(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) **1-0028903**

(51)[7] **C22C 38/00**; C22C 38/60; C22C 38/16 (13) **B**

(21) 1-2015-04709 (22) 02/05/2014
(86) PCT/JP2014/002400 02/05/2014 (87) WO 2014/181534 A1 13/11/2014
(30) 2013-099108 09/05/2013 JP
(45) 25/07/2021 400 (43) 25/02/2016 335A
(73) JFE Steel Corporation (JP)
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, Japan
(72) MIURA, Shinichi (JP); KAGE, Isamu (JP); KOMORI, Tsutomu (JP); MITAO, Shinji (JP).
(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) VẬT LIỆU THÉP CÓ KHẢ NĂNG CHỐNG ĂN MÒN DO KHÍ QUYỂN

(57) Sáng chế đề cập đến thép chịu phong hóa mà tốt hơn là được sử dụng làm vật liệu thép kết cấu trong môi trường có nhiệt độ cao và trong khoảng thời gian lượng mưa là nhỏ như mùa khô tồn tại. Thép chịu phong hóa có hợp phần mà hợp phần này chứa C, Si, Mn, P, S, Al, Cu, Nb, Sn và phần dư bao gồm Fe và các tạp chất không tránh được. Thép chịu phong hóa thỏa mãn ít nhất một trong hai công thức (1) và (2) sau đây, và cũng thỏa mãn công thức (3) sau đây. $(Cu-0,01) \times (Sn-0,005) \times (Nb-0,005) \times 10^4 \geq 0,08$ (1), $(Cu-0,01) \times (Ni-0,01) \times (Cr-0,01) \times 50 \geq 0,08$ (2), $(Cu+10\times Sn) / (2\times Ni+0,5\times Si) < 10$ (3). Thép chịu phong hóa còn chứa, khi cần thiết, một hoặc nhiều loại nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Ni, Cr, Mo, W, Co, Sb, Ti, V, Zr, B, REM, Ca, Mg. Ở đây, các ký hiệu nguyên tố tương ứng là các hàm lượng của các nguyên tố (% khối lượng), và nguyên tố không được chứa là bằng không.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến vật liệu thép có khả năng chống ăn mòn do khí quyển ưu việt, và cụ thể hơn là đề cập đến vật liệu thép mà được sử dụng chủ yếu ở ngoài trời như các cây cầu và được sử dụng làm vật liệu thép kết cấu mà cần có khả năng chống ăn mòn do khí quyển trong môi trường mà có nhiệt độ cao và trong mùa khô, trong khoảng thời gian này tổng lượng mưa là nhỏ như mùa khô, tồn tại.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Thông thường, thép chịu phong hóa được sử dụng làm vật liệu để tạo thành các kết cấu thép được sử dụng ở ngoài trời như các cây cầu. Thép chịu phong hóa là vật liệu thép, mà trong môi trường tiếp xúc với khí quyển, bề mặt của vật liệu thép được bọc lớp gỉ bảo vệ cao được tập trung nguyên tố hợp kim như Cu, P, Cr và Ni để làm giảm đáng kể tốc độ ăn mòn, và đã được biết rằng một cây cầu được xây dựng sử dụng thép chịu phong hóa có thể chịu được độ bền lâu khoảng vài thập kỉ ở trạng thái không sử dụng sơn.

Thép chịu phong hóa được phát triển trong những năm 1930 ở Hoa Kỳ và đã được sử dụng trong các công trình xây dựng và các dạng tương tự. Sau đó, thép chịu phong hóa được đưa vào Nhật Bản, và các loại thép chịu phong hóa mà đã được phát triển bởi các nhà sản xuất phun khí nóng đã được sử dụng ở các cây cầu và các công trình xây dựng tương tự. Ở các quốc gia trong nhóm BRIC (Brazil, Russia, India, China) và các quốc gia ở Đông Á nơi sự phát triển kinh tế rất đáng chú ý, cơ sở hạ tầng đang phát triển. Các cây cầu không sử dụng sơn mà sử dụng thép chịu phong hóa có thể tránh chi phí bảo trì ở mức độ thấp so với các cây cầu được sơn và do đó, đã có nhu cầu về việc sử dụng thép chịu phong hóa trong các cây cầu. Ngoài ra đối với các cây cầu được sơn, việc kéo dài độ bền lâu của lớp phủ làm giảm tần suất bảo trì sơn lại và do đó, tránh được chi phí bảo trì. Do đó, đã có

nhu cầu về vật liệu thép mà có thể kéo dài độ bền lâu của lớp phủ.

Các quốc gia nêu trên bao gồm các quốc gia có khí quyển nhiệt độ cao và do đó, khi thép chịu phong hóa được sử dụng ở các quốc gia này, điều quan trọng là thép chịu phong hóa có khả năng chống ăn mòn do khí quyển ưu việt trong môi trường này và chi phí sản xuất thấp.

Đối với các điều kiện cần thiết cho việc sản xuất vật liệu thép ở chi phí thấp, ngoài điều kiện mà chi phí hợp kim thấp, vật liệu thép có thể được sản xuất dễ dàng theo quan điểm về việc phân phối và hiệu quả sản xuất là rất cần thiết.

Ở các quốc gia thuộc nhóm BRIC và các quốc gia ở Đông Á, được kỳ vọng rằng nhu cầu sẽ được tăng lên từ bây giờ cho việc tăng cường hiệu suất của thép chịu phong hóa mà có thể được sử dụng ở trạng thái không sử dụng sơn, có thể được sản xuất ở chi phí thấp, và biểu lộ độ bền được yêu cầu như thép kết cấu.

Các phương pháp khác nhau để tăng cường khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép thông thường đã được đề xuất. Ví dụ, trong tài liệu sáng chế 1, vật liệu thép có khả năng chống ăn mòn do khí quyển cao có Cu và Ni với lượng 1% khối lượng hoặc lớn hơn được bộc lộ. Trong tài liệu sáng chế 2, đã bộc lộ rằng vật liệu thép có Mo và Ni với lượng % khối lượng là 1 hoặc lớn hơn thể hiện khả năng chống ăn mòn do khí quyển ưu việt.

Trong tài liệu sáng chế 3, đã bộc lộ rằng vật liệu thép có Cu và Ti ngoài Ni thể hiện khả năng chống ăn mòn do khí quyển ưu việt. Trong tài liệu sáng chế 4, vật liệu thép cho các kết cấu hàn mà chứa lượng lớn Ni và còn chứa Cu, Mo, Sn, Sb, P và các nguyên tố tương tự được bộc lộ và, trong tài liệu sáng chế 5, vật liệu thép có khả năng chống ăn mòn ưu việt mà chứa Sn được bộc lộ.

Danh sách tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: JP-A-11-172370

Tài liệu sáng chế 2: JP-A-2002-309340

Tài liệu sáng chế 3: JP-A-11-71632

Tài liệu sáng chế 4: JP-A-10-251797

Tài liệu sáng chế 5: JP-A-2012-255184

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Tuy nhiên, khi trong các vật liệu thép mà hàm lượng Ni được tăng lên như được mô tả trong các tài liệu sáng chế từ 1 đến 3 hoặc trong vật liệu thép mà hàm lượng Ni và hàm lượng P được tăng lên và vật liệu thép này chứa Cu, Mo, Sn, Sb và các nguyên tố tương tự như được mô tả trong tài liệu sáng chế 4, có phát sinh mặt hạn chế là chi phí của vật liệu thép được đẩy lên do sự gia tăng về chi phí của hợp kim. Hơn nữa, trong trường hợp của tài liệu sáng chế 4, tính chịu hàn bị giảm do hàm lượng P cao. Trong tài liệu sáng chế 5, hàm lượng Sn được tăng lên và do đó, độ giòn nóng bề mặt được tăng nhanh hơn.

Theo đó, mục đích của sáng chế là đề xuất vật liệu thép có khả năng chống ăn mòn do khí quyển ưu việt mà có thể làm giảm các hàm lượng của các nguyên tố hợp kim đắt tiền được chứa trong đó như Ni hoặc Mo, có thể được sản xuất thuận lợi và ở chi phí thấp, và có độ bền cần thiết cho thép kết cấu.

Giải pháp cho vấn đề

Để giải quyết vấn đề nêu trên, các tác giả sáng chế đã thực hiện các nghiên cứu chuyên sâu và đã phát hiện ra rằng khi vật liệu thép chứa lượng Cu nhất định và các lượng nhỏ của Nb và Sn hợp lại, khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép mà không có lớp sơn được tăng cường trong khí quyển nhiệt độ cao, và hơn nữa, độ bền của lớp sơn trên vật liệu thép cũng được tăng cường nếu vật liệu thép này có lớp sơn trên đó. Mặc dù các lý do chi tiết tại sao vật liệu thép biểu lộ khả năng chống ăn mòn do khí quyển ưu việt và độ bền của lớp phủ ưu việt không được xác định, các lý do được dự đoán như sau.

1. Cu làm cho lớp gỉ dày đặc bằng cách làm cho các hạt gỉ mịn và do đó, Cu

tránh yếu tố tăng tốc ăn mòn như oxy hoặc các ion clorua không thấm qua lớp gỉ và đến vật liệu nền (thép). Hơn nữa, Cu được tập trung ở vùng lân cận mặt phân cách của thép do đó ngăn chặn phản ứng anot của thép.

2. Nb được tập trung ở vùng lân cận mặt phân cách của vật liệu nền (thép) do đó ngăn chặn phản ứng catot và phản ứng anot của thép.

3. Theo cách tương tự là Nb, Sn được tập trung ở vùng lân cận mặt phân cách của vật liệu nền (thép) do đó ngăn chặn phản ứng catot và phản ứng anot của thép.

4. Khi vật liệu thép chứa Cu, Nb và Sn hợp lại, khả năng chống ăn mòn được tăng cường đáng kể so với trường hợp mà chỉ một trong số các nguyên tố hợp kim này được chứa trong vật liệu thép.

Sáng chế đã được thực hiện như là kết quả của các nghiên cứu tiếp tục được thực hiện dựa trên các phát hiện nêu trên mà các tác giả sáng chế đã đạt được.

(1) Theo một khía cạnh của sáng chế, vật liệu thép có khả năng chống ăn mòn do khí quyển ưu việt được đề xuất, vật liệu thép này có hợp phần chứa, theo % khối lượng,

C với lượng là 0,030% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,200% ,

Si với lượng là 0,10% hoặc lớn hơn và 1,00% hoặc nhỏ hơn,

Mn với lượng là 0,20% hoặc lớn hơn và 2,00% hoặc nhỏ hơn,

P với lượng là 0,003% hoặc lớn hơn và 0,030% hoặc nhỏ hơn,

S với lượng là 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,020% hoặc nhỏ hơn,

Al với lượng là 0,001% hoặc lớn hơn và 0,100% hoặc nhỏ hơn,

Cu với lượng là 0,01% hoặc lớn hơn và 0,50% hoặc nhỏ hơn,

Nb với lượng là 0,005% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn,

Sn với lượng là 0,005% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn, và

phần dư bao gồm Fe và các tạp chất không tránh được, trong đó

ít nhất một trong hai công thức (1) và (2) sau đây được thỏa mãn và công

thức (3) sau đây được thỏa mãn.

$(Cu–0,01)\times(Sn-0,005)\times(Nb-0,005)\times10^4 \geq 0,08$ (1)

$(Cu–0,01)\times(Ni-0,01)\times(Cr-0,01)\times50 \geq 0,08$ (2)

$(Cu+10\times Sn)/(2\times Ni+0,5\times Si) < 10$ (3)

trong đó, các ký hiệu nguyên tố tương ứng là các hàm lượng của các nguyên tố (% khối lượng), và nguyên tố không được chứa là bằng không.

(2) Vật liệu thép có khả năng chống ăn mòn do khí quyển ưu việt được mô tả trong mục (1) còn chứa một hoặc nhiều loại nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm, theo % khối lượng,

Ni với lượng là 0,01% hoặc lớn hơn và 1,00% hoặc nhỏ hơn,

Cr với lượng là 0,01% hoặc lớn hơn và 1,00% hoặc nhỏ hơn,

Mo với lượng là 0,005% hoặc lớn hơn và 1,000% hoặc nhỏ hơn,

W với lượng là 0,010% hoặc lớn hơn và 1,000% hoặc nhỏ hơn,

Co với lượng là 0,010% hoặc lớn hơn và 0,500% hoặc nhỏ hơn và

Sb với lượng là 0,005% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn .

(3) Vật liệu thép có khả năng chống ăn mòn do khí quyển ưu việt được mô tả trong mục (1) hoặc mục (2) còn chứa một hoặc nhiều loại nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm, theo % khối lượng,

Ti với lượng là 0,005% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn ,

V với lượng là 0,005% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn,

Zr với lượng là 0,005% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn và

B với lượng là 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,0050% hoặc nhỏ hơn.

(4) Vật liệu thép có khả năng chống ăn mòn do khí quyển ưu việt được mô tả trong theo mục bất kỳ trong các mục từ (1) đến (3) còn chứa một hoặc nhiều loại nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm, theo % khối lượng,

REM với lượng là 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,0100% hoặc nhỏ hơn,

Ca với lượng là 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,0100% hoặc nhỏ hơn và

Mg với lượng là 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,0100% hoặc nhỏ hơn.

(5) Vật liệu thép có khả năng chống ăn mòn do khí quyển ưu việt được mô tả trong theo mục bất kỳ trong các mục từ (1) đến (4) còn chứa một hoặc nhiều loại nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm, theo % khối lượng,

Ta với lượng là 0,001% hoặc lớn hơn và 0,100% hoặc nhỏ hơn,

Bi với lượng là 0,001% hoặc lớn hơn và 0,100% hoặc nhỏ hơn,

Se với lượng là 0,001% hoặc lớn hơn và 0,100% hoặc nhỏ hơn và

Hf với lượng là 0,001% hoặc lớn hơn và 0,100% hoặc nhỏ hơn.

(6) Theo khía cạnh khác của sáng chế, vật liệu thép có khả năng chống ăn mòn do khí quyển ưu việt được đề xuất mà lớp phủ được tạo thành trên bề mặt của vật liệu thép có hợp phần được mô tả theo mục bất kỳ trong các mục từ (1) đến (5).

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Theo sáng chế, có thể sản xuất vật liệu thép kết cấu có khả năng chống ăn mòn do khí quyển ưu việt mà có khả năng sản xuất ưu việt và có thể giữ chi phí hợp kim ở chi phí thấp. Vật liệu thép kết cấu là cực kỳ hữu ích về mặt công nghiệp.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, sáng chế được giải thích chi tiết. Ở phần giải thích được thực hiện sau đây, % thể hiện % khối lượng.

C: 0,030% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,200%

C là nguyên tố tăng cường độ bền của vật liệu thép và, đảm bảo độ bền định trước cần thiết cho thép kết cấu, vật liệu thép cần chứa C với lượng là 0,030% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi vật liệu thép chứa C với lượng là 0,200% hoặc lớn hơn, tính chịu hàn và độ dẻo dai của vật liệu thép suy giảm. Do đó, hàm lượng C được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,030% hoặc lớn hơn đến nhỏ hơn 0,200%.

Si: 0,10% hoặc lớn hơn và 1,00% hoặc nhỏ hơn

Si là nguyên tố quan trọng theo sáng chế. Si tạo thành lớp gỉ dày đặc bằng cách làm cho các hạt gỉ trong toàn bộ lớp gỉ mịn do đó tăng cường khả năng chống

ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép. Si có hiệu quả tránh sự xuất hiện của các vết nứt bề mặt trên bề mặt của vật liệu thép tại thời điểm cán nóng. Để đạt được các hiệu quả có lợi này, vật liệu thép cần chứa Si với lượng là 0,10% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi vật liệu thép chứa Si vượt quá 1,00%, độ dẻo dai và tính chịu hàn của vật liệu thép suy giảm đáng kể. Do đó, hàm lượng Si được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,10% hoặc lớn hơn đến 1,00% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Si tốt hơn là được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,20% hoặc lớn hơn đến 0,80% hoặc nhỏ hơn, và hàm lượng Si tốt hơn nữa là được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,40% hoặc lớn hơn đến 0,60% hoặc nhỏ hơn.

Mn: 0,20% hoặc lớn hơn và 2,00% hoặc nhỏ hơn

Mn là nguyên tố tăng cường độ bền của vật liệu thép và, để đảm bảo độ bền định trước như thép kết cấu, vật liệu thép cần chứa Mn với lượng là 0,20% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi vật liệu thép chứa Mn vượt quá 2,00%, độ dẻo dai và tính chịu hàn của vật liệu thép suy giảm. Do đó, hàm lượng Mn được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,20% hoặc lớn hơn đến 2,00% hoặc nhỏ hơn.

P: 0,003% hoặc lớn hơn và 0,030% hoặc nhỏ hơn

P là nguyên tố tăng cường khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép. Để đạt được hiệu quả này, vật liệu thép cần chứa P với lượng là 0,003% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi vật liệu thép chứa P vượt quá 0,030%, tính chịu hàn của vật liệu thép suy giảm. Do đó, hàm lượng P được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,003% hoặc lớn hơn đến 0,030% hoặc nhỏ hơn.

S: 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,020% hoặc nhỏ hơn

Khi vật liệu thép chứa S vượt quá 0,020%, tính chịu hàn và độ dẻo dai của vật liệu thép suy giảm. Mặt khác, khi hàm lượng S được giảm xuống trị số nhỏ hơn 0,0001%, chi phí sản xuất bị đẩy lên. Do đó, hàm lượng S được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,0001% hoặc lớn hơn đến 0,020% hoặc nhỏ hơn.

Al: 0,001% hoặc lớn hơn và 0,100% hoặc nhỏ hơn

Al là nguyên tố cần thiết cho sự khử oxy tại thời điểm luyện thép. Để đạt được hiệu quả này, vật liệu thép cần chứa Al với lượng là 0,001% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng Al vượt quá 0,100%, tính chịu hàn của vật liệu thép chịu ảnh hưởng bất lợi. Do đó, hàm lượng Al được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,001% hoặc lớn hơn đến 0,100% hoặc nhỏ hơn.

Cu: 0,01% hoặc lớn hơn và 0,50% hoặc nhỏ hơn

Cu là nguyên tố quan trọng theo sáng chế. Bằng cách làm cho Cu cùng tồn tại với Nb và Sn, Cu có hiệu quả tăng cường đáng kể khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép. Cu được tập trung ở vùng lân cận mặt phân cách giữa lớp gỉ và vật liệu nền (thép) (sau đây, còn được gọi là mặt phân cách của vật liệu nền (thép) có lớp gỉ hoặc mặt phân cách của thép) do đó ngăn chặn phản ứng anot của thép. Hơn nữa, Cu tạo thành lớp gỉ dày đặc bằng cách làm cho các hạt gỉ mịn sao cho Cu có hiệu quả tránh các ion clorua mà là yếu tố tăng tốc ăn mòn không thấm qua vật liệu nền (thép). Các hiệu quả này có thể đạt được khi hàm lượng Cu là 0,01% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng Cu vượt quá 0,50%, chi phí hợp kim bị đẩy lên cùng với sự tăng lên theo hàm lượng Cu. Do đó, hàm lượng Cu được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,01% hoặc lớn hơn đến 0,50% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Cu tốt hơn là được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,05% hoặc lớn hơn đến 0,40% hoặc nhỏ hơn, và hàm lượng Cu tốt hơn nữa là được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,07% hoặc lớn hơn đến 0,30% hoặc nhỏ hơn.

Nb: 0,005% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn

Nb là nguyên tố quan trọng theo sáng chế. Bằng cách làm cho Nb cùng tồn tại với Cu và Sn, Nb đạt được hiệu quả tăng cường đáng kể khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép. Hơn nữa, Nb được tập trung trong phần anot ở vùng lân cận mặt phân cách giữa lớp gỉ và vật liệu nền (thép) do đó ngăn chặn phản ứng anot và phản ứng catot. Để đạt được đủ các hiệu quả này, vật liệu thép cần chứa Nb

với lượng là 0,005% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng Nb vượt quá 0,200%, độ dẻo dai của vật liệu thép suy giảm. Do đó, hàm lượng Nb được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,005% hoặc lớn hơn đến 0,200% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Nb tốt hơn là được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,008% hoặc lớn hơn đến 0,100% hoặc nhỏ hơn, và hàm lượng Nb tốt hơn nữa là được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,010% hoặc lớn hơn đến 0,030% hoặc nhỏ hơn.

Sn: 0,005% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn

Sn là nguyên tố quan trọng theo sáng chế. Bằng cách cùng tồn tại với Cu và Nb, Sn đạt được hiệu quả tăng cường đáng kể khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép. Sn tạo thành màng oxit chứa Sn trên mặt phân cách của thép do đó ngăn chặn phản ứng anot và phản ứng catot của thép nhờ đó khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép có thể được tăng cường. Để đạt được đủ các hiệu quả này, vật liệu thép cần chứa Sn với lượng là 0,005% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng Sn vượt quá 0,200%, tính dễ uốn hoặc độ dẻo dai của thép suy giảm. Do đó, hàm lượng Sn được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,005% hoặc lớn hơn đến 0,200% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Sn tốt hơn là được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,010% hoặc lớn hơn đến 0,100% hoặc nhỏ hơn, và hàm lượng Sn tốt hơn nữa là được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,020% hoặc lớn hơn đến nhỏ hơn 0,050%.

$$(Cu–0,01)\times(Sn-0,005)\times(Nb-0,005)\times10^4 \geq 0,08 \ldots (1)$$

$$(Cu–0,01)\times(Ni-0,01)\times(Cr-0,01)\times50 \geq 0,08 \ldots (2)$$

Công thức (1) được định nghĩa để tăng cường khả năng chống ăn mòn bằng cách ngăn chặn phản ứng ăn mòn do sự tập trung nguyên tố hợp kim ở vùng lân cận của mặt phân cách vật liệu nền (thép) có lớp gỉ. Hiệu quả tăng cường khả năng chống ăn mòn tại mặt phân cách vật liệu nền (thép) có lớp gỉ được phát hiện bởi các tác giả sáng chế theo sáng chế đạt được không phải trên toàn bộ lớp gỉ mà chủ yếu ở vùng lân cận của mặt phân cách và do đó, có khả năng bổ sung các lượng vết Nb và

Sn có hiệu quả tăng cường khả năng chống ăn mòn này vào vật liệu nền (thép). Tuy nhiên, vì hiệu quả tăng cường khả năng chống ăn mòn có thể đạt được bằng cách làm cho Nb và Sn cùng tồn tại với Cu trong vật liệu nền (thép), vật liệu thép chứa Cu, Sn và Nb sao cho công thức $(Cu–0,01)\times(Sn-0,005)\times(Nb-0,005) \times 10^4 \geq 0,08$ được thỏa mãn.

Công thức (2) được xác định để tăng cường khả năng chống ăn mòn bằng cách ngăn chặn sự thẩm thấu của các yếu tố tăng tốc ăn mòn do sự làm đặc toàn bộ lớp gỉ. Khả năng chống ăn mòn của thép chịu phong hóa có thể được tăng cường bằng cách ngăn chặn sự thẩm thấu của oxy và ion clorua mà là các yếu tố tăng tốc ăn mòn do lớp gỉ dày đặc nơi mà các nguyên tố như Cu, Cr và Ni được tập trung. Để đạt được hiệu quả tăng cường khả năng chống ăn mòn trong môi trường khí quyển, vật liệu thép chứa Cu, Ni và Cr sao cho công thức $(Cu–0,01) \times (Ni-0,01) \times (Cr-0,01) \times 50 \geq 0,08$ được thỏa mãn.

Theo sáng chế, hợp phần của vật liệu thép được điều chỉnh để thỏa mãn ít nhất một trong hai công thức (1) và công thức (2). Như được mô tả sau đây, theo sáng chế, Ni và Cr là các nguyên tố chọn lọc. Khi vật liệu thép không chứa Ni cũng không chứa Cr, Ni và Cr trong công thức (2) lần lượt được thiết lập là 0. Theo phương án này, các phía bên trái của công thức (1) và (2) được gọi là các chỉ số chống ăn mòn.

$(Cu+10\times Sn) / (2\times Ni+0,5\times Si) < 10$ … (3)

Vật liệu thép theo sáng chế chứa Cu và Sn đồng thời và do đó, có thể phát sinh mặt hạn chế là các vết nứt bề mặt xuất hiện tại thời điểm cán nóng. Ni và Si có hiệu quả ngăn chặn sự xuất hiện của các vết nứt bề mặt này. Do đó, để tránh sự xuất hiện của các vết nứt bề mặt này, hợp phần của vật liệu thép được điều chỉnh sao cho công thức (3) được thỏa mãn. Như được mô tả sau đây, theo sáng chế, Ni là nguyên tố chọn lọc. Khi vật liệu thép không chứa Ni, Ni trong công thức (3) được thiết lập là 0. Theo sáng chế, phía bên trái của công thức (3) được gọi là chỉ số độ giòn nóng

bề mặt.

Trong các công thức (1), (2) và (3), các ký hiệu nguyên tố tương ứng là các hàm lượng của các nguyên tố (% khối lượng), và nguyên tố không được chứa là bằng không.

Hợp phần cơ bản của vật liệu thép theo sáng chế đã được mô tả trên đây. Phần dư của vật liệu thép được cấu thành từ Fe và các tạp chất không tránh được. Là các tạp chất không tránh được, vật liệu thép có thể chứa N với lượng là 0,010% hoặc nhỏ hơn và O với lượng là 0,010% hoặc nhỏ hơn. Hơn nữa, trong trường hợp mà vật liệu thép chứa Ca là tạp chất không tránh được, khi lượng lớn Ca tồn tại trong thép, độ dẻo dai của vùng ảnh hưởng nhiệt mối hàn suy giảm. Do đó, hàm lượng Ca tốt hơn là được thiết lập là 0,0010% hoặc nhỏ hơn.

Để tăng cường đặc tính của vật liệu thép, với nguyên tố chọn lọc, vật liệu thép có thể chứa một loại hoặc nhiều hơn được chọn từ nhóm bao gồm Ni, Cr, Mo, W, Co và Sb.

Ni: 0,01% hoặc lớn hơn và 1,00% hoặc nhỏ hơn

Ni tạo thành lớp gỉ dày đặc bằng cách làm cho các hạt gỉ mịn, và có hiệu quả tăng cường khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép kết cấu. Để đạt được đủ hiệu quả này, vật liệu thép cần chứa Ni với lượng là 0,01% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng Ni vượt quá 1,00%, chi phí của hợp kim bị đẩy lên. Do đó, khi vật liệu thép kết cấu chứa Ni, hàm lượng Ni được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,01% hoặc lớn hơn đến 1,00% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Ni tốt hơn là được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,01% hoặc lớn hơn đến nhỏ hơn 0,20%, và hàm lượng Ni tốt hơn nữa là được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,01% hoặc lớn hơn đến nhỏ hơn 0,10%.

Cr: 0,01% hoặc lớn hơn và 1,00% hoặc nhỏ hơn

Cr là nguyên tố tạo thành lớp gỉ dày đặc bằng cách làm cho các hạt gỉ mịn do đó tăng cường khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép. Để đạt

được hiệu quả này, vật liệu thép cần chứa Cr vượt quá 0,01%. Mặt khác, khi Cr được bổ sung quá mức, tính chịu hàn của vật liệu thép suy giảm. Do đó, khi vật liệu thép chứa Cr, hàm lượng Cr được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,01% hoặc lớn hơn đến 1,00% hoặc nhỏ hơn.

Mo: 0,005% hoặc lớn hơn và 1,000% hoặc nhỏ hơn

Khi vật liệu thép chứa Mo, MoO_4^{2-} được hòa tan trong vật liệu thép cùng với phản ứng anot của thép và do đó, MoO_4^{2-} được phân bố trong lớp gỉ do đó tránh các ion clorua mà là yếu tố tăng tốc ăn mòn không thấm qua lớp gỉ và đến vật liệu nền (thép). Hơn nữa, hợp chất chứa Mo bị kết tủa trên mặt phân cách của thép và do đó, phản ứng anot của thép được ngăn chặn. Để đạt được đủ các hiệu quả này, vật liệu thép cần chứa Mo với lượng là 0,005% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng Mo vượt quá 1,000%, chi phí bị đẩy lên cùng với sự tăng lên theo lượng tiêu hao của Mo. Do đó, khi vật liệu thép chứa Mo, hàm lượng Mo được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,005% hoặc lớn hơn đến 1,000% hoặc nhỏ hơn.

W: 0,010% hoặc lớn hơn và 1,000% hoặc nhỏ hơn

Khi vật liệu thép chứa W, WO_4^{2-} được hòa tan trong vật liệu thép cùng với phản ứng anot của thép và do đó, W được phân bố trong lớp gỉ ở dạng WO_4^{2-} nhờ đó có thể tránh các ion clorua tĩnh điện mà là yếu tố tăng tốc ăn mòn không thấm qua lớp gỉ và đến vật liệu nền (thép). Hơn nữa, do sự kết tủa của hợp chất chứa W trên mặt phân cách của thép, phản ứng anot của thép được ngăn chặn. Để đạt được đủ các hiệu quả này, vật liệu thép cần chứa W với lượng là 0,010% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng W vượt quá 1,000%, chi phí bị đẩy lên cùng với sự tăng lên theo lượng tiêu hao của W. Do đó, khi vật liệu thép chứa W, hàm lượng W được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,010% hoặc lớn hơn đến 1,000% hoặc nhỏ hơn.

Co: 0,010% hoặc lớn hơn và 0,500% hoặc nhỏ hơn

Co được phân bố trong toàn bộ lớp gỉ, và tạo thành lớp gỉ dày đặc bằng

cách làm cho các hạt gỉ mịn do đó đạt được hiệu quả tăng cường khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép. Để đạt được đủ hiệu quả này, vật liệu thép cần chứa Co với lượng là 0,01% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng Co vượt quá 0,500%, chi phí bị đẩy lên cùng với sự tăng lên theo lượng tiêu hao của Co. Do đó, khi vật liệu thép chứa Co, hàm lượng Co được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,010% hoặc lớn hơn đến 0,500% hoặc nhỏ hơn.

Sb: 0,005% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn

Sb là nguyên tố tăng cường khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép bằng cách ngăn chặn phản ứng anot của thép và cũng bằng cách ngăn chặn phản ứng tạo hydro là phản ứng catot. Để đạt được đủ hiệu quả này, vật liệu thép cần chứa Sb với lượng là 0,005% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi vật liệu thép chứa Sb quá mức, độ dẻo dai của vật liệu thép suy giảm. Do đó, khi vật liệu thép chứa Sb, hàm lượng Sb được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,005% hoặc lớn hơn đến 0,200% hoặc nhỏ hơn.

Để tăng cường hơn nữa đặc tính của vật liệu thép, với nguyên tố chọn lọc, vật liệu thép có thể chứa một loại hoặc nhiều loại được chọn từ nhóm bao gồm Ti, V, Zr và B.

Ti: 0,005% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn

Ti là nguyên tố cần thiết cho việc tăng cường độ bền của vật liệu thép. Để đạt được đủ hiệu quả này, vật liệu thép cần chứa Ti với lượng là 0,005% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng Ti vượt quá 0,200%, độ dẻo dai của vật liệu thép suy giảm. Do đó, khi vật liệu thép chứa Ti, hàm lượng Ti được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,005% hoặc lớn hơn đến 0,200% hoặc nhỏ hơn.

V: 0,005% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn

V là nguyên tố cần thiết cho việc tăng cường độ bền của vật liệu thép. Để đạt được đủ hiệu quả này, vật liệu thép cần chứa V với lượng là 0,005% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng V vượt quá 0,200%, hiệu quả này bị bão hòa. Do đó,

khi vật liệu thép chứa V, hàm lượng V được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,005% hoặc lớn hơn đến 0,200% hoặc nhỏ hơn.

Zr: 0,005% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn

Zr là nguyên tố cần thiết cho việc tăng cường độ bền của vật liệu thép. Để đạt được đủ hiệu quả này, vật liệu thép cần chứa Zr với lượng là 0,005% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng Zr vượt quá 0,200%, hiệu quả này bị bão hòa. Do đó, khi vật liệu thép chứa Zr, hàm lượng Zr được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,005% hoặc lớn hơn đến 0,200% hoặc nhỏ hơn.

B: 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,0050% hoặc nhỏ hơn

B là nguyên tố cần thiết cho việc tăng cường độ bền của vật liệu thép. Để đạt được đủ hiệu quả này, vật liệu thép cần chứa B với lượng là 0,0001% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng B vượt quá 0,0050%, độ dẻo dai của vật liệu thép suy giảm. Do đó, khi vật liệu thép chứa B, hàm lượng B được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,0001% hoặc lớn hơn đến 0,0050% hoặc nhỏ hơn.

Để tăng cường hơn nữa đặc tính của vật liệu thép, với nguyên tố chọn lọc, vật liệu thép có thể chứa một loại hoặc nhiều loại được chọn từ nhóm bao gồm REM, Ca, và Mg.

REM: 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,0100% hoặc nhỏ hơn

REM được phân bố trong toàn bộ lớp gỉ, và tạo thành lớp gỉ dày đặc bằng cách làm cho các hạt gỉ mịn do đó đạt được hiệu quả tăng cường khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép. Để đạt được đủ hiệu quả này, vật liệu thép cần chứa REM với lượng là 0,0001% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng REM vượt quá 0,0100%, hiệu quả này bị bão hòa. Do đó, khi vật liệu thép chứa REM, hàm lượng REM được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,0001% hoặc lớn hơn đến 0,0100% hoặc nhỏ hơn.

Ca: 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,0100% hoặc nhỏ hơn

Ca là nguyên tố có hiệu quả để tăng cường độ dẻo dai của vùng ảnh hưởng

nhiệt mối hàn cố định S trong thép. Để đạt được đủ hiệu quả này, vật liệu thép cần chứa Ca với lượng là 0,0001% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng Ca vượt quá 0,0100%, lượng các chất lẫn trong thép được tăng lên do đó làm suy giảm độ dẻo dai của vật liệu thép ngược lại. Do đó, khi vật liệu thép chứa Ca, hàm lượng Ca được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,0001% hoặc lớn hơn đến 0,0100% hoặc nhỏ hơn.

Mg: 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,0100% hoặc nhỏ hơn

Mg là nguyên tố có hiệu quả để tăng cường độ dẻo dai của vùng ảnh hưởng nhiệt mối hàn cố định S trong thép. Để đạt được đủ hiệu quả này, vật liệu thép cần chứa Mg với lượng là 0,0001% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng Mg vượt quá 0,0100%, lượng các chất lẫn trong thép được tăng lên do đó làm suy giảm độ dẻo dai của vật liệu thép ngược lại. Do đó, khi vật liệu thép chứa Mg, hàm lượng Mg được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,0001% hoặc lớn hơn đến 0,0100% hoặc nhỏ hơn.

Để tăng cường đặc tính của vật liệu thép, với nguyên tố chọn lọc, vật liệu thép có thể chứa một loại hoặc nhiều loại được chọn từ nhóm bao gồm Ta, Bi, Se và Hf.

Ta: 0,001% hoặc lớn hơn và 0,100% hoặc nhỏ hơn

Ta được phân bố trong toàn bộ lớp gỉ, và tạo thành lớp gỉ dày đặc bằng cách làm cho các hạt gỉ mịn do đó đạt được hiệu quả tăng cường khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép. Để đạt được đủ hiệu quả này, vật liệu thép cần chứa Ta với lượng là 0,001% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng Ta vượt quá 0,100%, hiệu quả bị bão hòa. Do đó, khi vật liệu thép chứa Ta, hàm lượng Ta được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,001% hoặc lớn hơn đến 0,100% hoặc nhỏ hơn.

Bi: 0,001% hoặc lớn hơn và 0,100% hoặc nhỏ hơn

Bi được phân bố trong toàn bộ lớp gỉ, và tạo thành lớp gỉ dày đặc bằng cách

làm cho các hạt gỉ mịn do đó đạt được hiệu quả tăng cường khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép. Để đạt được đủ hiệu quả này, vật liệu thép cần chứa Bi với lượng là 0,001% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng Bi vượt quá 0,100%, hiệu quả này bị bão hòa. Do đó, khi vật liệu thép chứa Bi, hàm lượng Bi được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,001% hoặc lớn hơn đến 0,100% hoặc nhỏ hơn.

Se: 0,001% hoặc lớn hơn và 0,100% hoặc nhỏ hơn

Khi các ion của axit có oxy được hòa tan và phân bố trong lớp gỉ cùng với phản ứng anot của thép, các ion clorua mà là các yếu tố tăng tốc ăn mòn thấm qua lớp gỉ và đến vật liệu nền (thép). Để đạt được đủ hiệu quả này, vật liệu thép cần chứa Se với lượng là 0,001% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng Se vượt quá 0,100%, chi phí bị đẩy lên cùng với sự tăng lên theo lượng tiêu hao của Se. Do đó, khi vật liệu thép chứa Se, hàm lượng Se được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,001% hoặc lớn hơn đến 0,100% hoặc nhỏ hơn.

Hf: 0,001% hoặc lớn hơn và 0,100% hoặc nhỏ hơn

Hf được phân bố trong toàn bộ lớp gỉ, và tạo thành lớp gỉ dày đặc bằng cách làm cho các hạt gỉ mịn do đó đạt được hiệu quả tăng cường khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép. Để đạt được đủ hiệu quả này, vật liệu thép cần chứa Hf với lượng là 0,001% hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi hàm lượng Hf vượt quá 0,100%, hiệu quả này bị bão hòa. Do đó, khi vật liệu thép chứa Hf, hàm lượng Hf được thiết lập đến trị số mà nằm trong khoảng từ 0,001% hoặc lớn hơn đến 0,100% hoặc nhỏ hơn.

Vật liệu thép có khả năng chống ăn mòn do khí quyển ưu việt theo sáng chế được sản xuất và thu được theo cách như vậy mà phôi thu được bằng cách đúc thép có hợp phần nêu trên sư dụng phương pháp đúc liên tục hoặc cán thô thông thường, và phôi được tạo thành vật liệu thép như thép tấm, thép định hình, tấm thép hoặc thép thanh bằng cách cán nóng.

Các điều kiện nung và điều kiện cán được xác định phù hợp theo các phẩm chất được yêu cầu của vật liệu, và việc nung và cán có thể được kết hợp với việc cán được kiểm soát, tăng tốc làm nguội, xử lý nung lại hoặc các công đoạn tương tự.

Các hàm lượng của các nguyên tố tương ứng có thể thu được bằng cách phân tích hóa học quang phổ nhờ phóng tia lửa điện (spark discharge-emission spectrochemical analysis), phân tích huỳnh quang tia X (X-ray Fluorescence Analysis), Phổ Phát xạ Nguyên tử (ICP Atomic Emission Spectrometry), Khối Phổ ICP (Mass Spectrometry), phương pháp đốt cháy hoặc các phương pháp tương tự.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Thép có hợp phần được thể hiện trong Bảng 1 được sản xuất ở trạng thái nóng chảy, được nung đến nhiệt độ 1150°C và, sau đó, được đưa vào cán nóng. Tấm thép cán được làm nguội xuống nhiệt độ phòng bằng cách làm nguội bằng không khí do đó tạo ra tấm thép có độ dày 12mm cho thử nghiệm. Sau đó, mẫu có kích thước là 35mm×35mm×5mm được lấy mẫu từ tấm thép thu được. Mẫu được đưa vào gia công sao cho mặt trước của nền mẫu có độ nhám bề mặt Ra là 1,6μm hoặc nhỏ hơn, các mặt rìa và mặt sau của mẫu được bịt kín bằng băng keo, và mặt trước của mẫu cũng được bịt kín bằng băng keo sao cho diện tích phần lộ ra ở mặt trước là 25mm×25mm.

Thử nghiệm ăn mòn theo chu kỳ khô và ướt được thực hiện trên mẫu thu được theo cách nêu trên, và khả năng chống ăn mòn do khí quyển của mẫu khi được sử dụng trong trạng thái không sử dụng sơn được đánh giá. Đối với thử nghiệm đánh giá khả năng chống ăn mòn do khí quyển của mẫu, thử nghiệm ăn mòn được thực hiện trong môi trường mà mô phỏng môi trường bên trong một dầm ngang mà trên đó mưa không rơi xuống được coi là môi trường khắt khe nhất trong các kết cấu thực tế như các cây cầu. Cũng trong thử nghiệm đánh giá này, môi trường có nhiệt độ cao được được đánh giá. Các điều kiện thử nghiệm ăn mòn là như sau đây.

Bước làm khô được thực hiện trong khoảng 15 giờ ở nhiệt độ 50°C và ở độ ẩm tương đối là 35%RH và, sau đó, 1 giờ được lấy là thời gian chuyển tiếp và, sau đó, bước làm ướt được thực hiện trong khoảng 7 giờ ở nhiệt độ 30°C và ở độ ẩm tương đối là 95%RH. Sau đó, 1 giờ được lấy là thời gian chuyển tiếp. Theo cách này, thử nghiệm đánh giá được thực hiện bằng cách hoàn thành một chu kỳ trải qua 24 giờ trong tổng số. Hơn nữa, dung dịch nước biển nhân tạo trong đó lượng muối bám chặt vào mặt trước của mẫu được điều chỉnh đến 0,05mdd được phủ lên bề mặt của mẫu một lần một tuần trong suốt bước làm khô (dung dịch nước biển nhân tạo pha loãng trong đó lượng muối bám chặt vào bề mặt của mẫu được điều chỉnh đến 5,6mg dưới dạng Cl rơi xuống trên bề mặt của mẫu nhờ ống đo nhỏ giọt trong bước làm khô một lần một tuần). Thử nghiệm ăn mòn theo chu kỳ khô và ướt được thực hiện 84 chu kỳ trong 12 tuần.

Sau khi kết thúc thử nghiệm ăn mòn, mẫu được ngâm trong dung dịch chứa nước mà được điều chế bằng cách bổ sung hexametylen tetramin vào axit clohydric để loại bỏ gỉ khỏi mẫu. Sau đó, trọng lượng của mẫu được đo, và lượng giảm độ dày tấm trung bình trên một phía bề mặt của mẫu được tính toán bằng cách lấy sự chênh lệch giữa trọng lượng thu được và trọng lượng ban đầu. Đã được đánh giá rằng mẫu có khả năng chống ăn mòn do khí quyển ưu việt khi lượng giảm độ dày tấm trung bình này là 14μm hoặc nhỏ hơn.

Hơn nữa, thử nghiệm độ bền kéo ở nhiệt độ cao được thực hiện để đánh giá độ giòn nóng bề mặt của vật liệu thép. Trước hết, mẫu thử nghiệm độ bền kéo có đường kính là 6mm ở phần song song và có độ dài chuẩn đo là 16mm được lấy mẫu từ thép tấm có độ dày 12mm mà được sản xuất trên cơ sở thử nghiệm theo phương pháp được mô tả trước đó, và thử nghiệm độ bền kéo ở nhiệt độ cao được áp dụng với mẫu thử nghiệm độ bền kéo. Mẫu thử nghiệm độ bền kéo được lấy mẫu sao cho hướng dọc của mẫu thử nghiệm độ bền kéo trùng với hướng cán. Trong thử nghiệm này, mẫu thử nghiệm độ bền kéo được nung trong không khí ở nhiệt độ 1030°C

trong khoảng 1 giờ và, sau đó, sức căng được tác dụng lên mẫu thử nghiệm độ bền kéo trên điều kiện mà tốc độ kéo căng là 5/s và lượng chuyển dời là 6mm. Sau khi kết thúc thử nghiệm, mẫu thử nghiệm độ bền kéo được cắt theo hướng trục dọc ở phần song song sao cho phần cắt đi qua phần giữa của mẫu, và mặt cắt ngang của mẫu thử nghiệm độ bền kéo được quan sát. Các độ sâu của các vết nứt được kiểm tra bằng cách quan sát các vết nứt tại 10 trường nhìn ở độ phóng đại 50 lần. Được xác định rằng không có vấn đề đối với độ giòn nóng bề mặt khi độ sâu lớn nhất của vết nứt là 150μm hoặc nhỏ hơn.

Bảng 2 thể hiện lượng ăn mòn (lượng giảm độ dày tấm trung bình: μm) và độ sâu vết nứt lớn nhất trong thử nghiệm độ bền kéo ở nhiệt độ cao. Như được thể hiện trong Bảng 1 và Bảng 2, đối với các thép số từ 1 đến 22, 26 và 27 theo sáng chế mà chỉ số chống ăn mòn là 0,08 hoặc lớn hơn và chỉ số độ giòn nóng bề mặt nhỏ hơn 10, các thép này biểu lộ lượng giảm độ dày tấm trung bình là 14μm hoặc nhỏ hơn, và độ sâu vết nứt lớn nhất trong thử nghiệm độ bền kéo ở nhiệt độ cao là 150μm hoặc nhỏ hơn. Do đó, phải hiểu rằng các thép số từ 1 đến 22, 26 và 27 theo sáng chế có khả năng chống ăn mòn do khí quyển ưu việt, và các thép này không có vấn đề về các vết nứt bề mặt tại thời điểm cán nóng.

Mặt khác, thép số 23 để so sánh mà chỉ số chống ăn mòn nhỏ hơn 0,08 biểu lộ lượng giảm độ dày tấm trung bình là 16,8μm, thép số 24 để so sánh biểu lộ lượng giảm độ dày tấm trung bình là 14,5μm, và thép số 25 để so sánh biểu lộ lượng giảm độ dày tấm trung bình là 14,9μm. Do đó, phải hiểu rằng các thép để so sánh có khả năng chống ăn mòn do khí quyển kém so với các thép theo sáng chế. Hơn nữa, đối với thép số 25 để so sánh, chỉ số độ giòn nóng bề mặt là 16,42 mà vượt quá 10, và độ sâu vết nứt lớn nhất vượt quá 150μm. Do đó, phải hiểu rằng độ giòn nóng bề mặt cao đáng kể. Trong Bảng 1, là chỉ số chống ăn mòn, một trong hai trị số của phía bên trái công thức (1) và công thức (2) mà chỉ số này được chấp nhận lớn hơn.

Bảng 1

(% khối lượng)

Thép số	C	Si	Mn	P	S	Al	Cu	Nb	Sn	Ni	Cr	Mo	W	Co	chỉ số chống ăn mòn	Chỉ số độ giòn nóng bề mặt	Các ghi chú
1	0,14	0,50	0,40	0,015	0,003	0,030	0,12	0,016	0,032	0,00	0,00				0,33	1,76	ví dụ theo sáng chế
2	0,15	0,55	0,45	0,020	0,004	0,040	0,15	0,019	0,035						0,59	1,82	ví dụ theo sáng chế
3	0,13	0,45	0,35	0,010	0,002	0,020	0,10	0,013	0,030						0,18	1,78	ví dụ theo sáng chế
4	0,04	0,40	1,31	0,011	0,002	0,032	0,07	0,011	0,027						0,08	1,70	ví dụ theo sáng chế
5	0,15	0,46	0,98	0,010	0,003	0,033	0,07	0,012	0,024						0,08	1,35	ví dụ theo sáng chế
6	0,15	0,52	0,45	0,012	0,002	0,021	0,03	0,019	0,035						0,08	1,46	ví dụ theo sáng chế
7	0,12	0,11	0,90	0,017	0,002	0,033	0,09	0,016	0,028						0,20	6,73	ví dụ theo sáng chế
8	0,07	0,53	1,55	0,019	0,003	0,028	0,15	0,019	0,009						0,08	0,91	ví dụ theo sáng chế
9	0,03	0,55	1,87	0,018	0,003	0,021	0,15	0,007	0,034						0,08	1,78	ví dụ theo sáng chế
10	0,14	0,45	0,48	0,011	0,004	0,025	0,11	0,017	0,035	0,01					0,36	1,88	ví dụ theo sáng chế
11	0,07	0,57	0,98	0,012	0,002	0,026	0,12	0,022	0,043	0,05					0,71	1,43	ví dụ theo sáng chế
12	0,13	0,46	0,53	0,014	0,003	0,027	0,15	0,018	0,035	0,12					0,55	1,06	ví dụ theo sáng chế
13	0,04	0,51	1,21	0,017	0,002	0,033	0,18	0,015	0,028	0,19	0,36				0,54	0,72	ví dụ theo sáng chế
14	0,09	0,45	0,86	0,016	0,002	0,023	0,12	0,022	0,034			0,120			0,54	2,04	ví dụ theo sáng chế
15	0,06	0,50	1,54	0,011	0,003	0,023	0,31	0,017	0,033	0,32			0,480		1,01	0,72	ví dụ theo sáng chế
16	0,09	0,36	0,66	0,018	0,002	0,033	0,35	0,008	0,014					0,220	0,09	2,72	ví dụ theo sáng chế
17	0,17	0,45	0,71	0,022	0,003	0,031	0,13	0,012	0,076		0,15				0,60	3,96	ví dụ theo sáng chế
18	0,08	0,52	1,56	0,012	0,002	0,029	0,34	0,017	0,034	0,31					1,15	0,77	ví dụ theo sáng chế
19	0,18	0,86	0,58	0,017	0,003	0,036	0,06	0,016	0,021						0,09	0,63	ví dụ theo sáng chế
20	0,09	0,22	1,45	0,012	0,002	0,035	0,45	0,012	0,030						0,77	6,82	ví dụ theo sáng chế
21	0,07	0,55	0,78	0,015	0,002	0,032	0,15	0,014	0,180						2,21	7,09	ví dụ theo sáng chế
22	0,16	0,52	0,49	0,018	0,002	0,027	0,08	0,091	0,036						1,87	1,69	ví dụ theo sáng chế
23	0,14	0,25	0,58	0,020	0,003	0,030	0,02	-*	-*						0,003*	0,16	ví dụ so sánh
24	0,07	0,60	0,96	0,029	0,003	0,021	0,42	-*	0,150						0,002*	6,40	ví dụ so sánh
25	0,15	0,33	0,89	0,016	0,002	0,035	0,31	-*	0,240*						0,002*	16,42*	ví dụ so sánh
26	0,07	0,44	1,03	0,011	0,002	0,021	0,09	0,018	0,033						0,29	1,91	ví dụ theo sáng chế
27	0,09	0,36	0,88	0,014	0,003	0,025	0,12	0,021	0,032	0,06					0,48	1,47	ví dụ theo sáng chế

Ghi chú 1: Dấu * thể hiện trị số không nằm trong phạm vi của sáng chế,

Ghi chú 2: chỉ số chống ăn mòn (Cu–0,01)×(Sn-0,005)×(Nb-0,005)×10^4 or (Cu–0,01)×(Ni-0,01)×(Cr-0,01)×50

Ghi chú 3: chỉ số độ giòn nóng bề mặt (Cu+10×Sn)/(2×Ni+0,5×Si)

Trong các công thức tương ứng theo các ghi chú 2, 3, các ký hiệu nguyên tố tương ứng là các hàm lượng của các nguyên tố (% khối lượng), và nguyên tố không được chứa là bằng không,

Bảng 1 (tiếp tục)

(% khối lượng)

Thép số	Sb	Ti	V	Zr	B	REM	Ca	Mg	Ta	Bi	Se	Hf	chỉ số chống ăn mòn	chỉ số độ giòn nóng bề mặt	Các ghi chú
1													0,33	1,76	ví dụ theo sáng chế
2													0,59	1,82	ví dụ theo sáng chế
3													0,18	1,78	ví dụ theo sáng chế
4													0,08	1,70	ví dụ theo sáng chế
5													0,08	1,35	ví dụ theo sáng chế
6													0,08	1,46	ví dụ theo sáng chế
7													0,20	6.73	ví dụ theo sáng chế
8													0,08	0,91	ví dụ theo sáng chế
9													0,08	1,78	ví dụ theo sáng chế
10													0,36	1,88	ví dụ theo sáng chế
11		0,014											0,71	1,43	ví dụ theo sáng chế
12													0,55	1,06	ví dụ theo sáng chế
13													0,54	0,72	ví dụ theo sáng chế
14				0,033				0,0024					0,54	2,04	ví dụ theo sáng chế
15													1,01	0,72	ví dụ theo sáng chế
16	0,036	0,014			0,0011		0,0021						0,09	2,72	ví dụ theo sáng chế
17			0,085			0,003							0,60	3.96	ví dụ theo sáng chế
18													1,15	0,77	ví dụ theo sáng chế
19													0,09	0,63	ví dụ theo sáng chế
20													0,77	6.82	ví dụ theo sáng chế
21													2,21	7.09	ví dụ theo sáng chế
22													1,87	1,69	ví dụ theo sáng chế
23													0,003*	0,16	ví dụ so sánh
24													0,002*	6.40	ví dụ so sánh
25													0,002*	16.42*	ví dụ so sánh
26									0,015		0,016		0,29	1,91	ví dụ theo sáng chế
27										0,023		0,034	0,48	1,47	ví dụ theo sáng chế

Ghi chú 1: Dấu * thể hiện trị số không nằm trong phạm vi của sáng chế.

Ghi chú 2: chỉ số chống ăn mòn $(Cu–0,01)\times(Sn-0,005)\times(Nb-0,005)\times10^4$ or $(Cu–0,01)\times(Ni-0,01)\times(Cr-0,01)\times50$

Ghi chú 3: chỉ số độ giòn nóng bề mặt $(Cu+10\times Sn)/(2\times Ni+0,5\times Si)$

Trong các công thức tương ứng theo các ghi chú 2, 3, các ký hiệu nguyên tố tương ứng là các hàm lượng của các nguyên tố (% khối lượng), và nguyên tố không được chứa là bằng không.

Bảng 2

Thép số	lượng ăn mòn (μm)	Độ sâu vết nứt lớn nhất (μm)	Các ghi chú
1	11,2	115	ví dụ theo sáng chế
2	10,6	118	ví dụ theo sáng chế
3	12,3	110	ví dụ theo sáng chế
4	13,1	105	ví dụ theo sáng chế
5	13,2	89	ví dụ theo sáng chế
6	13,5	100	ví dụ theo sáng chế
7	12,4	139	ví dụ theo sáng chế
8	13,1	51	ví dụ theo sáng chế
9	13,5	116	ví dụ theo sáng chế
10	11,1	120	ví dụ theo sáng chế
11	11,0	95	ví dụ theo sáng chế
12	11,3	74	ví dụ theo sáng chế
13	12,0	34	ví dụ theo sáng chế
14	10,8	125	ví dụ theo sáng chế
15	8,4	27	ví dụ theo sáng chế
16	10,6	128	ví dụ theo sáng chế
17	10,4	134	ví dụ theo sáng chế
18	9,5	69	ví dụ theo sáng chế
19	13,3	22	ví dụ theo sáng chế
20	10,9	142	ví dụ theo sáng chế
21	9,7	145	ví dụ theo sáng chế
22	9,8	105	ví dụ theo sáng chế
23	16,8	12	ví dụ so sánh
24	14,5	140	ví dụ so sánh
25	14,9	269	ví dụ so sánh
26	11,9	122	ví dụ theo sáng chế
27	11,0	101	ví dụ theo sáng chế

Ghi chú: lượng ăn mòn là lượng giảm độ dày tấm trung bình.

Tiếp theo, để kiểm tra độ bền của lớp sơn, thử nghiệm được thực hiện theo cách sau đây đối với các thép số 1, số 2, số 7, số 12, số 15, số 17, số 18, số 20, số 23.

Mẫu có kích thước là 150mm×70mm×5mm được lấy mẫu từ thép tấm được sản xuất. Việc xử lý thổi theo loạt được áp dụng cho mẫu sao cho độ nhám bề mặt của bề mặt mẫu là Sa 2,5 theo tiêu chuẩn ISO. Việc tẩy siêu âm được thực hiện trong axeton khoảng 5 phút. Mẫu được đưa vào làm khô bằng không khí. Một bề mặt của mẫu được sử dụng làm bề mặt cần được phủ các lớp sơn được thể hiện trong Bảng 3, và bề mặt còn lại và các mặt đầu được bịt kín bằng dung môi làm từ sơn keo epoxy và liên tục bằng chất bịt kín silicon. Việc sơn được thực hiện theo phần mô tả được thể hiện trong Bảng 3. Sau khi sơn, khuyết tật ban đầu được tạo thành trên phần giữa của mẫu bằng cách tạo thành vân chéo có độ rộng là 1mm và độ dài là 70mm. Tiếp theo, thử nghiệm ăn mòn được thực hiện dưới các điều kiện sau đây theo tiêu chuẩn JIS K 5621. Mẫu được giữ trong trạng thái phun nước muối khoảng 0,5 giờ (NaCl 5%), mẫu được giữ ở độ ẩm tương đối 95% trong khoảng 1,5 giờ, mẫu được giữ trong trạng thái làm khô bằng không khí nóng ở nhiệt độ 50°C trong khoảng 2 giờ, và mẫu được giữ trong trạng thái làm khô bằng không khí ấm ở nhiệt độ 30°C trong khoảng 2 giờ. Điều nói trên được thiết lập là một chu kỳ. Thử nghiệm ăn mòn được thực hiện 50 chu kỳ đối với các lớp sơn 1, thử nghiệm ăn mòn được thực hiện 150 chu kỳ đối với các lớp sơn 2, và thử nghiệm ăn mòn được thực hiện 220 chu kỳ đối với các lớp sơn 3. Sau khi kết thúc thử nghiệm ăn mòn, độ rộng chỗ rỗ trên màng phủ từ vân chéo được đo ở 10 điểm, lấy trung bình của các độ rộng chỗ rỗ màng phủ thu được và sử dụng làm chỉ số đánh giá về độ bền của lớp sơn. Chỗ rỗ màng phủ xuất hiện trên cả hai phía của vết cắt, và độ rộng của chỗ rỗ màng phủ trên một phía được thiết lập là độ rộng chỗ rỗ màng phủ. Đã được xác định rằng màng có độ bền ưu việt khi trị số trung bình của các độ rộng chỗ rỗ màng phủ là bằng hoặc nhỏ hơn 10mm trong các lớp

sơn 1, và bằng hoặc nhỏ hơn 5mm trong các lớp sơn 2 và các lớp sơn 3.

Bảng 4 thể hiện các số trung bình của các độ rộng chỗ rỗ màng phủ. Như được thể hiện trong Bảng 4, trị số trung bình của các độ rộng chỗ rỗ màng phủ cảu các thép theo sáng chế là bằng hoặc nhỏ hơn 10mm đối với các lớp sơn 1 và bằng hoặc nhỏ hơn 5mm đối với các lớp sơn 2 và các lớp sơn 3. Do đó, phải hiểu từ Bảng 4 rằng các thép theo sáng chế có độ bền màng sơn ưu việt. Mặt khác, theo các thép so sánh, trị số trung bình của các độ rộng chỗ rỗ màng phủ của các thép là lớn hơn 10mm đối với các lớp sơn 1 và lớn hơn 5mm đối với các lớp sơn 2 và các lớp sơn 3. Do đó, phải hiểu từ Bảng 4 rằng cách thép trong các thép so sánh có độ bền màng sơn kém.

Bảng 3

	Các lớp sơn		
	1	2	3
lớp phủ lót	-	lớp phủ lót ăn mòn tiếp xúc lâu độ dày màng: 15μm	sơn giàu kẽm vô cơ độ dày màng: 75μm
lớp phủ nền	lớp phủ nền bằng nhựa epoxy độ dày màng: 120μm	sơn chống gỉ không có chì-crom độ dày màng: 70μm	lớp phủ nền bằng nhựa epoxy độ dày màng: 120μm
lớp phủ trung gian	lớp phủ trung gian đối với lớp ngoài bằng nhựa flo độ dày màng: 30μm	Lớp phủ trung gian bằng nhựa axit phtalic nhựa alkyd (long oil) độ dày màng: 30μm	lớp phủ trung gian đối với lớp ngoài bằng nhựa flo độ dày màng: 30μm
lớp phủ ngoài	lớp phủ ngoài bằng nhựa flo độ dày màng: 25μm	lớp phủ ngoài bằng nhựa axit phtalic nhựa alkyd (long oil) độ dày màng: 25μm	lớp phủ ngoài bằng nhựa flo độ dày màng: 25μm

Ghi chú 1: lớp phủ lót ăn mòn tiếp xúc lâu là lớp phủ lót ăn mòn được phân thành 2 loại (tiếp xúc lâu) được quy định theo JIS K 5633-2002.

Bảng 4

Thép số	độ rộng chỗ rỗ màng phủ trung bình (mm)			Các ghi chú
	Các lớp phủ: 1	Các lớp phủ: 2	Các lớp phủ: 3	
1	6,9	4,5	3,2	thép theo sáng chế
2	6,5	4,2	2,9	thép theo sáng chế
7	7,1	4,7	3,5	thép theo sáng chế
12	5,9	3,9	2,4	thép theo sáng chế
15	3,8	2,5	1,8	thép theo sáng chế
17	6,2	3,8	2,7	thép theo sáng chế
18	5,2	3,1	2,2	thép theo sáng chế
20	6,0	4,0	2,8	thép theo sáng chế
23	13,5	6,5	5,9	thép so sánh

Yêu cầu bảo hộ

1. Vật liệu thép có khả năng chống ăn mòn do khí quyển ưu việt, vật liệu thép có hợp phần chứa, theo % khối lượng,

C với lượng là 0,030% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,200%,

Si với lượng là 0,10% hoặc lớn hơn và 1,00% hoặc nhỏ hơn,

Mn với lượng là 0,20% hoặc lớn hơn và 2,00% hoặc nhỏ hơn,

P với lượng là 0,003% hoặc lớn hơn và 0,030% hoặc nhỏ hơn,

S với lượng là 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,020% hoặc nhỏ hơn,

Al với lượng là 0,001% hoặc lớn hơn và 0,100% hoặc nhỏ hơn,

Cu với lượng là 0,01% hoặc lớn hơn và 0,50% hoặc nhỏ hơn,

Nb với lượng là 0,005% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn,

Sn với lượng là 0,005% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn, và

phần dư bao gồm Fe và các tạp chất không tránh được, trong đó:

ít nhất một trong hai công thức (1) và (2) sau đây được thỏa mãn và công thức (3) sau đây được thỏa mãn

$$(Cu–0,01) \times (Sn-0,005) \times (Nb-0,005) \times 10^4 \geq 0,08 \quad (1)$$

$$(Cu–0,01) \times (Ni-0,01) \times (Cr-0,01) \times 50 \geq 0,08 \quad (2)$$

$$(Cu+10\times Sn) / (2\times Ni+0,5\times Si) < 10 \quad (3),$$

trong đó các ký hiệu nguyên tố tương ứng là các hàm lượng của các nguyên tố (% khối lượng), và nguyên tố không được chứa là bằng không.

2. Vật liệu thép có khả năng chống ăn mòn do khí quyển ưu việt, vật liệu thép có hợp phần chứa, theo % khối lượng,

C với lượng là 0,030% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,200%,

Si với lượng là 0,10% hoặc lớn hơn và 1,00% hoặc nhỏ hơn,

Mn với lượng là 0,20% hoặc lớn hơn và 2,00% hoặc nhỏ hơn,

P với lượng là 0,003% hoặc lớn hơn và 0,030% hoặc nhỏ hơn,

S với lượng là 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,020% hoặc nhỏ hơn,

Al với lượng là 0,001% hoặc lớn hơn và 0,100% hoặc nhỏ hơn,

Cu với lượng là 0,01% hoặc lớn hơn và 0,50% hoặc nhỏ hơn,

Nb với lượng là 0,005% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn,

Sn với lượng là 0,005% hoặc lớn hơn và 0,076% hoặc nhỏ hơn, và

còn chứa một hoặc nhiều loại nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm, theo % khối lượng,

Ni với lượng là 0,01% hoặc lớn hơn và 1,00% hoặc nhỏ hơn,

Cr với lượng là 0,01% hoặc lớn hơn và 1,00% hoặc nhỏ hơn,

Mo với lượng là 0,005% hoặc lớn hơn và 1,000% hoặc nhỏ hơn,

W với lượng là 0,010% hoặc lớn hơn và 1,000% hoặc nhỏ hơn,

Co với lượng là 0,010% hoặc lớn hơn và 0,500% hoặc nhỏ hơn và

Sb với lượng là 0,005% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn, và

phần dư bao gồm Fe và các tạp chất không tránh được, trong đó:

ít nhất một trong hai công thức (1) và (2) sau đây được thỏa mãn và công thức (3) sau đây được thỏa mãn

$$(Cu–0,01) \times (Sn-0,005) \times (Nb-0,005) \times 10^4 \geq 0,08 \quad (1)$$

$$(Cu–0,01) \times (Ni-0,01) \times (Cr-0,01) \times 50 \geq 0,08 \quad (2)$$

$$(Cu+10\times Sn) / (2\times Ni+0,5\times Si) < 10 \quad (3),$$

trong đó các ký hiệu nguyên tố tương ứng là các hàm lượng của các nguyên tố (% khối lượng), và nguyên tố không được chứa là bằng không.

3. Vật liệu thép có khả năng chống ăn mòn do khí quyển ưu việt theo điểm 1 hoặc 2, vật liệu này còn chứa một hoặc nhiều loại nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm, theo % khối lượng,

Ti với lượng là 0,005% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn,

V với lượng là 0,005% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn,

Zr với lượng là 0,005% hoặc lớn hơn và 0,200% hoặc nhỏ hơn và

B với lượng là 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,0050% hoặc nhỏ hơn.

4. Vật liệu thép có khả năng chống ăn mòn do khí quyển ưu việt theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, còn chứa một hoặc nhiều loại nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm, theo % khối lượng,

REM với lượng là 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,0100% hoặc nhỏ hơn,

Ca với lượng là 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,0100% hoặc nhỏ hơn và

Mg với lượng là 0,0001% hoặc lớn hơn và 0,0100% hoặc nhỏ hơn.

5. Vật liệu thép có khả năng chống ăn mòn do khí quyển ưu việt theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, vật liệu này còn chứa một hoặc nhiều loại nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm, theo % khối lượng,

Ta với lượng là 0,001% hoặc lớn hơn và 0,100% hoặc nhỏ hơn,

Bi với lượng là 0,001% hoặc lớn hơn và 0,100% hoặc nhỏ hơn,

Se với lượng là 0,001% hoặc lớn hơn và 0,100% hoặc nhỏ hơn và

Hf với lượng là 0,001% hoặc lớn hơn và 0,100% hoặc nhỏ hơn.

6. Vật liệu thép có khả năng chống ăn mòn do khí quyển ưu việt trong đó lớp phủ được tạo thành trên bề mặt của vật liệu thép có hợp phần được mô tả theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5.