



(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)



1-0031107

(51)⁷ C22C 38/46; C22C 38/02; C22C 38/04; (13) B
C22C 38/42; C22C 38/44; C22C 38/00;
C22C 38/48; C22C 38/50; C22C 38/52;
C22C 38/54; C22C 38/58

(21) 1-2016-05112

(22) 11/06/2015

(86) PCT/FI2015/050415 11/06/2015

(87) WO2015/193542 23/12/2015

(30) 20145575 17/06/2014 FI

(45) 25/02/2022 407

(43) 27/03/2017 348A

(73) OUTOKUMPU OYJ (FI)

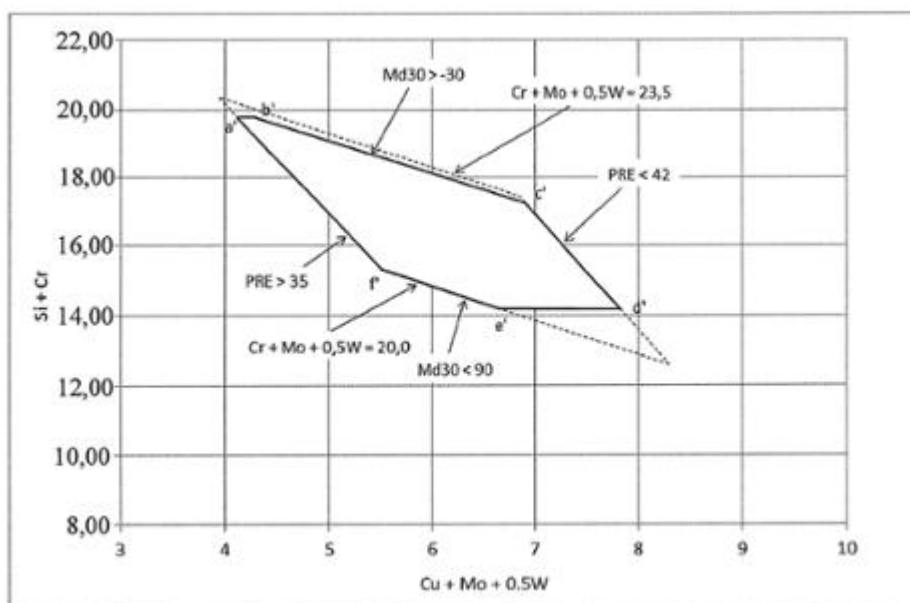
Salmisaarenranta 11, 00180 Helsinki, Finland

(72) OLIVER, James (GB); JONSSON, Jan, Y. (SE).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) THÉP KHÔNG GỈ HAI PHA FERIT AUSTENIT

(57) Sáng chế đề cập đến thép không gỉ hai pha ferit austenit có khả năng định hình tốt tận dụng hiệu ứng TRIP và tính chống ăn mòn cao với đương lượng chống ăn mòn rỗ cao. Thép không gỉ hai pha này chứa cacbon với lượng ít hơn 0,04% khối lượng, silic với lượng nằm trong khoảng từ 0,2% đến 0,8% khối lượng, mangan với lượng nằm trong khoảng từ 0,3% đến 2,0% khối lượng, crom với lượng nằm trong khoảng từ 14,0% đến 19,0% khối lượng, niken với lượng nằm trong khoảng từ 2,0% đến 5,0% khối lượng, molypden với lượng nằm trong khoảng từ 4,0% đến 7,0% khối lượng, vonfram với lượng ít hơn 4,5% khối lượng, đồng với lượng nằm trong khoảng từ 0,1% đến 1,5% khối lượng, nitơ với lượng nằm trong khoảng từ 0,14% đến 0,23% khối lượng, phần còn lại là sắt và các tạp chất thường thấy trong thép không gỉ. Hơn nữa, tác dụng đồng thời của hàm lượng crom, molypden và vonfram, tính theo % khối lượng, là nằm trong khoảng $20 < (Cr + Mo + 0,5W) < 23,5$, trong đó tỷ lệ $Cr / (Mo + 0,5W)$ là nằm trong khoảng từ 2 đến 4,75.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thép không gỉ hai pha ferit austenit có khả năng định hình tốt với hiệu ứng TRIP (transformation induced plasticity, độ dẻo do sự biến đổi gây ra) và tính chống ăn mòn cao và đương lượng chống ăn mòn rỗ (PRE, pitting resistance equivalent) tối ưu.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hiệu ứng độ dẻo do sự biến đổi gây ra (TRIP, transformation induced plasticity) dùng để chỉ sự biến đổi của austenit vẫn đang ở trạng thái giả ổn định thành martensit trong quá trình biến dạng chất dẻo nhờ chịu ứng suất hoặc sức căng. Đặc tính này cho phép thép không gỉ mang hiệu ứng TRIP có khả năng định hình tốt, trong khi vẫn giữ được độ bền tuyệt vời.

Đơn yêu cầu cấp patent châu Âu số 2172574 và đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2009052115 đã bộc lộ thép không gỉ ferit austenit mà chứa, tính theo % khối lượng, 0,002 đến 0,1% C, 0,05 đến 2% Si, 0,05 đến 5% Mn, 17 đến 25% Cr, 0,01 đến 0,15% N, tùy ý ít hơn 5% Ni, tùy ý ít hơn 5% Cu, tùy ý ít hơn 5% Mo, tùy ý ít hơn 0,5% Nb và tùy ý ít hơn 0,5% Ti. Nhiệt độ M_d đã được tính từ thành phần hóa học trong pha austenit mà tỷ phần thể tích trong thép của nó là 10 đến 50%, sử dụng công thức

$$M_d = 551 - 462(C+N) - 9,2Si - 8,1Mn - 13,7Cr - 29(Ni+Cu) - 18,5Mo.$$

Nhiệt độ M_d được giới hạn trong khoảng $-10^{\circ}\text{C} \leq M_d \leq 110^{\circ}\text{C}$. Đương lượng chống ăn mòn rỗ (PRE) được tính toán bằng cách sử dụng công thức:

$$\text{PRE} = \%Cr + 3,3*(\%Mo) + 10*\%N - \%Mn,$$

được mô tả là lớn hơn 18.

Trong đơn yêu cầu cấp patent châu Âu số 2172574 và đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2009052115, lượng Mo chỉ là tùy ý, và việc tính nhiệt độ M_d được dựa vào thành phần hóa học của pha austenit mà chỉ chiếm 10 đến 50% thể tích của toàn bộ vi cấu trúc.

Đơn yêu cầu cấp patent châu Âu số 1715073 đã bộc lộ thép không gỉ austenit ferit chứa, tính theo % khối lượng, ít hơn 0,2% C, ít hơn 4% Si, ít hơn 12% Mn, 15 đến 35% Cr, ít hơn 3% Ni, 0,05 đến 0,6% N, tùy ý ít hơn 4% Cu, tùy ý ít hơn 4% Mo, tùy ý ít hơn 0,5% V và tùy ý ít hơn 0,1% Al. Tỷ phần thể tích của pha austenit là nằm trong khoảng từ 10 đến 85%, và lượng (C+N) trong pha austenit là nằm trong khoảng từ 0,16 đến 2% khối lượng. Đơn yêu cầu cấp patent châu Âu số 1715073 cũng có molypđen (Mo) là nguyên tố tùy ý.

Trong WO 2011/135170, đã biết rằng phương pháp sản xuất thép không gỉ ferit-austenit có khả năng định hình tốt và độ giãn dài lớn, thép này chứa, tính theo % khối lượng, ít hơn 0,05% C, 0,2 đến 0,7% Si, 2 đến 5% Mn, 19 đến 20,5% Cr, 0,8 đến 1,35% Ni, ít hơn 0,6% Mo, ít hơn 1% Cu, 0,16 đến 0,24% N, còn lại là sắt và các tạp chất thường thấy. Thép không gỉ nêu trong công bố đơn sáng chế WO 2011/135170 được xử lý nhiệt sao cho vi cấu trúc của thép không gỉ chứa 45 đến 75% austenit trong điều kiện xử lý nhiệt, phần còn lại của vi cấu trúc là ferit. Hơn nữa, nhiệt độ M_{d30} đo được của thép không gỉ được điều chỉnh nằm trong khoảng từ 0°C đến 50°C để tận dụng hiệu ứng TRIP để cải thiện khả năng định hình của thép không gỉ.

Hơn nữa, từ WO 2013/034804 đã biết thép không gỉ hai pha ferit austenit có tận dụng hiệu ứng TRIP, chứa ít hơn 0,04% khối lượng C, ít hơn 0,7% khối lượng Si, ít hơn 2,5% khối lượng Mn, 18,5 đến 22,5% khối lượng Cr, 0,8 đến 4,5% khối lượng Ni, 0,6 đến 1,4% khối lượng Mo, ít hơn 1% khối lượng Cu, 0,10 đến 0,24% khối lượng N, phần còn lại là sắt và các tạp chất thường thấy có trong thép không gỉ. Lưu huỳnh được giới hạn ở mức ít hơn 0,010% khối lượng và tốt hơn là ít hơn 0,005% khối lượng, hàm lượng phospho ít hơn 0,040% khối lượng và tổng lượng lưu huỳnh và phospho (S+P) là ít hơn 0,04% khối lượng, hàm lượng oxy tổng là dưới 100 ppm. Thép không gỉ hai pha tùy ý chứa một hoặc nhiều nguyên tố bổ sung với lượng sau đây: hàm lượng nhôm tối đa là ít hơn 0,04% khối lượng và tốt hơn là tối đa là ít hơn 0,03% khối lượng. Hơn nữa, bo, canxi và xeri tùy ý được bổ sung vào với lượng nhỏ; tốt hơn là hàm lượng bo và canxi ít hơn 0,003% khối lượng và hàm lượng xeri ít hơn 0,1% khối lượng. Tùy ý, coban có thể được bổ sung lên đến 1% khối lượng để thay thế một phần niken, và vonfram có thể được bổ sung lên đến 0,5% khối lượng để thay thế một phần molypđen. Một hoặc nhiều nhóm chứa niobi, titan và vanadi tùy ý có thể được bổ sung vào thép không gỉ hai pha theo sáng chế, hàm lượng của niobi và titan

được giới hạn lên đến 0,1% khối lượng và hàm lượng vanadi được giới hạn lên đến 0,2% khối lượng.

Theo WO 2013/034804, đương lượng chống ăn mòn rỗ (PRE) được tối ưu hóa để tạo ra tính chống ăn mòn tốt, nằm trong khoảng từ 27 đến 29,5. Hiệu ứng TRIP (độ dẻo do sự biến đổi gây ra - Transformation Induced Plasticity) trong pha austenit được duy trì phù hợp với nhiệt độ M_{d30} đo được thuộc khoảng 0 đến 90°C, tốt hơn là thuộc khoảng 10 đến 70°C, để đảm bảo khả năng định hình tốt. Tỷ lệ pha austenit trong vi cấu trúc của thép không gỉ hai pha theo sáng chế trong điều kiện xử lý nhiệt là từ 45 đến 75% thể tích, tốt hơn là 55 đến 65% thể tích, phần còn lại là ferit, để tạo điều kiện thuận lợi cho hiệu ứng TRIP. Việc xử lý nhiệt có thể được tiến hành bằng cách sử dụng các phương pháp xử lý nhiệt khác nhau, như ủ hóa lỏng, ủ cảm ứng tần số cao hoặc ủ cục bộ, ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 900°C đến 1200°C, tốt hơn là từ 950°C đến 1150°C.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục tiêu của sáng chế là nhằm cải thiện các đặc tính của thép không gỉ hai pha đã được mô tả trong tình trạng kỹ thuật và nhằm đạt được một loại thép không gỉ hai pha ferit austenit mới sử dụng hiệu ứng TRIP với đương lượng chống ăn mòn rỗ (PRE) cao và nhờ đó có được tính chống ăn mòn tốt hơn. Các dấu hiệu cơ bản của sáng chế được xác định trong các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

Theo sáng chế, thép không gỉ hai pha ferit austenit chứa ít hơn 0,04% khối lượng C, 0,2 đến 0,8% khối lượng Si, 0,3 đến 2,0% khối lượng Mn, 14,0 đến 19,0% khối lượng Cr, 2,0 đến 5,0% khối lượng Ni, 4,0 đến 7,0% khối lượng Mo, dưới 4,5% khối lượng W, 0,1 đến 1,5% khối lượng Cu, 0,14 đến 0,23% khối lượng N, phần còn lại là sắt và các tạp chất thường thấy có trong thép không gỉ. Lưu huỳnh được giới hạn ở mức ít hơn 0,010% khối lượng và tốt hơn là ít hơn 0,005% khối lượng, hàm lượng phospho ít hơn 0,040% khối lượng và tổng lượng lưu huỳnh và phospho (S+P) là ít hơn 0,04% khối lượng, hàm lượng oxy tổng là dưới 100 ppm.

Thép không gỉ hai pha theo sáng chế tùy ý chứa một hoặc nhiều nguyên tố bổ sung với lượng sau đây: hàm lượng nhôm tối đa là ít hơn 0,04% khối lượng và tốt hơn là tối đa là ít hơn 0,03% khối lượng. Hơn nữa, bo, canxi, xeri và magie tùy ý được bổ sung vào với lượng nhỏ; hàm lượng bo và canxi được ưu tiên là ít hơn 0,004% khối

lượng, hàm lượng xeri là ít hơn 0,1% khối lượng và hàm lượng magie là ít hơn 0,05% khối lượng. Tùy ý, coban có thể được bổ sung lên đến 1% khối lượng để thay thế một phần cho niken. Tương tự, một hoặc nhiều nhóm chứa niobi, titan và vanadi tùy ý có thể được bổ sung vào thép không gỉ hai pha theo sáng chế, hàm lượng của niobi và titan được giới hạn lên đến 0,1% khối lượng và hàm lượng vanadi được giới hạn lên đến 0,2% khối lượng.

Theo sáng chế, lưu ý rằng nếu tăng hàm lượng molypden đến khoảng 4,0 đến 7,0% khối lượng thì cần thiết phải giảm hàm lượng crom đến khoảng 14,0 đến 19,0% khối lượng. Trong điều kiện này, tổng hàm lượng molypden, crom và tùy ý vonfram tính theo phần trăm khối lượng với công thức $Cr+Mo+0,5W$ là nằm trong khoảng từ 20 đến 23,5% khối lượng, trong đó tỷ lệ $Cr/(Mo+0,5W)$ là nằm trong khoảng từ 2 đến 4,75.

Đối với thép không gỉ theo sáng chế, đương lượng chống ăn mòn rõ (PRE) được tối ưu hóa để tạo ra tính chống ăn mòn tốt, nằm trong khoảng từ 35 đến 42. Hiệu ứng TRIP (transformation induced plasticity, độ dẻo do sự biến đổi gây ra) trong pha austenit được duy trì phù hợp với nhiệt độ M_{d30} đo được thuộc khoảng -30 đến 90°C , tốt hơn là thuộc khoảng 0 đến 60°C , để đảm bảo khả năng định hình tốt. Nhiệt độ M_{d30} , là số đo cho độ ổn định của austenit đối với hiệu ứng TRIP, được định nghĩa là nhiệt độ mà ở đó 0,3 ứng suất thực gây ra sự biến đổi 50% austenit thành martensit. Tỷ lệ pha austenit trong vi cấu trúc của thép không gỉ hai pha theo sáng chế trong điều kiện xử lý nhiệt là từ 50 đến 80% thể tích, tốt hơn là 55 đến 70% thể tích, phần còn lại là ferit, để tạo điều kiện thuận lợi cho hiệu ứng TRIP. Việc xử lý nhiệt có thể được tiến hành bằng cách sử dụng các phương pháp xử lý nhiệt khác nhau, như ủ hóa lỏng, ủ cảm ứng tần số cao, ủ cục bộ hoặc phương pháp xử lý nhiệt bất kỳ khác ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 900 đến 1200°C , tốt hơn là từ 950 đến 1150°C .

Theo sáng chế, tổng hàm lượng crom, molypden và tùy ý vonfram với công thức $Cr+Mo+0,5W$ là tối hạn để duy trì nhiệt độ M_{d30} trong khoảng mong muốn để đảm bảo khả năng định hình tốt.

Các ảnh hưởng của các nguyên tố khác nhau trong vi cấu trúc được mô tả trong phần sau đây, các hàm lượng nguyên tố được mô tả theo % khối lượng:

Tỷ lệ cacbon (C) trong pha austenit có ảnh hưởng lớn đến độ ổn định của austenit. Cacbon có thể được bổ sung lên đến 0,04% nhưng các mức lớn hơn có ảnh hưởng bất lợi đến tính chống ăn mòn.

Nitơ (N) là chất ổn định austenit quan trọng trong thép không gỉ hai pha và giống như cacbon, nó làm tăng độ ổn định đối với martensit. Nitơ cũng làm tăng độ bền, sự hóa cứng do ứng suất và tính chống ăn mòn. Biểu hiện thực nghiệm chung đối với nhiệt độ M_{d30} chỉ ra rằng nitơ và cacbon cùng có ảnh hưởng mạnh mẽ đến độ ổn định của austenit. Do nitơ có thể được bổ sung vào thép không gỉ với lượng lớn hơn cacbon mà không gây ảnh hưởng bất lợi đến tính chống ăn mòn, nên hàm lượng nitơ từ 0,14 lên đến 0,23% là hữu hiệu trong thép không gỉ theo sáng chế.

Silic (Si) thường được bổ sung vào thép không gỉ để khử oxit ở công đoạn nấu chảy và không nên dưới 0,2%. Silic làm ổn định pha ferit trong thép không gỉ hai pha nhưng nó có tác dụng ổn định hóa đối với độ ổn định của austenit chống lại sự hình thành martensit tốt hơn so với tác dụng ổn định hóa được chỉ ra trong các sản phẩm hiện thời. Vì lý do này, silic được bổ sung tối đa lên đến 0,8%, tốt hơn là đến 0,5%.

Mangan (Mn) là phụ gia quan trọng để ổn định pha austenit và gia tăng độ hòa tan của nitơ trong thép không gỉ. Mangan có thể thay thế một phần niken đắt tiền và khiến cho thép không gỉ đạt đến trạng thái cân bằng pha tốt. Hàm lượng quá cao sẽ làm giảm tính chống ăn mòn. Mangan có tác động mạnh hơn đối với độ ổn định của austenit chống lại sự biến dạng martensit, và vì vậy hàm lượng mangan cần phải được để ý một cách cẩn thận. Lượng mangan nên nằm trong khoảng từ 0,3 đến 2,0%.

Crom (Cr) là phụ gia chính để khiến thép chống ăn mòn. Với tư cách là chất làm ổn định cho ferit, crom cũng là phụ gia chính để tạo ra sự cân bằng pha thích hợp giữa pha austenit và pha ferit. Ngoài ra, và cùng với molypden, crom làm gia tăng mạnh tính kháng lại sự tạo thành martensit. Để tạo ra PRE cao trong khi vẫn duy trì hiệu ứng TRIP tối ưu, khoảng crom được hạn chế ở mức từ 14,0% đến 19,0% nhờ sự tăng hàm lượng molypden. Tốt hơn là, hàm lượng crom là nằm trong khoảng từ 14,0 đến 18,0%.

Niken (Ni) là nguyên tố hợp kim thiết yếu đối với việc làm ổn định pha austenit và đối với tính dễ uốn và lượng ít nhất 2,0% cần phải được bổ sung vào thép không gỉ theo sáng chế. Có ảnh hưởng lớn đối với độ ổn định của austenit chống lại sự hình

thành martensit, niken cần phải có mặt trong khoảng hẹp. Hơn nữa, do giá thành cao và sự dao động về giá của niken, hàm lượng tối đa của niken trong thép không gỉ theo sáng chế nên lên đến 5,0%.

Đồng (Cu) thường có mặt ở dạng phần cặn dư chiếm 0,1 đến 0,5% trong hầu hết các loại thép không gỉ, khi nhiều vật liệu thô ở dạng phế liệu thép không gỉ chứa nguyên tố này. Đồng là chất ổn định yếu của pha austenit nhưng có ảnh hưởng rõ rệt đối với việc chống lại sự hình thành martensit và cần phải được xem xét khi đánh giá khả năng định hình của thép không gỉ theo sáng chế. Các chất phụ gia đồng cũng có thể gia tăng khả năng chống pha sigma. Việc bổ sung có chủ ý lên đến khoảng 0,1 đến 1,5% có thể được thực hiện nhưng tốt hơn là hàm lượng đồng là nằm trong khoảng từ 0,1 đến 0,7%, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,1 đến 0,5%.

Molypden (Mo) là chất làm ổn định ferit mà có thể được bổ sung vào để gia tăng mạnh mẽ tính chống ăn mòn, và vì vậy molypden cần phải có hàm lượng ít nhất là 4,0% để đạt được PRE cao. Hơn nữa, molypden, giống như crom, làm gia tăng một cách rõ rệt tính kháng đối với sự hình thành martensit, và làm giảm hiệu ứng TRIP. Do đó, molypden được bổ sung vào thép không gỉ theo sáng chế để chống lại sự cân bằng ảnh hưởng của crom về mặt TRIP và PRE. Nhằm mục đích này, molypden nên có mặt với hàm lượng tối đa là 7,0%, tốt hơn là tối đa là 6,5%.

Vonfram (W) có đặc điểm tương tự như molypden và đôi khi có thể thay thế molypden. Tuy nhiên, vonfram và molypden xúc tiến sự kết tủa ở pha sigma và tổng hàm lượng molypden và vonfram theo công thức $(Mo + 0,5W)$ nên ít hơn 7,0%, tốt hơn là 4,0 đến 6,6%, khi đó sự xúc tiến pha sigma và pha si có thể xử lý được trong các quá trình công nghệ liên quan. Ảnh hưởng quan trọng nhất của vonfram là tác động tích cực một cách bất ngờ đến hiệu ứng TRIP mà hiệu ứng này đến lượt nó lại có thể có liên quan đến sự ảnh hưởng đến năng lượng khuyết tật xếp của hợp kim do năng lượng khuyết tật xếp điều chỉnh đáp ứng biến dạng dưới dạng trượt hỗn loạn, sự hình thành song tinh hoặc sự hình thành martensit. Nhằm mục đích này, vonfram cần phải được hạn chế lên đến 3,5%, nhưng tốt hơn là ít nhất là 0,5% khi vonfram được dùng thay cho molypden.

Để có điều kiện tối ưu cho hiệu ứng TRIP và trị số PRE mong muốn theo sáng chế, tác dụng đồng thời của hàm lượng crom, molypden và tùy ý vonfram tính theo %

khối lượng là nằm trong khoảng từ $20 < (Cr + Mo + 0,5W) < 23,5$ trong đó tỷ lệ $Cr/(Mo + 0,5W)$ là nằm trong khoảng từ 2 đến 4,75.

Bo (B), canxi (Ca) và xeri (Ce) được bổ sung với lượng nhỏ vào trong thép hai pha để cải thiện khả năng gia công nóng và không được bổ sung ở hàm lượng quá cao do điều này có thể làm hỏng các đặc tính khác. Hàm lượng bo và canxi được ưu tiên trong thép không gỉ theo sáng chế là ít hơn 0,004% và hàm lượng xeri được ưu tiên là ít hơn 0,1%.

Magie (Mg) là chất tạo thành oxit và sulfua mạnh. Nếu được bổ sung trong bước tạo thép cuối cùng nó sẽ tạo thành magie sulfua (MgS) và biến đổi pha eutecti sulfua nhiệt độ nóng chảy thấp tiềm năng thành hình thái ổn định hơn với nhiệt độ nóng chảy cao hơn, nhờ đó cải thiện tính dễ uốn nóng của hợp kim. Hàm lượng magie được giới hạn ít hơn 0,05%.

Lưu huỳnh (S) trong thép hai pha làm giảm khả năng gia công nóng và có thể tạo thành các tạp chất chứa sulfua mà ảnh hưởng bất lợi đến tính chống ăn mòn rỗ. Vì vậy, hàm lượng của lưu huỳnh cần phải được giới hạn ở mức ít hơn 0,010% và tốt hơn là ít hơn 0,005%.

Phospho (P) làm giảm khả năng gia công nóng và có thể tạo thành các hạt hoặc màng phosphua mà ảnh hưởng bất lợi đến tính chống ăn mòn. Vì vậy, hàm lượng của phospho cần phải được giới hạn ở mức ít hơn 0,040%, và sao cho tổng hàm lượng lưu huỳnh và phospho (S+P) là ít hơn 0,04%.

Oxy (O) cùng với các nguyên tố còn lại khác có ảnh hưởng bất lợi đến tính dễ uốn nóng. Sự có mặt của các tạp chất oxit có thể làm giảm tính chống ăn mòn (ăn mòn rỗ) tùy thuộc vào loại tạp chất. Hàm lượng oxy cao cũng làm giảm độ bền va đập. Theo cách tương tự như lưu huỳnh, oxy cải thiện độ sâu hàn bằng cách thay đổi năng lượng bề mặt của bát hàn. Đối với thép không gỉ theo sáng chế, lượng oxy tối đa thích hợp là dưới 100 ppm. Trong trường hợp bột kim loại, hàm lượng oxy tối đa có thể lên tới 250 ppm.

Nhôm (Al) cần phải giữ ở mức thấp trong thép không gỉ hai pha theo sáng chế với hàm lượng nitơ cao vì hai nguyên tố này có thể kết hợp và tạo thành nhôm nitrua mà sẽ làm giảm độ bền va đập. Hàm lượng nhôm được giới hạn ở mức ít hơn 0,04% và tốt hơn là ở mức ít hơn 0,03%.

Coban (Co) có đặc tính luyện kim tương tự như nguyên tố cùng nhóm của nó, niken, và coban có thể được xử lý theo cách tương tự trong quy trình sản xuất thép và hợp kim. Coban ức chế sự phát triển cỡ hạt ở nhiệt độ cao và cải thiện đáng kể sự duy trì độ cứng và độ bền nóng. Coban làm tăng tính chống ăn mòn xâm thực và sự hóa cứng do ứng suất. Coban làm giảm nguy cơ hình thành pha sigma ở thép không gỉ hai pha cao cấp. Hàm lượng coban được giới hạn lên đến 1,0%.

Các nguyên tố "vi-hợp kim" titan (Ti), vanadi (V) và niobi (Nb) thuộc nhóm các chất phụ gia có tên như vậy do chúng làm thay đổi đáng kể các đặc tính của thép ở nồng độ thấp, thường là với những tác dụng có lợi đối với thép cacbon, nhưng trong trường hợp thép không gỉ hai pha, chúng lại góp phần làm thay đổi không mong muốn đối với các đặc tính, như làm giảm các đặc tính va đập, mức khiếm khuyết bề mặt cao hơn và làm giảm tính dễ uốn trong quá trình đúc và cán nóng. Nhiều trong số các tác dụng này phụ thuộc vào ái lực mạnh của chúng đối với cacbon và cụ thể là nitơ trong trường hợp các loại thép không gỉ hai pha hiện đại. Trong sáng chế, niobi và titan cần phải được giới hạn ở mức tối đa là 0,1% trong khi vanadi gây bất lợi ít hơn và cần phải ít hơn 0,2%.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế được mô tả chi tiết hơn có đề cập tới các hình vẽ, trong đó:

Fig.1 minh họa sự phụ thuộc của nhiệt độ M_{d30} tối thiểu và tối đa và các trị số PRE vào hàm lượng nguyên tố Si+Cr và Cu+Mo+0,5W và Cr+Mo+0,5W trong hợp kim được thử nghiệm theo sáng chế,

Fig.2 minh họa ví dụ với các trị số C+N và Mn+Ni không đổi đối với sự phụ thuộc của nhiệt độ M_{d30} tối thiểu và tối đa và các trị số PRE vào hàm lượng nguyên tố Si+Cr và Cu+Mo+0,5W trong hợp kim được thử nghiệm theo sáng chế theo Fig.1,

Fig.3 minh họa sự phụ thuộc của nhiệt độ M_{d30} tối thiểu và tối đa và các trị số PRE vào hàm lượng nguyên tố C+N và Mn+Ni trong hợp kim được thử nghiệm theo sáng chế, và

Fig.4 minh họa ví dụ với các trị số Si+Cr và Cu+Mo+0,5W không đổi đối với sự phụ thuộc của nhiệt độ M_{d30} tối thiểu và tối đa và các trị số PRE vào hàm lượng nguyên tố C+N và Mn+Ni trong hợp kim được thử nghiệm theo sáng chế theo Fig.3.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dựa trên ảnh hưởng của các nguyên tố này, thép không gỉ hai pha ferit austenit theo sáng chế được biểu thị với các thành phần hóa học từ A đến P như được nêu rõ trong bảng 1. Bảng 1 còn chứa thành phần hóa học của thép không gỉ hai pha tham chiếu thường được biết như dưới dạng 2205 (Q) và thép không gỉ hai pha tham chiếu của công bố đơn quốc tế WO2011/135170 được gọi là R và công bố đơn quốc tế WO 2013/034804 được gọi là S, tất cả các hàm lượng ở Bảng 1 đều tính theo % khối lượng.

Bảng 1

Hợp kim	C %	Si %	Mn %	Cr %	Ni %	Cu %	N %	Mo %	W %
A	0,025	0,57	0,78	18,29	3,82	0,42	0,183	4,10	-
B	0,02	0,42	0,92	17,6	4,2	0,46	0,194	4,37	0,024
C	0,023	0,72	1,01	18,36	3,83	0,47	0,203	4,04	0,87
D	0,028	0,59	0,77	18,23	3,79	0,47	0,179	4,24	-
E	0,024	0,66	1,41	16,61	2,48	1,02	0,197	4,28	-
F	0,021	0,48	0,94	16,51	4,25	0,45	0,194	4,54	1,22
G	0,025	0,51	0,83	18,37	3,81	0,43	0,164	4,34	-
H	0,023	0,54	1,71	16,40	2,40	0,42	0,189	4,50	-
I	0,02	0,56	0,88	16,38	4,39	0,46	0,184	4,28	4,36
J	0,022	0,47	0,70	16,71	4,65	0,46	0,142	4,63	-
K	0,023	0,5	0,86	16,28	3,93	0,45	0,186	4,53	1,14
L	0,02	0,55	0,88	15,3	4,3	0,44	0,183	5,41	2,2
M	0,027	0,50	0,84	16,00	3,24	0,43	0,162	5,60	-
N	0,023	0,52	0,85	17,10	4,68	0,45	0,172	5,97	-
O	0,025	0,53	0,84	16,99	4,62	0,44	0,145	6,06	-
P	0,025	0,47	0,81	14,26	3,17	0,43	0,192	6,28	-
Q	0,021	0,45	1,25	22,25	5,60	0,45	0,180	3,10	-
R	0,040	0,40	3,00	20,20	1,20	0,40	0,220	0,40	-
S	0,026	0,46	0,99	20,08	3,03	0,36	0,178	1,19	-

Các hợp kim A - P được sản xuất trong lò cảm ứng chân không ở quy mô 1 kg trong phòng thí nghiệm thành các tấm nhỏ, các tấm này được rèn và được cán nguội xuống đến độ dày 1,5mm.

Các hợp kim Q và S được đề cập đến này được sản xuất ở quy mô sản xuất 100 tấn sau đó là bước cán nóng và cán nguội để tạo cuộn với kích thước cuối thay đổi.

Khi so sánh các trị số trong bảng 1, hàm lượng crom, niken, molybden và vonfram trong thép không gỉ hai pha theo sáng chế là khác biệt đáng kể với các thép không gỉ tham chiếu Q, R và S.

Các đặc tính, trị số đối với nhiệt độ M_{d30} , và PRE được xác định đối với các thành phần hóa học của bảng 1 và kết quả được thể hiện trong bảng 2 dưới đây.

Nhiệt độ M_{d30} dự đoán (M_{d30} Nohara) của pha austenit trong bảng 2 được tính bằng cách sử dụng biểu thức Nohara (1) được thiết lập cho thép không gỉ austenit

$$M_{d30} = 551 - 462(C+N) - 9,2Si - 8,1Mn - 13,7Cr - 29(Ni+Cu) - 18,5Mo - 68Nb \quad (1)$$

khi được ủ ở nhiệt độ 1050°C.

Nhiệt độ M_{d30} đo được trên thực tế (M_{d30} đo được) ở bảng 2 được thiết lập bằng cách làm biến dạng bằng cách kéo căng các mẫu đến ứng suất thực 0,30 ở các nhiệt độ khác nhau và bằng cách xác định phần martensit đã bị biến đổi bằng thiết bị Satmagan. Satmagan là cân từ tính trong đó phần pha sắt từ được xác định bằng cách đặt mẫu trong từ trường bão hòa và bằng cách so sánh lực từ và lực hấp dẫn gây ra bởi mẫu.

Nhiệt độ M_{d30} tính được (M_{d30} tính toán) trong bảng 2 thu được phù hợp với điều kiện tối ưu hóa toán học.

Đương lượng chống ăn mòn rỗ (PRE) được tính bằng cách sử dụng công thức (2):

$$PRE = \%Cr + 3,3*(\%Mo + 0,5\%W) + 30*\%N - \%Mn \quad (2)$$

Tổng hàm lượng các nguyên tố C+N, Cr+Si, Cu+Mo+0,5W, Mn+Ni và Cr+Mo+0,5W theo % khối lượng cũng được tính đối với các hợp kim của bảng 1 trong bảng 2. Tổng C+N and Mn+Ni thể hiện là các chất làm ổn định austenit, trong khi tổng Si+Cr thể hiện là các chất làm ổn định ferit và tổng các nguyên tố Cu+Mo+0,5W có tính chống lại sự hình thành martensit. Công thức tổng Cr+Mo+0,5W là tối hạn để duy trì nhiệt độ M_{d30} trong khoảng tối ưu để đảm bảo khả năng định hình tốt.

Bảng 2

Hợp kim	C+N%	Si+Cr%	Mn+Ni %	Cu+Mo +0,5W%	Cr+Mo+ 0,5W%	M _{d30} tính toán °C	M _{d30} Nohara °C	M _{d30} đo được °C	PRE
A	0,208	18,86	4,60	4,52	22,39	-23	-6,0	-25	36,5
B	0,214	18,02	5,12	4,83	21,97	3	13,4	15	35,2
C	0,226	19,08	4,84	4,95	22,84	-67	19,9		36,1
D	0,207	18,82	4,56	4,71	22,47	-31	-8,0	-40	36,8
E	0,221	17,27	3,89	5,30	20,89	22	23,2	15	35,2
F	0,225	16,90	4,80	5,46	21,53	18	3,2	23	38,3
G	0,189	18,88	4,64	4,77	22,71	-32	-2,6		36,8
H	0,212	16,94	4,11	4,92	20,90	63	44,5	63,4	35,2
I	0,217	16,40	4,81	5,93	21,50	-48	15,1		39,1
J	0,164	17,18	5,35	5,09	21,34	53	2,5	43	35,5
K	0,190	16,80	4,64	5,63	21,50	36	18,9	28	37,7
L	0,225	15,40	4,80	6,71	21,28	13	5,2	20	40,9
M	0,189	16,50	4,08	6,03	21,60	36	23,1	60	38,5
N	0,195	17,62	5,53	6,42	23,07	-57	-44,2	-67	41,1
O	0,170	17,52	5,46	6,50	23,05	-46	-30,8		40,5
P	0,217	14,73	3,98	6,71	20,54	89	23,9	75	39,9
Q	0,201	22,70	6,85	3,55	25,35	-194	-94,0		36,6
R	0,260	20,60	4,20	0,80	20,60	24,9	23,0	27	25,0
S	0,204	20,54	4,02	1,55	21,27	29,6	5,0	19	28,4

Khi so sánh các trị số trong bảng 2, trị số PRE nằm trong khoảng từ 35 đến 42 là lớn hơn nhiều so với trị số PRE trong thép không gỉ hai pha tham chiếu R và S, điều này có nghĩa là tính chống ăn mòn của hợp kim A - P là cao hơn. PRE ở mức tương tự hoặc cao hơn một chút so với hợp kim tham chiếu Q.

Nhiệt độ M_{d30} được dự đoán sử dụng biểu thức Nohara (1) về cơ bản là khác với nhiệt độ M_{d30} đo được đối với các hợp kim trong bảng 2. Hơn nữa, từ bảng 2 cần lưu ý rằng nhiệt độ M_{d30} tính được là phù hợp với nhiệt độ M_{d30} đo được, và vì vậy điều kiện tối ưu hóa toán học được dùng để tính toán là rất phù hợp đối với thép không gỉ hai pha theo sáng chế.

Nhiệt độ M_{d30} tính được đối với hợp kim A-P là cao hơn đáng kể so với hợp kim tham chiếu R.

Tổng hàm lượng các nguyên tố C+N, Si+Cr, Mn+Ni, Cu+Mo+0,5W và Cr+Mo+0,5W theo % khối lượng của thép không gỉ hai pha theo sáng chế được sử dụng trong điều kiện tối ưu hóa toán học để thiết lập sự phụ thuộc, một mặt giữa C+N và Mn+Ni, và mặt khác giữa Si+Cr và Cu+Mo+0,5W. Theo điều kiện tối ưu hóa toán

học, tổng Cu+Mo+0,5W và Si+Cr, tương ứng với tổng Mn+Ni và C+N, tạo thành các trục x và y của tọa độ trên các Fig. 1-4 trong đó sự phụ thuộc tuyến tính đối với các trị số PRE tối thiểu và tối đa ($35 < PRE < 42$) và đối với nhiệt độ M_{d30} tối thiểu và tối đa ($-30 < M_{d30} < +90$) được xác định.

Theo Fig.1, cửa sổ thành phần hóa học đối với Si+Cr và Cu+Mo+0,5W được thiết lập với khoảng ưu tiên là 0,14 đến 0,27 đối với C+N và 2,3 đến 7,0 đối với Mn+Ni khi thép không gỉ hai pha theo sáng chế được ủ ở nhiệt độ 1050°C. Trên Fig.1, cũng cần lưu ý rằng tổng Si+Cr được giới hạn ở mức $14,2 < (Si+Cr) < 19,80$ phù hợp với thép không gỉ theo sáng chế. Fig.1 cũng thể hiện tác dụng đồng thời của hàm lượng crom, molypden và vonfram tùy ý theo % khối lượng, được xác định trong khoảng $20 < (Cr+Mo+0,5W) < 23,5$ để có trị số nhiệt độ M_{d30} và trị số PRE mong muốn.

Cửa sổ thành phần hóa học, mà nó nằm trong phạm vi của vùng a', b', c', d', e và f' trên Fig.1, được xác định với các vị trí đánh dấu dưới đây của tọa độ trong bảng 3.

Bảng 3

	Si+Cr%	Cu+Mo+0,5W%	C+N%	Mn+Ni%
a'	19,80	4,11	0,14	2,30
b'	19,8	4,29	0,14	2,30
c'	17,27	6,90	0,14	2,30
d'	14,20	7,86	0,27	7,00
e'	14,20	6,66	0,27	7,00
f'	15,32	5,50	0,27	7,00

Fig.2 minh họa một cửa sổ thành phần hóa học được nêu làm ví dụ của Fig.1 trong đó các trị số không đổi 0,221 đối với C+N và 3,90 đối với Mn+Ni được sử dụng ở tất cả các điểm thay cho các khoảng đối với C+N và Mn+Ni trên Fig.1. Các giới hạn tối thiểu được đưa ra đối với tổng Si+Cr trên Fig.2 tương tự như trên Fig.1. Cửa sổ thành phần hóa học, mà nằm trong phạm vi của vùng a, b, c, d và e trên Fig.2, được xác định với các vị trí đánh dấu dưới đây của tọa độ trong Bảng 4.

Bảng 4

	Si+Cr %	Cu+Mo+0,5W%	C+N%	Mn+Ni%
a	18,92	4,55	0,221	3,90
b	15,95	7,55	0,221	3,90
c	14,20	8,08	0,221	3,90
d	14,20	7,21	0,221	3,90
e	15,91	5,45	0,221	3,90

Fig.3 minh họa cửa sổ thành phần hóa học đối với C+N và Mn+Ni với các khoảng thành phần được ưu tiên là 14,2 đến 18,7 đối với Cr+Si và 4,1 đến 9,5 đối với Cu+Mo+0,5W, khi thép không gỉ hai pha được ủ ở nhiệt độ 1050°C. Hơn nữa, theo sáng chế, tổng C+N được giới hạn ở mức $0,14 < (C+N) < 0,27$ và tổng Mn+Ni được giới hạn ở mức $2,3 < (Mn+Ni) < 7,0$. Cửa sổ thành phần hóa học, mà nằm trong phạm vi của vùng p', q' r' và s' trên Fig.3, được xác định với các vị trí đánh dấu dưới đây của tọa độ trong Bảng 5.

Bảng 5

	Si+Cr%	Cu+Mo+0,5W%	C+N%	Mn+Ni%
p'	18,00	5,00	0,27	7,00
q'	16,00	5,30	0,14	7,00
r'	14,20	7,00	0,14	2,30
s'	17,30	6,80	0,27	2,30

Ảnh hưởng của các trị số giới hạn đối với C+N và Mn+Ni với các khoảng ưu tiên của hàm lượng nguyên tố theo sáng chế là ở chỗ cửa sổ thành phần hóa học của Fig.3 chỉ bị giới hạn bởi các trị số giới hạn đối với tổng tối thiểu và tối đa của C+N và Mn+Ni.

Fig.4 minh họa một cửa sổ thành phần hóa học được nêu làm ví dụ của Fig.3 với các trị số không đổi 17,3 đối với Cr+Si và 5,3 đối với Cu+Mo và ngoài ra, với các trị số giới hạn $(C+N) < 0,27$ và $(Mn+Ni) > 2,3$. Cửa sổ thành phần hóa học, mà nằm trong phạm vi của vùng p, q, r, s và t trên Fig.4, được xác định với các vị trí đánh dấu dưới đây của tọa độ trong bảng 6.

Bảng 6

	Si+Cr %	Cu+Mo+0,5W %	C+N %	Mn+Ni %
p	17,30	5,30	0,270	4,90
q	17,30	5,30	0,26	5,90
r	17,30	5,30	0,14	2,40
s	17,30	5,30	0,14	2,30
t	17,30	5,30	0,27	2,30

Hợp kim theo sáng chế A - P cũng như các vật liệu tham chiếu Q, R và S nêu trên còn được thử nghiệm thêm bằng cách xác định ứng suất chảy $R_{p0.2}$ và $R_{p1.0}$ và độ bền kéo đứt R_m cũng như các trị số độ giãn dài A_{50} , A_5 và A_g theo chiều dọc trong đó A_g là độ giãn dài đồng đều hoặc độ giãn dài đối với tính không bền dẻo. Tốc độ hóa bền rèn của các hợp kim này được mô tả bằng các trị số n thu được từ phương trình (3)

$$\sigma = K\varepsilon^n \quad (3)$$

trong đó σ là ứng suất, K là hệ số hóa bền, ε là biến dạng dẻo và n là hệ số mũ biến cứng.

Do hiệu ứng TRIP của các hợp kim theo sáng chế, các trị số n được lấy trong các khoảng biến dạng $\varepsilon = 10-15\%$ ($n(10-15\%)$) và $\varepsilon = 15-20\%$ ($n(15-20\%)$), vì không thể khớp phương trình (3) với toàn bộ khoảng biến dạng.

Bảng 7 chứa kết quả của thử nghiệm đối với các hợp kim A - P theo sáng chế cũng như các trị số tương ứng đối với các loại thép không gỉ hai pha tham chiếu Q, R và S.

Bảng 7

Hợp kim	R _{p0.2} (MPa)	R _{p1.0} (MPa)	R _m (MPa)	A ₅₀ (%)	A ₅ (%)	A _g (%)	n (10-15%)	n (15-20%)
A	-	-	-	-	-	-	-	-
B	462	559	744	35,4	32,9	37,9	0,21	0,23
C	510	605	753	39,6	41,5	26,9	0,20	0,20
D	468	562	749	34,6	37,4	22,1	0,21	0,22
E	465	563	763	45,4	49,1	31,8	0,21	0,23
F	545	634	796	36,0	38,8	22,7	0,24	0,25
G	490	562	725	28,9	31,1	19,9	0,19	0,20
H	476	548	956	32,0	34,4	26,9	0,50	0,49
I	502	589	832	39,8	42,1	34,9	0,21	0,23
J	412	485	796	44,7	47,8	40,2	0,27	0,35
K	497	610	793	37,3	40,1	36,3	0,24	0,20
L	541	631	824	46,0	49,3	34,8	0,23	0,24
M	418	485,5	845	43,3	46,7	39,8	0,29	0,40
N	-	-	-	-	-	-	-	-
O	525	601	781	27,9	30,3	20,9	0,20	0,21
P	464	540	969	25,4	27,3	22,0	0,55	0,41
Q	634	715	845	26,0	28,1	16,0	0,15	0,18
R	498	544	787	45,2	49,0	40,0	0,16	0,23
S	562	626	801	40,4	44,3	35,5	0,17	0,27

Kết quả trên bảng 7 chỉ ra rằng các trị số ứng suất chảy R_{p0.2} và R_{p1.0} đối với các hợp kim A - P là thấp hơn so với các trị số tương ứng đối với các thép không gỉ hai pha tham chiếu Q, R và S và trị số độ bền kéo đứt R_m là tương tự như các thép không gỉ hai pha tham chiếu Q, R và S. Các trị số độ dẫn dài A₅₀, A₅ và A_g của các hợp kim A - P là cao hơn hợp kim tham chiếu Q với PRE tương tự. Vì các hợp kim A – P theo sáng chế được sản xuất trên quy mô phòng thí nghiệm và các thép không gỉ hai pha tham chiếu Q, R và S được sản xuất trên quy mô sản xuất, trị số độ bền trên bảng 7 không thể trực tiếp so sánh với nhau.

Các trị số n của các hợp kim A-P đều cao hơn trị số n của hợp kim Q tham chiếu, điều này thể hiện sự quan trọng của hiệu ứng TRIP đối với tốc độ hóa bền rền. So với các hợp kim R và S tham chiếu, các trị số n(10-15%) là cao hơn ở mức nhất định trong khi các trị số n(15-20%) là cao hơn đáng kể, điều này thể hiện tốc độ hóa bền rền tối ưu đối với các hợp kim A-P của sáng chế sử dụng hiệu ứng TRIP.

Đối với các hợp kim theo sáng chế, trị số n là lớn hơn 0,2 ở mức $\varepsilon = 10-15\%$ và độ giãn dài A_g là lớn hơn 19, tốt hơn là lớn hơn 25.

Thép không gỉ ferit austenit hai pha theo sáng chế có thể được sản xuất ở dạng thỏi, phiến, thỏi đúc, phôi và các sản phẩm dạng phẳng như tấm, lá, băng, cuộn, và các sản phẩm dạng dài như thanh, que, dây, biên dạng và hình dạng, các ống dẫn và/hoặc ống liền được hàn. Ngoài ra, có thể sản xuất các sản phẩm bổ sung như bột kim loại, các biên dạng và hình dạng được định hình.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thép không gỉ hai pha ferit austenit có khả năng định hình tốt tận dụng hiệu ứng TRIP (transformation induced plasticity, độ dẻo do sự biến đổi gây ra) và tính chống ăn mòn cao với đương lượng chống ăn mòn rõ cao, khác biệt ở chỗ, thép không gỉ hai pha này chứa cacbon với lượng ít hơn 0,04% khối lượng, silic với lượng nằm trong khoảng từ 0,2% đến 0,8% khối lượng, mangan với lượng nằm trong khoảng từ 0,3% đến 2,0% khối lượng, crom với lượng nằm trong khoảng từ 14,0% đến 19,0% khối lượng, niken với lượng nằm trong khoảng từ 2,0% đến 5,0% khối lượng, molypden với lượng nằm trong khoảng từ 4,0% đến 7,0% khối lượng, vonfram với lượng ít hơn 4,5% khối lượng, đồng với lượng nằm trong khoảng từ 0,1% đến 1,5% khối lượng, nitơ với lượng nằm trong khoảng từ 0,14% đến 0,23% khối lượng, tùy ý chứa một hoặc nhiều nguyên tố bổ sung: Al với lượng ít hơn 0,04% khối lượng, B với lượng ít hơn 0,004% khối lượng, Ca với lượng ít hơn 0,004% khối lượng, Ce với lượng ít hơn 0,1% khối lượng, Co với lượng lên đến 1% khối lượng, Nb với lượng lên đến 0,1% khối lượng, Ti với lượng lên đến 0,1% khối lượng, V với lượng lên đến 0,2% khối lượng, phần còn lại là sắt và các tạp chất thường thấy trong thép không gỉ với lượng ít hơn 0,010% khối lượng, tốt hơn là S với lượng ít hơn 0,005% khối lượng, P với lượng ít hơn 0,040% khối lượng sao cho tổng (S+P) là ít hơn 0,04% khối lượng, và hàm lượng oxy tổng là dưới 100 ppm; và khác biệt ở chỗ tác dụng đồng thời của hàm lượng crom, molypden và vonfram tính theo % khối lượng là nằm trong khoảng $20 < (Cr + Mo + 0,5W) < 23,5$, trong đó tỷ lệ $Cr/(Mo + 0,5W)$ là nằm trong khoảng từ 2 đến 4,75, và trị số đương lượng chống ăn mòn rõ (PRE, pitting resistance equivalent) là nằm trong khoảng từ 35 đến 42, nhiệt độ M_{d30} đo được nằm trong khoảng từ -30°C đến $+90^{\circ}\text{C}$, trong đó PRE và M_{d30} được tính theo các công thức $PRE = \%Cr + 3,3 * (\%Mo + 0,5\%W) + 30 * \%N - \%Mn$ và $M_{d30} = 551 - 462(C+N) - 9,2Si - 8,1Mn - 13,7Cr - 29(Ni+Cu) - 18,5Mo - 68Nb$ khi được ủ ở nhiệt độ 1050°C .

2. Thép không gỉ hai pha ferit austenit theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, tỷ lệ của pha austenit trong vi cấu trúc là nằm trong khoảng từ 50% đến 80% thể tích, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 55% đến 70% thể tích, phần còn lại là ferit, sau khi được xử lý nhiệt ở khoảng nhiệt độ từ 900°C đến 1200°C , tốt hơn là từ 950°C đến 1150°C .

3. Thép không gỉ hai pha ferit austenit theo điểm 1 hoặc 2, khác biệt ở chỗ, nhiệt độ M_{d30} đo được là nằm trong khoảng từ 0°C đến $+60^{\circ}\text{C}$.
4. Thép không gỉ hai pha ferit austenit theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, độ giãn dài A_g là lớn hơn 19%, tốt hơn là lớn hơn 25%.
5. Thép không gỉ hai pha ferit austenit theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, trị số n là hệ số mũ biến cứng là lớn hơn 0,2 ở $\varepsilon = 10-15\%$.
6. Thép không gỉ hai pha ferit austenit theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, hàm lượng crom là nằm trong khoảng từ 14,0% đến 18,0% khối lượng.
7. Thép không gỉ hai pha ferit austenit theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, hàm lượng đồng là nằm trong khoảng từ 0,1% đến 0,7% khối lượng, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,1% đến 0,5% khối lượng.
8. Thép không gỉ hai pha ferit austenit theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, hàm lượng molypden là nằm trong khoảng từ 4,0% đến 6,5% khối lượng.
9. Thép không gỉ hai pha ferit austenit theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, hàm lượng vonfram là ít hơn 3,0% khối lượng.
10. Thép không gỉ hai pha ferit austenit theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, tổng hàm lượng molypden (Mo) và vonfram (W) theo công thức $(\text{Mo} + 0,5\text{W})$ là ít hơn 7,0% khối lượng, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 4,0% đến 6,6% khối lượng.
11. Thép không gỉ hai pha ferit austenit theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, cửa sổ thành phần hóa học, mà nằm trong phạm vi của vùng a' , b' , c' , d' , e' và f' trên Fig.1, được xác định với các vị trí tọa độ được đánh dấu dưới đây (theo % khối lượng):

	Si+Cr%	Cu+Mo+0,5W%	C+N%	Mn+Ni%
a'	19,80	4,11	0,14	2,30
b'	19,80	4,29	0,14	2,30
c'	17,27	6,90	0,14	2,30
d'	14,20	7,86	0,27	7,00

e'	14,20	6,66	0,27	7,00
f'	15,32	5,50	0,27	7,00

12. Thép không gỉ hai pha ferit austenit theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, của sổ thành phần hóa học, mà nằm trong phạm vi của vùng p', q', r' và s' trên Fig.3, được xác định với các vị trí tọa độ được đánh dấu dưới đây (theo % khối lượng):

	Si+Cr %	Cu+Mo+0,5W %	C+N %	Mn+Ni %
p'	18,00	5,00	0,27	7,00
q'	16,00	5,30	0,14	7,00
r'	14,20	7,00	0,14	2,30
s'	17,30	6,80	0,27	2,30

13. Thép không gỉ hai pha ferit austenit theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, thép này được sản xuất dưới dạng thỏi, phiến, thỏi đúc, phôi, tấm, lá, băng, cuộn, thanh, que, dây, biên dạng và hình dạng, các ống dẫn và/hoặc ống không hàn và được hàn, bột kim loại, biên dạng và hình dạng được định hình.

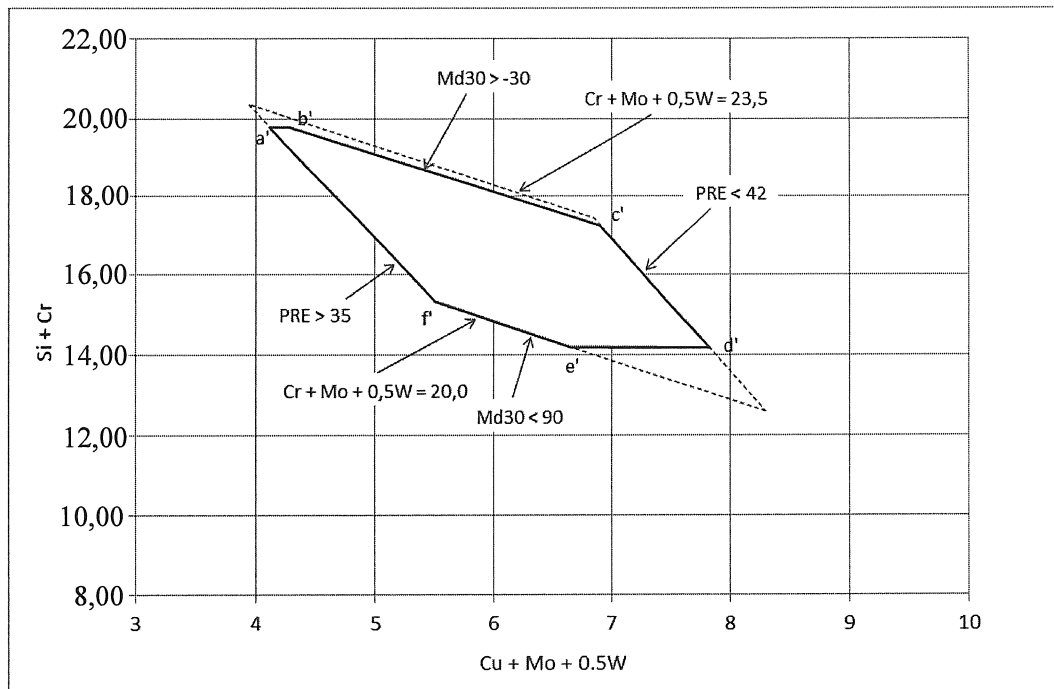


Fig.1

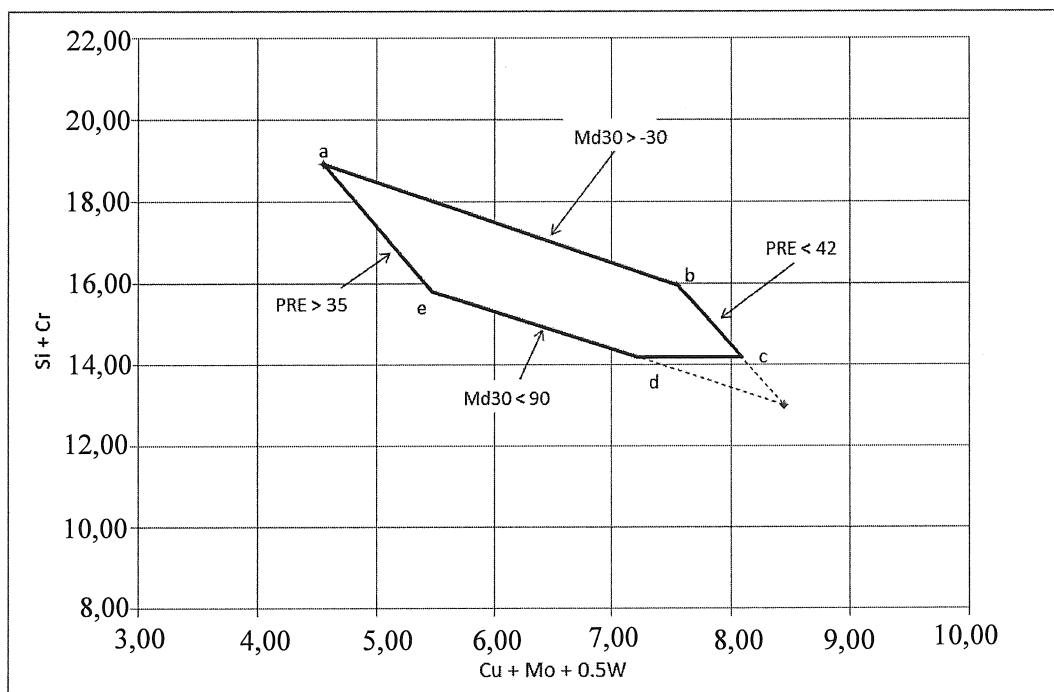


Fig.2

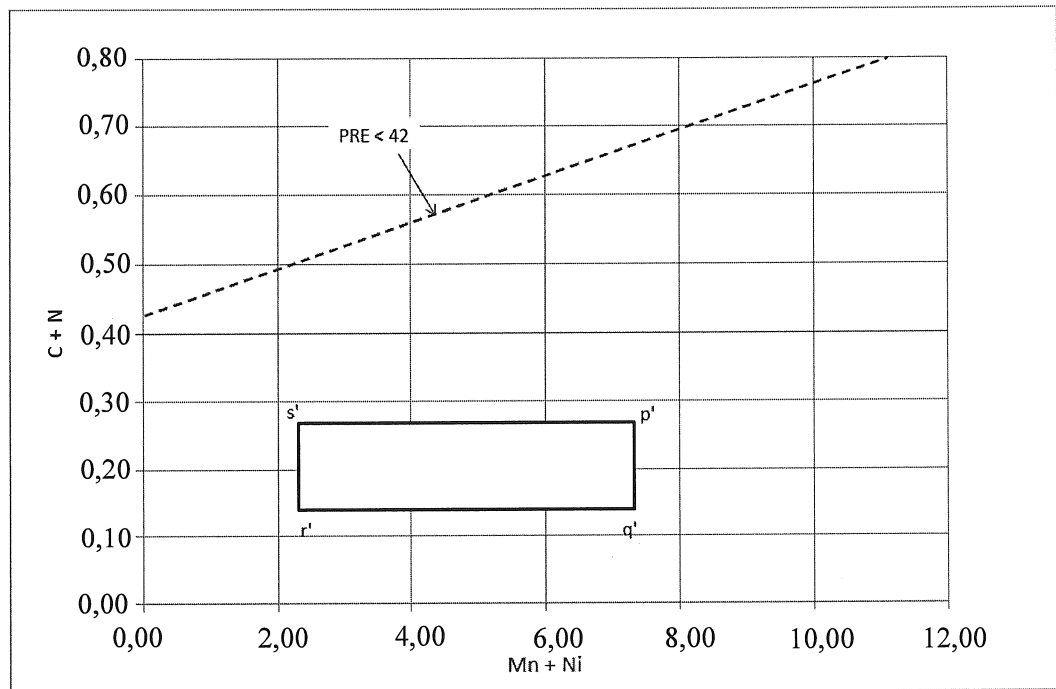


Fig.3

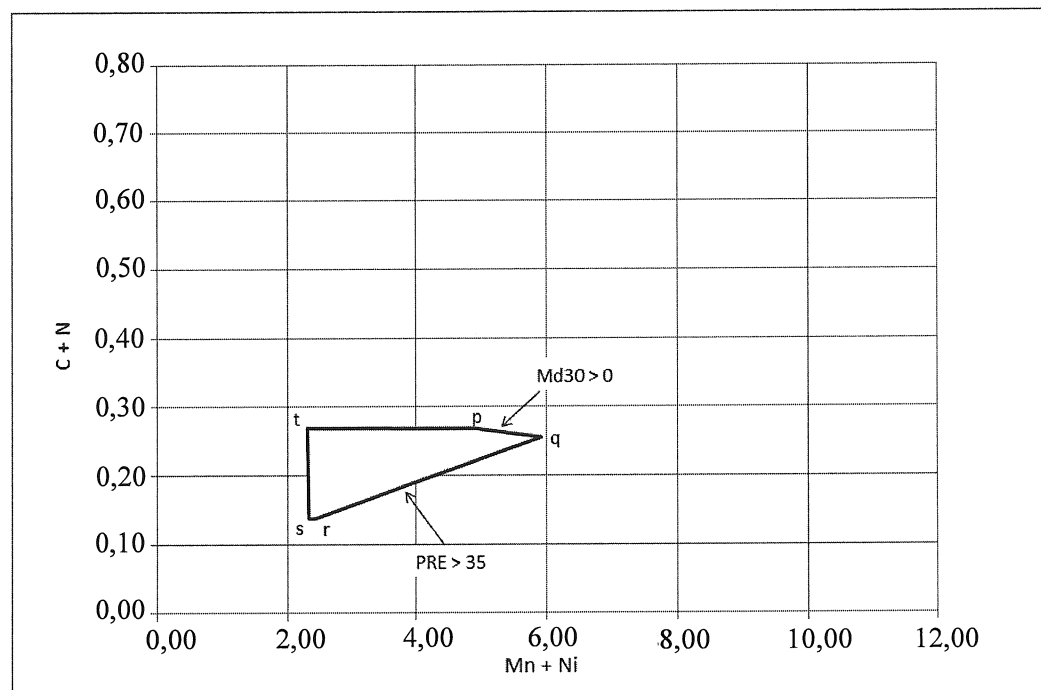


Fig.4