



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0028306

(51)⁷ C22C 38/00; C22C 38/58

(13) B

(21) 1-2014-01028

(22) 05/09/2012

(86) PCT/FI2012/050858 05/09/2012

(87) WO2013/034804 14/03/2013

(30) FI20110291 07/09/2011 FI

(45) 25/05/2021 398

(43) 25/06/2014 315A

(73) OUTOKUMPU OYJ (FI)

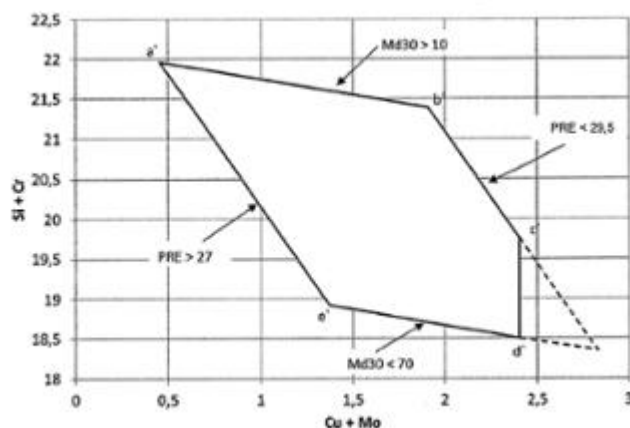
Riihitontuntie 7, FI-02200 Espoo, Finland

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

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) THÉP KHÔNG GỈ HAI PHA

(57) Sáng chế đề cập đến thép không gỉ hai pha ferit austenit có khả năng tạo hình ở mức cao ứng dụng tác dụng TRIP và tính chống ăn mòn ở mức cao có tính tương đương chống rỉ mòn cân bằng. Thép không gỉ hai pha chứa nhỏ hơn 0,04% khối lượng cacbon, nhỏ hơn 0,7% khối lượng silic, nhỏ hơn 2,5% khối lượng mangan, từ 18,5 đến 22,5% khối lượng crom, từ 0,8 đến 4,5% khối lượng niken, từ 0,6 đến 1,4% khối lượng molypden, nhỏ hơn 1% khối lượng đồng, từ 0,10 đến 0,24% khối lượng nitơ, phần còn lại là sắt và tạp chất không thể tránh được xuất hiện trong thép không gỉ.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thép không gỉ hai pha ferit austenit có khả năng tạo hình ở mức cao có tác dụng TRIP (Transformation Induced Plasticity - Độ dẻo gây ra do sự biến đổi) và tính chống ăn mòn ở mức cao và tính tương đương chống rỗ mòn tối ưu (PRE - pitting resistance equivalent).

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Tác dụng độ dẻo gây ra sự biến đổi (TRIP) đề cập đến sự biến đổi của austenit dư nửa bền hình thành trong quá trình biến dạng dẻo do khuôn áp lực hoặc biến dạng. Tính chất này cho phép thép không gỉ có tác dụng TRIP có khả năng tạo hình cao, trong khi duy trì được độ bền ưu việt.

Đã được biết đến từ đơn yêu cầu cấp patent Phần Lan số 20100178, phương pháp sản xuất thép không gỉ ferit-austenit có khả năng tạo hình tốt và độ giãn dài cao, trong đó thép chứa, theo % khối lượng, nhỏ hơn 0,05% C, từ 0,2 đến 0,7% Si, từ 2 đến 5% Mn, từ 19 đến 20,5% Cr, từ 0,8 đến 1,35% Ni, nhỏ hơn 0,6% Mo, nhỏ hơn 1% Cu, từ 0,16 đến 0,24% N, sự cân bằng là sắt và tạp chất không thể tránh được. Thép không gỉ của đơn yêu cầu cấp patent Phần Lan số 20100178 được xử lý nhiệt sao cho vi cấu trúc của thép không gỉ chứa từ 45 đến 75% austenit trong điều kiện được xử lý nhiệt, vi cấu trúc còn lại 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 ứng dụng tính dẻo gây ra sự biến dạng (TRIP) để cải thiện khả năng tạo hình của thép không gỉ. Nhiệt độ M_{d30} , là số đo tính ổn định của austenit với tác dụng TRIP, được xác định là nhiệt độ mà tại đó biến dạng thực 0,3 thu được sự biến đổi 50% austenit thành mactensit.

Mục đích của sáng chế là cải thiện các tính chất của thép không gỉ hai pha được mô tả trong đơn yêu cầu cấp patent Phần Lan số 20100178 và thu được thép không gỉ hai pha ferit austenit mới ứng dụng tác dụng TRIP với chế phẩm hóa học mới, trong đó

thay đổi ít nhất các hàm lượng niken và molybden và mangan. Các dấu hiệu chủ yếu của sáng chế được nêu trong yêu cầu bảo hộ kèm theo.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo sáng chế, thép không gỉ hai pha ferit austenit chứa nhỏ hơn 0,04 % khối lượng C, nhỏ hơn 0,7% khối lượng Si, nhỏ hơn 2,5 % khối lượng Mn, từ 18,5 đến 22,5% khối lượng Cr, từ 0,8 đến 4,5% khối lượng Ni, từ 0,6 đến 1,4% khối lượng Mo, nhỏ hơn 1% khối lượng Cu, từ 0,10 đến 0,24 % khối lượng N, phần còn lại là sắt và tạp chất không thể tránh được xuất hiện trong thép không gỉ. Lưu huỳnh được giới hạn nhỏ hơn 0,010% khối lượng và tốt hơn là nhỏ hơn 0,005% khối lượng, hàm lượng phospho nhỏ hơn 0,040% khối lượng và tổng lưu huỳnh và phospho (S+P) nhỏ hơn 0,04% khối lượng, và tổng hàm lượng oxy thấp hơn 100ppm.

Tùy ý, thép không gỉ hai pha theo sáng chế chứa một hoặc nhiều nguyên tố bổ sung như sau: hàm lượng nhôm tối đa là nhỏ hơn 0,04% khối lượng và tốt hơn là tối đa nhỏ hơn 0,03% khối lượng. Hơn nữa, bo, canxi và xeri được bổ sung tùy ý với lượng nhỏ; hàm lượng ưu tiên với bo và canxi nhỏ hơn 0,003% khối lượng và với xeri nhỏ hơn 0,1% khối lượng. Tùy ý là, coban có thể được bổ sung lên đến 1% khối lượng để thay thế một phần cho niken, và vonfam có thể được bổ sung lên đến 0,5% khối lượng để thay thế một phần cho molybden. Ngoài ra, một hoặc nhiều nhóm chứa niobi, titan và vanadi có thể tùy ý được bổ sung trong thép không gỉ hai pha theo sáng chế, các 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 thép không gỉ theo sáng chế, tính tương đương chống rỉ mòn (PRE) được tối ưu để tạo ra tính chống ăn mòn tốt, là nằm trong khoảng từ 27 đến 29,5. Nhiệt độ rỉ mòn giới hạn (CPT) là nằm trong khoảng từ 20 đến 33°C, tốt hơn là từ 23 đến 31°C. Tác dụng TRIP (Transformation Induced Plasticity) trong pha austenit được duy trì theo nhiệt độ M_{430} đo được nằm trong khoảng từ 0 đến 90°C, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 10 đến 70°C, để đảm bảo khả năng tạo hình tốt. Tỷ lệ của pha austenit trong vi cấu trúc của thép không gỉ hai pha theo sáng chế là ở trong điều kiện được xử lý

nhệt nằm trong khoảng từ 45 đến 75% thể tích, tốt hơn là từ 55 đến 65% thể tích, phần còn lại là ferit, để tạo ra các điều kiện ưa thích đối với tác dụng TRIP. Việc xử lý nhiệt có thể được tiến hành bằng cách sử dụng các phương pháp xử lý nhiệt khác nhau, như ủ dung dịch rắn, ủ cục bộ hoặc ủ cảm ứng tần suất cao, ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 900 đến 1200°C, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 950 đến 1150°C.

Các tác dụng của các nguyên tố trong vi cấu trúc được mô tả như sau, hàm lượng nguyên tố được mô tả theo % khối lượng:

Các phân chia cacbon (C) với pha austenit và có tác dụng mạnh với tính ổn định của austenit. Cacbon có thể được bổ sung lên đến 0,04% nhưng các mức cao hơn có ảnh hưởng bất lợi lên 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 tính ổn định chống lại mactensit. Nitơ cũng làm tăng sức bền, tăng bền cơ học và tính chống ăn mòn. Các kinh nghiệm chung về nhiệt độ M_{d30} chỉ ra rằng nitơ và cacbon có cùng ảnh hưởng mạnh đến tính ổn định của austenit. Do nitơ có thể được bổ sung vào thép không gỉ với độ lớn hơn cacbon mà có tác dụng tiêu cực lên tính chống ăn mòn nên hàm lượng nitơ nằm trong khoảng từ 0,10 đến 0,24% là có hiệu quả trong thép không gỉ. Với biên dạng tính chất tối ưu, hàm lượng nitơ nằm trong khoảng từ 0,16 đến 0,21% là ưu tiên.

Silic (Si) thường được bổ sung vào thép không gỉ với mục đích khử oxy trong công đoạn nung chảy và không nên nhỏ hơn 0,2%. Silic ổn định pha ferit trong thép không gỉ hai pha nhưng có tác dụng ổn định mạnh hơn lên tính ổn định austenit chống lại sự hình thành mactensit hơn được thể hiện trong các biểu thức hiện tại. Với lý do này, silic tối đa là 0,7%, tốt hơn là 0,5%.

Mangan (Mn) là sự bổ sung quan trọng để ổn định pha austenit và làm tăng khả năng hòa tan của nitơ trong thép không gỉ. Mangan có thể thay thế một phần niken đắt tiền và cho thép không gỉ đến sự cân bằng pha. Mức quá cao về hàm lượng này sẽ làm giảm tính chống ăn mòn. Mangan có tác dụng mạnh hơn lên tính ổn định chống biến

dạng mactensit, do đó hàm lượng mangan phải được tính toán cẩn thận. Khoảng của mangan sẽ nhỏ hơn 2,5%, tốt hơn là nhỏ hơn 2,0%.

Crom (Cr) là sự bổ sung chủ yếu để làm cho thép chống ăn mòn. Là chất ổn định ferit nên cũng là sự bổ sung chủ yếu để tạo ra sự cân bằng pha hợp lý giữa pha austenit và pha ferit. Để mang về các chức năng này thì mức crom nên ít nhất là 18,5% và giới hạn pha ferit đến các mức thích hợp với mục đích thực tế thì hàm lượng tối đa nên là 22,5%. Tốt hơn nếu hàm lượng crom là từ 19,0 đến 22%, tốt nhất là từ 19,5% đến 21,0%.

Niken (Ni) là nguyên tố tạo hợp kim quan trọng để ổn định pha austenit và với độ dẻo tốt và ít nhất là 0,8%, tốt hơn là ít nhất là 1,5% phải được bổ sung vào thép. Có ảnh hưởng lớn lên tính ổn định austenit chống lại sự hình thành mactensit, niken phải có mặt với khoảng hẹp. Hơn nữa, do niken có giá thành cao và biến động về giá nên niken nên tối đa trong thép không gỉ là 4,5%, tối hơn là 3,5%, và tốt hơn nữa là từ 2,0 đến 3,5%. Vẫn tốt hơn nữa, hàm lượng niken nên là từ 2,7 đến 3,5%.

Đồng (Cu) thường có mặt là phần còn lại từ 0,1 đến 0,5% trong hầu hết các thép không gỉ, khi vật liệu thô hơn là ở dạng phế liệu chứa nguyên tố này. Đồng là chất ổn định yếu của pha austenit nhưng có tác dụng mạnh lên việc chống hình thành mactensit và phải được xem xét trong đánh giá khả năng tạo hình của thép không gỉ. Sự bổ sung báo trước lên đến 1,0% có thể được thực hiện, nhưng tốt hơn nếu hàm lượng đồng lên đến 0,7%, tốt hơn nữa lên đến 0,5%.

Molypden (Mo) là chất ổn định ferit mà có thể được bổ sung để làm tăng tính chống ăn mòn và, do đó, molypden sẽ có hàm lượng lớn hơn 0,6%. Hơn nữa, molypden làm tăng việc chống hình thành mactensit, và cùng với các bổ sung khác, molypden không thể được bổ sung đến hơn 1,4%. Tốt hơn là, hàm lượng molypden là từ 1,0% đến 1,4%.

Bo (B), canxi (Ca) và xeri (Ce) được bổ sung với lượng nhỏ trong thép kép để cải thiện khả năng gia công nóng và không ở hàm lượng quá cao do nó làm hỏng các

tính chất khác. Hàm lượng ưu tiên với bo và canxi nhỏ hơn 0,003% khối lượng và với xeri nhỏ hơn 0,1% khối lượng.

Lưu huỳnh (S) trong thép kép làm hỏng khả năng gia công và có thể tạo thành các chất lẫn sulphua mà ảnh hưởng tiêu cực đến tính chống ăn mòn rỗ mòn. Do đó, hàm lượng của lưu huỳnh nên được giới hạn nhỏ hơn 0,010% khối lượng và tốt hơn nhỏ hơn 0,005% khối lượng.

Phospho (P) làm hỏng khả năng gia công nóng và có thể tạo thành các hạt hoặc màng phosphit mà ảnh hưởng tiêu cực đến tính chống ăn mòn. Do đó, hàm lượng của phospho nên được giới hạn nhỏ hơn 0,040% khối lượng, và sao cho tổng hàm lượng lưu huỳnh và phospho (S+P) là nhỏ hơn 0,04% khối lượng.

Oxy (O) cùng với các nguyên tố còn lại khác có tác dụng ngược lại lên độ dẻo nóng. Với lý do này, quan trọng là kiểm soát sự có mặt của nó đến mức thấp, cụ thể là với các loại thép hợp kim cao mà dễ nứt. Sự có mặt của các chất lẫn oxit có thể làm giảm tính chống ăn mòn (ăn mòn rỗ mòn) tùy thuộc vào loại chất lẫn. Hàm lượng oxy cao cũng làm giảm độ bền và chạm. Theo cách tương tự như lưu huỳnh, oxy cải thiện độ sâu hàn bằng cách thay đổi năng lượng bề mặt của bề hàn. Với sáng chế, mức oxy tối đa thích hợp là nhỏ hơn 100ppm. Trong trường hợp của bột kim loại, hàm lượng oxy tối đa lên đến 250ppm.

Nhôm (Al) nên được giữ với mức thấp trong thép không gỉ hai pha của sáng chế có hàm lượng nitơ cao do hai nguyên tố này có thể kết hợp và tạo thành nhôm nitrit mà sẽ làm hỏng độ bền và chạm. Hàm lượng nhôm được giới hạn để nhỏ hơn 0,04% khối lượng và tốt hơn là nhỏ hơn 0,03% khối lượng.

Vonfam (W) có các tính chất tương tự như molypđen và có thể đôi khi thay thế molypđen, tuy nhiên vonfam có thể thúc đẩy sự kết thúc pha sigma và hàm lượng vonfam nên được giới hạn lên đến 0,5% khối lượng.

Coban (Co) có tính chất luyện kim tương tự do nguyên tố chị em của nó, niken, và coban có thể được xử lý nhiều theo cách tương tự trong thép và sản xuất hợp kim.

Coban ức chế sự phát triển hạt ở nhiệt độ cao và cải thiện đáng kể sự duy trì độ cứng và sức bền nóng. Coban làm tăng tính chống ăn mòn tạo lỗ hổng và tăng bền cơ học. Coban làm giảm rủi ro của sự hình thành pha sigma trong siêu thép không gỉ hai pha. Hàm lượng được giới hạn lên đến 1,0% khối lượng.

Các nguyên tố "vi hợp kim" titan (Ti), vanadi (V) và niobi (Nb) thuộc về nhóm còn gọi là bổ sung do chúng thay đổi đáng kể các tính chất của thép ở các nồng độ thấp, thường với tác dụng có lợi trong thép cacbon nhưng trong trường hợp của thép không gỉ hai pha thì chúng cũng góp phần cho các thay đổi tính chất không mong muốn như giảm các tính chất va chạm, các mức khuyết tật bề mặt cao hơn và giảm độ dẻo trong quá trình đúc và cuộn nóng. Nhiều tác dụng này tùy thuộc vào độ dính bám mạnh của chúng với cacbon và cụ thể là nitơ trong trường hợp của các thép không gỉ hai pha hiện đại. Theo sáng chế, niobi và titan nên được giới hạn đến mức tối đa là 0,1%, trong khi đó vanadi ít bất lợi và nên nhỏ hơn 0,2%.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế được mô tả chi tiết hơn kèm tham chiếu đến các hình vẽ, trong đó:

Fig.1 minh họa sự phụ thuộc của nhiệt độ M_{d30} tối thiểu và tối đa và giá trị PRE giữa các hàm lượng Si+Cr và Cu+Mo trong các hợp kim được thử nghiệm của sáng chế,

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

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

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

Mô tả chi tiết sáng chế

Dựa trên các tác dụng của các nguyên tố, thép không gỉ hai pha ferit austenit theo sáng chế có mặt với các chế phẩm hóa học từ A đến G như được cụ thể trong bảng 1. Bảng 1 cũng bao gồm chế phẩm hóa học đối với thép không gỉ hai pha đối chứng của đơn yêu cầu cấp sáng chế FI số 20100178 còn được gọi là H, tất cả hàm lượng của bảng 1 theo % khối lượng.

Bảng 1

Hợp kim	C %	Si %	Mn %	Cr %	Ni %	Cu %	N %	Mo %
A	0,03	0,30	0,50	20,7	4,0	0,42	0,165	1,27
B	0,023	0,29	1,4	20,4	3,5	0,41	0,162	0,99
C	0,024	0,28	1,36	20,6	2,7	0,42	0,18	1,14
D	0,02	0,37	1,82	19,6	1,7	0,42	0,198	1,17
E	0,021	0,31	0,76	20,1	2,9	0,42	0,194	1,19
F	0,017	0,33	0,83	19,8	3,1	0,41	0,19	1,2
G	0,026	0,46	0,99	20,08	3,03	0,36	0,178	1,19
H	0,04	0,40	3,0	20,2	1,2	0,40	0,22	0,40

Các hợp kim từ A đến F được sản xuất trong lò cảm ứng chân không ở quy mô phòng thí nghiệm 60kg đến các bản nhỏ mà không được cuộn nóng và được cuộn lạnh xuống độ dày 1,5mm. Hợp kim G được sản xuất ở quy mô sản xuất 100 tấn, sau đó cuộn nóng và cuộn lạnh thành dạng ống xoắn có các kích thước cuối cùng khác nhau.

Khi so sánh các giá trị trong Bảng 1, các hàm lượng của cacbon, nitơ, mangan, niken và molypden trong thép không gỉ hai pha theo sáng chế khác biệt đáng kể với thép không gỉ đối chứng H.

Các tính chất, các giá trị đối với nhiệt độ M_{d30} , nhiệt độ rỗ mòn giới hạn (CPT) và PRE được xác định đối với các chế phẩm hóa học của bảng 1 và các kết quả được thể hiện trong bảng 2 sau.

Nhiệt độ M_{d30} được dự đoán (M_{d30} Nohara) của pha austenit trong bảng 2 được tính toán bằng cách sử dụng biểu thức Nohara (1) được thiết lập đối với 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.

Các nhiệt độ M_{d30} đo được thực tế (M_{d30} đo được) của bảng 2 được thiết lập bằng cách biến dạng các mẫu kéo căng đến biến dạng thực 0,30 ở các nhiệt độ khác nhau và bằng cách đo phần mactensit được biến đổi bằng thiết bị Satmagan. Satmagan là cân từ tính mà phần pha sắt từ được xác định bằng cách đặt mẫu trong vùng từ bão hòa và bằng cách so sánh lực từ tính và trọng lực bị cảm ứng bởi mẫu.

Các nhiệt độ M_{d30} tính toán được (M_{d30} được tính toán) trong bảng 2 thu được theo điều kiện ràng buộc tối ưu mà cũng thu được các biểu thức tính toán (3) và (4).

Nhiệt độ rỗ mòn giới hạn (CPT) được đo trong dung dịch natri clorua 1M (NaCl) theo thử nghiệm ASTM G150, và sự rỗ mòn của nhiệt độ rỗ mòn tới hạn (CPT) không có khả năng và chỉ quan sát thấy tính chất thụ động.

Tính tương đương chống rỗ mòn (PRE) được tính toán bằng công thức (2):

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

Tổng của các hàm lượng nguyên tố đối với C+N, Cr+Si, Cu+Mo và Mn+Ni theo % khối lượng cũng tính toán đối với các hợp kim của bảng 1 trong bảng 2. Tổng các nguyên tố C+N và Mn+Ni là các chất ổn định austenit, trong khi tổng Si+Cr là chất ổn định ferit và tổng Cu+Mo có tính chống tạo thành mactensit.

Bảng 2

Hợp kim	C+N %	Si+Cr %	Mn+Ni %	Cu+Mo %	M _{d30} được tính toán °C	M _{d30} Nohara °C	M _{d30} đo được °C	CPT °C	PRE %
A	0,195	21	4,5	1,7	7,7	-18,4	12,5	29,2	29,3
B	0,185	20,7	4,9	1,4	19,9	6,5	22	22,5	27,1
C	0,204	20,9	4,1	1,6	17,2	-5,5	15,5	25,2	28,4
D	0,218	19,97	3,52	1,59	44,7	21,8	32,5	-	27,6
E	0,215	20,41	3,66	1,61	27,7	6,3	30,0	25,3	29,1
F	0,207	20,13	3,93	1,61	36,9	-81	56,0	22,8	28,6
G (1,5mm)	0,204	20,54	4,02	1,55	29,6	5	19	30,0	28,4
G (2,5mm)	0,204	20,54	4,02	1,55	29,6	5	21	30,6	28,4
H	0,26	20,7	4,3	1,0	24,9	23	27	< 10	25

Khi so sánh các giá trị trong Bảng 2, giá trị PRE nằm trong khoảng từ 27 đến 29,5 cao hơn nhiều giá trị PRE trong thép không gỉ hai pha đối chứng H mà có nghĩa là tính chống ăn mòn của các hợp kim từ A đến G là cao hơn. Nhiệt độ rỗ mòn giới hạn CPT là nằm trong khoảng từ 21 đến 32°C, mà cao hơn nhiều so với CPT đối với thép không gỉ austenit, như EN 1.4401 và các mức tương tự.

Các nhiệt độ M_{d30} được dự đoán bằng cách sử dụng biểu thức Nohara (1) khác biệt chủ yếu với nhiệt độ M_{d30} đo được đối với các hợp kim trên bảng 2. Hơn nữa, từ bảng 2, lưu ý rằng các nhiệt độ M_{d30} được tính toán tuân theo các nhiệt độ M_{d30} đo được, và điều kiện ràng buộc toán học tối ưu được sử dụng để tính toán theo đó rất thích hợp với các thép không gỉ hai pha của sáng chế.

Các tổng của các hàm lượng nguyên tố đối với C+N, Si+Cr, Mn+Ni và Cu+Mo theo % khối lượng đối với thép không gỉ hai pha của sáng chế được sử dụng trong điều kiện ràng buộc toán học tối ưu để thiết lập sự phụ thuộc một mặt giữa C+N và Mn+Ni, và mặt khác giữa Si+Cr và Cu+Mo. Theo điều kiện ràng buộc tối ưu, các tổng của Cu+Mo và Si+Cr, các tổng Mn+Ni và C+N tương ứng, tạo thành trục x và y của hệ tọa độ trong các Fig. 1-4, trong đó xác định sự phụ thuộc tuyến tính đối với các giá trị PRE

tối thiểu và tối đa ($27 < PRE < 29,5$) và đối với các giá trị nhiệt độ M_{d30} tối thiểu và tối đa ($10 < M_{d30} < 70$).

Theo Fig.1, ô chế phẩm hóa học đối với Si+Cr và Cu+Mo được thiết lập với các khoảng ưu tiên từ 0,175 đến 0,215 đối với C+N và từ 3,2 đến 5,5 đối với Mn+Ni khi thép không gỉ hai pha theo sáng chế được ủ ở nhiệt độ 1050°C. Cũng lưu ý rằng trong Fig.1, giới hạn của Cu+Mo < 2,4 do các khoảng tối đa đối với đồng và molybden.

Ô chế phẩm hóa học mà nằm trong khung của vùng a', b', c', d' và e' trong Fig.1 được xác định bằng các vị trí được đánh dấu sau đây của hệ tọa độ trong bảng 3.

Bảng 3

	Si+Cr %	Cu+Mo %	C+N %	Mn+Ni %
a'	22,0	0,45	0,175	3,2
b'	21,4	1,9	0,175	3,2
c'	19,75	2,4	0,21	3,3
d'	18,5	2,4	0,215	5,5
e'	18,9	1,34	0,215	5,5

Fig.2 minh họa một ô ví dụ chế phẩm hóa học của Fig.1 khi các giá trị hằng số của 0,195 đối với C+N và 4,1 đối với Mn+Ni được sử dụng ở tất cả các điểm thay vì các khoảng đối với C+N và Mn+Ni trong Fig.1. Ô chế phẩm hóa học mà nằm trong khung của vùng a, b, c và d trong Fig.2 được xác định bằng các vị trí được đánh dấu sau của hệ tọa độ trong bảng 4.

Bảng 4

	Si+Cr %	Cu+Mo %	C+N %	Mn+Ni %
a	21,40	0,80	0,195	4,1
b	20,10	1,60	0,195	4,1
c	19,15	2,25	0,195	4,1
d	19,50	1,40	0,195	4,1

Fig.3 minh họa ô chế phẩm hóa học đối với C+N và Mn+Ni có các khoảng ưu tiên từ 19,7 đến 21,45 đối với Cr+Si và 1,3-1,9 đối với Cu+Mo, khi thép không gỉ hai

pha được ủ ở nhiệt độ 1050°C. Hơn nữa, theo sáng chế, tổng C+N được giới hạn đến $0,1 < C+N < 0,28$ và tổng Mn+Ni được giới hạn đến $0,8 < Mn+Ni < 7,0$. Cửa sổ chế phẩm hóa học mà nằm trong khung của vùng p', q' r', s', t' và u' trong Fig.3 được xác định bằng các vị trí được đánh dấu sau của hệ tọa độ trong bảng 5.

Bảng 5

	Si+Cr %	Cu+Mo %	C+N %	Mn+Ni %
p'	20,4	1,8	0,28	4,3
q'	19,8	1,3	0,28	7,0
r'	20,2	1,7	0,17	7,0
s'	20,1	1,7	0,10	5,2
t'	20,9	1,9	0,10	1,5
u'	20,6	1,9	0,16	0,8

Tác dụng của các giới hạn đối với C+N và Mn+Ni có các khoảng ưu tiên đối với các hàm lượng nguyên tố theo sáng chế là ô chế phẩm hóa học của của Fig. 3 được giới hạn một phần bằng các giá trị tối thiểu và tối đa PRE và được giới hạn một phần bằng các giới hạn đối với C+N và Mn+Ni.

Fig.4 minh họa một ô ví dụ chế phẩm hóa học của Fig. 3 có giá trị hằng số của 20,5 đối với Cr+Si và 1,6 đối với Cu+Mo và hơn nữa, có giới hạn $0,1 < C+N$. Ô chế phẩm hóa học mà nằm trong khung của vùng p, q, r, s, t và u trong Fig.4 được xác định bằng các vị trí được đánh dấu sau của hệ tọa độ trong bảng 6.

Bảng 6

	Si+Cr %	Cu+Mo %	C+N %	Mn+Ni %
p	20,5	1,6	0,24	5,1
q	20,5	1,6	0,19	6,0
r	20,5	1,6	0,10	3,2
s	20,5	1,6	0,10	2,4
t	20,5	1,6	0,13	1,8

Bằng cách sử dụng các giá trị của bảng 2 và các giá trị của các Fig. từ 1 đến 4, các biểu thức sau đối với các giá trị nhiệt độ M_{d30} tối thiểu và tối đa được thiết lập

$$19,14-0,39(\text{Cu}+\text{Mo}) < (\text{Si}+\text{Cr}) < 22,45-0,39(\text{Cu}+\text{Mo}) \quad (3)$$

$$0,1 < (\text{C}+\text{N}) < 0,78-0,06(\text{Mn}+\text{Ni}) \quad (4)$$

thép không gỉ hai pha theo sáng chế được ủ ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 950 đến 1150°C.

Các hợp kim theo sáng chế cũng như vật liệu đối chứng H nêu trên còn được thử nghiệm bằng cách xác định các độ bền đàn hồi $R_{p0.2}$ và $R_{p1.0}$ và độ bền kéo R_m cũng như các giá trị độ giãn đối với A_{50} , A_5 và A_g cả ở chiều dọc (các hợp kim A-C, G-H) và chiều ngang (tất cả hợp kim từ A đến H). Bảng 7 chứa các kết quả của các thử nghiệm đối với các hợp kim từ A đến G theo sáng chế cũng như các giá trị tương ứng đối với thép không gỉ hai pha đối chứng H.

Bảng 7

Hợp kim	$R_{p0.2}$ (MPa)	$R_{p1.0}$ (MPa)	R_m (MPa)	A_{50} (%)	A_5 (%)	A_g (%)
A ngang	549,0	594,0	777,0	37,9	41,4	33,4
A dọc	527,8	586,0	797,3	40,0	44,0	34,6
B dọc	479,7	552,0	766,7	40,8	44,5	36,9
C ngang	550,3	594,0	757,5	38,3	42,1	31,0
C dọc	503,8	583,0	772,3	42,5	46,7	34,6
D ngang 1050°C	526	577	811	41,6	45,7	37,4
D ngang 1120°C	507	561	786	44,0	48,3	39,8
E ngang 1050°C	540	588	810	44,0	48,2	38,8
E ngang 1120°C	517	572	789	43,6	47,8	38,5
F ngang 1050°C	535	577	858	37,2	40,8	34,7
F ngang 1120°C	499	556	840	39,8	43,7	35,9
G 1.5mm ngang	596	648	784	37,1	40,8	30,8
G 1.5mm dọc	562	626	801	40,4	44,3	35,5
G 2.5mm ngang	572	641	793	40,7	43,3	34,9
G 2.5mm dọc	557	622	805	43,3	45,9	37,6
H ngang	493,7	543,7	757,3	44,6	48,6	40
H dọc	498,0	544,0	787,0	45,2	49,0	40

Các kết quả trong bảng 7 thể hiện các giá trị độ bền đàn hồi $R_{p0.2}$ và $R_{p1.0}$ đối với các hợp kim từ A đến G cao hơn nhiều so với các giá trị tương ứng đối với thép không

gỉ hai pha tham khảo H, và giá trị độ bền kéo R_m tương tự với thép không gỉ hai pha tham khảo H. Các giá trị độ giãn A_{50} , A_5 và A_g của các hợp kim từ A đến G là thấp hơn các giá trị tương ứng đối với thép không gỉ đối chứng.

Thép không gỉ hai pha ferit austenit theo sáng chế có thể được sản xuất làm thỏi, bản, thỏi đúc, phôi và các sản phẩm dát mỏng như bản, dải, cuộn, và các sản phẩm dài như rầm, thanh, dây, biên dạng và hình dạng, ống và/hoặc đường ống liền và hàn. Hơn nữa, các sản phẩm bổ sung như bột kim loại, các hình dạng và biên dạng được tạo thành có thể được sản xuất.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thép không gỉ hai pha ferit austenit có khả năng tạo hình ở mức cao ứng dụng sự biến đổi austenit dư nửa bền thành mactensit trong quá trình biến dạng dẻo (tác dụng TRIP) và tính chống ăn mòn ở mức cao có tính tương đương chống rỉ mòn cân bằng mangan, được đặc trưng ở chỗ, thép không gỉ hai pha này chứa nhỏ hơn 0,04% khối lượng cacbon, nhỏ hơn 0,7% khối lượng silic, nhỏ hơn 2,5% khối lượng mangan, từ 18,5 đến 22,5% khối lượng crom, từ 0,8 đến 4,5% khối lượng niken, từ 0,6 đến 1,4 % khối lượng molypden, nhỏ hơn 1% khối lượng đồng, từ 0,10 đến 0,24 % khối lượng nitơ, phần còn lại là sắt và tạp chất không thể tránh được xuất hiện trong thép không gỉ, bất đẳng thức $19,14 - 0,39 (Cu + Mo) < (Si + Cr) < 22,45 - 0,39 (Cu + Mo)$ và $0,1 < (C + N) < 0,78 - 0,06 (Mn + Ni)$ được thỏa mãn khi giá trị tương đương chống rỉ mòn (PRE) nằm trong khoảng từ 27 đến 29,5 và khi nhiệt độ M_{d30} đo được nằm trong khoảng từ 10 đến 70 °C; và tỷ lệ của pha austenit trong vi cấu trúc nằm trong khoảng từ 45 đến 75% thể tích và phần còn lại là ferit.
2. Thép không gỉ hai pha ferit austenit theo điểm 1, được đặc trưng ở chỗ, tỷ lệ của pha austenit trong vi cấu trúc nằm trong khoảng từ 55 đến 65% thể tích.
3. Thép không gỉ hai pha ferit austenit theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, được đặc trưng ở chỗ, hàm lượng crom nằm trong khoảng từ 19,0 đến 22% khối lượng.
4. Thép không gỉ hai pha ferit austenit theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, được đặc trưng ở chỗ, hàm lượng niken nằm trong khoảng từ 1,5 đến 3,5% khối lượng.
5. Thép không gỉ hai pha ferit austenit theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, được đặc trưng ở chỗ, hàm lượng mangan tốt hơn là nhỏ hơn 2,0% khối lượng.
6. Thép không gỉ hai pha ferit austenit theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, được đặc trưng ở chỗ, hàm lượng đồng lên đến 0,7% khối lượng.
7. Thép không gỉ hai pha ferit austenit theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, được đặc trưng ở chỗ, hàm lượng molypden nằm trong khoảng từ 1,0 đến 1,4% khối lượng.

8. Thép không gỉ hai pha ferit austenit theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, được đặc trưng ở chỗ, hàm lượng nitơ nằm trong khoảng từ 0,16 đến 0,21% khối lượng.

9. Thép không gỉ hai pha ferit austenit theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 8, được đặc trưng ở chỗ, thép không gỉ này tùy ý chứa một hoặc nhiều nguyên tố bổ sung: nhỏ hơn 0,04% khối lượng Al, tốt hơn là nhỏ hơn 0,03% khối lượng Al, nhỏ hơn 0,003% khối lượng B, nhỏ hơn 0,003% khối lượng Ca, nhỏ hơn 0,1% khối lượng Ce, lên đến 1% khối lượng Co, lên đến 0,5% khối lượng W, lên đến 0,1% khối lượng Nb, lên đến 0,1% khối lượng Ti, lên đến 0,2% khối lượng V.

10. Thép không gỉ hai pha ferit austenit theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, được đặc trưng ở chỗ, thép không gỉ này chứa tạp chất không thể tránh được nhỏ hơn 0,010% khối lượng, tốt hơn là nhỏ hơn 0,005% khối lượng S, nhỏ hơn 0,040% khối lượng P sao cho tổng (S+P) nhỏ hơn 0,04% khối lượng, và tổng hàm lượng oxy thấp hơn 100ppm.

11. Thép không gỉ hai pha ferit austenit theo điểm 1, được đặc trưng ở chỗ, nhiệt độ rỗ mòn giới hạn CPT là nằm trong khoảng từ 20 đến 33°C.

12. Thép không gỉ hai pha ferit austenit theo điểm 1, được đặc trưng ở chỗ, khi tổng Si+Cr nằm trong khoảng từ 19,7 đến 21,45 và tổng Cu+Mo nằm trong khoảng từ 1,3 đến 1,9, ô chế phẩm hóa học mà nằm trong khung của vùng p', q' r', s', t' và u' và Fig.3 được xác định bằng các vị trí được đánh dấu sau đây của hệ tọa độ theo % khối lượng.

	Si+Cr %	Cu+Mo %	C+N %	Mn+Ni %
p'	20,4	1,8	0,28	4,3
q'	19,8	1,3	0,28	7,0
r'	20,2	1,7	0,17	7,0
s'	20,1	1,7	0,10	5,2
t'	20,9	1,9	0,10	1,5
u'	20,6	1,9	0,16	0,8

13. Thép không gỉ hai pha ferit austenit theo điểm 1, được đặc trưng ở chỗ, thép được sản xuất là dạng thỏi, bản, thỏi đúc, phôi, bản, tấm, dải, cuộn, rằm, thanh, dây, biên dạng và hình dạng, ống và/hoặc đường ống liền và hàn, bột kim loại, hình dạng và biên dạng được tạo hình.

14. Phương pháp sản xuất thép không gỉ hai pha ferit austenit có khả năng tạo hình ở mức cao ứng dụng sự biến đổi austenit dư nửa bền thành martensit trong quá trình biến dạng dẻo (tác dụng TRIP) và tính chống ăn mòn ở mức cao có tính tương đương chống rỉ mòn cân bằng mangan, được đặc trưng ở chỗ, thép không gỉ hai pha chứa nhỏ hơn 0,04% khối lượng cacbon, nhỏ hơn 0,7% khối lượng silic, nhỏ hơn 2,5% khối lượng mangan, từ 18,5 đến 22,5% khối lượng crom, từ 0,8 đến 4,5% khối lượng niken, từ 0,6 đến 1,4 % khối lượng molypden, nhỏ hơn 1% khối lượng đồng, từ 0,10 đến 0,24 % khối lượng nitơ, phần còn lại là sắt và tạp chất không thể tránh được xuất hiện trong thép không gỉ, bất đẳng thức $19,14-0,39 (Cu+Mo) < (Si+Cr) < 22,45-0,39 (Cu+Mo)$ và $0,1 < (C+N) < 0,78-0,06 (Mn+Ni)$ được thỏa mãn khi giá trị tương đương chống rỉ mòn (PRE) nằm trong khoảng từ 27 đến 29,5 và khi nhiệt độ M_{d30} đo được nằm trong khoảng từ 10 đến 70 °C; và việc sản xuất được tiến hành bằng cách xử lý nhiệt thép không gỉ hai pha có tỷ lệ của pha austenit trong vi cấu trúc nằm trong khoảng từ 45 đến 75% thể tích và phần còn lại là ferit ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 900 đến 1200°C.

15. Phương pháp sản xuất thép không gỉ hai pha ferit austenit theo điểm 14, được đặc trưng ở chỗ, việc sản xuất được tiến hành bằng cách xử lý nhiệt thép không gỉ hai pha ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 950 đến 1150°C.

16. Phương pháp sản xuất thép không gỉ hai pha ferit austenit theo điểm 14 hoặc 15, được đặc trưng ở chỗ, thép không gỉ hai pha có tỷ lệ của pha austenit trong vi cấu trúc nằm trong khoảng từ 55 đến 65% thể tích được tạo ra.

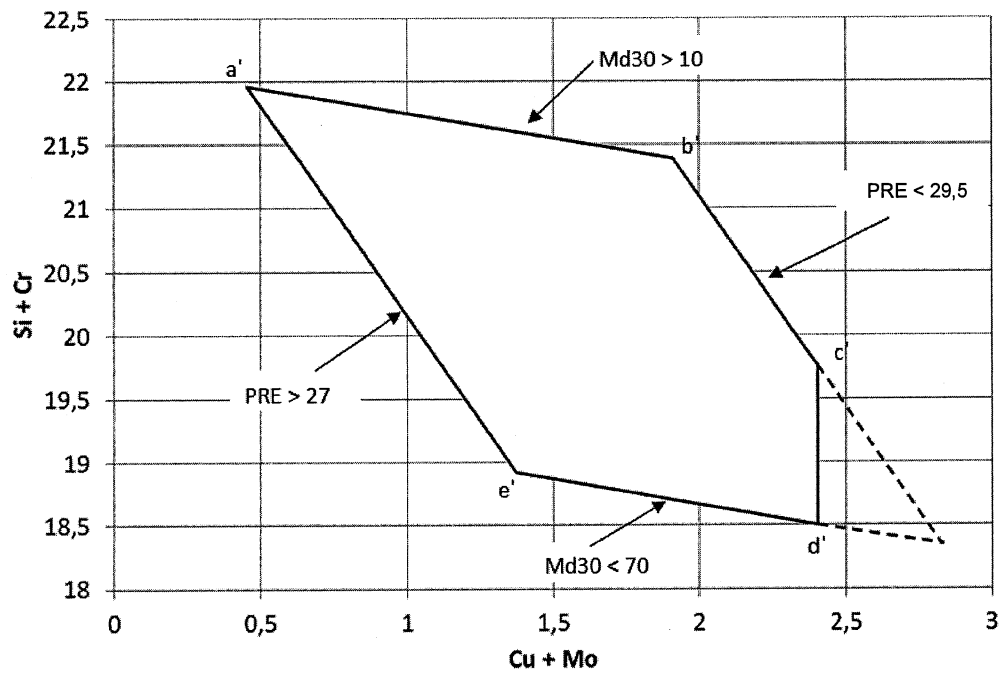


Fig.1

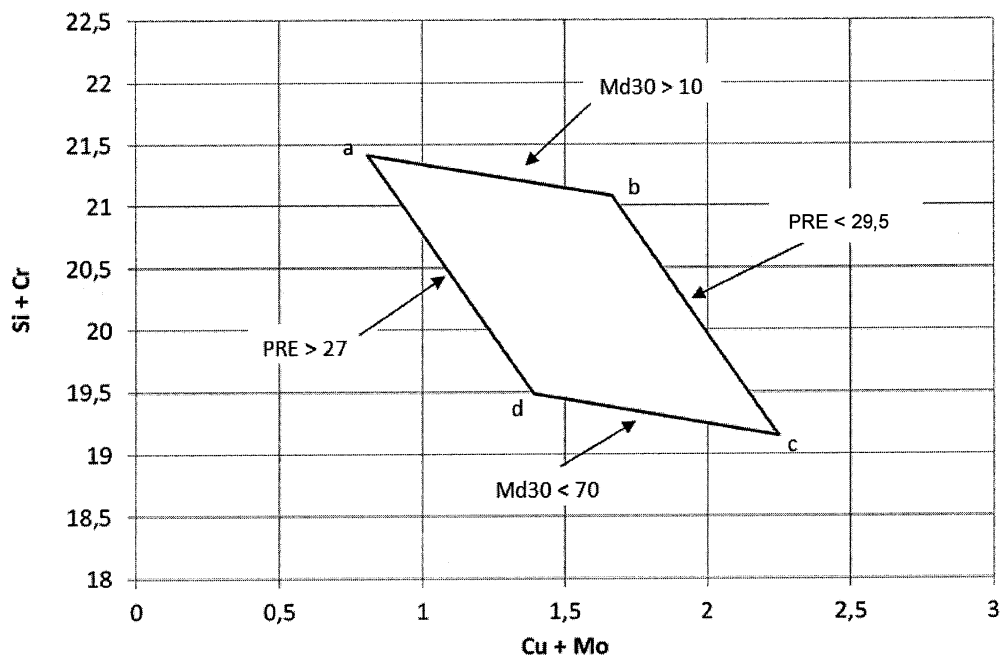


Fig. 2

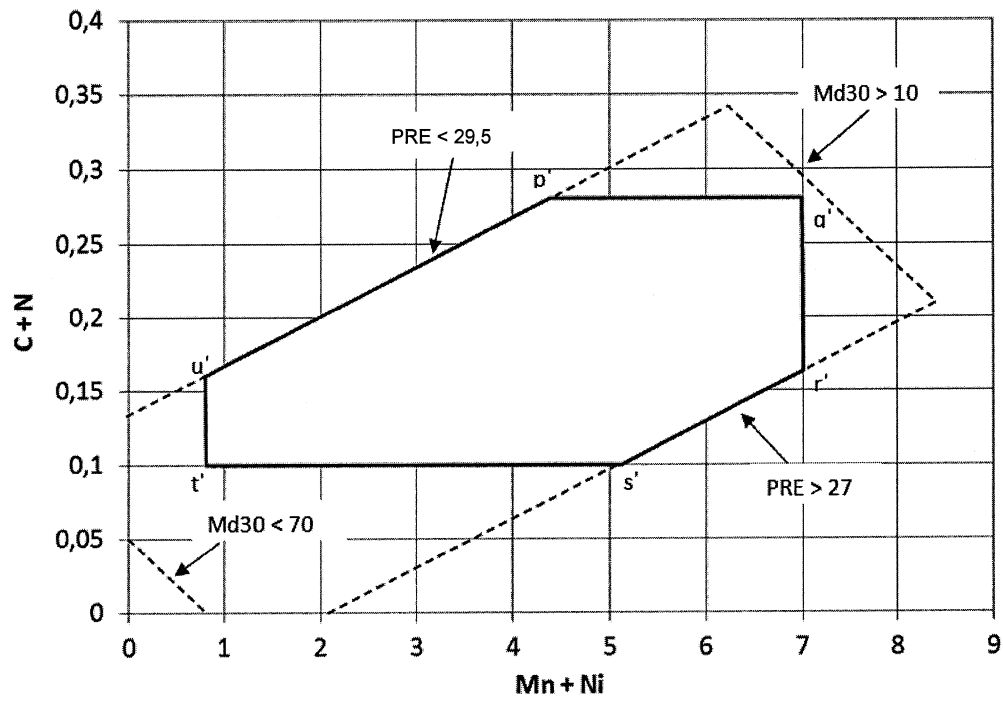


Fig.3

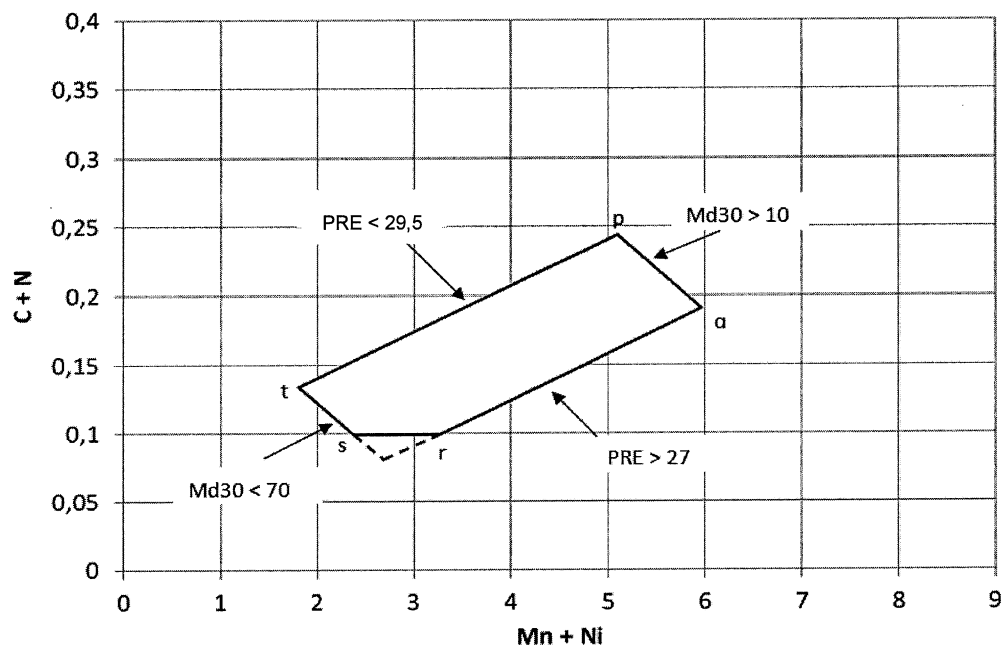


Fig.4