



(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)



1-0026938

(51)^{2016.01} C22C 38/42; C22C 38/00; C22C 38/04; (13) B
C22C 38/58; C22C 38/44; C22C 38/52;
C22C 38/54; C21D 6/00

(21) 1-2015-01121

(22) 26/09/2013

(86) PCT/FI2013/050940 26/09/2013

(87) WO2014/049209 03/04/2014

(30) 20120319 27/09/2012 FI

(45) 25/01/2021 394

(43) 27/07/2015 328A

(73) OUTOKUMPU OYJ (FI)

Riihitontuntie 7, FI-02200 Espoo, Finland

(72) KOSKENNISKKA, Janne (FI).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) THÉP KHÔNG GỈ AUSTENIT

(57) Sáng chế đề cập đến thép không gỉ austenit có độ kháng rỗ được cải thiện và độ bền được cải thiện. Thép không gỉ bao gồm từ 0,01 đến 0,03% cacbon (C), từ 0,2 đến 0,6% silicon (Si), từ 1,0 đến 2,0% mangan (Mn), từ 19,0 đến 21,0% crom (Cr), từ 7,5 đến 9,5% niken (Ni), từ 0,4 đến 1,4% molypden (Mo), từ 0,2 đến 1,0% đồng (Cu), từ 0,10 đến 0,25% nitơ (N), thấp hơn 1,0% coban (Co), thấp hơn 0,006% bo (B) về trọng lượng, và phần còn lại là sắt (Fe) và các tạp chất không tránh được.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thép không gỉ austenit mà có độ kháng rỗ được cải thiện và độ bền được cải thiện với chi phí sản xuất thấp hơn thép không gỉ austenit loại 316L/14404 tiêu chuẩn.

Thép không gỉ austenit loại 316L/14404 tiêu chuẩn thường chứa từ 0,01 đến 0,03% cacbon, từ 0,25 đến 0,75% silicon, từ 1 đến 2% mangan, từ 16,8 đến 17,8% crom, từ 10 đến 10,5% niken, từ 2,0 đến 2,3% molypden, từ 0,2 đến 0,64% đồng, từ 0,10 đến 0,40% coban, từ 0,03 đến 0,07% nitơ và từ 0,002 đến 0,0035% bo về trọng lượng, phần còn lại là sắt và các tạp chất không tránh được. Giới hạn dẻo $R_{p0,2}$ đối với thép không gỉ austenit loại 316L/14404 tiêu chuẩn thường là từ 220 đến 230MPa và $R_{p1,0}$ tương ứng là từ 260 đến 270MPa, trong khi độ bền kéo R_m là từ 520 đến 530MPa. Các trị số điển hình đối với sản phẩm cuộn và sản phẩm tấm có bề mặt hoàn thiện 2B là 290MPa đối với $R_{p0,2}$, 330MPa đối với $R_{p1,0}$ và 600MPa đối với R_m . Bởi vì niken và molypden là các nguyên tố đắt tiền và ít nhất là giá của niken hay thay đổi nên chi phí sản xuất đối với thép không gỉ austenit loại 316L/14404 là cao.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Đã biết từ đơn sáng chế Trung Quốc số 101724789, thép không gỉ austenit mà chứa lượng thấp hơn 0,04% cacbon, từ 0,3 đến 0,9% silicon, từ 1 đến 2% mangan, từ 16 đến 22% crom, từ 8 đến 14% niken, thấp hơn 4% molypden, từ 0,04 đến 0,3% nitơ, từ 0,001 đến 0,003% bo và thấp hơn 0,3% một hoặc nhiều các nguyên tố đất hiếm xeri (Ce), dysprosi (Dy), ytri (Y) và neodim (Nd) về trọng lượng, phần còn lại là sắt và các tạp chất không tránh được. Hợp kim trong đơn sáng chế Trung Quốc số 101724789 này được so sánh với 316L cho thấy rằng hợp kim này có độ bền đúc tốt và độ bền uốn được cải thiện, trong khi độ dẻo và độ ăn mòn điểm duy trì ở cùng mức. Tuy nhiên, đơn sáng chế Trung Quốc 101724789 không đề cập gì về chi phí sản xuất.

Đơn sáng chế Nhật Bản số 2006-291296 đề cập đến thép không gỉ austenit mà chứa lượng thấp hơn 0,03% cacbon, thấp hơn 1,0% silicon, thấp hơn 5% mangan, từ 15 đến 20% crom, từ 5 đến 15% niken, thấp hơn 3% molypden, thấp hơn 0,03% nitơ, từ

0,0001 đến 0,01% bo về trọng lượng, và đáp ứng nhiệt độ M_{d30} là trong khoảng từ -60°C đến -10°C và trị số SFI (chỉ số khó khăn lõi chông) ≥ 30 , các hệ số này được tính bằng cách sử dụng các công thức đối với $M_{d30} = 551 - 462(\text{C} + \text{N}) - 9,2\text{Si} - 8,1\text{Mn} - 29(\text{Ni} + \text{Cu}) - 13,7\text{Cr} - 18,5\text{Mo}$ và đối với $\text{SFI} = 2,2\text{Ni} + 6\text{Cu} - 1,1\text{Cr} - 13\text{Si} - 1,2\text{Mn} + 32$. Đơn sáng chế Nhật Bản số 2006-291296 cho rằng niken là nguyên tố đắt tiền, hàm lượng tối đa tốt hơn là 13% về trọng lượng.

Công bố WO số 2009/082501 mô tả thép không gỉ austenit mà chứa lượng lên đến 0,08% C, từ 3,0 đến 6,0% Mn, lên đến 2,0% Si, từ 17,0 đến 23,0% Cr, từ 5,0 đến 7,0% Ni, từ 0,5 đến 3,0% Mo, lên đến 1,0% Cu, từ 0,14 đến 0,35% N, lên đến 4,0% W, lên đến 0,008% B, lên đến 1,0% Co về trọng lượng, phần còn lại là sắt và các tạp chất không tránh được. Công bố WO số 2011/053460 đề cập đến thép không gỉ austenit tương tự chứa lượng lên đến 0,20% C, từ 2,0 đến 9,0% Mn, lên đến 2,0% Si, từ 15,0 đến 23,0% Cr, từ 1,0 đến 9,5% Ni, lên đến 3,0% Mo, lên đến 3,0% Cu, từ 0,05 đến 0,35% N, $(7,5(\% \text{C}) < (\% \text{Nb} + \% \text{Ti} + \% \text{V} + \% \text{Ta} + \% \text{Zr}) < 1,5$ về trọng lượng, phần còn lại là sắt và các tạp chất không tránh được. Các thép không gỉ austenit này chứa lượng cao hơn 2% mangan về trọng lượng mà không là điển hình đối với các thép không gỉ austenit thuộc lô 300. Hàm lượng mangan cao này cũng gây ra các vấn đề trong việc tuần hoàn mảnh vụn thép bởi vì thép được tuần hoàn có hàm lượng mangan cao không duy trì giá trị trong việc định giá vật liệu thô.

Bằng sáng chế Anh số 1365773 đề cập đến thép không gỉ austenit có khả năng chịu các tải trọng ổn định cao ở các nhiệt độ nâng cao, nghĩa là thép không gỉ austenit có các đặc tính bền rão được cải thiện. Các đặc tính bền rão này có thể được cải thiện một cách đáng kể nếu vanadi và nito được đưa vào thép theo các tỷ lệ nhất định cùng với bo. Hàm lượng vanadi (V) theo phần trăm trọng lượng là từ 3 đến 4 lần hàm lượng nito (N). Sau đó, pha nitrua được phân tán tốt được kết tủa ngoài trong ma trận austenit bao gồm phần lớn là vanadi nitrua đơn (VN). Pha nitrua này đã được tìm ra để tăng cường độ bền rão của các hạt austenit một cách khá đáng kể. Bằng sáng chế Anh số 1365773 cũng cho rằng niken và có thể là mangan nên có trong thép sao cho chúng cùng nhau có khả năng đảm bảo kết cấu austenit nguyên chất trong ma trận. Dựa vào đó nếu hàm lượng mangan dưới 3% trọng lượng, hàm lượng niken phải được làm tăng để đảm

bảo độ ổn định của kết cấu austenit trong ma trận. Hàm lượng niken do đó nên ít nhất là 8% về trọng lượng và một cách thích hợp ít nhất là 12% về trọng lượng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là để loại trừ một số nhược điểm của giải pháp kỹ thuật đã biết và thu được thép không gỉ austenit được cải thiện mà có chi phí sản xuất rẻ hơn bởi vì các nguyên tố giá cao được thay thế một phần bởi các nguyên tố giá thấp mà không giảm bớt và đúng hơn là cải thiện các đặc tính, như độ kháng rỉ và độ bền chẳng hạn. Các dấu hiệu chủ yếu của sáng chế được đề cập là thép không gỉ austenit có độ kháng rỉ được cải thiện và độ bền được cải thiện, khác biệt ở chỗ, thép bao gồm từ 0,01 đến 0,03% cacbon (C), từ 0,2 đến 0,6% silicon (Si), từ 1,0 đến 2,0% mangan (Mn), từ 19,0 đến 21,0% crom (Cr), từ 7,5 đến 9,5% niken (Ni), từ 0,4 đến 1,4% molypden (Mo), từ 0,2 đến 1,0% đồng (Cu), từ 0,10 đến 0,25% nitơ (N), thấp hơn 1,0% coban (Co), thấp hơn 0,006% bo (B) về trọng lượng và phần còn lại là sắt (Fe) và các tạp chất không tránh được, và thép có giới hạn dẻo $R_{p0,2}$ là từ 320 đến 450MPa và giới hạn dẻo $R_{p1,0}$ là từ 370 đến 500MPa, và độ bền kéo R_m là từ 630 đến 800MPa, và số tương đương kháng rỉ (PREN) lớn hơn 24.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế đề cập đến thép không gỉ austenit mà chứa từ 0,01 đến 0,03% cacbon (C), từ 0,2 đến 0,6% silicon (Si), từ 1,0 đến 2,0% mangan (Mn), từ 19,0 đến 21,0% crom (Cr), từ 7,5 đến 9,5% niken (Ni), từ 0,4 đến 1,4% molypden (Mo), từ 0,2 đến 1,0% đồng (Cu), từ 0,10 đến 0,25% nitơ (N), thấp hơn 1,0% coban, thấp hơn 0,006% bo (B) về trọng lượng và phần còn lại là sắt (Fe) và các tạp chất không tránh được.

Khi so sánh thép không gỉ austenit của sáng chế với thép không gỉ austenit loại 316L/14404, hàm lượng crom theo sáng chế cao hơn ít nhất phần nào so với molypden thay thế cũng như hàm lượng nitơ cao hơn ít nhất phần nào so với molypden cũng như niken thay thế. Mặc dù có các sự thay thế này, tỷ lệ Cr_{eq}/Ni_{eq} giữa nguyên tố tương đương crom và nguyên tố tương đương niken được giữ gần như ở mức tương đương hoặc thấp hơn khi được so sánh với tỷ lệ Cr_{eq}/Ni_{eq} trong thép không gỉ austenit loại 316L/14404 tham chiếu. Hàm lượng delta ferit (δ -ferit) được giữ trong khoảng từ 2 đến

9% sau khi ủ ở nhiệt độ cao và làm nguội nhanh cũng như trong kết cấu hóa rắn sau khi hàn. Dấu hiệu này giảm bớt các vấn đề liên quan đến việc làm việc và ủ trong điều kiện nhiệt độ cao, nghĩa là crackinh trong điều kiện nhiệt độ cao. Giới hạn dẻo $R_{p0,2}$ đối với thép không gỉ austenit theo sáng chế thường là từ 320 đến 450MPa và $R_{p1,0}$ tương ứng là từ 370 đến 500MPa, trong khi độ bền kéo R_m là từ 630 đến 800MPa. Do đó, các trị số độ bền là khoảng từ 70 đến 170MPa cao hơn độ bền của thép không gỉ austenit loại 316L/14404. Hơn nữa, thép không gỉ austenit của sáng chế có trị số PREN cao hơn 24, và tỷ lệ Cr_{eq}/Ni_{eq} trong thép thấp hơn 1,60 cũng như thép có trị số M_{d30} thấp hơn $-80^{\circ}C$.

Các hiệu quả và các hàm lượng phần trăm trọng lượng của các nguyên tố dùng cho thép không gỉ austenit theo sáng chế được mô tả như sau:

Cacbon (C) là nguyên tố tạo ra austenit và ổn định austenit giá trị. Cacbon có thể được bổ sung lên đến 0,03% nhưng các mức cao hơn có ảnh hưởng bất lợi cho độ chống ăn mòn. Hàm lượng cacbon sẽ không thấp hơn 0,01%. Việc hạn chế hàm lượng cacbon đến các mức cacbon thấp cũng làm tăng nhu cầu đối với các nguyên tố tạo ra austenit và các nguyên tố ổn định austenit đất tiền khác.

Silicon (Si) được bổ sung vào các thép không gỉ nhằm các mục đích khử oxy trong xưởng nung và không nên dưới 0,2% tốt hơn ít nhất là 0,25%. Silicon là nguyên tố tạo ra ferit, nhưng silicon có hiệu ứng ổn định mạnh hơn dựa trên độ ổn định austenit so với việc tạo ra mactensit. Hàm lượng silicon phải được hạn chế dưới 0,6%, tốt hơn là dưới 0,55%.

Mangan (Mn) là phụ gia quan trọng để đảm bảo kết cấu tinh thể austenit ổn định, cũng so với sự biến dạng mactensit. Mangan cũng làm tăng độ hòa tan của nitơ vào thép. Tuy nhiên, các hàm lượng mangan quá cao sẽ làm giảm độ chống ăn mòn và khả năng làm việc trong điều kiện nhiệt độ cao. Do đó, hàm lượng mangan sẽ nằm trong phạm vi từ 1,0 đến 2,0%, tốt hơn là từ 1,6 đến 2,0%.

Crom (Cr) chịu trách nhiệm đảm bảo độ chống ăn mòn của thép không gỉ. Crom là nguyên tố tạo ra ferit, nhưng crom cũng là nguyên tố bổ sung chính để tạo ra sự cân bằng pha thích hợp giữa austenit và ferit. Việc làm tăng hàm lượng crom làm tăng nhu cầu đối với các nguyên tố tạo ra austenit đất tiền niken, mangan hoặc cần phải có các hàm lượng cacbon và nitơ cao không thực tế. Hàm lượng crom cao hơn cũng làm tăng

độ hòa tan nito có lợi đối với pha austenit. Do đó, hàm lượng crom sẽ nằm trong phạm vi từ 19 đến 21%, tốt hơn là từ 19,5 đến 20,5%.

Niken (Ni) là nguyên tố ổn định austenit mạnh và cải thiện độ dẻo và độ bền. Tuy nhiên, niken là nguyên tố đắt tiền, và do đó, để duy trì chi phí-hiệu quả của thép theo sáng chế, giới hạn trên đối với hợp kim niken sẽ là 9,5%, tốt hơn là 9,0%. Có ảnh hưởng lớn đến độ ổn định austenit so với việc tạo ra mactensit, niken cần phải có mặt dù chỉ một lượng nhỏ. Giới hạn dưới của hàm lượng niken vì vậy là 7,5%, tốt hơn là 8,0%.

Đồng (Cu) có thể được sử dụng làm nguyên tố tương đương rẻ hơn cho niken dưới dạng nguyên tố tạo ra austenit và nguyên tố ổn định austenit. Đồng là nguyên tố ổn định yếu ở pha austenit nhưng có hiệu ứng mạnh về sự cản trở tạo ra mactensit. Đồng cải thiện độ dẻo bằng cách làm giảm năng lượng lõi chông và cải thiện độ chống ăn mòn trong các môi trường nhất định. Nếu hàm lượng đồng cao hơn 3,0%, hàm lượng này làm giảm khả năng làm việc trong điều kiện nhiệt độ cao. Theo sáng chế này, phạm vi hàm lượng đồng là từ 0,2 đến 1,0%, tốt hơn là từ 0,3 đến 0,6%.

Coban (Co) ổn định austenit và là nguyên tố thay thế cho niken. Coban cũng làm tăng độ bền. Coban rất đắt tiền và do đó việc sử dụng coban là hạn chế. Nếu coban được bổ sung, giới hạn cao nhất là 1,0%, tốt hơn là thấp hơn 0,4%, và tốt hơn là trong phạm vi từ 0,1 đến 0,3%, khi coban một cách tự nhiên lấy từ mảnh vụn được tái chế và/hoặc từ việc hợp kim hóa niken.

Nitơ (N) là nguyên tố tạo ra và ổn định austenit mạnh. Do đó, việc hợp kim hóa nitơ cải thiện hiệu quả chi phí của thép theo sáng chế bằng cách cho phép sử dụng niken, đồng và mangan với hàm lượng thấp hơn. Nitơ cải thiện độ kháng rỗ một cách rất hiệu quả, đặc biệt là khi được pha trộn cùng với molypden.

Để đảm bảo việc sử dụng các nguyên tố hợp kim nêu trên với hàm lượng thấp một cách hợp lý, hàm lượng nitơ sẽ ít nhất là 0,1%. Các hàm lượng nitơ cao làm tăng độ bền của thép và vì vậy khiến các thao tác tạo ra trở nên khó khăn hơn. Hơn nữa, nguy cơ kết tủa nitrua tăng lên với việc làm tăng hàm lượng nitơ. Vì các lý do này, hàm lượng nitơ sẽ không vượt quá 0,25%, và hàm lượng này tốt hơn là trong phạm vi từ 0,13 đến 0,20%.

Molypden (Mo) là một nguyên tố, mà cải thiện độ chống ăn mòn của thép bằng cách thay đổi màng thụ động. Molypden làm tăng sức cản đối với việc tạo ra mactensit.

Hàm lượng molypden thấp hơn làm giảm khả năng của các pha liên kim loại như sigma chẳng hạn để tạo ra khi thép được để lộ ở các nhiệt độ cao. Các mức Mo cao ($> 3,0\%$) làm tăng khả năng làm việc trong điều kiện nhiệt độ cao và có thể làm tăng độ hóa rắn delta ferit (δ -ferrite) đến mức bất lợi. Tuy nhiên, do chi phí cao, hàm lượng Mo của thép sẽ nằm trong phạm vi từ 0,4 đến 1,4% tốt hơn là từ 0,5 đến 1,0%.

Bo (B) có thể được sử dụng khiến khả năng làm việc trong điều kiện nhiệt độ cao được cải thiện và chất lượng bề mặt tốt hơn. Các phụ gia bo nhiều hơn 0,01% có thể gây hại đối với khả năng làm việc và độ chống ăn mòn của thép. Thép không gỉ austenit được trình bày trong sáng chế này có bo một cách tùy ý thấp hơn 0,006%, tốt hơn là thấp hơn 0,004%.

Các đặc tính của thép không gỉ austenit theo sáng chế đã được kiểm tra bằng các hợp chất hóa học trong bảng 1 đối với các hợp kim A, B, C, D, E, F, G, H, I và J. Các hợp kim thép từ A đến I được tạo ra trong quy mô phòng thí nghiệm với các phôi đúc 65 kg được cán xuống còn độ dày dải nóng 5mm và được cán nguội tiếp đến các độ dày cuối cùng 2,2 hoặc 1,5mm. Hợp kim thép J được tạo ra ở quy mô đầy đủ thông qua quy trình sản xuất thép không gỉ đã biết rộng rãi bao gồm lò hồ quang điện (Electric Arc Furnace - EAF) – bộ chuyển đổi AOD (Argon Oxygen Decarburization - AOD) – xử lý rót – đúc liên tục – cán nóng và cán nguội. Độ dày dải cán nóng là 5mm và độ dày cán nguội cuối cùng là 1,5mm. Bảng 1 còn chứa hợp chất hóa học của thép không gỉ austenit loại 316L/14404 (316L) mà đã được sử dụng để tham khảo.

E, F, G, H, I và J. Các hợp kim thép từ A đến I đã được chế tạo trong phạm vi phòng thí nghiệm với các phôi đúc 65 kg được cán xuống còn độ dày dải nóng 5mm và được cán nguội tiếp đến các độ dày cuối cùng 2,2 hoặc 1,5mm. Hợp kim thép J được tạo ra ở quy mô đầy đủ thông qua quy trình sản xuất thép không gỉ đã biết rộng rãi bao gồm lò hồ quang điện – bộ chuyển đổi AOD – xử lý rót – đúc liên tục – cán nóng và cán nguội. Độ dày dải cán nóng là 5mm và độ dày cán nguội cuối cùng là 1,5mm. Bảng 1 còn chứa hợp chất hóa học của thép không gỉ austenit loại 316L/14404 (316L) mà đã được sử dụng để tham khảo.

Thép	C %	Si %	Mn %	Cr %	Ni %	Mo %	Cu %	N %	Co %
A	0,028	0,43	1,81	19,8	8,5	0,99	0,52	0,148	0,01

B	0,027	0,40	1,79	20,2	8,0	0,88	0,49	0,183	0,01
C	0,028	0,44	1,81	20,5	8,5	0,78	0,52	0,201	0,01
D*	0,024	0,44	3,75	20,7	7,1	0,69	0,52	0,202	0,01
E	0,022	0,44	1,77	20,1	8,5	0,78	0,52	0,180	0,25
F	0,021	0,42	1,82	20,2	8,6	0,68	0,51	0,204	0,25
G	0,017	0,47	1,76	20,3	8,6	0,59	0,50	0,222	0,01
H*	0,019	0,44	1,78	20,5	8,1	0,49	0,52	0,252	0,25
I	0,022	0,42	1,81	20,2	8,2	0,54	0,51	0,216	0,20
J	0,018	0,53	1,81	20,3	8,7	0,71	0,48	0,207	0,13
316L	0,017	0,48	1,78	17,0	10,1	2,03	0,39	0,047	0,24

Bảng 1 *ngoài sáng chế

Đối với các hợp chất hóa học A, B, C, D, E, F, G, H, I, J và 316L trong bảng 1, nguyên tố tương đương crom (Cr_{eq}) và nguyên tố tương đương niken (Ni_{eq}) đã được tính bằng cách sử dụng các công thức (1) và (2) sau:

$$Cr_{eq} = \%Cr + \%Mo + 1,5x\%Si + 2,0\%Ti + 0,5x\%Nb \quad (1)$$

$$Ni_{eq} = \%Ni + 0,5x\%Mn + 30x(\%C + \%N) + 0,5\%Cu + 0,5\%Co \quad (2)$$

Số tương đương kháng rỗ (pitting resistance equivalent number - PREN) được tính bằng cách sử dụng công thức (4):

$$PREN = \%Cr + 3,3x\%Mo + 30x\%N \quad (4)$$

Các kết quả đối với nguyên tố tương đương crom (Cr_{eq}), nguyên tố tương đương niken (Ni_{eq}), tỷ lệ Cr_{eq}/Ni_{eq} , nhiệt độ M_{d30} (M_{d30}) và số tương đương kháng rỗ (PREN) được trình bày trong bảng 2.

Thép	Cr_{eq}	Ni_{eq}	Cr_{eq}/Ni_{eq}	M_{d30} °C	PREN
A	21,44	14,95	1,43	-100,1	27,5
B	21,71	15,45	1,41	-103,9	28,6

C	21,94	15,84	1,39	-110,1	29,1
D	22,05	16,02	1,38	-105,2	29,0
E	21,54	15,78	1,37	-111,0	28,1
F	21,51	16,64	1,29	-125,4	28,6
G	21,60	16,91	1,28	-131,3	28,9
H	21,65	17,51	1,24	-132,9	29,7
I	21,37	16,60	1,29	-117,1	28,5
J	21,81	16,66	1,31	-130,0	28,9
316L	19,78	13,23	1,50	-76,2	25,1

Bảng 2

Các kết quả của bảng 2 thể hiện rằng số tương đương kháng rỗ (PREN), trong phạm vi từ 27,0 đến 29,5, đối với thép không gỉ austenit của sáng chế là cao hơn đối với thép không gỉ tham chiếu 316L (25,1). Tỷ lệ C_{req}/Ni_{eq} trong phạm vi từ 1,20 đến 1,45 đối với các thép A - J theo sáng chế là thấp hơn đối với thép không gỉ tham chiếu 316L (1,50), chỉ ra rằng hệ số của nito trong nguyên tố tương đương niken có hiệu ứng mạnh trong việc cân bằng pha và do đó có thể rất hữu dụng cho việc hợp kim hóa phí tồn chấp nhận được. Nhiệt độ M_{d30} thấp hơn $-100,1^{\circ}\text{C}$ đối với mỗi thép không gỉ austenit theo sáng chế trong bảng 2 và cũng thấp hơn nhiệt độ M_{d30} đối với thép tham chiếu 316L và vì vậy độ ổn định austenit so với sự chuyển đổi mactensit trong thép không gỉ austenit của sáng chế được cải thiện.

Các hàm lượng ferit được đo trong điều kiện cán và ủ nguội đối với thép A - J được trình bày trong bảng 3 mà thể hiện rằng thép theo sáng chế và thép không gỉ austenit 316L tham chiếu chủ yếu có lượng ferit bằng nhau trong kết cấu vi mô cuối cùng.

Thép	Hàm lượng ferit trung bình [%]*	Thép	Hàm lượng ferit trung bình [%]*
A	0,73	G	< 0,10
B	0,46	H	< 0,10
C	1,16	I	< 0,10
D	4,50	J	< 0,10

E	0,30	316L	0,32
F	< 0,10		

Bảng 3 * giới hạn phát hiện thấp nhất đối với dụng cụ đo là 0,10%

Các giới hạn dẻo $R_{p0,2}$ và $R_{p1,0}$ cũng như độ bền kéo R_m đối với các thép không gỉ austenit A - J theo sáng chế đã được xác định và được trình bày trong bảng 4 với các trị số tương ứng của thép không gỉ austenit 316L tiêu chuẩn để tham khảo.

Thép	$R_{p0,2}$ MPa	$R_{p1,0}$ MPa	R_m MPa
A	352	406	668
B	372	421	686
C	394	448	680
D	397	452	697
E	372	414	688
F	396	438	720
G	409	449	733
H	421	465	747
I	414	455	723
J	383	402	727
316L tiêu chuẩn	170	-	485
316L thông thường	260	285	600

Bảng 4

Như được thể hiện trong bảng 4, các độ bền được xác định đối với thép không gỉ austenit theo sáng chế là khoảng từ 70 đến 170MPa cao hơn so với các độ bền tương ứng đối với thép không gỉ austenit 316L tham chiếu. Ngoài ra, thép không gỉ austenit theo sáng chế chủ yếu được cán một cách dễ dàng trong các điều kiện cán ram.

Thép không gỉ austenit trình bày theo sáng chế này có cùng mức về độ dẻo như vật liệu tham chiếu 316L ngay cả khi độ bền cao hơn một cách đáng kể. Các kết quả kiểm tra độ dẻo được trình bày trong bảng 5 và có tỷ lệ dập vuốt (Limiting Drawing Ratio - LDR) và chỉ số Erichsen. Tỷ lệ dập vuốt được xác định dưới dạng tỷ lệ đường kính khoảng trống lớn nhất mà có thể được vẽ một cách an toàn thành cốc mà không tạo bích đến đường kính đột dập. LDR được xác định với chày đột dập dẹt 50mm và lực giữ 25 kN. Việc kiểm tra chỗ lõm dạng cốc Erichsen là việc kiểm tra độ dẻo, mà được áp

dụng để đánh giá khả năng của các tấm và các dải kim loại chịu biến dạng dẻo trong việc tạo căng. Việc kiểm tra này bao gồm việc tạo ra vết lõm bằng cách ép chày đột dập có một đầu hình cầu vào mẫu kiểm tra kẹp giữa bàn kẹp tôn và khuôn, cho đến khi vết nứt xuyên xuất hiện. Độ sâu của cốc được đo. Chỉ số Erichsen là trị số trung bình của 5 lần kiểm tra.

Thép	Độ dày [mm]	LDR	Chỉ số Erichsen
A	2,2	2,10	13,7
B	2,2	2,10	13,7
C	2,2	2,10	13,1
D	2,2	2,10	13,3
E	1,5	2,10	12,0
F	1,5	2,10	12,1
G	1,5	2,10	11,7
H	1,5	2,10	11,7
I	1,5	2,10	12,3
J	1,5	2,10	11,8
316L	1,5	2,10	12,3

Bảng 5

Việc tạo hợp kim Nitơ với hàm lượng crom cao và hàm lượng molypden thấp hơn trong thép không gỉ austenit được trình bày theo sáng chế này mang lại độ kháng rỗ cao hơn đáng kể khi được so sánh với vật liệu tham chiếu 316L. Các kết quả được trình bày trong bảng 6. Các việc kiểm tra độ ăn mòn điểm đã được thực hiện bằng cách đặt bề mặt mẫu thử với pin Avesta trong dung dịch NaCl 1 M ở nhiệt độ 35°C.

Thép	Tiềm năng phá hủy Eb [mV]	Thép	Tiềm năng phá hủy Eb [mV]
A	390	G	653
B	448	H	871
C	473	I	736
D	412	J	727
E	694	316L	309

F	808		
---	-----	--	--

Bảng 6

Các kết quả trong bảng 6 thể hiện rằng tiềm năng phá hủy, nghĩa là tiềm năng thấp nhất khi độ ăn mòn điểm xảy ra, đối với thép không gỉ austenit (các thép A - J) theo sáng chế cao hơn nhiều đối với vật liệu tham chiếu 316L.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thép không gỉ austenit có độ kháng rỉ được cải thiện và độ bền được cải thiện, khác biệt ở chỗ, thép này bao gồm từ 0,01 đến 0,03% cacbon (C), từ 0,2 đến 0,6% silicon (Si), từ 1,0 đến 2,0% mangan (Mn), từ 19,0 đến 21,0% crom (Cr), từ 7,5 đến 9,5% niken (Ni), từ 0,4 đến 1,4% molypden (Mo), từ 0,2 đến 1,0% đồng (Cu), từ 0,10 đến 0,25% nitơ (N), thấp hơn 1,0% coban (Co), thấp hơn 0,006% bo (B) về trọng lượng, và phần còn lại là sắt (Fe) và các tạp chất không tránh được, và thép có giới hạn dẻo $R_{p0,2}$ là từ 320 đến 450MPa và giới hạn dẻo $R_{p1,0}$ là từ 370 đến 500MPa, và độ bền kéo R_m là từ 630 đến 800MPa, và số tương đương kháng rỉ (pitting resistance equivalent number - PREN) lớn hơn 24.
2. Thép không gỉ austenit theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, thép này chứa từ 0,25 đến 0,55% silicon về trọng lượng.
3. Thép không gỉ austenit theo điểm 1 hoặc 2, khác biệt ở chỗ, thép này chứa từ 1,6 đến 2,0% mangan về trọng lượng.
4. Thép không gỉ austenit theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, thép này chứa từ 19,5 đến 20,5% crom về trọng lượng.
5. Thép không gỉ austenit theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, thép này chứa từ 8,0 đến 9,0% niken về trọng lượng.
6. Thép không gỉ austenit theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, thép này chứa từ 0,5 đến 1,0% molypden về trọng lượng.
7. Thép không gỉ austenit theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, thép này chứa từ 0,3 đến 0,6% đồng về trọng lượng.
8. Thép không gỉ austenit theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, thép này chứa từ 0,13 đến 0,20% nitơ về trọng lượng.
9. Thép không gỉ austenit theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, thép này chứa lượng thấp hơn 0,4% coban về trọng lượng.
10. Thép không gỉ austenit theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, thép này chứa lượng thấp hơn 0,004% bo về trọng lượng.
11. Thép không gỉ austenit theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, thép này có tỷ lệ Cr_{eq}/Ni_{eq} thấp hơn 1,60.

12. Thép không gỉ austenit theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, thép này có nhiệt độ M_{d30} thấp hơn -80°C .