công trình bảo vệ chống sóng thần và lũ lụt đã được xây dựng và gia cố thông qua việc sửa chữa trên toàn quốc. Các công trình này có quy mô trở nên lớn hơn do những sửa chữa này tương ứng với mức độ ước tính của sóng thần và lũ lụt. Trong số các công trình này, cống mà được xây dựng ở sông và cửa cống cho đê ven biển mà được xây dựng tại các đoạn đường của kè là các bộ phận di động nên các vật liệu thép hoặc nhôm đã được sử dụng.

Gần đây, thép không gỉ austenit hoặc thép không gỉ kép được áp dụng cho các cống hoặc cửa cống này với số lượng ngày càng tăng.

Trong số các cống, những cống mà được lắp đặt tại các phân cửa sông bị ngập trong nước biển hoặc nước có nồng độ muối cao gần giống nhau. Khả năng chống ăn mòn cao được coi là bắt buộc. Trong trường hợp thép không gỉ austenit, với SUS304, khả năng chống ăn mòn trở nên không đủ trong nhiều trường hợp. SUS316L có khả năng chống ăn mòn tốt hơn thường được sử dụng.

Thép không gỉ kép không chỉ chống ăn mòn mà còn có độ bền cao hơn cho phép tăng độ mỏng và có trọng lượng nhẹ hơn so với thép không gỉ hoặc thép cacbon khác, vì vậy rất phù hợp do công dụng chính là cho phép giảm sự gia tăng trọng lượng đi kèm các cấu trúc có quy mô lớn hơn và đã được sử dụng rộng rãi.

Có sáu loại thép JIS được phân loại là thép không gỉ kép: SUS821L1, SUS323L, SUS329J1, SUS329J3L, SUS329J4L và SUS327L. Trong số này, SUS821L1 là loại thép được phát triển để thay thế cho SUS304 và SUS323L là loại thép được phát triển để thay thế cho SUS316L. SUS329J3L, SUS329J4L và SUS327L là các loại thép có khả năng chống ăn mòn cao mà có khả năng chống ăn mòn trong các môi trường khắc nghiệt hơn.

Trong trường hợp thép không gỉ kép, cần phải xem xét sự sụt giảm về độ dai và khả năng chống ăn mòn của vùng hàn. N được bổ sung vào thép không gỉ kép kết tủa dưới dạng Cr nitrua do quá trình gia nhiệt và làm mát tại thời điểm hàn. Các nitrua thúc đẩy sự lan truyền của các vết nứt và do đó gây ra sự sụt giảm về độ dai của vùng hàn. Hơn nữa, do sự kết tủa, Cr bị tiêu hao và các lớp nghèo Cr được hình thành theo đó làm giảm khả năng chống ăn mòn.

Trong trường hợp công và các kết cấu hàn khác, các tấm khổ dày hàng chục mm được hàn, vì vậy đôi khi phải thực hiện hàn hàng chục lần. Kết quả là, các nitrua kết tủa và kéo theo đó là sự sụt giảm về độ dai và khả năng chống ăn mòn của vùng hàn trở nên nghiêm trọng hơn.

SUS323L nêu trên có khả năng chống ăn mòn kim loại gốc bằng hoặc lớn hơn SUS316L, nhưng tùy thuộc vào điều kiện hàn, đôi khi nằm dưới mức khả năng chống ăn mòn của SUS316L. SUS821L1, như được thể hiện trong tài liệu sáng chế 1, có một hệ thống các thành phần có thể làm giảm khả năng chống ăn mòn của vùng hàn, nhưng là thép để thay thế SUS304, do đó không thích hợp để sử dụng trong các kết cấu hàn trong môi trường nước lợ. Trong số các loại thép có khả năng chống ăn mòn cao hơn, SUS329J3L, SUS329J4L, và SUS327L có khả năng chống ăn mòn cực kỳ tuyệt vời, nhưng chứa Mo đắt đỏ với hàm lượng lớn hơn hoặc bằng 3% và có chi phí sản xuất cực kỳ cao.

SUS329J1 còn lại có khả năng chống ăn mòn kim loại gốc cao hơn so với SUS323L và cũng có hàm lượng Mo nhỏ hơn, do đó thích hợp để sử dụng trong các kết cấu hàn trong môi trường nước lợ, nhưng vấn đề chính là có sự giảm sút nghiêm trọng về khả năng chống ăn mòn của vùng hàn. Như một biện pháp để giải quyết vấn đề này, chẳng hạn, trong tài liệu sáng chế 2, loại cải tiến của thép không gỉ kép SUS329J1 mà được cải thiện về khả năng chống ăn mòn của vùng hàn bằng cách bổ sung lượng N phù hợp với lượng Ni được mô tả. Tuy nhiên, thép này được sản xuất với các thành phần mà được dự đoán là không có kim loại phụ gia do hàn TIG. Tài liệu sáng chế 2 không làm rõ kết cấu hàn mà được sản xuất bằng cách hàn thép không gỉ kép này có độ dai bao nhiêu trong kim loại gốc và vùng hàn.

Hơn nữa, trong tài liệu sáng chế 3, phương pháp hàn bằng cách sử dụng kim loại phụ gia mà được phủ bởi chất phủ chứa nito để làm cho nito đi vào kim loại hàn

được mô tả, nhưng cần có kim loại phụ gia đặc biệt và trên hết là, vùng ảnh hưởng nhiệt khi hàn của kim loại gốc không được cải thiện.

Tài liệu sáng chế 4 bộc lộ kết cấu hàn bằng thép không gỉ kép có khả năng chống ăn mòn trong môi trường nước có ôzôn bằng cách thiết kế hợp phần các nguyên tố phù hợp. Tuy nhiên, vùng ảnh hưởng nhiệt khi hàn của kim loại gốc hoàn toàn không được ám chỉ. Hơn nữa, tài liệu sáng chế 5 bộc lộ thép không gỉ kép được ngăn không làm giảm khả năng chống ăn mòn do sự kết tủa của các nitrua ở các phần HAZ bằng cách thiết kế hợp phần các nguyên tố phù hợp. Tuy nhiên, cả hai sáng chế này đều không được dự đoán là sẽ được sử dụng trong môi trường nước lợ.

Danh mục trích dẫn:

Tài liệu sáng chế:

Tài liệu sáng chế 1: Patent Nhật Bản số 5345070

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 62-267452

Tài liệu sáng chế 3: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2014-14830

Tài liệu sáng chế 4: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2018-168461

Tài liệu sáng chế 5: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2012-197509

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các vấn đề kỹ thuật

Xuất phát từ tình trạng kỹ thuật nêu trên, sáng chế đề xuất kết cấu hàn có khả năng chống ăn mòn của vùng hàn trong môi trường nước lợ tuyệt vời và có độ dai tuyệt vời dưới dạng kết cấu sử dụng thép không gỉ kép có hàm lượng Mo nhỏ hơn 3%.

Giải pháp để giải quyết vấn đề

Để giải quyết vấn đề kỹ thuật nêu trên, các tác giả sáng chế đã tiến hành nghiên cứu chi tiết về các thành phần của vật liệu thép, các thành phần của kim loại hàn, các điều kiện sản xuất của vật liệu thép, và các điều kiện hàn xét về mặt cải thiện khả năng chống ăn mòn trong môi trường nước lợ và độ dai.

Nói chung, khả năng chống ăn mòn điểm của thép không gỉ được xếp hạng bởi số tương đương về khả năng chống ăn mòn điểm, nhưng các công thức tính toán khác

nhau đã được đề xuất. Số tương đương về khả năng chống ăn mòn điểm (PREN), trong thép không gỉ kép, thường được biểu thị bằng công thức $Cr+3,3Mo+16N$.

Các tác giả sáng chế đã sử dụng công thức này để chạy mô phỏng phương pháp nâng cao khả năng chống ăn mòn của vùng hàn SUS329J1 đưa N vào phạm vi thành phần của SUS329J1 và xác nhận hiệu quả bằng các thí nghiệm. Kết quả là, họ đã làm rõ rằng, liên quan đến kim loại gốc, ngay cả khi xem xét sự giảm khả năng chống ăn mòn do sự kết tủa của các Cr nitrua tại vùng ảnh hưởng nhiệt khi hàn, nếu giá trị của PREN (công thức (1) sau đây) là lớn hơn hoặc bằng 28, thì khả năng chống ăn mòn cần thiết có thể được thỏa mãn và hơn nữa, liên quan đến kim loại hàn, ngay cả khi xem xét sự sụt giảm cục bộ của khả năng chống ăn mòn do sự kết tủa các thành phần ngoài yếu tố trên, bằng cách đảm bảo lượng của austenit như được giải thích sau đây và, trên hết là, làm cho giá trị PREN lớn hơn hoặc bằng 30,0 tăng lượng Mo một cách thích hợp, thì thép không gỉ kép với khả năng chống ăn mòn lớn hơn hoặc bằng SUS316L vẫn có thể đạt được.

$$PREN=Cr+3,3Mo+16N... (1)$$

Ở đây, “khả năng chống ăn mòn lớn hơn hoặc bằng SUS316L” có nghĩa là “điện thế ăn mòn điểm theo phương pháp A của JIS G0577 được đo ở nhiệt độ 50°C là 0,30V so với SSE hoặc lớn hơn”.

Hơn nữa, nếu, tại thời điểm hàn vật liệu thép, vật liệu thép phơi nhiễm với vùng nhiệt độ của pha Ferit đơn trong một thời gian dài, thì quá trình thô hóa của các pha ferit được thúc đẩy và độ dai của mối hàn của vùng ảnh hưởng nhiệt giảm xuống. Để ngăn chặn sự sụt giảm về độ dai của vùng ảnh hưởng nhiệt khi hàn, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng các thành phần của vật liệu thép cần thỏa mãn công thức (2) sau đây:

$$T\alpha=1455-13,6Cr+22,7Ni-11,2Mo+2,1Mn+781,8N\geq 1330... (2)$$

Hơn nữa, do hàn hồ quang bằng lá chắn khí và hàn hồ quang vonfram, lượng Austenit của vùng ảnh hưởng nhiệt khi hàn có thể giảm xuống dưới lượng austenit của kim loại gốc, độ dai có thể giảm xuống do quá nhiều ferit, và khả năng chống ăn mòn có thể giảm ở các pha austenit.

Kim loại hàn có tốc độ làm mát đặc biệt nhanh, vì vậy không chỉ thời gian mà các pha austenit có thể bị kết tủa lại bị hạn chế, mà còn cần phải xem xét sự sụt giảm

cục bộ của các thành phần. Hơn nữa, từ quan điểm về việc đảm bảo độ dai, các tác giả sáng chế thực hiện các nghiên cứu chuyên sâu xét về sự cần thiết phải tăng lượng Ni một cách thích hợp.

Kết quả là, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng ngay cả khi đưa ra giới hạn thấp hơn của lượng Austenit của vùng ảnh hưởng nhiệt khi hàn và kim loại hàn tương ứng là 15%, thì việc điều chỉnh thành phần sao cho lượng N của vật liệu thép và kim loại hàn thỏa mãn công thức (3) sau đây có tác động hiệu quả để cải thiện độ bền và khả năng chống ăn mòn của thép không gỉ kép:

$$N \geq (0,08Cr + 0,08Mo - 0,06Ni - 1,21) / 0,6 \times 0,15 \dots (3)$$

Công thức (3) là công thức ước tính lượng N hoạt động hiệu quả để cải thiện độ bền và khả năng chống ăn mòn của thép không gỉ kép từ hàm lượng của các nguyên tố chính Cr, Ni, và Mo khi đưa ra các giới hạn dưới của lượng Austenit của vùng ảnh hưởng nhiệt khi hàn và kim loại hàn trong sáng chế tương ứng là 15%. Sáng chế đã được tạo ra từ những phát hiện này và có nội dung chính như sau:

(1) Kết cấu hàn, kết cấu này bao gồm:

kim loại gốc thép không gỉ kép

chứa các nguyên tố sau đây, theo % khối lượng,

C: nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,050%,

Si: nằm trong khoảng từ 0,05 đến 0,80%,

Mn: nằm trong khoảng từ 0,10% đến 2,00%,

Cr: nằm trong khoảng từ 21,50 đến 26,00%,

Ni: nằm trong khoảng từ 3,00 đến 7,00%,

Mo: nằm trong khoảng từ 0,50 đến 2,50%,

N: nằm trong khoảng từ 0,100 đến 0,250%, và

Al: nằm trong khoảng từ 0,003 đến 0,050%,

giới hạn

O nhỏ hơn hoặc bằng 0,0060%,

P nhỏ hơn hoặc bằng 0,050%, và

S nhỏ hơn hoặc bằng 0,0050%,
có giá trị PREN mà được xác định bởi công thức (1) sau đây là lớn hơn hoặc bằng 28,0, và

chứa thành phần còn lại là Fe và các tạp chất và
vùng hàn gồm kim loại hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt,
trong đó kết cấu hàn,
kim loại hàn

chứa các nguyên tố sau đây, theo % khối lượng,

C: nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,060%,

Si: nằm trong khoảng từ 0,05 đến 0,80%,

Mn: nằm trong khoảng từ 0,10% đến 3,00%,

Cr: nằm trong khoảng từ 21,50 đến 28,00%,

Ni: nằm trong khoảng từ 4,00 đến 10,00%,

Mo: nằm trong khoảng từ 1,00 đến 3,50%,

N: nằm trong khoảng từ 0,080 đến 0,250%, và

Al: nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,100%,

giới hạn

O nhỏ hơn hoặc bằng 0,150%,

P nhỏ hơn hoặc bằng 0,050%, và

S nhỏ hơn hoặc bằng 0,0200%,

có giá trị PREN mà được xác định bởi công thức (1) sau đây là lớn hơn hoặc bằng 30,0, và

chứa thành phần còn lại là Fe và các tạp chất, trong đó:

lượng austenit của kim loại gốc thép không gỉ kép là nằm trong khoảng từ 30 đến 70% theo diện tích và lượng austenit của kim loại hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt khi hàn tương ứng nằm trong khoảng từ 15 đến 70% theo diện tích,

điện thế ăn mòn điểm theo phương pháp A của JIS G0577 được đo ở nhiệt độ 50°C của mẫu thử ăn mòn điểm bao gồm vùng hàn và kim loại gốc thép không gỉ kép là 0,30V so với SSE hoặc lớn hơn:

$$\text{PREN} = \text{Cr} + 3,3\text{Mo} + 16\text{N} \dots (1)$$

trong đó, các ký hiệu của các nguyên tố trong công thức (1) chỉ các hàm lượng của các nguyên tố tương ứng (% khối lượng). Trong trường hợp không chứa, 0 được nhập thay thế.

(2) Kết cấu hàn theo (1) trong đó:

các thành phần của kim loại gốc thép không gỉ kép thỏa mãn công thức (2) và lượng N của kim loại gốc thép không gỉ kép và kim loại hàn thỏa mãn công thức (3) và,

hơn nữa, nếu kim loại gốc thép không gỉ kép chứa Nb, nhiệt độ kết tủa crôm nitrua TN của kim loại gốc thép không gỉ kép là 1010°C hoặc nhỏ hơn trong khi nếu kim loại gốc thép không gỉ kép không chứa Nb, thì nhiệt độ kết tủa crôm nitrua TN của kim loại gốc thép không gỉ kép là nhỏ hơn hoặc bằng 980 °C:

$$T_{\alpha} = 1455 - 13,6\text{Cr} + 22,7\text{Ni} - 11,2\text{Mo} + 2,1\text{Mn} + 781,8\text{N} \geq 1330 \dots (2)$$

$$\text{N} \geq (0,08\text{Cr} + 0,08\text{Mo} - 0,06\text{Ni} - 1,21) / 0,6 \times 0,15 \dots (3)$$

trong đó, các ký hiệu của các nguyên tố trong các công thức (2) và (3) chỉ các hàm lượng của các nguyên tố tương ứng (% khối lượng). Trong trường hợp không chứa, 0 được nhập thay thế.

(3) Kết cấu hàn theo (2) trong đó nhiệt độ kết tủa crôm nitrua TN thu được bằng công thức tính toán (4) hoặc (5) sau đây:

$8\text{Cr} - 20\text{Ni} + 30\text{Mo} + 50\text{Si} - 10\text{Mn} + 550\text{N} + 730$ (trong trường hợp kim loại gốc thép không gỉ kép chứa Nb) ... (4)

$8\text{Cr} - 20\text{Ni} + 30\text{Mo} + 50\text{Si} - 10\text{Mn} + 550\text{N} + 700$ (trong trường hợp kim loại gốc thép không gỉ kép không chứa Nb) ... (5)

trong đó, các ký hiệu của các nguyên tố trong các công thức (4) và (5) chỉ các hàm lượng của các nguyên tố tương ứng (% khối lượng). Trong trường hợp không chứa, 0 được nhập thay thế.

(4) Kết cấu hàn theo theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (3) trong đó ít nhất một kim loại gốc thép không gỉ kép và kim loại hàn còn chứa một hoặc nhiều nguyên tố:

Nb: nằm trong khoảng từ 0,005 đến 0,150%,

Ti: nằm trong khoảng từ 0,003 đến 0,020%,

Ta: nằm trong khoảng từ 0,005 đến 0,200%,

Zr: nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,050%,

Hf: nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,080%,

Sn: nằm trong khoảng từ 0,005 đến 0,100%,

W: nằm trong khoảng từ 0,01 đến 1,00%,

Co: nằm trong khoảng từ 0,01 đến 1,00%,

Cu: nằm trong khoảng từ 0,01 đến 3,00%,

V: nằm trong khoảng từ 0,010 đến 0,300%,

B: nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 0,0050%,

Ca: nằm trong khoảng từ 0,0005 đến 0,0050%,

Mg: nằm trong khoảng từ 0,0005 đến 0,0050%, và

REM: nằm trong khoảng từ 0,005 đến 0,050%.

(5) Phương pháp sản xuất kết cấu hàn theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (4) bao gồm bước cán nóng vật liệu dùng cho bước cán nóng mà có thành phần của kim loại gốc thép không gỉ kép sao cho tỷ lệ giảm mà được thể hiện trong công thức (6) sau là lớn hơn hoặc bằng 3,0 và để tỷ lệ giảm tại nhiệt độ 1050°C hoặc nhỏ hơn mà được thể hiện trong công thức (7) sau là lớn hơn hoặc bằng 30% và bước xử lý nhiệt vật liệu tại nhiệt độ $T_N+20^{\circ}\text{C}$ hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 1100°C trong thời gian lâu hơn hoặc 5 phút để sản xuất kim loại gốc thép không gỉ kép:

Độ dày vật liệu cho bước cán nóng/Độ dày của kim loại gốc thép không gỉ kép
... (6)

(Độ dày khi đạt đến nhiệt độ nhỏ hơn hoặc bằng 1050°C - độ dày của kim loại gốc thép không gỉ kép)/Độ dày khi đạt đến nhiệt độ nhỏ hơn hoặc bằng $1050^{\circ}\text{C} \times 100\ldots$ (7)

(6) Phương pháp sản xuất kết cấu hàn theo (5) trong đó kim loại hàn được tạo ra bằng cách sử dụng hàn hồ quang bằng lá chắn khí hoặc hàn hồ quang vonfram bằng cách sử dụng que hàn và được tạo ra dưới các điều kiện hàn của lượng đầu vào nhiệt hàn Q được xác định bởi công thức (8) sau là lớn hơn hoặc bằng 5.000J/cm và nhỏ hơn hoặc bằng 50.000J/cm và tỷ lệ pha loãng kim loại gốc D được xác định bởi công thức (9) sau nhỏ hơn hoặc bằng 50%:

$$Q = [\text{Dòng điện hàn (A)}] \times [\text{Điện thế hàn (V)}] \div [\text{Tốc độ hàn (cm/giây)}] \ldots (8)$$

$$D = [\text{Diện tích nóng chảy của kim loại gốc thép không gỉ kép}] / [\text{Tổng diện tích kim loại hàn}] \times 100 \ldots (9)$$

Hiệu quả đạt được bởi sáng chế

Kết cấu hàn mà thu được theo sáng chế có đủ khả năng chống ăn mòn lớn hơn hoặc bằng SUS316L trong môi trường nước lợ như cống gần cửa sông và còn tạo điều kiện làm giảm trọng lượng do độ bền cao hơn, vì vậy có thể góp phần làm giảm chi phí chính và hiệu quả cao hơn. Đóng góp cho ngành công nghiệp và môi trường là vô cùng lớn.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

FIG.1 là hình vẽ mặt cắt ngang được phóng to cục bộ của phần mối hàn của các kết cấu hàn số 51 đến 88.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các thành phần của kim loại gốc thép không gỉ kép

Sau đây, đầu tiên, các lý do để giới hạn thành phần và cấu trúc vi mô của kim loại gốc thép không gỉ kép mà tạo thành kết cấu hàn của sáng chế sẽ được giải thích. Lưu ý rằng trong bản mô tả này, trừ khi có chỉ dẫn khác, thì % liên quan đến các thành phần sẽ biểu thị % khối lượng.

Các nguyên tố thiết yếu

C được giới hạn ở hàm lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,050% để đảm bảo khả năng chống ăn mòn của thép không gỉ. Nếu được đưa vào với lượng vượt quá 0,050%, thì tại thời điểm cán nóng, Cr cacbua được hình thành và khả năng chống ăn mòn và độ dai giảm. Tốt hơn, hàm lượng nguyên tố này là nhỏ hơn hoặc bằng 0,030%. Tốt hơn nữa là, hàm lượng nguyên tố này nhỏ hơn hoặc bằng 0,025%.

Mặt khác, xét về chi phí làm giảm lượng C của thép không gỉ, thì 0,001% được lấy làm giới hạn dưới.

Si được tạo ra để được chứa lớn hơn hoặc bằng 0,05% để khử oxi hóa. Tốt hơn, hàm lượng nguyên tố này là lớn hơn hoặc bằng 0,10%. Tốt hơn nữa là, có thể được tạo ra với lượng lớn hơn hoặc bằng 0,20%.

Mặt khác, nếu được đưa vào với lượng vượt quá 0,80%, thì độ dai giảm. Vì lý do này, nó được tạo ra với hàm lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,80%. Tốt hơn, hàm lượng Si được tạo ra nhỏ hơn hoặc bằng 0,50%, tốt hơn nữa là, hàm lượng Si được tạo ra nhỏ hơn hoặc bằng 0,40%.

Mn có tác dụng làm cho các pha austenit tăng lên và cải thiện độ dai. Hơn nữa, nó có tác dụng làm cho nhiệt độ kết tủa nitrua TN giảm. Để độ dai của kim loại gốc và vùng hàn, lớn hơn hoặc bằng 0,10% chất này cần được chứa. Tốt hơn, hàm lượng được tạo ra là lớn hơn hoặc bằng 0,30%, tốt hơn nữa là, hàm lượng được tạo ra là lớn hơn hoặc bằng 0,50%.

Mặt khác, Mn là nguyên tố làm giảm khả năng chống ăn mòn của thép không gỉ, vì vậy Mn có thể được tạo ra với hàm lượng nhỏ hơn hoặc bằng 2,00%. Tốt hơn, hàm lượng nguyên tố này được tạo ra là nhỏ hơn hoặc bằng 1,80%, tốt hơn nữa là, hàm lượng được tạo ra nhỏ hơn hoặc bằng 1,50%.

Cr cần được chứa với lượng lớn hơn hoặc bằng 21,50% để đảm bảo khả năng chống ăn mòn cơ bản của thép theo sáng chế. Tốt hơn, hàm lượng được tạo ra là lớn hơn hoặc bằng 22,00%, tốt hơn nữa là, hàm lượng Cr được tạo ra là lớn hơn hoặc bằng 23,00%.

Mặt khác, nếu làm cho Cr được chứa vượt quá 26,00%, thì phần pha ferit tăng và độ dai và khả năng chống ăn mòn của vùng hàn bị giảm. Vì lý do này, hàm lượng của Cr được tạo ra nhỏ hơn hoặc bằng 26,00%. Tốt hơn, hàm lượng Cr được tạo ra nhỏ

hơn hoặc bằng 25,00%, tốt hơn nữa là, hàm lượng Cr được tạo ra nhỏ hơn hoặc bằng 24,50%.

Ni cần được chứa với lượng lớn hơn hoặc bằng 3,00% để ổn định cấu trúc vi mô của austenit và cải thiện khả năng chống ăn mòn chống lại các axit khác nhau và còn cải thiện độ dai. Bằng cách tăng hàm lượng của Ni, có thể làm giảm nhiệt độ kết tủa nitrua. Tốt hơn, hàm lượng được tạo ra là lớn hơn hoặc bằng 4,00%, tốt hơn nữa là, hàm lượng được tạo ra là lớn hơn hoặc bằng 5,00%.

Mặt khác, Ni là nguyên tố hợp kim đắt tiền. Trong sáng chế, thép mà bao gồm thép không gỉ kép tinh gọn, Ni được giới hạn ở hàm lượng nhỏ hơn hoặc bằng 7% xét về mặt chi phí. Tốt hơn, hàm lượng Ni được tạo ra nhỏ hơn hoặc bằng 6,5%, tốt hơn nữa là, hàm lượng được tạo ra nhỏ hơn hoặc bằng 6,00%.

Mo là nguyên tố cực hiệu quả để nâng cao khả năng chống ăn mòn của thép không gỉ. Để truyền khả năng chống ăn mòn là SUS316 hoặc lớn hơn, một hàm lượng lớn hơn hoặc bằng 0,50% chất này cần được chứa. Tốt hơn, hàm lượng Mo được tạo ra là 0,80% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là, hàm lượng Mo được tạo ra là 1,00% hoặc lớn hơn.

Mặt khác, Mo có chi phí cao và là nguyên tố thúc đẩy sự kết tủa của các hợp chất liên kim loại. Thép theo sáng chế, xét về việc ngăn ngừa sự kết tủa tại thời điểm cán nóng và xét về mặt kinh tế, thì hàm lượng của Mo tốt hơn là nhỏ nhất có thể, vì vậy nó được tạo ra với hàm lượng 2,50% hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn, hàm lượng được tạo ra nhỏ hơn 2,00%, tốt hơn nữa là, hàm lượng được tạo ra nhỏ hơn hoặc bằng 1,80%, vẫn tốt hơn nữa là hàm lượng được tạo ra nhỏ hơn hoặc bằng 1,50%.

N là nguyên tố mà tạo ra dung dịch rắn trong các pha austenit và có tác dụng nâng cao độ bền và khả năng chống ăn mòn của thép không gỉ kép, vì vậy hàm lượng 0,100% hoặc lớn hơn chất này cần được chứa. Tốt hơn, hàm lượng được tạo ra là 0,120% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là, hàm lượng được tạo ra là 0,150% hoặc lớn hơn.

Mặt khác, giới hạn dung dịch rắn trở nên cao hơn phù hợp với hàm lượng của Cr, nhưng thép theo sáng chế, nếu vượt quá 0,250% chất này được chứa, thì các Cr nitrua kết tủa và độ dai và khả năng chống ăn mòn bị giảm. Vì lý do này, hàm lượng của N được tạo ra là 0,250% hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn, hàm lượng N được tạo ra là

0,230% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là, hàm lượng N được tạo ra là 0,200% hoặc nhỏ hơn.

Al là nguyên tố quan trọng để khử oxy hóa thép. Hơn nữa, chất này cần được chứa cùng với Ca và Mg để kiểm soát thành phần các tạp chất trong thép theo sáng chế. Al có thể được tạo ra để được chứa cùng với Si nhằm làm giảm oxy trong thép. Al cần được chứa với lượng 0,003% hoặc lớn hơn để kiểm soát thành phần các tạp chất và nâng cao khả năng chống ăn mòn điểm. Tốt hơn, hàm lượng nguyên tố này là 0,005% hoặc lớn hơn.

Mặt khác, Al là nguyên tố có ái lực tương đối lớn với N. Nếu bổ sung quá mức, các nitrua của Al được hình thành và độ dai của thép không bị ức chế. Mức độ bổ sung phụ thuộc vào hàm lượng của N, nhưng nếu Al vượt quá 0,050%, sự sụt giảm về độ dai trở nên đáng kể, vì vậy hàm lượng Al được tạo ra là nhỏ hơn hoặc bằng 0,050%. Tốt hơn, hàm lượng được tạo ra là 0,040% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là, hàm lượng được tạo ra là 0,030% hoặc nhỏ hơn.

Các chất còn lại

Trong thành phần hóa học của kim loại gốc thép không gỉ kép mà tạo ra kết cấu hàn theo sáng chế, các chất còn lại bao gồm Fe và các tạp chất. Ở đây, “các tạp chất” có nghĩa là những tạp chất xâm nhập từ nguyên liệu thô quặng, phế liệu, hoặc môi trường sản xuất, v.v. khi sản xuất công nghiệp kim loại gốc thép và được cho phép trong phạm vi không có ảnh hưởng bất lợi đến thép. Về các tạp chất chính, P, S, và O có thể được đề cập, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở những tạp chất này. Các nguyên tố khác cũng có thể được chứa dưới dạng các tạp chất.

O (oxi) là tạp chất. Nó cũng là nguyên tố làm giảm khả năng gia công nóng, độ dai, và khả năng chống ăn mòn của thép không gỉ, vì vậy hàm lượng nguyên tố này là tốt hơn được tạo ít nhất có thể. Vì lý do này, hàm lượng của O được giới hạn ở 0,006% hoặc nhỏ hơn. Hơn nữa, để làm giảm đáng kể oxi, cần chi phí cực kỳ lớn trong quá trình tinh chế, vì vậy nếu xét về mặt kinh tế, lượng oxi có thể là 0,001% hoặc lớn hơn.

P là nguyên tố đi vào từ nguyên liệu thô không thể tránh khỏi. Nó làm giảm khả năng gia công nóng và độ dai, vì vậy hàm lượng tốt hơn là nhỏ nhất có thể. Hàm lượng nguyên tố này được giới hạn nhỏ hơn hoặc bằng 0,050%. Tốt hơn, hàm lượng được tạo ra là 0,040% hoặc nhỏ hơn. Để làm giảm P xuống lượng cực kỳ thấp, chi phí tại thời

điểm tinh chế trở nên cao. Vì lý do này, từ sự cân bằng với chi phí, giới hạn dưới của lượng P có thể được tạo ra là 0,010%.

S là nguyên tố đi vào từ nguyên liệu thô không thể tránh khỏi. Nó làm giảm khả năng gia công nóng và độ dai và khả năng chống ăn mòn, vì vậy hàm lượng nguyên tố này tốt hơn là nhỏ nhất có thể. Giới hạn trên được tạo ra là 0,0050% hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn, hàm lượng được tạo ra là 0,0020% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là hàm lượng được tạo ra là 0,0010% hoặc nhỏ hơn. Để làm giảm S xuống lượng cực kỳ thấp, chi phí tại thời điểm tinh chế trở nên cao. Vì lý do này, từ sự cân bằng với chi phí, giới hạn dưới của lượng S có thể được tạo ra là 0,0001%.

$28,0 \leq \text{PREN}$: Lượng austenit nằm trong khoảng từ 30% diện tích hoặc lớn hơn đến 70% diện tích hoặc nhỏ hơn

Trong môi trường nước tự nhiên như nước ngọt sông ngòi, nước lợ, v.v., thế tự nhiên của thép không gỉ kép trở nên cao hơn do hoạt động của vi sinh vật. Trong môi trường có thể tự nhiên cao, ngay cả khi nồng độ của Cr giảm nhẹ cũng có ảnh hưởng lớn đến khả năng chống ăn mòn. Vì lý do này, trong môi trường mà trong đó thép theo sáng chế được áp dụng, nếu thép không gỉ kép được hàn và các Cr nitrua kết tủa, thì các lớp được làm nghèo Cr xung quanh các Cr nitrua sẽ trở thành điểm khởi đầu của sự rỗ mòn.

Nói chung, trong thép không gỉ kép, lượng Austenit tốt hơn là gần bằng với lượng ferrit. Nếu Ferrit quá nhiều, độ dai giảm và sự kết tủa của các Cr nitrua dễ xuất hiện hơn. Mặt khác, nếu austenit quá nhiều, các vết nứt ăn mòn do ứng suất và nứt mép trong bước cán nóng dễ dàng xảy ra. Hơn nữa, trong mỗi trường hợp, sự khác biệt trong các thành phần giữa các pha ferrit và các pha austenit trở nên nghiêm trọng hơn và khả năng chống ăn mòn giảm ở một trong các pha. Trong sáng chế, giới hạn dưới của lượng Austenit, mà trong đó vấn đề kỹ thuật nêu trên hầu như không phát sinh trong hệ thống các thành phần của sáng chế, được tạo ra là 30% diện tích và giới hạn trên được tạo ra là 70% diện tích.

Hơn nữa, trong trường hợp thép không gỉ kép, xét về sự sụt giảm về khả năng chống ăn mòn của vùng ảnh hưởng nhiệt khi hàn, nếu nhằm mục đích chống ăn mòn tương đương, tốt hơn là đảm bảo PREN cao hơn một chút so với thép không gỉ austenit. Kết quả của các thử nghiệm là, nếu PREN được xác định theo công thức (1)

sau đây, chỉ số về khả năng chống ăn mòn điểm, trở nên nhỏ hơn 28,0, ngay cả khi lượng Austenit của kim loại gốc thép không gỉ kép nằm trong khoảng từ 30,0 đến 70,0% diện tích, kết quả này thích hợp với khả năng chống ăn mòn dưới SUS316L trong vùng ảnh hưởng nhiệt khi hàn trong môi trường nước lợ:

$$PREN = Cr + 3,3Mo + 16N \dots (1)$$

trong đó, các ký hiệu của các nguyên tố trong công thức (1) chỉ các hàm lượng của các nguyên tố tương ứng (% khối lượng). Trong trường hợp không chứa, 0 được nhập thay thế.

Để ngăn ngừa sự xuất hiện vết rỗ trên kim loại hàn trong nước lợ hoặc các môi trường khác, kim loại gốc thép không gỉ kép dùng cho kết cấu hàn theo sáng chế được tạo ra với lượng austenit nằm trong khoảng từ 30,0 đến 70,0% diện tích và giá trị PREN mà được xác định theo công thức (1) là lớn hơn hoặc bằng 28,0. Giới hạn dưới tốt hơn của giá trị PREN của kim loại gốc thép không gỉ kép là 30,0.

Tuy nhiên, nếu làm cho các hàm lượng của Cr và Mo quá lớn để nâng cao PREN của kim loại gốc thép không gỉ kép, thì giá thành hợp kim này sẽ tăng lên, trong khi nếu làm cho hàm lượng của N quá lớn, thì các Cr nitrua kết tủa và độ dai và khả năng chống ăn mòn bị giảm. Vì lý do này, trong sáng chế, giá trị PREN của thép không gỉ kép tốt hơn là 35,0 hoặc nhỏ hơn. Hơn nữa, giới hạn dưới thích hợp của lượng Austenit của kim loại gốc thép không gỉ kép là 40,0% diện tích. Giới hạn trên thích hợp là 60,0% diện tích.

Lượng Austenit trong sáng chế được tìm thấy trong trường hợp kim loại gốc thép không gỉ kép bằng cách lấy một mặt cắt song song với hướng cán của tấm thép khổ dày từ một vị trí tương ứng với t/4 của tấm thép kim loại gốc ("t" là độ dày tấm), phủ nó trong nhựa và đánh bóng thành một lớp tráng gương, khắc nó bằng điện phân trong dung dịch nước KOH, sau đó phân tích hình ảnh bằng cách quan sát dưới kính hiển vi quang học để đo tỷ lệ ferit (% diện tích) và xác định phần còn lại là lượng Austenit.

Hơn nữa, lượng Austenit của kim loại hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt khi hàn được tìm thấy bằng cách lấy mẫu thử chứa vùng hàn (kim loại hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt khi hàn) và kim loại gốc về cơ bản giống nhau, đánh bóng mặt cắt ngang theo hướng cán của kim loại gốc thép không gỉ kép thành bóng như gương, sau đó bằng

cách sử dụng các kỹ thuật tương tự như trường hợp của kim loại gốc thép không gỉ kép để khắc, kiểm tra bằng kính hiển vi quang học, và phân tích hình ảnh của nó theo đó xác định lượng austenit của các vi cấu trúc kim loại của kim loại hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt khi hàn.

Các thành phần của kim loại hàn

Tiếp theo, lý do để giới hạn thành phần hóa học của kim loại hàn mà được sử dụng cho kết cấu hàn trong sáng chế sẽ được giải thích dưới đây. Lưu ý rằng, “%” được hiển thị bên dưới có nghĩa là “% khối lượng” trừ khi được giải thích khác.

Các hàm lượng của các thành phần của kim loại hàn mà được giải thích bên dưới có thể được điều chỉnh đến các phạm vi định trước bằng cách sử dụng dây hàn đặc hoặc dây hàn lõi trợ dung và điều chỉnh các thành phần của dây hàn mà xem xét sự pha loãng của các thành phần của kim loại gốc thép không gỉ kép trong kim loại hàn.

Các nguyên tố thiết yếu

C có hại cho khả năng chống ăn mòn, nhưng sự bao gồm ở một mức độ nhất định là thích hợp hơn xét về độ bền, vì vậy hàm lượng của C là 0,001% hoặc lớn hơn. Hơn nữa, với hàm lượng vượt quá 0,060%, ở trạng thái hàn và nếu được gia nhiệt lại, C liên kết với Cr để kết tủa dưới dạng Cr cacbua dẫn đến khả năng chống ăn mòn giữa các hạt và khả năng chống ăn mòn điểm bị sụt giảm đáng kể và độ dai và độ dẻo của kim loại hàn giảm đáng kể, vì vậy hàm lượng nguyên tố này được giới hạn nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,060%.

Si được thêm vào như một nguyên tố khử oxy, nhưng với lượng nhỏ hơn 0,05%, thì hiệu quả là không đủ. Mặt khác, nếu được bổ sung với hàm lượng vượt quá 0,80%, thì độ dẻo giảm và kéo theo đó là độ dai giảm mạnh. Ngoài ra, độ thấm thấu tại thời điểm hàn cũng bị giảm và trở thành một vấn đề thực tế trong hàn. Do đó, hàm lượng nguyên tố này được giới hạn nằm trong khoảng từ 0,05 đến 0,80%.

Mn được thêm vào như một nguyên tố khử oxy và là nguyên tố làm cho độ tan của N tăng, nhưng nếu với hàm lượng nhỏ hơn 0,10%, thì hiệu quả là không đủ. Mặt khác, nếu nguyên tố này được chứa quá 3,00%, thì độ dẻo giảm, vì vậy giới hạn dưới của hàm lượng được tạo ra là 0,10 và giới hạn trên được tạo ra là 3,00%. Hàm lượng của Mn có thể được tạo ra tốt hơn là 2,00% hoặc nhỏ hơn.

Là một thành phần chính của thép không gỉ, Cr tạo ra lớp thụ động hóa và góp phần cải thiện khả năng chống ăn mòn. Để thu được khả năng chống ăn mòn tuyệt vời trong môi trường nước lợ, hàm lượng lớn hơn hoặc bằng 21,50% của chất này cần được chứa. Mặt khác, hàm lượng Cr càng lớn, thì khả năng chống ăn mòn điểm trong môi trường nước lợ càng được cải thiện, nhưng pha xích ma (pha σ) và các hợp chất liên kim loại giòn khác dễ kết tủa, nên độ dai giảm. Hơn nữa, Cr là nguyên tố tạo ferit, vì vậy để an toàn cho pha austenit, cần làm cho lượng Ni, Cu, và N tăng. Khả năng sản xuất dây hàn mà được sử dụng để hàn giảm và chi phí sản xuất trở nên cao, vì vậy giới hạn trên của hàm lượng nguyên tố này được tạo ra là 28,00%. Tốt hơn, hàm lượng được tạo ra là 26,00% hoặc nhỏ hơn.

Ni tạo ra khả năng chống ăn mòn đáng kể trong môi trường clorua trung tính và tăng cường màng thụ động, vì vậy hàm lượng của Ni càng lớn, khả năng chống ăn mòn càng hiệu quả. Hơn nữa, Ni là nguyên tố hình thành austenit và hình thành và ổn định các pha austenit. Như được giải thích nêu trên, kim loại hàn tốt hơn được tăng lượng Ni một cách thích hợp xét về tốc độ làm mát đặc biệt nhanh và thời gian khi mà các pha austenit có thể tái kết tủa bị hạn chế, do đó cần phải xem xét sự sụt giảm cục bộ của các thành phần, và hơn nữa là đảm bảo độ dai. Trong sáng chế, để đảm bảo đủ sự hình thành austenit trong kim loại hàn, xét về sự cân bằng pha trong trường hợp kim loại hàn gồm nguyên tố tạo ferit Cr nằm trong khoảng từ 21,50 đến 28,00%, tốt hơn là tăng hàm lượng của Ni vượt quá hàm lượng của kim loại gốc. Trong kim loại hàn, giới hạn dưới được tạo ra là 4,00% và giới hạn trên được tạo ra 10,00%. Lưu ý rằng, lý do để đưa ra giới hạn trên của hàm lượng của Ni 10,00% là do chi phí sản xuất của dây hàn mà được sử dụng để hàn trở nên cao. Tốt hơn, hàm lượng Ni được tạo ra là 6,00% hoặc lớn hơn.

Mo là nguyên tố cực kỳ hiệu quả để ổn định màng thụ động và thu được khả năng chống ăn mòn cao. Cụ thể, việc cải thiện sự ăn mòn điểm trong môi trường clorua là đáng kể. Hơn nữa, liên quan đến kim loại hàn, ngoài những điều nêu trên, cần phải xem xét sự sụt giảm cục bộ về khả năng chống ăn mòn do sự phân tách của các thành phần. Từ kết quả của các thử nghiệm, có thể nhận thấy rằng với lượng nhỏ hơn 1,00%, hiệu quả cải thiện khả năng chống ăn mòn là không đủ. Hơn nữa, để bù đắp cho sự sụt giảm austenit trong kim loại hàn, tốt hơn là tăng hàm lượng của Mo trong kim loại hàn vượt quá hàm lượng của kim loại gốc.

Tuy nhiên, nếu hàm lượng nguyên tố này vượt quá 3,50%, các pha xích ma và các hợp chất liên kim loại giòn khác được hình thành và độ dai của kim loại hàn giảm, vì vậy giới hạn dưới được tạo ra là 1,00 và giới hạn trên được tạo ra là 3,50%. Tốt hơn, hàm lượng được tạo ra là 2,00% hoặc lớn hơn và 3,00% hoặc nhỏ hơn.

N là nguyên tố tạo austenit mạnh và cải thiện khả năng chống ăn mòn điểm trong môi trường clorua. Nó cải thiện khả năng chống ăn mòn điểm và khả năng chống ăn mòn thành kẽ ở hàm lượng 0,080% hoặc lớn hơn. Hàm lượng N càng lớn, thì hiệu quả càng cao. Mặt khác, nếu việc tăng hàm lượng của N, cụ thể, nếu vượt quá 0,250%, các chỗ rỗ dễ hình thành trong quá trình hàn. Do đó, giới hạn dưới của hàm lượng của N được tạo ra là 0,080%, và giới hạn trên được tạo ra là 0,250%. Tốt hơn, hàm lượng N được tạo ra là 0,100% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn.

Al được thêm vào như một nguyên tố khử oxy và được thêm vào như một nguyên tố mà để cải thiện hiện tượng dịch chuyển nhỏ giọt, nhưng với lượng nhỏ hơn 0,001%, hiệu quả này không đủ. Mặt khác, việc bổ sung quá nhiều Al sẽ gây ra phản ứng với N tạo thành AlN và làm giảm độ dai. Mức độ phụ thuộc vào hàm lượng của N cũng không đáng kể, nhưng nếu Al vượt quá 0,100%, sự sụt giảm về độ dai trở nên đáng kể, vì vậy giới hạn dưới của nó được tạo ra với hàm lượng 0,001% và giới hạn trên được tạo ra là 0,100%.

Các chất còn lại

Trong các thành phần hóa học của kim loại hàn mà được hình thành ở kết cấu hàn của sáng chế, thì các chất còn lại được chứa bao gồm Fe và các tạp chất. Ở đây, “các tạp chất” có nghĩa là những tạp chất xâm nhập từ nguyên liệu thô quặng, phế liệu, hoặc môi trường sản xuất, v.v, khi sản xuất công nghiệp kim loại gốc thép và được cho phép trong phạm vi không có ảnh hưởng bất lợi đến thép. Về các tạp chất chính, P, S, và O có thể được đề cập, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở những tạp chất này. Các nguyên tố khác cũng có thể được chứa dưới dạng các tạp chất.

O, P, và S là các thành phần tạp chất trong kim loại hàn và có giới hạn thấp vì những lý do sau.

O tạo thành oxit. Việc thêm vào quá nhiều làm cho độ dai giảm đi đáng kể, vì vậy giới hạn trên của hàm lượng O được tạo ra là 0,150%.

P, nếu có mặt với một lượng lớn, sẽ làm cho khả năng chống nứt môi hàn ở nhiệt độ cao tại thời điểm hóa rắn và độ dai giảm, vì vậy hàm lượng của nguyên tố này càng ít càng tốt. Giới hạn trên của hàm lượng nguyên tố này được tạo ra là 0,050%.

S nếu cũng có mặt với một lượng lớn, sẽ làm cho khả năng chống nứt ở nhiệt độ cao, độ dẻo, và khả năng chống ăn mòn giảm, vì vậy hàm lượng của nguyên tố này càng ít càng tốt. 0,0200% được đưa ra làm giới hạn trên.

$PREN \geq 30,0$: Lượng austenit là 15% diện tích hoặc lớn hơn và 70% diện tích hoặc nhỏ hơn

Trong môi trường nước tự nhiên như nước ngọt sông ngòi, nước lợ, v.v., thế tự nhiên của thép không gỉ kép trở nên cao hơn do hoạt động của vi sinh vật. Trong môi trường có thế tự nhiên cao, ngay cả khi nồng độ của Cr giảm nhẹ cũng có ảnh hưởng lớn đến khả năng chống ăn mòn. Vì lý do này, trong môi trường trong đó thép theo sáng chế được áp dụng, nếu thép không gỉ kép được hàn và các Cr nitrua kết tủa, thì các lớp được làm nghèo Cr bao quanh các Cr nitrua sẽ trở thành điểm khởi đầu của sự rỗ mòn. Các tác giả sáng chế đã làm rõ rằng lượng austenit của vùng hàn của thép không gỉ kép của kết cấu hàn trở nên nhỏ hơn 15% diện tích và vượt quá 70% diện tích, thì khả năng chống ăn mòn trở nên nhỏ hơn so với SUS316L.

Tương tự như kim loại gốc, trong kim loại hàn cũng vậy, lượng Austenit tốt hơn là gần bằng lượng ferit. Tuy nhiên, trong vùng ảnh hưởng nhiệt khi hàn và kim loại hàn, lượng pha austenit mà được tạo ra có xu hướng trở nên nhỏ hơn. Các thành phần này được cải thiện bởi các dây thép hàn và các que hàn khác để làm tăng các pha austenit nhiều nhất có thể và, đối với kim loại hàn, giữ lượng Austenit không giảm nhiều hơn vùng ảnh hưởng nhiệt khi hàn. Trên hết là, lượng Austenit không gây ra vấn đề giảm khả năng chống ăn mòn so với SUS316L được quy định nằm trong khoảng từ 15% diện tích hoặc lớn hơn đến 70% diện tích hoặc nhỏ hơn.

Hơn nữa, liên quan đến chỉ số PREN về khả năng chống ăn mòn điểm, nếu PREN của kim loại hàn trở nên nhỏ hơn 30,0, thì ngay cả khi lượng Austenit của kim loại hàn nằm trong khoảng từ 15% diện tích hoặc lớn hơn và 70% diện tích hoặc nhỏ hơn, sự phân tách của các thành phần sẽ làm cho khả năng chống ăn mòn giảm cục bộ và thấp hơn khả năng chống ăn mòn của SUS316L ở kim loại hàn trong môi trường nước lợ.

Vì lý do này, ở kim loại hàn, lượng Austenit được tạo ra là 15% diện tích hoặc lớn hơn và 70% diện tích hoặc nhỏ hơn, và PREN của kim loại hàn được tạo ra là 30,0 hoặc lớn hơn. Giới hạn dưới thích hợp của lượng Austenit của kim loại hàn là 18,0% diện tích và giới hạn dưới thích hợp hơn là 20,0% diện tích. Giới hạn trên thích hợp hơn của lượng Austenit của kim loại hàn là 60,0% diện tích giới hạn trên thích hợp hơn nữa là 50,0% diện tích. Hơn nữa, giá trị PREN của kim loại hàn tốt hơn là cao hơn giá trị PREN của kim loại gốc thép không gỉ kép. Tuy nhiên, nếu làm cho các hàm lượng của Cr và Mo quá lớn làm tăng PREN của kim loại hàn, thì sẽ làm tăng chi phí sản xuất hợp kim, trong khi nếu làm cho hàm lượng của N quá lớn, thì các chỗ rỗ sẽ dễ hình thành trong quá trình hàn. Vì lý do này, trong sáng chế, giá trị PREN của kim loại hàn tốt hơn là 35,0 hoặc nhỏ hơn.

Hơn nữa, trong hàn hồ quang bằng lá chắn khí và hàn hồ quang vonfram, để đảm bảo khả năng chống ăn mòn của vùng hàn của kết cấu hàn theo sáng chế, thì trong vùng ảnh hưởng nhiệt khi hàn, theo cách tương tự như kim loại hàn, lượng austenit được tạo ra là 15% diện tích hoặc lớn hơn và 70% diện tích.

Các thành phần bổ sung tùy ý của kim loại gốc thép không gỉ kép và kim loại hàn

Hơn nữa, kim loại gốc thép không gỉ kép và kim loại hàn mà tạo ra kết cấu hàn theo sáng chế (sau đây, được gọi đơn giản là “kim loại gốc và kim loại hàn của kết cấu hàn của sáng chế”) có thể chứa một hoặc nhiều hơn các nguyên tố sau phù hợp với hàm lượng yêu cầu là 0% hoặc lớn hơn. Tất nhiên, mục đích của sáng chế có thể đạt được ngay cả khi không chứa bất kỳ nguyên tố nào trong số này.

Nb là một nguyên tố có ái lực mạnh với N và có tác dụng làm giảm thêm tốc độ kết tủa của các crôm nitrua. Vì lý do này, trong kim loại gốc và kim loại hàn của kết cấu hàn theo sáng chế, nguyên tố này có thể được chứa với hàm lượng 0,005% làm giới hạn dưới. Tốt hơn, hàm lượng được tạo ra là 0,010% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là, hàm lượng được tạo ra là 0,020% hoặc lớn hơn, vẫn tốt hơn nữa là hàm lượng được tạo ra là 0,030% hoặc lớn hơn.

Mặt khác, nếu Nb cần được chứa với lượng vượt quá 0,150%, các nitrua của Nb kết tủa với số lượng lớn và làm giảm độ dai, vì vậy hàm lượng nguyên tố này được định rõ là 0,150% hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn, hàm lượng được tạo ra là 0,090% hoặc nhỏ

hơn, tốt hơn nữa là hàm lượng được tạo ra là 0,070% hoặc nhỏ hơn, vẫn tốt hơn nữa là hàm lượng được tạo ra nhỏ hơn hoặc bằng 0,050%.

Lưu ý rằng, Nb là nguyên tố có chi phí sản xuất cao, nhưng bằng cách tận dụng hết sức Nb có trong phế liệu chất lượng thấp, có thể làm cho chi phí sản xuất của vật liệu nấu chảy thép không gỉ thấp hơn. Tốt hơn là sử dụng phương pháp như vậy để làm giảm chi phí nấu chảy thép chứa Nb.

Ti có ái lực cực kỳ mạnh với N và tạo thành các nitrua của Ti trong thép, vì vậy, nếu Ti cần được chứa, thì nên sử dụng một lượng cực nhỏ. Nếu được đưa vào với lượng vượt quá 0,020%, các nitrua của Ti làm cho độ dai bị giảm, vì vậy hàm lượng được tạo ra là 0,020% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn hàm lượng được tạo ra là 0,015% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là, hàm lượng được tạo ra là 0,010% hoặc nhỏ hơn. Nếu chứa Ti, để thu được hiệu quả như vậy, hàm lượng Ti là 0,003% hoặc lớn hơn có thể được chứa, tốt hơn hàm lượng được tạo ra là 0,005% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là, hàm lượng được tạo ra là 0,006% hoặc lớn hơn.

Ta là nguyên tố cải thiện khả năng chống ăn mòn bằng cách cải tạo các tạp chất và có thể được đưa vào tùy chọn. Hiệu quả này được thể hiện nhờ chứa 0,005% hoặc lớn hơn Ta, vì vậy giới hạn dưới của lượng Ta có thể được tạo ra là 0,005% hoặc lớn hơn. Nếu lượng Ta vượt quá 0,200%, sự sụt giảm về độ dẻo ở nhiệt độ thường hoặc sự sụt giảm về độ dai thu được, vì vậy giới hạn trên của lượng Ta tốt hơn là 0,200% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,100% hoặc nhỏ hơn. Nếu sử dụng một lượng nhỏ Ta để đạt được hiệu quả đó, lượng Ta tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,050%.

W cũng giống Mo, là nguyên tố cải thiện khả năng chống ăn mòn của thép không gỉ và có thể được chứa. Trong thép theo sáng chế, W được có thể được tạo ra để được chứa nhằm mục đích nâng cao khả năng chống ăn mòn. Tuy nhiên, nó là nguyên tố có chi phí sản xuất cao, vì vậy hàm lượng được tạo ra là 1,00% hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn, hàm lượng được tạo ra là 0,70% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là, hàm lượng được tạo ra là 0,50% hoặc nhỏ hơn. Nếu bổ sung thêm W, tốt hơn nó được chứa với hàm lượng là 0,05 hoặc lớn hơn. Nếu chứa W, hàm lượng của W có thể được tạo ra là 0,01% hoặc lớn hơn để thu được hiệu quả nêu trên. Tốt hơn, hàm lượng được tạo ra là lớn hơn hoặc bằng 0,05%, tốt hơn nữa là, hàm lượng được tạo ra lớn hơn hoặc bằng 0,10%.

V có ái lực với N và là nguyên tố có tác dụng làm giảm tốc độ kết tủa của các crôm nitrua. Vì lý do này, nguyên tố này được chứa. Tuy nhiên, nếu được đưa vào với lượng vượt quá 0,300%, các nitrua của V kết tủa với số lượng lớn và sẽ làm giảm độ dai, vì vậy hàm lượng của V có thể được tạo ra là 0,300% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn hàm lượng được tạo ra là 0,250% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là, hàm lượng được tạo ra là 0,200% hoặc nhỏ hơn. Nếu chứa V, hàm lượng của V có thể được tạo ra là 0,010% hoặc lớn hơn để thu được hiệu quả nêu trên. Tốt hơn, hàm lượng được tạo ra là 0,030% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là, hàm lượng được tạo ra là 0,080% hoặc lớn hơn.

Ca và Mg kiểm soát các thành phần tạp chất của thép theo sáng chế và được bổ sung vào để cải thiện khả năng chống ăn mòn điểm và khả năng gia công nóng của thép theo sáng chế. trong thép mà Ca và Mg được bổ sung, chúng được bổ sung vào với cùng hàm lượng là 0,0030% hoặc lớn hơn và 0,0500% hoặc nhỏ hơn của Al bằng cách sử dụng vật liệu nấu chảy. Ngoài ra, các hàm lượng này được điều chỉnh thông qua các hoạt động khử oxi và khử lưu huỳnh. Hàm lượng của Ca được kiểm soát ở 0,0005% hoặc lớn hơn, trong khi hàm lượng của Mg được kiểm soát ở 0,0001% hoặc lớn hơn. Tốt hơn, Ca có thể được tạo ra là 0,0010% hoặc lớn hơn và Mg có thể được tạo ra là 0,0003% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là, Ca có thể được tạo ra là 0,0015% hoặc lớn hơn và Mg có thể được tạo ra là 0,0005% hoặc lớn hơn.

Mặt khác, cả Ca và Mg đều làm giảm khả năng gia công nóng và độ dai nếu bổ sung quá mức, vì vậy Ca có thể được kiểm soát ở hàm lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,0050% và Mg nhỏ hơn hoặc bằng 0,0050%. Tốt hơn, Ca có thể được tạo ra là 0,0040% hoặc nhỏ hơn và Mg có thể được tạo ra là 0,0025% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là Ca có thể được tạo ra là 0,0035% hoặc nhỏ hơn và Mg có thể được tạo ra là 0,0020% hoặc nhỏ hơn.

Co là một nguyên tố có tác dụng nâng cao độ dai và khả năng chống ăn mòn của thép và có thể được chứa. Co là nguyên tố có chi phí sản xuất cao, vì vậy ngay cả khi được đưa vào với lượng vượt quá 1,00%, hiệu quả tương ứng với chi phí sản xuất không được thể hiện, vì vậy nguyên tố này được chứa với hàm lượng là 1,00% hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn, nguyên tố này được chứa với hàm lượng là 0,70% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là, nguyên tố này được chứa với hàm lượng là 0,50% hoặc nhỏ hơn. Nếu chứa Co, để thu được hiệu quả như vậy, hàm lượng của Co có thể được tạo ra là 0,01% hoặc

lớn hơn, tốt hơn hàm lượng được tạo ra là 0,03% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là, hàm lượng được tạo ra là lớn hơn hoặc bằng 0,10%.

Cu là nguyên tố làm tăng thêm khả năng chống ăn mòn của thép không gỉ đối với axit và có tác dụng cải thiện độ dai, vì vậy nguyên tố này được chứa. Nếu Cu cần được chứa với lượng lớn hơn 3,00%, Cu kết tủa vượt quá khả năng hòa tan chất rắn tại thời điểm làm mát sau bước cán nóng và sẽ gây ra tính giòn, vì vậy hàm lượng 3,00% hoặc nhỏ hơn có thể được chứa. Tốt hơn, nguyên tố này có thể được chứa với hàm lượng 1,70% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 1,50% có thể được chứa. Nếu chứa Cu thì hàm lượng nguyên tố này 0,01% hoặc lớn hơn, tốt hơn Cu với hàm lượng 0,33% hoặc lớn hơn có thể được chứa, tốt hơn nữa là 0,45% hoặc lớn hơn có thể được chứa.

B là nguyên tố cải thiện khả năng gia công nóng của thép và có thể được tạo ra để được chứa theo nhu cầu. Hơn nữa, nó là một nguyên tố có ái lực cực kỳ mạnh với N. Nếu được đưa vào với lượng lớn, các nitrua của B kết tủa và làm giảm độ dai. Vì lý do này, hàm lượng B được tạo ra là 0,0050% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn hàm lượng được tạo ra là 0,0040% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là, hàm lượng được tạo ra là 0,0030% hoặc nhỏ hơn. Nếu có chứa B, để thu được hiệu quả như vậy, hàm lượng của B có thể được tạo ra là 0,0001% hoặc lớn hơn. Tốt hơn, hàm lượng được tạo ra là 0,0005% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là, hàm lượng được tạo ra là 0,0014% hoặc lớn hơn.

REM là nguyên tố cải thiện khả năng gia công nóng của thép. Vì mục đích đó, hàm lượng 0,005% hoặc lớn hơn có thể được tạo ra để được chứa. Tốt hơn, hàm lượng nguyên tố này là 0,010% hoặc lớn hơn. Tốt hơn nữa là, REM có thể được chứa với hàm lượng là 0,020% hoặc lớn hơn. Mặt khác, nếu bổ sung quá nhiều sẽ làm giảm khả năng gia công nóng và độ dai, vì vậy REM nên được chứa với hàm lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,050%. Tốt hơn hàm lượng nguyên tố này là 0,040% hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn nữa là, hàm lượng được tạo ra là 0,030% hoặc nhỏ hơn.

Ở đây, “REM” là tổng hàm lượng của La, Ce, và các nguyên tố đất hiếm lanthanoid khác.

Zr, Hf, và Sn tách biệt ở các biên hạt để ngăn chặn quá trình thô hóa của cỡ hạt tinh thể tại thời điểm hàn. Hơn nữa, Zr và Hf là những nguyên tố có hiệu quả từ quá

khử để cải thiện khả năng gia công nóng hoặc độ sạch của thép và để cải thiện khả năng chống oxi hóa. Sn tập trung gần bề mặt để ức chế quá trình oxi hóa Cr.

Để thu được các hiệu quả này, hàm lượng Zr là 0,001% hoặc lớn hơn, Hf là 0,001% hoặc lớn hơn, và Sn là 0,005% hoặc lớn hơn có thể được chứa. Kết cấu hàn của sáng chế có thể còn chứa các bộ phận kim loại hàn gồm, thay vì nhóm các nguyên tố Ni, Cu, Mo, và W, ít nhất một loại nguyên tố trong nhóm các nguyên tố gồm Zr, Hf, và Sn ở các hàm lượng nêu trên.

Mặt khác, việc bổ sung quá nhiều các nguyên tố này sẽ thúc đẩy sự đứt gãy giữa các hạt do sự giảm độ bền giữa các hạt, vì vậy các hàm lượng này được đưa vào với Zr là nhỏ hơn hoặc bằng 0,050%, Hf là 0,080% hoặc nhỏ hơn, và Sn là 0,100% hoặc nhỏ hơn.

Nhiệt độ của Ferit đơn

Trong sáng chế, các thành phần của kim loại gốc thép không gỉ kép tốt hơn là thỏa mãn công thức (2) sau đây:

$$T_{\alpha} = 1455 - 13,6Cr + 22,7Ni - 11,2Mo + 2,1Mn + 781,8N \geq 1330 \dots (2)$$

T_{α} là công thức thành phần ước tính nhiệt độ mà tại đó austenit biến mất và trở thành pha ferit đơn khi gia nhiệt kim loại gốc thép không gỉ kép (sau đây, được gọi là “nhiệt độ của pha Ferit đơn”. Đơn vị là °C). Nếu nhiệt độ của pha Ferit đơn thấp, thì thép phơi nhiễm với vùng nhiệt độ của pha Ferit đơn trong một thời gian dài tại thời điểm hàn, quá trình thô hóa của các pha ferit được thúc đẩy, và độ dai của vùng ảnh hưởng nhiệt khi hàn giảm. Kết quả của các thử nghiệm, đã phát hiện ra rằng nếu T giảm xuống dưới 1320°C, thì độ dai của vùng ảnh hưởng nhiệt sẽ giảm đến mức cực độ, vì vậy tốt hơn nên để nhiệt độ là 1330°C hoặc lớn hơn. Tốt hơn nữa là, ở nhiệt độ 1340°C hoặc lớn hơn.

Công thức này được tìm thấy bằng cách sử dụng các phép tính cân bằng sử dụng phần mềm tính toán nhiệt động học “Thermo-Calc®” của Thermo-Calc Software và được hiệu chỉnh bằng các thí nghiệm.

Nhiệt độ kết tủa crôm nitrua và lượng N

Trong sáng chế, lượng N của kim loại gốc thép không gỉ kép và kim loại hàn tốt hơn thỏa mãn công thức (3) sau đây:

$$N \geq (0,08Cr + 0,08Mo - 0,06Ni - 1,21) / 0,6 \times 0,15 \dots (3)$$

trong đó, các ký hiệu của các nguyên tố trong công thức (3) chỉ các hàm lượng của các nguyên tố tương ứng (% khối lượng). Trong trường hợp không được chứa, 0 được nhập thay thế.

Công thức (3) là công thức ước tính lượng mà tạo thành các dung dịch rắn trong các pha austenit của vùng ảnh hưởng nhiệt khi hàn và kim loại hàn để hoạt động hiệu quả nhằm cải thiện độ bền và khả năng chống ăn mòn của thép không gỉ kép từ hàm lượng của các nguyên tố chính Cr, Ni, và Mo khi đưa ra các giới hạn dưới của lượng Austenit của vùng ảnh hưởng nhiệt khi hàn và kim loại hàn trong sáng chế tương ứng là 15%.

Có một lượng lớn các công thức thành phần để ước tính lượng austenit của thép không gỉ kép như, chẳng hạn, Ni-bal. mà được mô tả trong tài liệu sáng chế 1, v.v., nhưng tất cả đều ước tính lượng austenit của vật liệu thép mà đã được xử lý nhiệt bằng dung dịch. Trong trường hợp này, Cr và Mo được phân bố và tập trung tại các pha ferit trong khi Ni và N được phân bố và tập trung tại các pha austenit.

Trong trường hợp vùng ảnh hưởng nhiệt khi hàn và kim loại hàn, tại thời điểm gia nhiệt, các pha ferit đơn được hình thành một lần, sau đó các pha austenit được hình thành tại thời điểm làm mát. Từ kết quả của các thử nghiệm, có thể nhận thấy rằng khi vùng ảnh hưởng nhiệt khi hàn và kim loại hàn được làm mát, các pha austenit được hình thành bởi Cr, Ni, và Mo không tập trung nhiều ở các pha austenit và chỉ N tập trung tại các pha austenit. Hơn nữa, tại thời điểm làm mát, lượng N mà tập trung tại các pha austenit thay đổi thường do lượng Cr, Ni, và Mo. Có thể nhận thấy rằng nếu nguyên tố Ni hình thành austenit cao, thì lượng N trở nên nhỏ trong khi nếu Cr và Mo cao, thì lượng N của các pha austenit mà được tạo thành tăng. Từ phát hiện này, có thể kỳ vọng rằng nếu lượng tập trung của N nhỏ, có thể tạo ra lượng austenit lớn bởi một lượng nhỏ N bằng cách tăng lượng Ni mà được chứa trong vùng ảnh hưởng nhiệt khi hàn và kim loại hàn.

Các chất kết tủa chủ yếu ảnh hưởng đến chất lượng của kim loại gốc thép không gỉ kép mà tạo ra kết cấu hàn theo sáng chế là các crôm nitrua.

Các crôm nitrua là các chất kết tủa của Cr và N mà được liên kết với nhau. Trong thép không gỉ kép, CrN khối hoặc Cr₂N lục giác thường kết tủa bên trong các

hạt ferit hoặc tại các biên hạt ferit. Nếu các crôm nitrua này được hình thành, sự sụt giảm về các đặc tính va đập được gây ra và các lớp nghèo crôm mà được tạo ra cùng với sự kết tủa làm cho khả năng chống ăn mòn giảm.

Nhiệt độ kết tủa crôm nitrua TN đóng vai trò là chỉ số liên quan đến sự kết tủa của các crôm nitrua trong bước cán nóng là giá trị cụ thể được tìm thấy nhờ thực nghiệm bởi quy trình sau đây:

(1) Thép thử dày 10mm được cán nóng, sau đó được xử lý nhiệt một lần ở nhiệt độ 1050°C trong thời gian 20 phút, sau đó được ngâm ở nhiệt độ bất kỳ nằm trong khoảng từ 800 đến 1100°C trong thời gian 20 phút, sau đó làm mát bằng nước trong vòng 5 giây.

(2) Lớp bề mặt của thép thử được làm mát được đánh bóng bằng mặt giũa #500.

(3) 3g mẫu được lấy và được điện phân trong dung dịch không chứa nước ở nhiệt độ phòng (chứa 3% axit maleic và 1% tetrametyl amoni clorua, các chất còn lại là methanol) (hiệu điện thế không đổi 100 mV) để hòa tan chất nền.

(4) Bộ lọc có kích thước lỗ 0,2 μ m được sử dụng để lọc cặn (tức là, các chất kết tủa) và tách các chất kết tủa.

(5) ICP được sử dụng để phân tích thành phần hóa học của cặn và xác định hàm lượng của crôm mà được chứa trong cặn này (% khối lượng). Hàm lượng của crôm trong cặn được dùng làm chỉ số của lượng sự kết tủa của crôm nitrua.

(6) Nhiệt độ xử lý ngâm của bước (1) được thực hiện để thay đổi theo các cách khác nhau và nhiệt độ thấp nhất trong các nhiệt độ xử lý ngâm khi mà hàm lượng của crôm trong cặn là 0,03% hoặc nhỏ hơn được xác định là TN.

TN càng thấp thì phía nhiệt độ mà vùng nhiệt độ nơi các crôm nitrua kết tủa được giới hạn càng thấp, do đó tốc độ kết tủa và lượng kết tủa của crôm nitrua được triệt tiêu và khả năng chống ăn mòn của kim loại gốc thép không gỉ kép được duy trì.

Vì lý do này, kim loại gốc thép không gỉ kép mà tạo ra kết cấu hàn theo sáng chế tốt hơn là có nhiệt độ kết tủa crôm nitrua TN là 1010°C hoặc nhỏ hơn nếu chứa Nb và nhiệt độ kết tủa crôm nitrua TN là 980°C hoặc nhỏ hơn nếu không chứa Nb.

Nhiệt độ kết tủa crôm nitrua TN nêu trên có thể được ước tính bằng cách sử dụng công thức (4) hoặc công thức (5) sau đây:

$8\text{Cr}-20\text{Ni}+30\text{Mo}+50\text{Si}-10\text{Mn}+550\text{N}+730$ (trong trường hợp kim loại gốc thép không gỉ kép chứa Nb) ... (4)

$8\text{Cr}-20\text{Ni}+30\text{Mo}+50\text{Si}-10\text{Mn}+550\text{N}+700$ (trong trường hợp kim loại gốc thép không gỉ kép không chứa Nb) ... (5)

trong đó, các ký hiệu của các nguyên tố trong các công thức (4) và (5) chỉ các hàm lượng của các nguyên tố tương ứng (% khối lượng). Trong trường hợp không chứa, 0 được nhập thay thế.

Phương pháp sản xuất kết cấu hàn theo sáng chế

Tiếp theo, phương pháp sản xuất kết cấu hàn theo sáng chế sẽ được giải thích.

Phương pháp sản xuất kim loại gốc thép không gỉ kép

Khi vật liệu thép được sử dụng để làm công, v.v, chẳng hạn, các khổ dày 20mm hoặc 50mm thường được sử dụng. Khi sản xuất thép không gỉ kép này, giá trị tác động của kim loại gốc giảm. Kết quả là, tại vùng bị ảnh hưởng bởi nhiệt, độ bền còn bị giảm và đôi khi trở thành vấn đề. Để tránh hiện tượng này, hiệu quả là cán nóng vật liệu dùng cho bước cán nóng mà có thành phần nêu trên của kim loại gốc thép không gỉ kép để tạo ra tỷ lệ khử mà được thể hiện bởi công thức (6) dưới đây là 3,0 hoặc lớn hơn và tỷ lệ giảm ở nhiệt độ 1050°C hoặc nhỏ hơn mà được thể hiện bởi công thức (7) dưới đây là 30% hoặc lớn hơn để thu được biến dạng phù hợp và cấu trúc vi mô tốt.

Độ dày của vật liệu dùng cho bước cán nóng/Độ dày của kim loại gốc thép không gỉ kép của kết cấu hàn theo sáng chế... (6)

(Độ dày khi đạt đến nhiệt độ nhỏ hơn hoặc bằng 1050°C - độ dày của kim loại gốc thép không gỉ kép của kết cấu hàn theo sáng chế)/Độ dày khi đạt đến nhiệt độ nhỏ hơn hoặc bằng $1050^{\circ}\text{C}\times 100\ldots$ (7)

Lưu ý rằng, “độ dày khi đạt đến nhiệt độ nhỏ hơn hoặc bằng 1050°C ” được xác định bằng cách đo theo tuần tự nhiệt độ bề mặt của vật liệu dùng cho bước cán nóng trong bước cán nóng và xác định độ dày khi đạt đến nhiệt độ nhỏ hơn hoặc bằng 1050°C .

Hơn nữa, trong thép không gỉ kép, để loại bỏ các hợp chất liên kim loại hoặc các crôm nitrua mà gây ra sự sụt giảm về khả năng chống ăn mòn, tấm thép cán nóng được xử lý nhiệt ở nhiệt độ kết tủa crôm nitrua $(\text{TN})+20^{\circ}\text{C}$ hoặc lớn hơn và 1100°C

hoặc nhỏ hơn trong thời gian 5 phút hoặc lâu hơn. Nếu nhiệt độ xử lý nhiệt thấp hơn $T_N + 20^\circ\text{C}$ hoặc thời gian xử lý nhiệt thấp hơn 5 phút, thì các crôm nitrua kết tủa do bước cán nóng sẽ tạo ra các dung dịch rắn và độ dai và khả năng chống ăn mòn sẽ bị suy giảm. Hơn nữa, nếu nhiệt độ xử lý nhiệt vượt quá 1100°C , lượng ferit trở nên quá lớn. Việc xử lý nhiệt có thể được thực hiện liên tiếp sau quá trình cán nóng hoặc có thể được thực hiện bằng cách làm mát tấm thép cán nóng, sau đó gia nhiệt lại tấm thép được làm mát sau đó.

Quá trình hàn

Trong sáng chế, để tạo ra vùng hàn mà có độ dai và khả năng chống ăn mòn trong môi trường nước lợ tuyệt vời, tốt hơn là giới hạn các điều kiện hàn khi tạo ra kim loại hàn như sau:

Kim loại hàn theo sáng chế có thể được tạo ra bằng cách sử dụng phương pháp hàn hồ quang bằng lá chắn khí hoặc hàn hồ quang vonfram bất kỳ, nhưng tốt hơn nên quy định lượng đầu vào nhiệt hàn Q và tỷ lệ pha loãng kim loại gốc D vì các lý do sau.

Lượng đầu vào nhiệt hàn Q

Nếu thép không gỉ kép gồm Cr và Mo được giữ ở phạm vi nhiệt độ nằm trong khoảng từ 700°C đến 900°C , các pha xích ma và các hợp chất liên kim loại giòn khác có hại cho độ dai kết tủa và khả năng chống ăn mòn và độ dai giảm đáng kể. Hơn nữa, tương tự, các Cr nitrua có hại cho khả năng chống ăn mòn và độ dai kết tủa trong vùng nhiệt độ nằm trong khoảng từ 600°C đến 800°C . Về kim loại hàn, nếu thời gian để giảm nhiệt độ từ 900°C xuống 600°C trong quá trình làm mát sau khi hóa rắn trở nên lâu hơn, thì các pha xích ma hoặc các Cr nitrua kết tủa ở lượng lớn. Hơn nữa, với kim loại hàn mà được tạo ra bằng cách hàn nhiều đường, thì đường định trước nhận chu trình nhiệt do đường chuyển tiếp và thời gian cho đến khi trở thành vùng nhiệt độ nằm trong khoảng từ 600°C đến 900°C lâu hơn theo cách tương tự.

Trong sáng chế, như được giải thích nêu trên, bằng cách quy định các thành phần hóa học của kim loại gốc thép không gỉ kép và kim loại hàn, kết cấu hàn mà chứa kim loại gốc thép không gỉ kép và kim loại hàn giữ việc làm giảm sự kết tủa của các pha xích ma và các hợp chất liên kim loại khác và các Cr nitrua và độ dai và khả năng chống ăn mòn tuyệt vời thu được. Tuy nhiên, trong hàn hồ quang bằng lá chắn khí hoặc hàn hồ quang vonfram, nếu lượng đầu vào nhiệt hàn Q trở nên quá lớn ở mức trên

50.000J/cm, tỷ lệ pha loãng kim loại gốc được giải thích sau sẽ trở nên cao hơn và, hơn nữa, tốc độ làm mát sẽ trở nên chậm hơn, và thời gian làm mát từ nhiệt độ 900°C xuống 600°C sẽ trở nên lâu hơn, các pha xích ma và các hợp chất liên kim loại khác và các Cr nitrua sẽ kết tủa, và có nguy cơ khả năng chống ăn mòn và độ dai giảm. Vì lý do này, để đảm bảo một cách ổn định khả năng chống ăn mòn và độ dai của kết cấu hàn, tốt hơn là giới hạn các điều kiện sản xuất của kết cấu hàn, tức là, lượng đầu vào nhiệt hàn tại thời điểm hàn, xuống 50.000J/cm hoặc nhỏ hơn.

Hơn nữa, lượng đầu vào nhiệt hàn Q (J/cm) được xác định bởi công thức (8) sau đây:

$$Q(\text{J/cm}) = [\text{Dòng điện hàn (A)}] \times [\text{Điện thế hàn (V)}] \div [\text{Tốc độ hàn (cm/giây)}] \dots (8)$$

Mặt khác, nếu lượng đầu vào nhiệt hàn trở nên quá nhỏ dưới 5.000J/cm, tốc độ làm mát sẽ trở nên nhanh hơn và ngay cả khi quy định các thành phần như trong sáng chế, lượng kết tủa của austenit sẽ trở nên quá nhỏ.

Tỷ lệ pha loãng kim loại gốc D

Trong sáng chế, để đảm bảo khả năng chống ăn mòn và lượng Austenit của kim loại hàn, kim loại hàn tốt hơn có ít nhất một trong các hàm lượng của Mo và hàm lượng Ni, và PREN cao hơn kim loại gốc thép không gỉ kép. Tuy nhiên, nếu tỷ lệ pha loãng do kim loại gốc quá cao, thì ngay cả khi bằng cách sử dụng que hàn thích hợp, sự trộn lẫn của kim loại gốc sẽ trở nên lớn và các thành phần đích sẽ khó thu được. Tức là, như một điều kiện hàn, tỷ lệ pha loãng kim loại gốc tại thời điểm hàn tốt hơn là được giới hạn ở 50% hoặc nhỏ hơn. Tỷ lệ pha loãng kim loại gốc D được xác định bởi công thức sau:

$$D = [\text{Thể tích kim loại gốc thép không gỉ kép nóng chảy}] / [\text{Tổng thể tích kim loại hàn}] \times 100 \dots (9)$$

Lưu ý rằng, kết cấu hàn của sáng chế có thể được sản xuất bằng cách hàn hồ quang chìm, hàn plasma, v.v. cũng như được xác định trên các que hàn phù hợp và kiểm soát đầu vào nhiệt hàn. Hơn nữa, phương pháp sản xuất này không chỉ được áp dụng để sản xuất kết cấu hàn, mà còn để sửa chữa quá trình hàn và tích tụ, v.v. của các kết cấu này.

Trong sáng chế, khi sản xuất kết cấu hàn mà chứa kim loại gốc thép không gỉ kép và kim loại hàn mà được quy định về hàm lượng của các thành phần như được giải thích nêu trên, bằng cách thực hiện việc hàn dưới các điều kiện hàn nêu trên, kết cấu hàn mà có độ dai tuyệt vời và kim loại hàn có khả năng chống ăn mòn được đảm bảo trong môi trường nước lợ thu được một cách ổn định.

Điện thế ăn mòn điểm của vùng hàn theo phương pháp A của JIS G0577 được đo ở nhiệt độ 50°C là 0,30V so với SSE hoặc lớn hơn

Kết cấu hàn theo sáng chế có điện thế ăn mòn điểm theo phương pháp A của JIS G0577 được đo ở nhiệt độ 50°C của vùng hàn mà chứa kim loại hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt là 0,30V so với SSE hoặc lớn hơn. Theo cách này, kết cấu hàn theo sáng chế có khả năng chống ăn mòn bằng hoặc lớn hơn SUS316L trong môi trường nước lợ.

Độ dai của kết cấu hàn

Kim loại gốc thép không gỉ kép mà tạo ra kết cấu hàn theo sáng chế có giá trị va đập Charpy được đo bằng phương pháp thử va đập Charpy được quy định trong JIS Z 2202 là 100J/cm² hoặc lớn hơn ở nhiệt độ -20°C.

Hơn nữa, vùng ảnh hưởng nhiệt khi hàn và kim loại hàn của kết cấu hàn theo sáng chế có giá trị va đập Charpy được đo bằng phương pháp thử va đập Charpy được quy định trong JIS Z 2202 là 50J/cm² hoặc lớn hơn ở nhiệt độ -20°C.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Dưới đây, các ví dụ sẽ được sử dụng để giải thích sáng chế. Hơn nữa, trong các ví dụ sau, để thuận tiện, các ví dụ sáng chế sẽ được giải thích dựa trên các liên kết kiểu đối đầu mà chứa các kim loại gốc giống nhau, nhưng kết cấu hàn theo sáng chế không được giới hạn ở kết cấu được minh họa. Kết cấu hàn theo sáng chế có thể có kết cấu của các liên kết hàn chung không chỉ của các liên kết đối đầu, mà còn cả các liên kết chữ T, các liên kết chữ thập, và các liên kết chồng và có thể có các kết cấu của các loại liên kết khác nhau được kết hợp với nhau. Hơn nữa, miễn là các kim loại gốc không nằm ngoài phạm vi của sáng chế, kết cấu hàn theo sáng chế có thể là kết cấu mà các kim loại gốc có ít nhất một trong các thành phần thép và cấu trúc vì kim loại khác nhau được hàn.

Ngoại trừ thép số 24, mỗi thép không gỉ kép mà có thành phần như được nêu trong bảng 1-1 và bảng 1-2 được nấu chảy trong nồi nung MgO bằng lò nung cảm ứng chân không 50 kg trong phòng thí nghiệm và đúc thành thỏi thép phẳng. Thỏi thép phẳng được mài để bề mặt của thỏi thép phẳng trở nên nhẵn theo đó để chuẩn bị vật liệu khoảng 100mm cho bước cán nóng. Vật liệu mà dùng cho bước cán nóng được gia nhiệt đến nhiệt độ 1180°C trong một đến 2 giờ, sau đó được cán ở nhiệt độ 1050°C hoặc nhỏ hơn để có độ cán giảm là 35% theo đó thu được tấm thép khổ dày được cán nóng ở độ dày của 12mm chiều dài xấp xỉ 700mm. Lưu ý rằng quá trình làm mát bằng phun được thực hiện từ trạng thái nhiệt độ sau khi cán nóng ở nhiệt độ 800°C hoặc lớn hơn xuống 200°C hoặc nhỏ hơn. Sau đó, tấm thép được làm mát được gia nhiệt và được ngâm ở nhiệt độ 1050°C trong thời gian 20 phút để xử lý nhiệt. Sau khi xử lý nhiệt, tấm thép được làm mát bằng nước.

Nhiệt độ T (°C) ở bảng 1-1 và bảng 1-2 là giá trị nhiệt độ mà được xác định bởi công thức (2) nêu trên, “giá trị của công thức (3)” là lượng N mà được xác định bởi công thức (3) nêu trên, và “giá trị ước tính TN (°C)” là giá trị nhiệt độ mà được xác định bởi công thức (4) hoặc công thức (5) nêu trên. Giá trị TN được xác định được thể hiện trong bảng 1-1 và bảng 1-2 là các giá trị đo được của nhiệt độ kết tủa crôm nitrua của các kim loại gốc và được xác định bằng cách cắt ra thép thử dày 10mm từ mỗi kim loại gốc thép khác với thép số 24, bằng cách sử dụng các kỹ thuật nêu trên để ngâm thép thử được cắt ra và tách các chất kết tủa khỏi thép thử được ngâm, và tìm ra nhiệt độ thấp nhất trong các nhiệt độ xử lý ngâm mà mang lại hàm lượng của crôm trong các chất kết tủa là 0,03% hoặc nhỏ hơn.

Trong bảng 1-1 và bảng 1-2, các thép số 1 đến 8, như được thể hiện trong bảng 3 và bảng 5 là kim loại gốc thép không gỉ kép mà tạo ra các kết cấu hàn số 51 đến 61 của các ví dụ sáng chế.

Các thép số 9 đến 25 là các kim loại gốc thép không gỉ kép mà tạo ra các kết cấu hàn số 62 đến 73, 81, và 84 đến 88 của các ví dụ so sánh. Các thép số 9 đến 17, 20, 21, và 24 là các kim loại gốc mà không thỏa mãn các yêu cầu về thành phần hóa học của kim loại gốc thép của kết cấu hàn của sáng chế, trong khi các thép số 13, 15, và 21 là các kim loại gốc thép không gỉ kép với các giá trị PREN mà không thỏa mãn các yêu cầu của kim loại gốc thép của kết cấu hàn theo sáng chế. Thép số 18 là kim loại gốc thép không gỉ kép có lượng N không thỏa mãn công thức (3). Thép số 19 là kim

loại gốc thép không gỉ kép với lượng quá nhiều ferit và với lượng đủ austenit (kết cấu hàn số 73 của bảng 3 và bảng 5). Thép số 22 là kim loại gốc thép không gỉ kép với lượng quá nhiều austenit (kết cấu hàn số 85 của bảng 3 và bảng 5). Thép số 24 là thép không gỉ kim loại gốc có độ dày 12mm chiều dài xấp xỉ 700mm được tạo ra nhờ SUS316L có sẵn trên thị trường.

Các thép số 1 đến 25 của bảng 1-1 và bảng 1-2 được sử dụng như các kim loại gốc 11a và 11b để tạo ra các rãnh và các góc nghiêng của rãnh là 90° về một phía và 35° về phía còn lại ở các khoảng cách gốc là 4mm như được thể hiện trong FIG.1. Trong FIG.1, các kim loại gốc 11a và 11b là các kim loại gốc của các thép cùng số.

Bảng 2-1 và bảng 2-2 thể hiện các thành phần hóa học của các dây thép hàn số 31 đến 43 mà được sử dụng để sản xuất các kết cấu hàn số 51 đến 88. Lưu ý rằng, đường kính dây hàn là 1,2mm. Các kết cấu hàn số 51 đến 88 là các liên kết loại hàn đối đầu 1 được thể hiện trong FIG.1 và được sản xuất bằng cách sử dụng các dây hàn này bằng cách hàn đối đầu các kim loại gốc của các thép số 1 đến 25 của bảng 1-1 và bảng 1-2 trong khi đặt kim loại nền 2 tại các bề mặt sau của kim loại gốc. Các điều kiện hàn được thể hiện trong bảng 3. Hơn nữa, trong trường hợp hàn hồ quang bằng lá chắn khí (GMAW), các liên kết hàn 1 được chế tạo dưới các điều kiện dòng điện hàn: 150 đến 200A, điện thế hồ quang: 23 đến 31V, tốc độ hàn: 5 đến 40 cm/phút, tốc độ dòng khí CO_2 và lá chắn khí: 20 lít/phút. Hơn nữa, trong trường hợp hàn hồ quang vonfram (GTAW), các liên kết hàn 1 được chế tạo dưới các điều kiện dòng điện hàn: 180 đến 220A, điện thế hồ quang: 11 đến 14V, tốc độ hàn: 15 đến 25 cm/phút, và tốc độ dòng khí lá chắn được bảo vệ bằng 100% Ar: 15 lít/phút.

Bảng 1-1

Kim loại gốc thép số	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	W	Co	Cu	Al	N	Nb	V	O	Ca
1	0,042	0,15	1,13	0,028	0,0013	3,79	24,48	1,61				0,016	0,182			0,0055	
2	0,010	0,41	0,83	0,039	0,0022	4,86	21,73	1,57	0,31			0,018	0,157		0,145	0,0051	
3	0,021	0,41	1,23	0,023	0,0016	5,25	23,63	1,33			0,41	0,022	0,172	0,039		0,0030	0,0025
4	0,013	0,37	1,07	0,036	0,0002	4,62	24,08	1,19		0,63		0,005	0,204			0,0052	
5	0,022	0,55	1,20	0,033	0,0005	5,74	24,68	2,24				0,010	0,168		0,105	0,0043	
6	0,014	0,34	0,98	0,046	0,0010	5,39	23,39	1,89				0,018	0,135			0,0051	0,0022
7	0,018	0,36	1,31	0,032	0,0006	5,83	24,42	2,12			1,21	0,018	0,178		0,078	0,0045	
8	0,015	0,49	0,32	0,026	0,0016	5,98	25,02	1,06	0,53			0,009	0,199	0,081		0,0045	0,0018
9	0,061	0,19	0,62	0,037	0,0015	4,52	25,08	1,57				0,028	0,175			0,0034	0,0035
10	0,017	0,85	1,29	0,026	0,0019	6,19	25,17	1,18				0,045	0,182		0,133	0,0036	
11	0,027	0,29	2,45	0,016	0,0018	5,06	23,21	1,11	0,75			0,018	0,192			0,0046	
12	0,023	0,18	1,24	0,038	0,0008	2,45	23,74	1,42				0,012	0,194		0,094	0,0040	0,0041
13	0,011	0,23	1,12	0,036	0,0002	4,31	21,18	1,22				0,022	0,155			0,0054	
14	0,027	0,18	0,36	0,037	0,0008	4,38	27,21	1,08				0,019	0,215	0,044		0,0038	0,0027
15	0,005	0,25	0,84	0,021	0,0006	4,38	23,19	0,38				0,008	0,195			0,0038	
16	0,012	0,38	0,58	0,028	0,0024	5,72	22,67	1,17			0,73	0,011	0,092			0,0052	0,0011
17	0,003	0,26	1,40	0,022	0,0015	5,05	24,21	1,68		0,44		0,007	0,263			0,0055	
18	0,010	0,37	0,96	0,029	0,0001	5,45	24,78	1,77				0,020	0,138			0,0032	
19	0,008	0,47	0,62	0,026	0,0020	4,94	25,57	1,67				0,016	0,175			0,0059	0,0014
20	0,015	0,64	1,48	0,026	0,0015	5,45	25,21	0,78				0,062	0,151			0,0043	
21	0,005	0,35	0,52	0,038	0,0001	5,65	23,33	0,67				0,028	0,128			0,0059	0,0022
22	0,023	0,42	1,09	0,024	0,0013	6,21	24,05	0,73				0,003	0,192			0,0056	
23	0,028	0,35	0,68	0,036	0,0014	5,72	23,38	0,88				0,007	0,186			0,0040	
24	0,022	0,41	1,22	0,033	0,0015	12,31	17,21	2,12				0,020	0,003			0,0041	
25	0,026	0,28	0,75	0,022	0,0018	4,20	24,93	1,45				0,022	0,163			0,0058	

Lưu ý 1) Các ô để trống thể hiện các thành phần tương ứng không được bổ sung.

Lưu ý 2) Các giá trị được gạch chân thể hiện các giá trị này nằm ngoài phạm vi của các thành phần của kim loại gốc thép không gỉ kép mà tạo ra kết cấu hàn theo sáng chế.

Bảng 1-2

Kim loại gốc thép số	Mg	REM	B	Ti	Zr	Ta	Hf	Sn	PREN	Giá trị của công thức (3)	T (C)	Giá trị ước tính TN (°C)	Giá trị xác định được của TN(°C)	Ghi chú
1	0,0038						0,009	0,02	32,7	0,162	1335	965	974	
2				0,005					29,4	0,091	1377	923	922	
3			0,0025						30,8	0,118	1375	957	953	
4		0,025							31,3	0,134	1381	956	973	
5					0,008				34,8	0,150	1358	958	953	
6									31,8	0,122	1346	917	899	
7	0,0027					0,035			34,3	0,141	1373	945	953	
8			0,0033						31,7	0,129	1395	973	980	
9		0,025	0,0021						33,1	0,163	1337	957	942	
10				0,012					32,0	0,132	1385	943	959	
11		0,031					0,051		29,9	0,108	1397	914	925	
12			0,0011						31,5	0,164	1326	987	982	
13	0,0034					0,078			27,7	0,081	1375	905	901	
14	0,0012								34,2	0,198	1341	1016	1013	
15	0,0010			0,024					27,6	0,103	1389	921	933	
16									28,0	0,089	1337	866	868	
17			0,0021						34,0	0,140	1430	987	992	
18								0,06	32,8	0,147	1332	927	939	N < Giá trị của công thức (3)
19									33,9	0,168	1339	970	970	Lượng ferrit quá lớn
20									30,2	0,135	1348	916	928	
21									27,6	0,093	1360	876	858	
22									29,5	0,100	1413	906	888	Lượng austenit quá lớn
23									29,3	0,097	1404	912	894	
24									24,3					SUS316L
25									32,3	0,162	1324	955	1017	

Lưu ý 1) Các ô để trống thể hiện các thành phần tương ứng không được bổ sung.

Lưu ý 2) Các giá trị được gạch chân thể hiện các giá trị này nằm ngoài phạm vi của các thành phần của kim loại gốc thép không gỉ kép mà tạo ra kết cấu hàn theo sáng chế.

Bảng 2-1

Dây thép hàn số	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	W	Co	Cu	Al	N	Nb	V	O	Ca
31	0,018	0,35	0,78	0,027	0,0085	8,72	22,43	3,21				0,014	0,148		0,063	0,112	
32	0,025	0,66	1,32	0,037	0,0094	6,75	23,81	2,23			0,91	0,008	0,160			0,082	
33	0,012	0,51	1,22	0,024	0,0011	8,91	23,05	3,11				0,017	0,155			0,006	0,0018
34	0,027	0,24	0,99	0,039	0,0021	8,30	24,24	2,35				0,012	0,133		0,078	0,005	
35	0,016	0,43	1,71	0,038	0,0071	3,65	22,19	2,61				0,027	0,136			0,102	
36	0,012	0,28	1,18	0,036	0,0084	8,37	25,49	0,70				0,009	0,141			0,059	
37	0,024	0,44	1,09	0,036	0,0008	8,34	22,80	1,52			0,35	0,022	0,105			0,008	0,0022
38	0,021	0,22	1,78	0,026	0,0064	7,71	23,06	2,44				0,024	0,173			0,171	
39	0,017	0,59	0,88	0,018	0,0355	8,99	23,95	1,59				0,019	0,145			0,035	
40	0,022	0,36	4,71	0,023	0,0031	8,28	24,06	2,48				0,022	0,158			0,108	
41	0,015	0,29	2,19	0,024	0,0082	8,64	24,36	1,05				0,151	0,235			0,051	
42	0,015	0,26	0,59	0,031	0,0030	9,78	23,21	1,21				0,006	0,220			0,009	
43	0,032	0,23	1,81	0,021	0,0087	12,22	19,75	2,59				0,011	0,002			0,011	

Lưu ý 1) Các ô để trống thể hiện các thành phần tương ứng không được bổ sung.

Bảng 2-2

Dây thép hàn số	Mg	REM	B	Ti	Zr	Ta	Hf	Sn	PREN	Loại dây thép hàn
31	0,0048								35,4	FCW
32		0,021							33,7	FCW
33				0,008					35,8	TIG
34			0,0021						34,1	TIG
35			0,0013						33,0	FCW
36		0,033							30,1	FCW
37									29,5	TIG
38									33,9	FCW
39	0,0007								31,5	FCW
40									34,8	FCW
41									31,6	FCW
42									30,7	TIG
43									28,3	SUS316L-TIG

Lưu ý 1) Các ô để trống thể hiện các thành phần tương ứng không được bổ sung.

Bảng 3 thể hiện các thành phần của các kim loại gốc và các dây hàn được sử dụng để sản xuất các kết cấu hàn số 51 đến 88, các phương pháp hàn và các lượng đầu vào nhiệt hàn. Lưu ý rằng, trong các phương pháp hàn được thể hiện trong bảng 3, GMAW cho biết hàn hồ quang bằng lá chắn khí và GTAW cho biết hàn hồ quang vonfram.

Bảng 3

Kết cấu hàn số	Kim loại gốc thép số	Dây thép hàn số	Phương pháp hàn	Đầu vào nhiệt hàn (J/cm)
51	1	31	GMAW	10000
52	2	31	GMAW	10000
53	3	31	GMAW	10000
54	3	32	GMAW	30000
55	3	34	GTAW	10000
56	4	31	GMAW	10000
57	5	31	GMAW	20000
58	6	31	GMAW	10000
59	7	31	GMAW	30000
60	7	33	GTAW	10000
61	8	31	GMAW	10000
62	8	31	GMAW	15000
63	9	31	GMAW	10000
64	10	31	GMAW	10000
65	11	33	GTAW	15000
66	12	32	GMAW	30000
67	13	31	GMAW	10000
68	14	31	GMAW	10000
69	15	34	GTAW	10000
70	16	32	GMAW	30000
71	17	31	GMAW	20000
72	18	31	GMAW	10000
73	19	33	GTAW	10000
74	1	35	GMAW	20000
75	1	36	GMAW	20000
76	2	37	GTAW	10000
77	2	38	GMAW	10000
78	5	39	GMAW	20000
79	3	34	GTAW	4500
80	2	32	GMAW	60000
81	20	35	GMAW	20000
82	4	40	GMAW	15000
83	5	41	GMAW	15000
84	21	32	GMAW	15000
85	22	34	GTAW	10000
86	23	42	GTAW	10000
87	24	43	GTAW	10000
88	25	32	GMAW	20000

Bảng 4-1 đến bảng 4-3 thể hiện các thành phần của kim loại hàn 12 mà được tạo ra với các điều kiện của bảng 3, các tỷ lệ pha loãng kim loại gốc, các PREN và lượng N mà được xác định bởi công thức (3) (% khối lượng) (“giá trị của công thức (3)”), và nhiệt độ mà được ước tính từ công thức (4) hoặc công thức (5) (mục “giá trị ước tính TN (°C)” của bảng 4).

Hơn nữa, trong bảng 4-1 đến bảng 4-3, các ô để trống thể hiện các thành phần tương ứng không được thêm vào. Hơn nữa, các giá trị được gạch chân thể hiện các giá trị này nằm ngoài phạm vi của các thành phần của kim loại hàn mà tạo ra kết cấu hàn theo sáng chế.

Bảng 4-1

Kết cấu hàn số		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	W	Co	Cu	Al
51	Ví dụ sáng chế	0,027	0,30	0,86	0,026	0,0065	7,09	23,90	2,70				0,015
52		0,016	0,39	0,78	0,031	0,0064	7,49	23,05	2,72	0,11			0,014
53		0,017	0,36	0,97	0,026	0,0070	7,80	21,97	2,63			0,11	0,016
54		0,025	0,53	1,20	0,034	0,0059	6,12	24,91	1,73			0,73	0,013
55		0,024	0,28	1,05	0,036	0,0020	7,63	24,55	2,15			0,10	0,014
56		0,015	0,32	0,93	0,031	0,0067	7,70	22,08	2,78		0,17		0,011
57		0,019	0,45	0,98	0,032	0,0058	7,64	23,96	2,74				0,013
58		0,017	0,35	0,91	0,029	0,0059	7,79	22,91	2,80				0,014
59		0,017	0,37	0,96	0,029	0,0059	7,67	22,47	2,58			0,47	0,014
60		0,014	0,52	1,20	0,026	0,0011	8,35	23,18	2,70			0,22	0,017
61		0,018	0,36	0,63	0,026	0,0069	7,92	24,08	2,63	0,16			0,013
62	Ví dụ so sánh	0,065	0,36	0,62	0,026	0,0067	7,84	24,15	2,57				0,013
63		0,030	0,31	0,72	0,033	0,0061	7,37	24,26	2,50				0,017
64		0,018	0,46	0,91	0,025	0,0075	8,07	23,19	2,76				0,022
65		0,016	0,47	1,43	0,024	0,0012	8,10	22,14	2,73	0,15			0,016
66		0,026	0,46	1,38	0,040	0,0061	4,86	24,61	1,75			0,56	0,010
67		0,017	0,35	0,84	0,031	0,0061	7,53	22,15	2,42				0,018
68		0,020	0,32	0,63	0,032	0,0063	7,32	22,86	2,36				0,015
69		0,023	0,23	0,92	0,035	0,0017	7,51	25,01	1,80				0,012
70		0,017	0,49	0,93	0,030	0,0058	6,24	22,60	1,65			0,77	0,009
71		0,011	0,31	0,99	0,025	0,0060	7,25	22,10	2,73		0,19		0,010
72		0,015	0,33	0,88	0,030	0,0058	7,75	22,55	2,61				0,015
73		0,011	0,51	1,06	0,025	0,0012	8,03	23,53	2,55				0,016
74		0,027	0,33	1,37	0,036	0,0042	3,71	22,45	2,31				0,024
75		0,024	0,23	1,20	0,034	0,0053	6,73	24,84	0,96				0,011
76		0,021	0,47	1,04	0,036	0,0010	7,82	23,31	1,58			0,29	0,023
77		0,018	0,31	1,48	0,033	0,0053	6,83	22,65	2,35				0,020
78		0,017	0,62	0,95	0,027	0,0241	7,57	24,55	1,95				0,015
79		0,025	0,23	1,00	0,041	0,0020	7,99	24,75	2,45			0,04	0,014
80		0,016	0,54	0,95	0,041	0,0050	5,52	23,04	1,45			0,29	0,014
81		0,016	0,46	1,65	0,030	0,0047	4,28	22,54	2,11				0,037
82		0,019	0,39	<u>3,35</u>	0,029	0,0021	7,18	24,20	2,18		0,18		0,018
83		0,018	0,34	2,07	0,028	0,0065	7,89	24,96	1,31				0,111
84		0,019	0,58	1,07	0,039	0,0074	6,47	23,37	1,69				0,013
85		0,028	0,28	1,01	0,031	0,0018	7,56	24,72	1,92				0,009
86		0,019	0,28	0,68	0,035	0,0021	7,98	22,15	1,10				0,006
87		0,030	0,29	1,67	0,025	0,0060	<u>12,25</u>	<u>18,70</u>	2,48				0,015
88		0,028	0,51	1,11	0,034	0,0075	5,99	24,99	2,11				0,013

Bảng 4-2

Kết cấu hàn số		N	Nb	V	O	Ca	Mg	REM	B	Ti	Zr
51	Ví dụ sáng chế	0,133		0,042	0,079		0,0032				
52		0,116		0,085	0,071		0,0022				
53		0,135	0,010	0,048	0,085	0,0005	0,00256		0,0004		
54		0,130	0,018		0,048	0,0007		0,008	0,0007		
55		0,125	0,009	0,063	0,005				0,0014		
56		0,126		0,049	0,080		0,00263				
57		0,130		0,077	0,074		0,0020				0,0018
58		0,116		0,048	0,086	0,0005	0,0023				
59		0,137		0,069	0,073		0,0027				
60		0,134			0,006	0,0010	0,0003			0,004	
61		0,127	0,023	0,044	0,086		0,0023		0,0006		
62	Ví dụ so sánh	0,128	0,015	0,043	0,083	0,0004	0,0022	0,000	0,0007		
63		0,134		0,046	0,070	0,0007	0,0025	0,005	0,0004		
64		0,146		0,085	0,079		0,0023				
65		0,149			0,005	0,0009		0,005		0,006	
66		0,139		0,045	0,045			0,008	0,0003		
67		0,139		0,043	0,076		0,0029				
68		0,141	0,013	0,039	0,074	0,0006	0,0026				
69		0,127		0,069	0,005				0,0011		0,003
70		0,109			0,047			0,007			
71		0,159		0,035	0,073		0,0021		0,0005		
72		0,124		0,041	0,084		0,0025				
73		0,141			0,006	0,0011				0,004	
74		0,141			0,056		0,0012		0,0005		
75		0,131			0,040		0,0010	0,016			
76		0,082		0,022	0,008	0,0014					
77		0,153		0,042	0,159						
78		0,120			0,021	0,0000					
79		0,125		0,072	0,004				0,0013		
80		0,121			0,035			0,005			
81		0,135			0,061						
82		0,144			0,073			0,008			
83		0,169		0,026	0,041						0,002
84		0,126			0,066						
85		0,140			0,005						
86		0,163			0,006						
87		0,002			0,008						
88		0,150			0,056						

Bảng 4-3

Kết cấu hàn số		Ta	Hf	Sn	Tỷ lệ pha loãng kim loại gốc (%)	PREN	Giá trị của công thức (3)	Giá trị ước tính của TN	Ghi chú
51	Ví dụ sáng chế		0,0019	0,005	33	34,9	0,123	910	
52					32	33,9	0,101	892	
53					27	32,8	0,073	911	
54					42	32,7	0,139	945	
55					22	33,6	0,117	910	
56					25	33,3	0,079	882	
57					36	35,1	0,117	905	
58					28	34,0	0,095	884	
59					36	33,2	0,084	888	
60		0,006			18	34,2	0,090	887	
61					29	34,8	0,113	925	
62	Ví dụ so sánh				32	34,7	0,114	926	Ô nhiễm bởi dầu, v.v.
63					32	34,6	0,122	903	
64					26	34,6	0,096	902	
65			0,0067		21	33,5	0,073	889	
66					44	32,6	0,152	938	N < Giá trị của công thức (3)
67		0,0132			27	32,4	0,076	885	
68					32	32,9	0,092	925	
69					20	33,0	0,121	876	
70					49	29,8	0,089	881	
71					40	33,7	0,085	907	
72				0,011	30	33,2	0,085	880	
73					22	34,2	0,099	896	
74			0,002	0,005	43	32,3	0,137	955	
75			0,002	0,007	36	30,1	0,113	865	
76					15	29,8	0,078	836	
77					31	32,8	0,095	900	
78					44	32,9	0,114	891	
79					10	34,8	0,122	882	
80					65	29,8	0,105	901	
81					35	31,6	0,126	939	
82					30	33,7	0,117	881	
83					26	32,0	0,105	870	
84					25	31,0	0,102	896	
85					35	33,3	0,117	885	
86					44	28,4	0,043	847	
87					39	26,9			
88					30	34,3	0,150	940	

Kết cấu hàn số 62 được sản xuất bằng cách sử dụng kim loại gốc và dây thép hàn giống như kết cấu hàn số 61 của các ví dụ sáng chế, nhưng dầu, v.v. được đi vào các bộ phận hàn tại thời điểm hàn, vì vậy hàm lượng của cacbon của kim loại hàn trở nên quá lớn.

Hơn nữa, từ các kết cấu hàn số 51 đến 88 được thể hiện trong bảng 3, các mẫu thử ăn mòn điểm được lấy ra từ các kim loại gốc của các vùng ảnh hưởng nhiệt khi hàn và gần kim loại hàn để chứa tất cả các vùng ảnh hưởng nhiệt khi hàn và kim loại

hàn và được xác định để điện thế ăn mòn điểm trong dung dịch NaCl 3,5% ở nhiệt độ 50°C theo phương pháp được quy định trong JIS G0577.

Hơn nữa, từ mỗi trong số các kết cấu hàn số 51 đến 86 và số 88, mẫu thử có khía chữ V được lấy ở độ sâu 1/4 của chiều dày tính từ bề mặt dựa vào phương pháp thử va đập Charpy được quy định trong JIS Z 2202 theo hướng vuông góc với hướng cán sao cho kim loại gốc, vùng ảnh hưởng nhiệt khi hàn (cách đường hàn bên ngoài 0,1mm), và phần kim loại hàn của liên kết hàn tương ứng với phần khía của mẫu thử có khía. Mỗi một mẫu thử có khía chữ V này được trải qua thử nghiệm va chạm Charpy tại nhiệt độ thử nghiệm là -20°C. Khả năng ăn mòn điểm và các kết quả của các thử nghiệm va chạm Charpy được thể hiện trong bảng 5.

Hơn nữa, lượng austenit mà được chứa trong mỗi cấu trúc vi kim loại của các kim loại gốc thép không gỉ kép, các kim loại hàn, và vùng ảnh hưởng nhiệt khi hàn của các kết cấu hàn số 51 đến 86 và số 88 được xác định bởi các phương pháp nêu trên. Các kết quả này được thể hiện trong bảng 5. Mỗi một cấu trúc vi kim loại của các kết cấu hàn số 51 đến 86 và 88 chứa các pha austenit với tỷ lệ diện tích (%) được thể hiện trong bảng 5 và có các chất còn lại là ferit.

Các giá trị được gạch chân trong bảng 5 thể hiện các giá trị nằm ngoài phạm vi của sáng chế. Kết cấu hàn số 87 được sản xuất bằng cách sử dụng SUS316L sẵn có trên thị trường. Việc xác định tỷ lệ diện tích pha austenit và giá trị va đập Charpy được bỏ qua.

Từ bảng 5, có thể thấy rằng các số 51 đến 61 của các ví dụ sáng chế có khả năng chống ăn mòn đủ mà lớn hơn hoặc bằng SUS316L. Hơn nữa, các số 51 đến 61 của các ví dụ sáng chế có giá trị va đập Charpy của kim loại gốc thép không gỉ kép là 100J/cm² hoặc lớn hơn ở nhiệt độ -20°C và giá trị va đập Charpy của vùng ảnh hưởng nhiệt khi hàn và kim loại hàn là 50J/cm² hoặc lớn hơn ở nhiệt độ -20°C. Theo cách này, có thể thấy rằng các số 51 đến 61 của các ví dụ sáng chế có độ dai tuyệt vời ngoài khả năng chống ăn mòn tuyệt vời.

Kết cấu hàn số 86 của các ví dụ so sánh có giá trị PREN của kim loại hàn nhỏ hơn 30,0, vì vậy khả năng chống ăn mòn không đạt được như của SUS316L.

Bảng 5

Kết cấu hàn số	Tỷ lệ diện tích pha Austenit (%)			Giá trị va đập Charpy (J/cm ²)			Vùng hàn khả năng ăn mòn điểm (50C) (V so với SSE)	Ghi chú
	Kim loại gốc thép	Vùng ảnh hưởng nhiệt khi hàn	Kim loại hàn	Kim loại gốc thép	Vùng ảnh hưởng nhiệt khi hàn	Kim loại hàn		
51	37	17	17	167	56	83	0,54	Ví dụ sáng chế
52	55	31	15	194	110	118	0,38	Ví dụ sáng chế
53	54	22	29	205	112	94	0,43	Ví dụ sáng chế
54	54	21	17	208	101	93	0,46	Ví dụ sáng chế
55	54	24	19	208	103	153	0,44	Ví dụ sáng chế
56	46	21	20	178	91	92	0,47	Ví dụ sáng chế
57	47	22	16	201	115	109	0,66	Ví dụ sáng chế
58	42	18	21	198	83	92	0,52	Ví dụ sáng chế
59	61	20	22	211	122	102	0,67	Ví dụ sáng chế
60	61	18	19	210	113	149	0,66	Ví dụ sáng chế
61	57	27	18	216	135	109	0,58	Ví dụ sáng chế
62	57	22	15	212	136	94	<u>0,22</u>	Ví dụ so sánh
63	49	15	15	185	80	90	<u>0,28</u>	Ví dụ so sánh
64	45	17	20	<u>92</u>	111	91	0,52	Ví dụ so sánh
65	61	30	31	207	120	167	<u>0,27</u>	Ví dụ so sánh
66	34	16	<u>10</u>	135	58	<u>36</u>	<u>0,25</u>	Ví dụ so sánh
67	59	30	32	203	101	107	<u>0,26</u>	Ví dụ so sánh
68	30	20	28	176	69	99	<u>0,24</u>	Ví dụ so sánh
69	54	31	15	185	104	159	<u>0,25</u>	Ví dụ so sánh
70	50	<u>11</u>	17	202	43	78	<u>0,21</u>	Ví dụ so sánh
71	61	24	24	198	135	87	<u>0,22</u>	Ví dụ so sánh
72	32	<u>13</u>	19	178	<u>47</u>	81	<u>0,24</u>	Ví dụ so sánh
73	<u>27</u>	16	19	<u>95</u>	79	144	<u>0,20</u>	Ví dụ so sánh
74	36	17	<u>14</u>	161	64	<u>45</u>	<u>0,28</u>	Ví dụ so sánh
75	36	18	18	166	74	109	<u>0,26</u>	Ví dụ so sánh
76	55	22	18	203	110	138	<u>0,27</u>	Ví dụ so sánh
77	55	23	20	191	111	<u>26</u>	0,38	Ví dụ so sánh
78	42	17	15	194	93	<u>35</u>	<u>0,29</u>	Ví dụ so sánh
79	54	<u>14</u>	<u>12</u>	208	<u>49</u>	<u>42</u>	<u>0,27</u>	Ví dụ so sánh
80	55	22	20	203	110	89	<u>0,27</u>	Ví dụ so sánh
81	45	15	19	<u>85</u>	97	<u>42</u>	0,38	Ví dụ so sánh
82	46	19	21	191	106	83	<u>0,26</u>	Ví dụ so sánh
83	43	15	27	203	105	<u>21</u>	0,67	Ví dụ so sánh
84	49	16	16	198	92	74	<u>0,26</u>	Ví dụ so sánh
85	<u>73</u>	31	15	229	149	156	<u>0,28</u>	Ví dụ so sánh
86	68	25	<u>73</u>	223	140	145	<u>0,24</u>	Ví dụ so sánh
87							<u>0,28</u>	Ví dụ so sánh (SUS316L)
88	32	15	15	158	<u>34</u>	83	<u>0,27</u>	Ví dụ so sánh

Dưới các điều kiện sản xuất của bảng 6-1, các tấm thép khổ dày được cán nóng của hợp phần giống như các thép không gỉ kép số 1, 3, và 5 của bảng 1-1 và bảng 1-2 (các kim loại gốc số 1, 3, và 5) thu được. “Tỷ lệ khử” là giá trị mà được xác định bởi công thức (6), trong khi “tỷ lệ giảm ở nhiệt độ 1050°C hoặc nhỏ hơn” là giá trị mà được xác định bởi công thức (7), “TN (°C) (giá trị xác định được)” được xác định bởi phương pháp tương tự như các thép số 1 đến 8 và các kim loại gốc thép không gỉ kép khác của bảng 1-1 và bảng 1-2. Lưu ý rằng các điều kiện sản xuất khác với các điều kiện sản xuất của bảng 6-1 được tạo ra giống như các điều kiện sản xuất của các thép

số 1 đến 8 của bảng 1-1 và bảng 1-2 và các kim loại gốc thép không gỉ kép khác. Tiếp theo, bằng cách sử dụng các kim loại gốc số 1, 3, và 5 và bằng cách sử dụng dây thép hàn số 31 của bảng 2, các kết cấu hàn số 101 đến 107 được sản xuất dưới các điều kiện mà được thể hiện trong bảng 6-1. Các điều kiện sản xuất của các kết cấu hàn số 101 đến 107 là giống với các điều kiện sản xuất của các kết cấu hàn số 51 đến 86 và số 88 ngoại trừ các điều kiện sản xuất của bảng 6-1.

Các kết cấu hàn số 101 đến 107 lần lượt được trải qua các thử nghiệm va chạm Charpy và được xác định điện thế ăn mòn điểm bởi các phương pháp tương tự như các kết cấu hàn số 51 đến 86, v.v.. Các kết quả được thể hiện trong các bảng 6-2. Hơn nữa, các giá trị được gạch chân trong bảng 6-2 thể hiện các giá trị nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Bảng 6-1

Số	Kim loại gốc thép số	Độ dày vật liệu (mm)	Độ dày vật liệu thép (mm)	Tỷ lệ khử	Tỷ lệ giảm ở nhiệt độ 1050°C hoặc nhỏ hơn (%)	TN (°C) (giá trị được xác định)	Nhiệt độ xử lý nhiệt (°C)	Thời gian xử lý nhiệt (phút)	Dây thép hàn số	Phương pháp hàn	Đầu vào nhiệt hàn (J/cm)
1	1	150	30	5	33	974	1000	10	31	GMAW	10000
2	1	130	50	<u>2,6</u>	40	974	1050	5	31	GMAW	10000
3	3	150	30	5	35	953	<u>960</u>	20	31	GMAW	10000
4	3	150	20	7,5	33	953	<u>1120</u>	5	31	GMAW	10000
5	5	200	50	4	33	953	1050	10	31	GMAW	10000
6	5	150	30	5	<u>24</u>	953	1035	20	31	GMAW	10000
7	5	150	30	5	33	953	1000	<u>1</u>	31	GMAW	10000

Bảng 6-2

Số	Giá trị va đập Charpy (J/cm ²)			Điện thế ăn mòn điểm vùng hàn (50°C) (V so với SSE)	Ghi chú
	Kim loại gốc thép	Vùng ảnh hưởng nhiệt khi hàn	Kim loại hàn		
1	180	111	80	0,49	Ví dụ sáng chế
2	<u>72</u>	<u>37</u>	83	0,48	Ví dụ so sánh
3	<u>85</u>	<u>31</u>	81	0,46	Ví dụ so sánh
4	195	<u>46</u>	88	<u>0,28</u>	Ví dụ so sánh
5	203	135	102	0,59	Ví dụ sáng chế
6	<u>88</u>	42	105	0,57	Ví dụ so sánh
7	<u>94</u>	45	100	0,58	Ví dụ so sánh

Các kết cấu hàn số 1 và 5 được sản xuất bởi phương pháp sản xuất theo sáng chế, vì vậy giá trị va đập Charpy không vượt quá 100J/cm². Trái ngược với điều này, các số 2, 3, 6, và 7 của các ví dụ so sánh có giá trị va đập Charpy nhỏ hơn 100J/cm², trong khi kết cấu hàn số 4 của các ví dụ so sánh có khả năng chống ăn mòn thấp.

Khả năng áp dụng công nghiệp

Theo sáng chế, kết cấu hàn có đủ khả năng chống ăn mòn bằng hoặc lớn hơn SUS316L trong môi trường nước lợ như cống gần cửa sông và hơn nữa trọng lượng có thể giảm do độ bền cao, vì vậy có thể góp phần làm giảm chi phí lớn và hiệu quả cao hơn. Sự đóng góp cho ngành công nghiệp và môi trường là vô cùng lớn.

Danh mục các ký hiệu tham chiếu

1 liên kết hàn

11a kim loại gốc thép

11b kim loại gốc thép

12 kim loại hàn 12

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Kết cấu hàn, kết cấu này bao gồm:

kim loại gốc thép không gỉ kép

chứa các nguyên tố sau đây, theo % khối lượng,

C: nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,050%,

Si: nằm trong khoảng từ 0,05 đến 0,80%,

Mn: nằm trong khoảng từ 0,10% đến 2,00%,

Cr: nằm trong khoảng từ 21,50 đến 26,00%,

Ni: nằm trong khoảng từ 3,00 đến 7,00%,

Mo: nằm trong khoảng từ 0,50 đến 2,50%,

N: nằm trong khoảng từ 0,100 đến 0,250%, và

Al: nằm trong khoảng từ 0,003 đến 0,050%,

giới hạn

O nhỏ hơn hoặc bằng 0,0060%,

P nhỏ hơn hoặc bằng 0,050%, và

S nhỏ hơn hoặc bằng 0,0050%,

có giá trị PREN mà được xác định bởi công thức (1) sau đây là lớn hơn hoặc bằng 28,0, và

chứa thành phần còn lại là Fe và các tạp chất và

vùng hàn gồm kim loại hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt,

trong đó kết cấu hàn,

kim loại hàn

chứa các nguyên tố sau đây, theo % khối lượng,

C: nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,060%,

Si: nằm trong khoảng từ 0,05 đến 0,80%,

Mn: nằm trong khoảng từ 0,10% đến 3,00%,

Cr: nằm trong khoảng từ 21,50 đến 28,00%,

Ni: nằm trong khoảng từ 4,00 đến 10,00%,

Mo: nằm trong khoảng từ 1,00 đến 3,50%,

N: nằm trong khoảng từ 0,080 đến 0,250%, và

Al: nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,100%,

giới hạn

O nhỏ hơn hoặc bằng 0,150%,

P nhỏ hơn hoặc bằng 0,050%, và

S nhỏ hơn hoặc bằng 0,0200%,

có giá trị PREN mà được xác định bởi công thức (1) sau đây là lớn hơn hoặc bằng 30,0, và

chứa thành phần còn lại là Fe và các tạp chất, trong đó

lượng austenit của kim loại gốc thép không gỉ kép là nằm trong khoảng từ 30 đến 70% theo diện tích và lượng austenit của kim loại hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt khi hàn tương ứng nằm trong khoảng từ 15 đến 70% theo diện tích,

diện thể ăn mòn điểm theo phương pháp A của JIS G0577 được đo ở nhiệt độ 50°C của mẫu thử ăn mòn điểm bao gồm vùng hàn và kim loại gốc thép không gỉ kép là 0,30V so với SSE hoặc lớn hơn:

$$PREN = Cr + 3,3Mo + 16N \dots (1)$$

trong đó, các ký hiệu của các nguyên tố trong công thức (1) chỉ các hàm lượng của các nguyên tố tương ứng (% khối lượng), trong trường hợp không chứa, 0 được nhập thay thế.

2. Kết cấu hàn theo điểm 1, trong đó:

các thành phần của kim loại gốc thép không gỉ kép thỏa mãn công thức (2) và lượng N của kim loại gốc thép không gỉ kép và kim loại hàn thỏa mãn công thức (3) và,

hơn nữa, nếu kim loại gốc thép không gỉ kép chứa Nb, thì nhiệt độ kết tủa crôm nitrua TN của kim loại gốc thép không gỉ kép là 1010°C hoặc nhỏ hơn trong khi nếu

kim loại gốc thép không gỉ kép không chứa Nb, thì nhiệt độ kết tủa crôm nitrua TN của kim loại gốc thép không gỉ kép là nhỏ hơn hoặc bằng 980°C:

$$T\alpha=1455-13,6Cr+22,7Ni-11,2Mo+2,1Mn+781,8N\geq 1330... (2)$$

$$N\geq (0,08Cr+0,08Mo-0,06Ni-1,21)/0,6\times 0,15... (3)$$

trong đó, các ký hiệu của các nguyên tố trong các công thức (2) và (3) chỉ các hàm lượng của các nguyên tố tương ứng (% khối lượng), trong trường hợp không chứa, 0 được nhập thay thế.

3. Kết cấu hàn theo điểm 2, trong đó nhiệt độ kết tủa crôm nitrua TN thu được bằng công thức tính toán (4) hoặc (5) sau đây:

$8Cr-20Ni+30Mo+50Si-10Mn+550N+730$ (trong trường hợp kim loại gốc thép không gỉ kép chứa Nb) ... (4)

$8Cr-20Ni+30Mo+50Si-10Mn+550N+700$ (trong trường hợp kim loại gốc thép không gỉ kép không chứa Nb) ... (5)

trong đó, các ký hiệu của các nguyên tố trong các công thức (4) và (5) chỉ các hàm lượng của các nguyên tố tương ứng (% khối lượng), trong trường hợp không chứa, 0 được nhập thay thế.

4. Kết cấu hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó ít nhất một kim loại gốc thép không gỉ kép và kim loại hàn còn chứa một hoặc nhiều nguyên tố:

Nb: nằm trong khoảng từ 0,005 đến 0,150%,

Ti: nằm trong khoảng từ 0,003 đến 0,020%,

Ta: nằm trong khoảng từ 0,005 đến 0,200%,

Zr: nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,050%,

Hf: nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,080%,

Sn: nằm trong khoảng từ 0,005 đến 0,100%,

W: nằm trong khoảng từ 0,01 đến 1,00%,

Co: nằm trong khoảng từ 0,01 đến 1,00%,

Cu: nằm trong khoảng từ 0,01 đến 3,00%,

V: nằm trong khoảng từ 0,010 đến 0,300%,

B: nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 0,0050%,

Ca: nằm trong khoảng từ 0,0005 đến 0,0050%,

Mg: nằm trong khoảng từ 0,0005 đến 0,0050%, và

REM: nằm trong khoảng từ 0,005 đến 0,050%.

5. Phương pháp sản xuất kết cấu hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, phương pháp này bao gồm bước cán nóng vật liệu dùng cho bước cán nóng mà có thành phần của kim loại gốc thép không gỉ kép sao cho tỷ lệ giảm mà được thể hiện trong công thức (6) sau là lớn hơn hoặc bằng 3,0 và tỷ lệ giảm tại nhiệt độ 1050°C hoặc nhỏ hơn mà được thể hiện trong công thức (7) sau là lớn hơn hoặc bằng 30% và bước xử lý nhiệt vật liệu tại nhiệt độ TN+20°C hoặc lớn hơn và 1100°C hoặc nhỏ hơn trong thời gian 5 phút hoặc lâu hơn để sản xuất kim loại gốc thép không gỉ kép:

độ dày vật liệu dùng cho bước cán nóng/độ dày của kim loại gốc thép không gỉ kép... (6)

(độ dày khi đạt đến nhiệt độ nhỏ hơn hoặc bằng 1050°C - độ dày của kim loại gốc thép không gỉ kép)/độ dày khi đạt đến nhiệt độ nhỏ hơn hoặc bằng 1050°C×100...(7).

6. Phương pháp sản xuất kết cấu hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó kim loại hàn được tạo ra bằng cách sử dụng hàn hồ quang bằng lá chắn khí hoặc hàn hồ quang vonfram bằng cách sử dụng que hàn và được tạo ra dưới các điều kiện hàn có lượng đầu vào nhiệt hàn Q được xác định bởi công thức (8) sau lớn hơn hoặc bằng 5.000J/cm và nhỏ hơn hoặc bằng 50.000J/cm và tỷ lệ pha loãng kim loại gốc D được xác định bởi công thức (9) sau nhỏ hơn hoặc bằng 50%:

$$Q=[\text{dòng điện hàn (A)}]\times[\text{điện thế hàn (V)}]\div[\text{tốc độ hàn (cm/giây)}]... (8)$$

$D=[\text{diện tích nóng chảy của kim loại gốc thép không gỉ kép}]/[\text{tổng diện tích kim loại hàn}]\times 100... (9).$

7. Phương pháp sản xuất kết cấu hàn theo điểm 4, phương pháp này bao gồm bước cán nóng vật liệu dùng cho bước cán nóng mà có thành phần của kim loại gốc thép không gỉ kép sao cho tỷ lệ giảm mà được thể hiện trong công thức (6) sau là lớn hơn hoặc bằng 3,0 và tỷ lệ giảm tại nhiệt độ 1050°C hoặc nhỏ hơn mà được thể hiện trong công thức (7) sau là lớn hơn hoặc bằng 30% và bước xử lý nhiệt vật liệu tại nhiệt độ

TN+20°C hoặc lớn hơn và 1100°C hoặc nhỏ hơn trong thời gian 5 phút hoặc lâu hơn để sản xuất kim loại gốc thép không gỉ kép:

độ dày vật liệu dùng cho bước cán nóng/độ dày của kim loại gốc thép không gỉ kép... (6)

(độ dày khi đạt đến nhiệt độ nhỏ hơn hoặc bằng 1050°C - độ dày của kim loại gốc thép không gỉ kép)/độ dày khi đạt đến nhiệt độ nhỏ hơn hoặc bằng 1050°C×100... (7).

8. Phương pháp sản xuất kết cấu hàn theo điểm 4, trong đó kim loại hàn được tạo ra bằng cách sử dụng hàn hồ quang bằng lá chắn khí hoặc hàn hồ quang vonfram bằng cách sử dụng que hàn và được tạo ra dưới các điều kiện hàn có lượng đầu vào nhiệt hàn Q được xác định bởi công thức (8) sau lớn hơn hoặc bằng 5.000J/cm và nhỏ hơn hoặc bằng 50.000J/cm và tỷ lệ pha loãng kim loại gốc D được xác định bởi công thức (9) sau nhỏ hơn hoặc bằng 50%:

$$Q=[\text{dòng điện hàn (A)}]\times[\text{điện thế hàn (V)}]\div[\text{tốc độ hàn (cm/giây)}]... (8)$$

$$D=[\text{diện tích nóng chảy của kim loại gốc thép không gỉ kép}]/[\text{tổng diện tích kim loại hàn}]\times 100... (9).$$

$\frac{1}{1}$

FIG. 1

