



(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)



1-0033389

(51)⁷ C22C 38/42; C22C 38/02; C22C 38/44; (13) B
C22C 38/00; C22C 38/04

(21) 1-2016-03081

(22) 02/02/2015

(86) PCT/FI2015/050065 02/02/2015

(87) WO2015/114222 06/08/2015

(30) 20145113 03/02/2014 FI

(45) 26/09/2022 414

(43) 26/12/2016 345A

(73) OUTOKUMPU OYJ (FI)

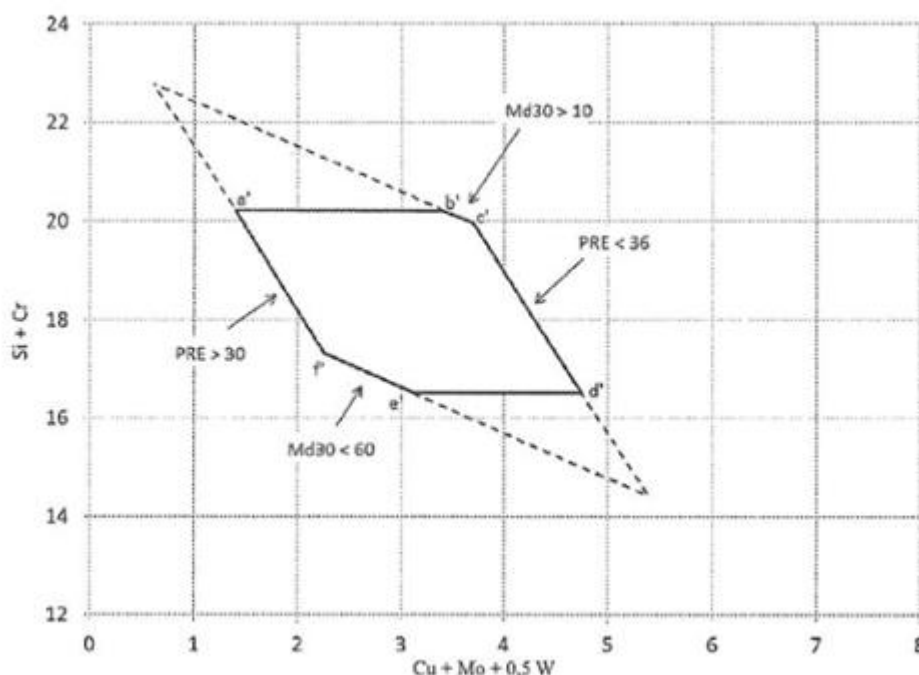
Salmisaarenranta 11, 00180 Helsinki, Finland

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

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) THÉP KHÔNG GI SONG PHA FERIT AUSTENIT

(57) Sáng chế đề cập đến thép không gỉ song pha ferit austenit có khả năng định hình tốt bằng cách sử dụng hiệu ứng TRIP (độ dẻo gây ra do biến dạng -Transformation Induced Plasticity) và tính chống ăn mòn cao với đương lượng chống ăn mòn rỗ (pitting resistance equivalent - PRE) cân bằng. Thép không gỉ song pha này chứa ít hơn 0,04 % khối lượng cacbon, 0,2 - 0,8 % khối lượng silic, ít hơn 2,0 % khối lượng mangan, 16,5 - 19,5 % khối lượng crom, 3,0 - 4,7 % khối lượng niken, 1,5 - 4,0 % khối lượng molypden, ít hơn 3,5 % khối lượng vonfram, ít hơn 1 % khối lượng đồng, 0,13 - 0,26 % khối lượng nitơ, phần còn lại là sắt và các tạp chất không thể tránh khỏi xuất hiện ở thép không gỉ.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thép không gỉ song pha ferit austenit có khả năng định hình tốt với hiệu ứng TRIP (độ dẻo gây ra do biến dạng - Transformation Induced Plasticity) và tính chống ăn mòn cao và đương lượng chống ăn mòn rỗ (pitting resistance equivalent - PRE) tối ưu.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hiệu ứng độ dẻo gây ra do biến dạng (transformation induced plasticity - TRIP) dùng để chỉ sự biến đổi của austenit vẫn chưa ổn định thành martensit trong quá trình biến dạng chất dẻo do 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.

Từ Công bố đơn WO 2011/135170 đã biết phương pháp sản xuất thép không gỉ ferit-austenit có khả năng định hình tốt và độ giãn dài lớn, thép này chứa ít hơn 0,05 % C, 0,2-0,7 % Si, 2-5 % Mn, 19-20,5 % Cr, 0,8-1,35 % Ni, ít hơn 0,6 % Mo, ít hơn 1 % Cu, 0,16-0,24 % N theo % khối lượng, 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 – 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 đến 50 °C để tận dụng hiệu ứng TRIP để cải thiện khả năng định hình của thép không gỉ.

Hơn nữa, từ Công bố đơn sáng chế WO 2013/034804 đã biết thép không gỉ song 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, 18,5-22,5 % khối lượng Cr, 0,8-4,5 % khối lượng Ni, 0,6-1,4 % khối lượng Mo, ít hơn 1 % khối lượng Cu, 0,10-0,24 % khối lượng N, phần còn lại là sắt và các tạp chất không thể tránh khỏi xuất

hiện ở thép không gỉ. Lưu huỳnh được giới hạn ở 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) ít hơn 0,04 % khối lượng, hàm lượng oxy tổng ít hơn 100 ppm. Thép không gỉ song 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 molypden. Một hoặc nhiều nhóm chứa niobi, titan và vanadi tùy ý có thể được bổ sung vào thép không gỉ song 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 Công bố đơn sáng chế 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 27-29,5. Nhiệt độ rỗ tới hạn (critical pitting temperature - CPT) nằm trong khoảng từ 20-33 °C, tốt hơn là 23-31 °C. Hiệu ứng TRIP (độ dẻo gây ra do biến dạng - Transformation Induced Plasticity) trong pha austenit được duy trì phù hợp với nhiệt độ M_{d30} đo được nằm trong khoảng từ 0-90 °C, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 10-70 °C, để đảm bảo khả năng định hình tốt. Tỷ lệ pha austenit trong vi cấu trúc của thép không gỉ song pha theo sáng chế trong điều kiện xử lý nhiệt là 45-75 % thể tích, có lợi là 55-65 % 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 đến 1200 °C, tốt hơn là từ 950 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 song pha đã được mô tả trong tình trạng kỹ thuật và nhằm đạt được một loại thép không gỉ

song pha ferit austenit mới bằng cách 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 song pha ferit austenit chứa ít hơn 0,04 % khối lượng C, 0,2-0,8 % khối lượng Si, ít hơn 2,0 % khối lượng Mn, 16,5-19,5 % khối lượng Cr, 3,0-4,7 % khối lượng Ni, 1,0-4,0 % khối lượng Mo, ít hơn 3,5 % khối lượng W, ít hơn 1 % khối lượng Cu, 0,13-0,26 % khối lượng N, phần còn lại là sắt và các tạp chất thường thấy có mặt trong thép không gỉ. Lưu huỳnh được giới hạn ở 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) ít hơn 0,04 % khối lượng, hàm lượng oxy tổng ít hơn 100 ppm.

Thép không gỉ song 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 và xeri tùy ý được bổ sung vào với lượng nhỏ; tốt hơn là hàm lượng bo và canxi ít hơn 0,004 % 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 cho niken. Một hoặc nhiều nhóm chứa niobi, titan và vanadi tùy ý có thể được bổ sung vào thép không gỉ song 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.

Đối với thép không gỉ theo sáng chế, đương lượng chống ăn mòn rỗ (PRE) được tối ưu hóa để tạo ra tính chống ăn mòn tốt, nằm trong khoảng từ 30 đến 36. Nhiệt độ rỗ tới hạn (CPT) nằm trong khoảng 30-45 °C, hiệu ứng TRIP (độ dẻo gây ra do biến dạng - Transformation Induced Plasticity) trong pha austenit được duy trì phù hợp với nhiệt độ M_{d30} đo được nằm trong khoảng từ -30 đến 90 °C, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 10 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 song pha theo sáng chế trong điều kiện xử lý nhiệt là 45-80 % thể tích, có lợi là 55-70 % 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.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế được mô tả chi tiết hơn có dựa vào các hình vẽ sau, trong đó:

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

Fig. 2 minh họa ví dụ với các trị số không đổi của C+N và Mn+Ni đối với sự phụ thuộc vào nhiệt độ tối thiểu và tối đa M_{d30} và các trị số PRE của 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 vào nhiệt độ tối thiểu và tối đa M_{d30} và các trị số PRE của 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 không đổi của Si+Cr và Cu+Mo+0,5W đối với sự phụ thuộc vào nhiệt độ tối thiểu và tối đa M_{d30} và các trị số PRE của 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

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 lượng lớn hơn có ảnh hưởng bất lợi đến tính chống ăn mòn.

Nitơ (N) là chất ổn định quan trọng của austenit trong thép không gỉ song pha và giống như cacbon, nó làm tăng độ ổn định chống lại martensit. Nitơ cũng làm tăng độ bền, sự hóa cứng do ứng suất và tính chống ăn mòn. Sự biểu hiện chung trong thử nghiệm 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, hàm lượng nitơ từ 0,13 lên đến 0,26 % là hữu hiệu trong thép không gỉ theo sáng chế. Đối với profin đặc tính tối ưu, tốt hơn là hàm lượng nitơ nằm trong khoảng từ 0,16-0,25 %.

Silic (Si) thường được bổ sung vào thép không gỉ nhằm khử oxit ở công đoạn nấu chảy và không nên dưới 0,2 %. Silic làm ổn định pha ferit trong thép không gỉ song pha nhưng nó có tác dụng ổn định đối với độ ổn định của austenit chống lại sự hình thành martensit tốt hơn được chỉ ra trong các sản phẩm hiện thời. Vì lý do này, silic được bổ sung tối đa lên tới 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 hình thành martensit, và vì vậy hàm lượng mangan cần phải được để ý một cách cẩn thận. Khoảng hàm lượng mangan nên ít hơn 2,0 %, tốt hơn là ít hơn 1,0 %.

Crom (Cr) là phụ gia chính khiến cho thép chống bị 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. Để có được những chức năng này, lượng crom cần phải ít nhất là 16,5 %. Hơn nữa, crom làm gia tăng một cách rõ rệt tính

kháng đối với sự hình thành martensit, và vì vậy nó làm giảm hiệu ứng TRIP. Nhằm mục đích này, hàm lượng tối đa cần phải là 19,5 %. Tốt hơn là, hàm lượng crom là 16,5 – 18,8 %.

Niken (Ni) là nguyên tố hợp kim thiết yếu đối với sự ổn định pha austenit và đối với tính dễ uốn và ít nhất 3,0 % 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 4,7 %, tốt hơn là lên đến 4,5 %.

Đồng (Cu) thường có mặt ở dạng phần còn lại chiếm 0,1-0,5 % 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. Sự bổ sung chủ ý lên đến 1,0 % có thể được thực hiện, nhưng tốt hơn là hàm lượng đồng lên tới 0,7 %, tốt hơn nữa là lên tới 0,5 %.

Molypden (Mo) là chất làm ổn định ferit mà có thể được bổ sung vào để gia tăng tính chống ăn mòn, và vì vậy molypden cần phải có hàm lượng ít nhất là 1,0 %, tốt hơn là ít nhất 1,5 %. 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. Vì vậy, molypden không thể được bổ sung vào với lượng nhiều hơn 4,0 %.

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 4,0 %, tốt hơn là 2,2 – 3,8 %, nơi mà sự xúc tiến các pha sigma và khí có thể khống chế được các quá trình công nghệ tương ứng. 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 ảnh hưởng đến năng lượng khuyết tật xếp chồng của hợp kim

do năng lượng khuyết tật xếp chồng điều chỉnh đáp ứng biến dạng dưới dạng trượt hỗn loạn, sự hình thành song tinh hoặc sự hình thành martensit. Đối với mục đích này, vonfram cần phải được hạn chế lên đến 3,5 %, nhưng tốt hơn ít nhất là 1,0 % khi vonfram được dùng thay cho molypden.

Bo (B), canxi (Ca) và xeri (Ce) được bổ sung vào với lượng nhỏ trong thép song 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 %.

Lưu huỳnh (S) trong thép song pha làm giảm khả năng gia công nóng và có thể tạo thành các tạp chất chứa sulphua mà ảnh hưởng bất lợi đến tính chống ăn mòn. Vì vậy, hàm lượng của lưu huỳnh cần phải được giới hạn ở 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 ít hơn 0,040 %, và sao cho tổng hàm lượng lưu huỳnh và phospho (S+P) nhỏ hơn 0,04 %.

Oxy (O) cùng với các nguyên tố còn lại khác có ảnh hưởng bất lợi đến tính rèn được ở trạng thái 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 chiều sâu hàn bằng cách thay đổi nân lượng bề mặt của bề 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 song pha theo sáng chế với hàm lượng nitơ cao do 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 ít hơn 0,04 % và tốt hơn là ở ít hơn 0,03 %.

Coban (Co) có tác động đối với luyện kim giống như nguyên tố cùng nhóm của nó, niken, và coban có thể được xử lý theo cách tương tự trong sản xuất thép và hợp kim. Coban ức chế sự lớn lên của các 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 song 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 ảnh hưởng có lợi đến thép cacbon, nhưng trong trường hợp thép không gỉ song pha, chúng lại góp phần vào những thay đổi không mong muốn của các đặc tính, như làm giảm các đặc tính tác động, mức khiếm khuyết bề mặt cao hơn và làm giảm tính rèn được trong quá trình đúc và cán nóng. Nhiều trong số các ảnh hưởng này phụ thuộc vào ái lực mạnh của chúng đối với cacbon và cụ thể là nitơ trong trường hợp của các loại thép không gỉ song 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%.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Dựa trên ảnh hưởng của các nguyên tố này, thép không gỉ song pha ferit austenit theo sáng chế có mặt 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 song pha tham chiếu trong Công bố đơn sáng chế WO 2011/135170 có tên gọi R và Công bố đơn sáng chế WO 2013/034804 có tên gọi Q, tất cả các hàm lượng ở bảng 1 đều tính theo % khối lượng.

Hợp kim	C %	Si %	Mn %	Cr %	Ni %	Cu %	N %	Mo %	W %
A	0,021	0,54	0,62	17,61	4,25	0,41	0,181	1,59	3,08
B	0,023	0,48	0,65	17,85	4,31	0,43	0,189	1,65	1,5
C	0,024	0,51	0,72	18,16	4,04	0,42	0,201	2,26	
D	0,029	0,48	0,75	18,24	3,32	0,42	0,225	2,27	
E	0,027	0,53	1,6	18,75	3,42	0,39	0,191	2,56	
F	0,029	0,5	0,73	18,34	3,4	0,43	0,215	2,57	
G	0,027	0,53	1,62	18,67	3,42	0,39	0,171	2,68	
H	0,023	0,54	0,61	16,99	4,38	0,44	0,176	2,73	1,92
I	0,027	0,52	0,68	17,98	3,6	0,31	0,23	2,96	
J	0,026	0,55	1,54	18,19	3,27	0,48	0,168	2,97	
K	0,022	0,57	1,31	18,58	3,28	0,48	0,178	3,11	
L	0,022	0,46	0,69	18,14	4,38	0,44	0,185	3,33	
M	0,031	0,58	1,54	18,19	3,78	0,42	0,174	3,72	
N	0,024	0,57	1,52	18,29	3,81	0,42	0,193	3,72	
O	0,028	0,53	0,71	16,98	3,45	0,43	0,208	3,76	
P	0,027	0,47	0,76	17,31	3,44	0,43	0,187	3,77	
Q	0,04	0,40	3,0	20,2	1,2	0,40	0,22	0,40	
R	0,026	0,46	0,99	20,08	3,03	0,36	0,178	1,19	

Bảng 1

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 mà nó được rèn và được cán nguội xuống đến độ dày 1,5 mm.

Các hợp kim Q và R được đề cập đến này được sản xuất ở quy mô sản xuất 100 tấn được theo sau bằng cách cán nóng và cán nguội để tạo cuộn với kích thước cuối thay đổi.

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

Các đặc tính, giá trị đối với nhiệt độ M_{d30} , nhiệt độ rỗ tới hạn (critical pitting temperature - CPT) 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 báo (M_{d30} Nohara) của pha austenit trong bảng 2 được tính toán 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 0,30 ứng suất thực 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 toán được (M_{d30} tính toán) trong bảng 2 thu được phù hợp với ràng buộc toán học của phương pháp tối ưu hóa.

Nhiệt độ rỗ tới hạn (CPT) được xác định trong dung dịch natri clorua (NaCl) 1M theo thử nghiệm ASTM G150, và ở dưới nhiệt độ rỗ tới hạn (CPT), việc rỗ là không thể và chỉ quan sát thấy tác động có tính bị động.

Đương lượng chống ăn mòn rỗ (PRE) được tính toán 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 và Mn+Ni theo % khối lượng cũng được tính toán đối với các hợp kim của bảng 1 trong bảng 2. Tổng C+N and Mn+Ni là các chất ổn định austenit, trong khi tổng Si+Cr là các chất ổn

định ferit và tổng các nguyên tố Cu+Mo+0,5W có tính kháng lại sự hình thành martensit.

Hợp kim	C+N %	Si+Cr %	Mn+Ni %	Cu+Mo +0,5W %	M _{d30} tính toán °C	M _{d30} Nohara °C	M _{d30} đo được °C	CPT °C	PRE
A	0,202	18,15	4,87	3,54	22,8	41,9	-	39,2	32,7
B	0,212	18,33	4,96	2,83	33,7	30,8	-	38,2	30,8
C	0,225	18,67	4,76	2,68	30,7	16,6	18	36,6	30,9
D	0,254	18,72	4,07	2,69	40,5	22,8	54,9	-	31,7
E	0,218	19,28	5,02	2,95	1,0	17,7	2	35,5	31,3
F	0,244	18,84	4,13	3	28,4	17,9	32,7	-	32,5
G	0,198	19,2	5,04	3,07	1,6	25,7	-	-	31,0
H	0,199	17,53	4,99	4,13	22,8	26,1	-	37,2	33,8
I	0,257	18,5	4,28	3,27	26,7	7,5	34	34,6	34,0
J	0,194	18,74	4,81	3,45	10,0	30,9	0		31,5
K	0,2	19,15	4,59	3,59	-1,6	21,6	-	39,8	32,9
L	0,207	18,6	5,07	3,77	-1,1	-4,4	-	-	34,0
M	0,205	18,77	5,32	4,14	-21,0	-1,3	-29	-	34,1
N	0,217	18,86	5,33	4,14	-25,0	-8,9	-	45,1	34,8
O	0,236	17,51	4,16	4,19	35,4	16,6	41,6	-	34,9
P	0,214	17,78	4,2	4,2	28,8	22,5	34	34,8	34,6
Q	0,26	20,7	4,3	1,0	24,9	23	27	<10	25
R	0,204	20,54	4,02	1,55	29,6	5	19	30,0	28,4

Bảng 2.

Khi so sánh các trị số trong bảng 2, trị số PRE nằm trong khoảng từ 30-36 lớn hơn nhiều so với trị số PRE trong thép không gỉ song pha tham chiếu Q và R, điều đó có nghĩa là tính chống ăn mòn của hợp kim A - P là cao hơn. Nhiệt độ rỗ tới hạn CPT nằm trong khoảng từ 34 đến 45 °C, cao hơn nhiều so với CPT của thép không gỉ song pha tham chiếu Q và R và cũng cao hơn nhiều so với các loại thép không gỉ austenit khác, chẳng hạn EN 1.4401 và các mức tương tự.

Nhiệt độ M_{d30} được dự báo khi sử dụng biểu thức Nohara (1) về cơ bản 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 toán được là phù hợp với nhiệt độ M_{d30} đo được, và vì vậy ràng buộc toán học của phương pháp tối ưu hóa được dùng để tính toán là cực kỳ phù hợp đối với thép không gỉ song pha theo sáng chế.

Tổng hàm lượng các nguyên tố C+N, Si+Cr, Mn+Ni và Cu+Mo+0,5W theo % khối lượng của thép không gỉ song pha theo sáng chế được sử dụng trong ràng buộc toán học của phương pháp tối ưu hóa 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. Phù hợp với ràng buộc toán học của phương pháp tối ưu hóa, tổng Cu+Mo+0,5W và Si+Cr, một cách tương ứng tổng Mn+Ni và C+N, tạo thành các trục x và y của tổ hợp trên các Fig. 1-4 trong đó sự phụ thuộc theo cách tuyến tính đối với các giá trị PRE tối thiểu và tối đa ($30 < PRE < 36$) và đối với nhiệt độ M_{d30} tối thiểu và tối đa ($10 < M_{d30} < 60$) được xác định.

Phù hợp với 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 0,16-0,29 đối với C+N và 3,0-5,5 đối với Mn+Ni khi thép không gỉ song 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 $16,5 < Si+Cr < 20,2$ phù hợp với thép không gỉ theo sáng chế.

Cửa sổ thành phần hóa học, mà nó nằm trong khuôn khổ của vùng a', b', c', d', e', f' và g' trên Fig. 1, được xác định với các vị trí đánh dấu sau của tổ hợp trong bảng 3.

	Si+Cr %	Cu+Mo+0,5W %	C+N %	Mn+Ni %
a'	20,2	1,4	0,29	4,5
b'	20,2	3,4	0,16	3,0
c'	19,9	3,7	0,16	3,0
d'	16,5	4,75	0,16	4,0
e'	16,5	3,15	0,29	5,5
f'	17,3	2,27	0,29	5,5

Bảng 3

Fig. 2 minh họa một cửa sổ thành phần hóa học được nêu làm ví dụ của Fig. 1 khi các giá trị hằng số 0,257 đối với C+N và 4,28 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 tương tự được nêu đối với tổng Si+Cr trên Fig. 2 là như trên Fig. 1. Cửa sổ thành phần hóa học, mà nó nằm trong khuôn khổ của vùng a, b, c, d, e, f và g trên Fig. 2, được xác định với các vị trí đánh dấu sau của tổ hợp trong bảng 4.

	Si+Cr %	Cu+Mo+0,5W %	C+N %	Mn+Ni %
a	20,2	2,0	0,257	4,28
b	18,7	3,7	0,257	4,28
c	16,5	4,35	0,257	4,28
d	16,5	4,2	0,257	4,28
e	18,7	1,85	0,257	4,28
f	20,2	1,4	0,257	4,28

Bảng 4

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 16,9-19,5 đối với Cr+Si và 2,0-4,0 đối với Cu+Mo+0,5W, khi thép không gỉ song pha được ủ ở nhiệt độ 1050 °C. Hơn nữa, phù hợp với sáng chế, tổng C+N được giới hạn ở $0,13 < C+N < 0,30$ và tổng Mn+Ni được giới hạn ở $3,0 < Mn+Ni < 6,7$. Cửa sổ thành phần hóa học, mà nó nằm trong khuôn khổ của vùng p', q' r' và s' trên Fig. 3, được xác định với các vị trí đánh dấu sau của tổ hợp trong bảng 5.

	Si+Cr %	Cu+Mo+0,5W %	C+N %	Mn+Ni %
p'	17,2	2,5	0,3	6,7
q'	16,9	4,0	0,13	6,7
r'	18,71	4,0	0,13	3,0
s'	19,5	2,0	0,3	3,0

Bảng 5

Ảnh hưởng của các giá trị giới hạn đối với C+N và Mn+Ni với các khoảng hàm lượng nguyên tố được ưu tiên theo sáng chế là ở chỗ cửa sổ thành phần hóa học

của Fig. 3 chỉ bị giới hạn một phần bởi các giá trị 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 giá trị hằng số 18,5 đối với Cr+Si và 3,27 đối với Cu+Mo+0,5W và ngoài ra, với các giá trị giới hạn $0,13 < C+N < 0,30$ và $3,0 < Mn+Ni$. Cửa sổ thành phần hóa học, mà nó nằm trong khuôn khổ của vùng p, q, r, s, t, u và v trên Fig. 4, được xác định với các vị trí đánh dấu sau của tổ hợp trong bảng 6.

	Si+Cr %	Cu+Mo+0,5W %	C+N %	Mn+Ni %
p	18,5	3,27	0,30	4,4
q	18,5	3,27	0,30	4,9
r	18,5	3,27	0,14	5,6
s	18,5	3,27	0,13	5,2
t	18,5	3,27	0,13	3,3
u	18,5	3,27	0,19	3,0
v	18,5	3,27	0,26	3,0

Bảng 6

Hợp kim theo sáng chế A - P cũng như các vật liệu tham chiếu Q và R nêu trên được đưa đi thử nghiệm tiếp 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 đối với A_{50} , A_5 và A_g theo chiều dọc. Bảng 7 chứa kết quả của thử nghiệm đối với hợp kim A - P theo sáng chế cũng như các trị số tương ứng đối với các loại thép không gỉ song pha tham chiếu Q và R.

Hợp kim	$R_{p0.2}$ (MPa)	$R_{p1.0}$ (MPa)	R_m (MPa)	A_{50} (%)	A_5 (%)	A_g (%)
A	454	534	755	43,0	46,0	33,4
B	439	518	743	42,5	45,0	32,8
C	491	577	760	43,3	40,7	32,8
D	430	498	862	39,3	41,8	34,7
E	-	-	-	-	-	-
F	432	512	823	41	43,5	36,6
G	476	538	725	36,7	40,0	25,4

H	440	525	742	47,9	51,2	41,0
I	471	536	853	42,7	45,3	37,7
J	-	-	-	-	-	-
K	471	557	721	30,7	32,9	19,8
L	427	535	743	45,1	48,1	38,6
M	-	-	-	-	-	-
N	453	537	732	36,8	39,6	24,4
O	474	565	765	45,7	49,5	32,0
P	452	534	800	46,1	49,6	39,4
Q	498,0	544,0	787,0	45,2	49,0	40
R	562	626	801	40,4	44,3	35,5

Bảng 7

Kết quả trong bảng 7 chỉ ra rằng các trị số ứng suất chảy $R_{p0.2}$ và $R_{p1.0}$ đối với hợp kim A - P thấp hơn các trị số tương ứng đối với các loại thép không gỉ song pha tham chiếu Q và R, và trị số độ bền kéo đứt R_m tương tự với thép không gỉ song pha tham chiếu Q và R. Trị số độ giãn dài A_{50} , A_5 và A_g của hợp kim A - P thấp hơn các trị số tương ứng của các loại thép không gỉ tham chiếu Q và R. Do hợp kim A - P theo sáng chế được sản xuất ở quy mô phòng thí nghiệm và các loại thép không gỉ song pha tham chiếu Q và R được sản xuất ở quy mô sản xuất, các trị số ứng suất ở bảng 7 không thể so sánh trực tiếp với nhau.

Thép không gỉ ferit austenit song pha được sản xuất theo sáng chế có thể được sản xuất ở dạng các 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 và 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 song pha ferit austenit có khả năng định hình tốt bằng cách sử dụng hiệu ứng TRIP (độ dẻo gây ra do biến dạng - Transformation Induced Plasticity) và tính chống ăn mòn cao với đương lượng chống ăn mòn rỗ được cân bằng, đặc trưng ở chỗ, thép không gỉ song pha này chứa ít hơn 0,04 % khối lượng cacbon, 0,2 - 0,8 % khối lượng silic, ít hơn 2,0 % khối lượng mangan, 16,5 - 18,8 % khối lượng crom, 3,0 - 4,7 % khối lượng niken, 1,5 - 4,0 % khối lượng molypden, 1,0 - 3,5 % khối lượng vonfram, ít hơn 4,0 % khối lượng Mo + 0,5W, 0,1 - 0,7 % khối lượng đồng, 0,16 - 0,26 % khối lượng nitơ, thép không gỉ này tùy ý chứa một hoặc nhiều nguyên tố bổ sung: ít hơn 0,04 % khối lượng Al, ít hơn 0,004 % khối lượng B, ít hơn 0,004 % khối lượng Ca, ít hơn 0,1 % khối lượng Ce, lên đến 1 % khối lượng Co, lên đến 0,1 % khối lượng Nb, lên đến 0,1 % khối lượng Ti, lên đến 0,2 % khối lượng V, phần còn lại là sắt và các tạp chất không thể tránh khỏi xuất hiện ở thép không gỉ, ít hơn 0,010 % khối lượng, tốt hơn là ít hơn 0,005 % khối lượng S, ít hơn 0,040 % khối lượng P sao cho tổng (S+P) ít hơn 0,04 % khối lượng, và hàm lượng oxy tổng dưới 100 ppm, trị số đương lượng chống ăn mòn rỗ (pitting resistance equivalent - PRE) nằm trong khoảng từ 30 đến 36, nhiệt độ rỗ tới hạn (critical pitting temperature – CPT) nằm trong khoảng từ 30 đến 45 °C, trong đó CPT được xác định trong dung dịch natri clorua (NaCl) 1M theo thử nghiệm ASTM G150, và nhiệt độ M_{d30} đo được được đo theo phương pháp được bộc lộ trong phần mô tả nằm trong khoảng từ -30 đến 90 °C, trong đó trị số PRE được tính toán bằng cách sử dụng công thức:

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

2. Thép không gỉ song pha ferit austenit theo điểm 1, đặc trưng ở chỗ, tỷ lệ của pha austenit trong vi cấu trúc là 45 - 80 % thể tích, tốt hơn là 55 - 70 % thể tích, phần còn lại là ferit, sau khi được xử lý nhiệt ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 900 đến 1200 °C, tốt hơn là từ 950 đến 1150 °C.

3. Thép không gỉ song pha ferit austenit theo điểm 1 hoặc 2, đặc trưng ở chỗ, nhiệt độ M_{d30} đo được nằm trong khoảng từ 10 đến 60 °C.
4. Thép không gỉ song pha ferit austenit theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, đặc trưng ở chỗ, hàm lượng niken là 3,0 - 4,5 % khối lượng.
5. Thép không gỉ song pha ferit austenit theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, đặc trưng ở chỗ, hàm lượng mangan ít hơn 1,0 % khối lượng.
6. Thép không gỉ song pha ferit austenit theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, đặc trưng ở chỗ, hàm lượng đồng lên tới 0,5 % khối lượng.
7. Thép không gỉ song pha ferit austenit theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, đặc trưng ở chỗ, tổng hàm lượng molypden (Mo) và vonfram (W) theo công thức $Mo + 0,5W$ là 2,2 – 3,8 % khối lượng.
8. Thép không gỉ song pha ferit austenit theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, đặc trưng ở chỗ, hàm lượng nitơ là 0,16 - 0,25 % khối lượng.
9. Thép không gỉ song pha ferit austenit theo điểm 1, đặc trưng ở chỗ, cửa sổ thành phần hóa học, mà nó nằm trong khuôn khổ của vùng a', b', c', d', e', f' và g' trên Fig. 1, được xác định với các vị trí đánh dấu của tổ hợp sau đây theo % khối lượng:

	Si+Cr %	Cu+Mo+0,5W %	C+N %	Mn+Ni %
a'	20,2	1,4	0,29	4,5
b'	20,2	3,4	0,16	3,0
c'	19,9	3,7	0,16	3,0
d'	16,5	4,75	0,16	4,0
e'	16,5	3,15	0,29	5,5
f'	17,3	2,27	0,29	5,5

10. Thép không gỉ song pha ferit austenit theo điểm 1, đặc trưng ở chỗ, cửa sổ thành phần hóa học, mà nó nằm trong khuôn khổ của vùng p', q' r' và s' trên Fig. 3, được xác định với các vị trí đánh dấu của tổ hợp sau đây theo % khối lượng:

	Si+Cr %	Cu+Mo+0,5W %	C+N %	Mn+Ni %
p'	17,2	2,5	0,3	6,7
q'	16,9	4,0	0,13	6,7
r'	18,71	4,0	0,13	3,0
s'	19,5	2,0	0,3	3,0

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

1 / 2

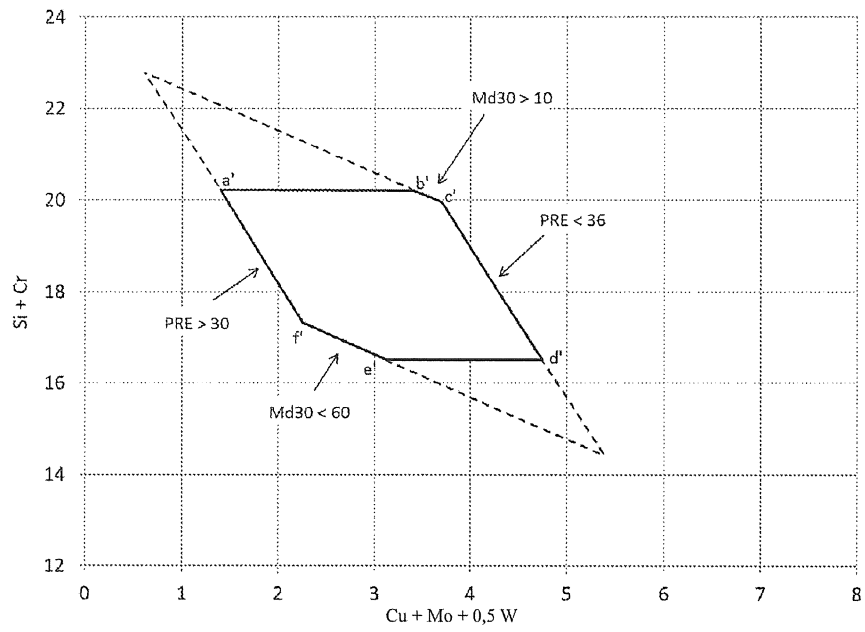


Fig. 1

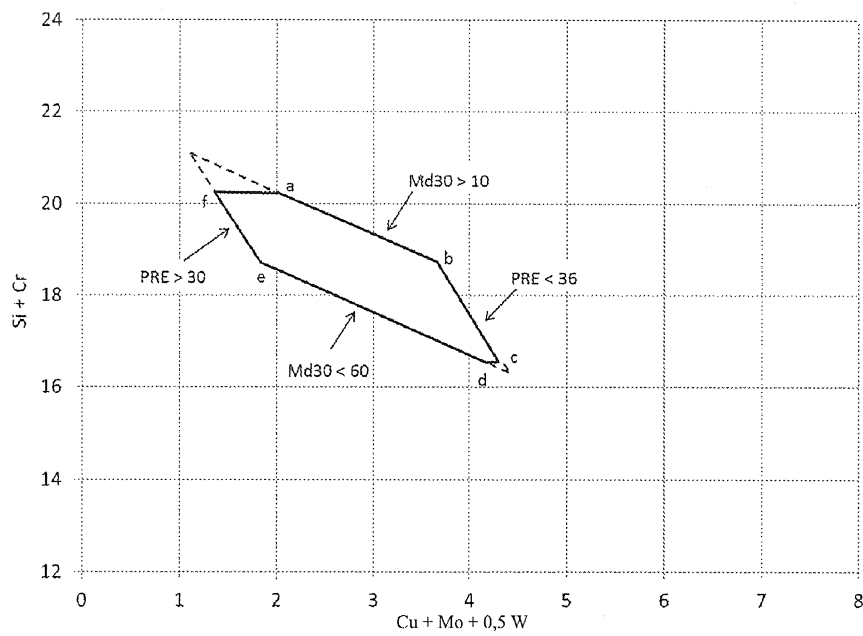


Fig. 2

2 / 2

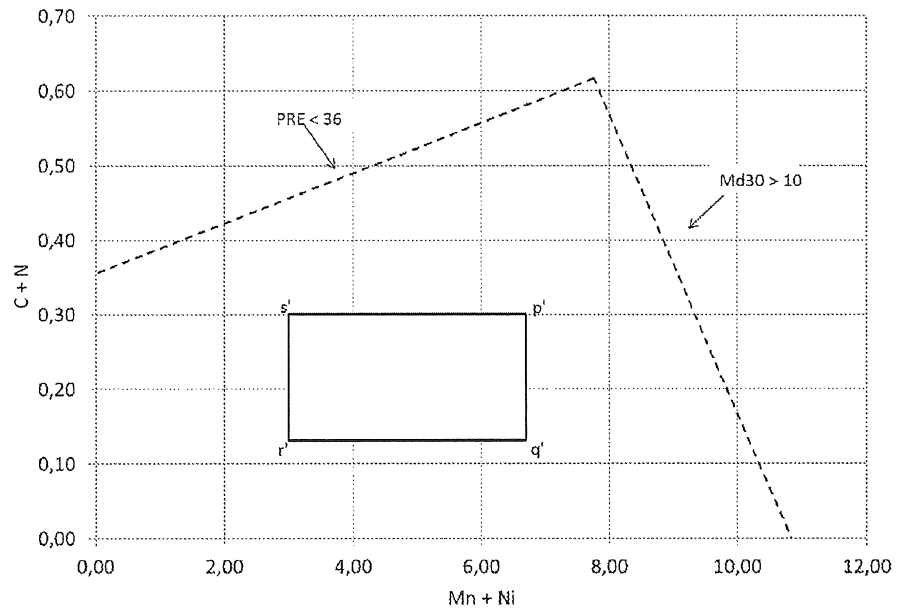


Fig. 3

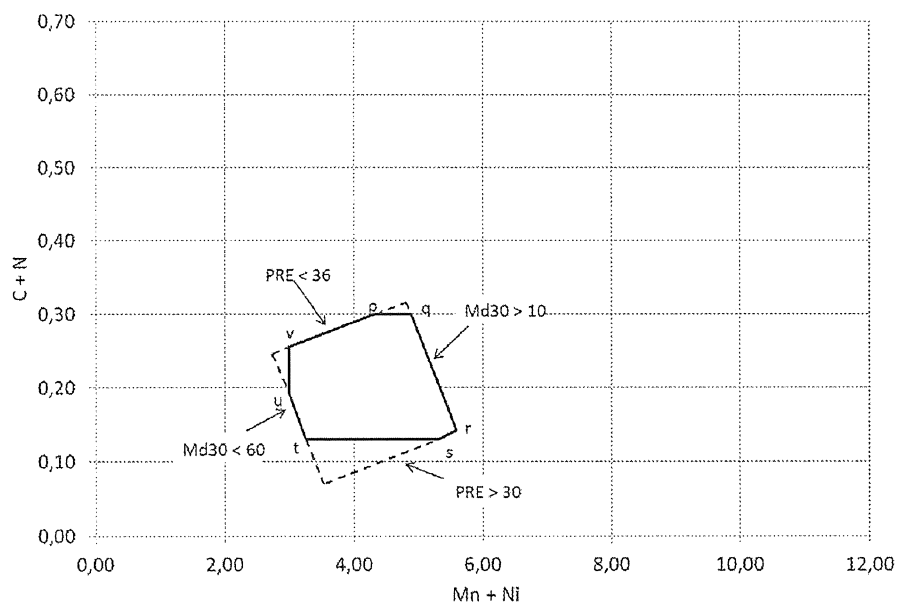


Fig. 4