



(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)



1-0025824

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

(21) 1-2012-00519

(22) 28/09/2010

(86) PCT/JP2010/067310 28/09/2010

(87) WO/2011/040621 07/04/2011

(30) 2009-226164 30/09/2009 JP; 2010-187057 24/08/2010 JP

(45) 26/10/2020 391

(43) 25/07/2012 292A

(73) JFE Steel Corporation (JP)

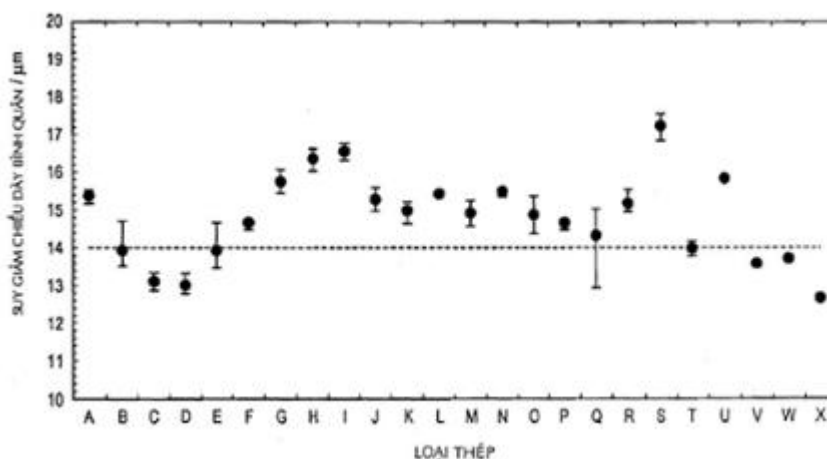
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, Japan

(72) MIURA, Shinichi (JP); MURASE, Masatsugu (JP); KAGE, Isamu (JP); HOSHINO, Toshiyuki (JP).

(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) VẬT LIỆU THÉP KẾT CẤU VÀ KẾT CẤU THÉP CÓ KHẢ NĂNG CHỐNG ĂN MÒN CAO

(57) Sáng chế đề cập đến vật liệu thép kết cấu và kết cấu thép có khả năng chống ăn mòn cao được tạo ra với chi phí thấp. Vật liệu thép kết cấu chứa C với hàm lượng 0,020% hoặc nhiều hơn và ít hơn 0,140%, Si với hàm lượng 0,05% hoặc nhiều hơn và 2,00% hoặc ít hơn, Mn với hàm lượng 0,20% hoặc nhiều hơn và 2,00% hoặc ít hơn, P với hàm lượng 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,030% hoặc ít hơn, S với hàm lượng 0,0001% hoặc nhiều hơn và 0,0200% hoặc ít hơn, Al với hàm lượng 0,001% hoặc nhiều hơn và 0,100% hoặc ít hơn, Cu với hàm lượng 0,10% hoặc nhiều hơn và 1,00% hoặc ít hơn, Ni với hàm lượng 0,10% hoặc nhiều hơn và ít hơn 0,65%, và W với hàm lượng 0,05% hoặc nhiều hơn và 1,00% hoặc ít hơn, và một trong hai hoặc cả hai nguyên tố Nb với hàm lượng 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,200% hoặc ít hơn và Sn với hàm lượng 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,200% hoặc ít hơn, còn lại là sắt và tạp chất.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến kết cấu thép như ở các cây cầu được sử dụng ngoài trời và, cụ thể, đề cập đến vật liệu thép và kết cấu thép phù hợp để sử dụng ở những bộ phận cần có khả năng chống ăn mòn do khí quyển trong môi trường có lượng muối trong không khí cao như môi trường ven biển.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Thông thường, thép chống mòn được sử dụng trong kết cấu thép ngoài trời như cầu. Thép chống mòn là vật liệu thép có tỷ lệ ăn mòn đặc biệt thấp ở môi trường khí quyển do bề mặt của nó được phủ bằng lớp có khả năng chống gỉ cao trong đó các nguyên tố hợp kim như Cu, P, Cr, và Ni được cô đặc. Cầu mà sử dụng thép chống mòn không sơn đã biết là có thể phục vụ được hàng thập kỷ nhờ khả năng chống ăn mòn do khí quyển cao của thép.

Tuy nhiên, được biết rằng trong môi trường có lượng muối trong không khí cao, như môi trường ven biển, hiếm khi tạo ra lớp có khả năng chống gỉ cao và khả năng chống ăn mòn do khí quyển trong thực tế là hiếm khi đạt được.

Theo tài liệu NPL 1, thép chống mòn thông thường (JIS G 3114: thép chống ăn mòn do khí quyển cho kết cấu hàn) có thể được sử dụng mà không cần sơn chỉ ở những vùng có lượng muối trong không khí là $0,05 \text{ mg} \cdot \text{NaCl}/\text{dm}^2/\text{ngày}$ (sau đây, đơn vị ($\text{mg} \cdot \text{NaCl}/\text{dm}^2/\text{ngày}$) có thể được biểu thị là mdd) hoặc ít hơn. Theo đó, trong môi trường mà lượng muối trong không khí là cao, như môi trường ven biển, vật liệu thép thông thường (JIS G 3106: vật liệu thép cuộn cho kết cấu hàn) chịu xử lý chống ăn mòn như xử lý phủ đã được sử dụng. Lưu ý rằng dm biểu thị deximet.

Đối với công tác phủ, các màng phủ bị hư hại theo thời gian và cần được bảo trì và sửa chữa thường xuyên. Ngoài ra, sự gia tăng chi phí nhân công và sự cần thiết phải phủ lại cũng làm tăng thêm khó khăn. Vì những lý do này, hiện tại, vật liệu thép mà có thể được sử dụng không cần sơn được mong muốn và hiện đang có nhu cầu rất lớn về vật liệu thép mà có thể được sử dụng không cần sơn.

Theo xu hướng này, vật liệu thép mà chứa nhiều nguyên tố hợp kim khác nhau, cụ thể, một lượng lớn Ni, đã được phát triển thành vật liệu thép có thể được sử dụng mà không cần sơn trong môi trường có lượng muối trong không khí là cao, như môi trường ven biển.

Ví dụ, tài liệu PTL 1 đề cập đến vật liệu thép có khả năng chống ăn mòn cao chứa Cu và 1% trọng lượng nguyên tố Ni hoặc nhiều hơn làm các nguyên tố để cải thiện khả năng chống ăn mòn do khí quyển.

Tài liệu PTL 2 đề cập đến vật liệu thép có khả năng chống ăn mòn do khí quyển cao và chứa 1% khối lượng nguyên tố Ni và Mo hoặc nhiều hơn.

Tài liệu PTL 3 đề cập đến vật liệu thép có khả năng chống ăn mòn do khí quyển cao và chứa nguyên tố Cu và Ti ngoài nguyên tố Ni.

Tài liệu PTL 4 đề cập đến vật liệu thép cho kết cấu hàn, vật liệu thép này chứa lượng lớn nguyên tố Ni ngoài các nguyên tố Mo, Sn, Sb, P, v.v..

Tài liệu PTL 5 không đề cập đến khả năng chống ăn mòn do khí quyển trong môi trường chứa lượng muối trong không khí cao, như môi trường ven biển, nhưng đề cập đến vật liệu thép chống ăn mòn cho tàu thuyền, vật liệu thép chống ăn mòn này chứa các nguyên tố W và Cr ngoài các nguyên tố Sb, Sn, Ni, v.v., để sử dụng làm vật liệu chống ăn mòn được sử dụng trong môi trường ăn mòn nghiêm trọng trong đó vật liệu được đặt trực tiếp trong dòng phun tóa của nước biển, như kết dẫn của tàu thuyền.

Danh sách tài liệu liên quan

Tài liệu sáng chế

PTL 1: Patent Nhật Bản số 3785271 (đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản chưa xét nghiệm có số công bố 11-172370)

PTL 2: Patent Nhật Bản số 384 6218 (đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản chưa xét nghiệm có số công bố 2002-309340)

PTL 3: Patent Nhật Bản số 3568760 (đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản chưa xét nghiệm có số công bố 11-71632)

PTL 4: Đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản chưa xét nghiệm có số công bố 10-251797

PTL 5: Đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản chưa xét nghiệm có số công bố 2007-254881

Tài liệu không phải Patent

NPL 1: Báo cáo nghiên cứu chung về việc sử dụng vật liệu thép chống mòn ở cầu [Taikosei kozai no kyouryou heno tekiyou ni kansuru kyodo kenkyu hokokusho] (XX), số 88, tháng 3 năm 1993, Public Works Research Institute in Ministry of Construction, Kozai Club, And Japan Bridge Association

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Tuy nhiên, khi hàm lượng nguyên tố Ni được tăng lên trong tài liệu PTL 1 và PTL 2, giá của vật liệu thép tăng do chi phí của hợp kim.

Trong tài liệu PTL 3, hàm lượng nguyên tố Ni được giảm xuống mức thấp và nguyên tố Cu và Ti được bổ sung vào. Theo sáng chế, các nguyên tố bổ sung ngoài những nguyên tố này sẽ được nghiên cứu.

Vật liệu thép chứa lượng nguyên tố Ni tăng lên cũng như các nguyên tố Cu, Mo, Sn, Sb, P, và các nguyên tố tương tự, như các nguyên tố được đề cập đến trong tài liệu PTL 4, có chi phí cao do sự tăng lên của chi phí hợp kim và có độ chịu hàn thấp do hàm lượng nguyên tố P cao.

Vật liệu thép được đề cập đến trong tài liệu PTL 5 có tác dụng khác và khả năng chống ăn mòn do khí quyển cần thiết khác. Tài liệu này không đề cập đến khả năng chống ăn mòn do khí quyển trong môi trường có lượng muối trong không khí cao như môi trường ven biển.

Sáng chế được đưa ra trong tình huống này và mục đích của sáng chế là tạo ra vật liệu thép kết cấu và kết cấu thép có khả năng chống ăn mòn do khí quyển cao với chi phí thấp.

Theo sáng chế, để giải quyết vấn đề được mô tả ở trên, thành phần của vật liệu thép đã được nghiên cứu từ quan điểm về khả năng chống ăn mòn do khí quyển trong môi trường có lượng muối trong không khí cao. Kết quả là, được thấy là khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép trong môi trường có lượng muối trong

không khí cao cải thiện khi các nguyên tố W và Sn và/hoặc Nb được chứa đựng trong thép gốc chứa các nguyên tố Cu và Ni.

Fig.1 thể hiện kết quả thử nghiệm ăn mòn tuần hoàn ướt và khô được tiến hành trên các vật liệu thép chứa các thành phần được thể hiện trong bảng 1. Thử nghiệm ăn mòn tuần hoàn ướt và khô được tiến hành như sau. Mẫu thử kích thước 35mm x 35mm x 5mm được lấy từ mỗi vật liệu thép và dung dịch pha loãng chứa muối biển nhân tạo được phủ lên mẫu thử một lần một tuần trong suốt quy trình khô sao cho lượng muối bám vào bề mặt là 0,2mdd. Chu kỳ 24 giờ bao gồm 11 giờ quy trình khô ở nhiệt độ 40°C và độ ẩm tương đối 40% RH và 11 giờ quy trình ướt ở nhiệt độ 25°C và độ ẩm tương đối 95% RH với 1 giờ là thời gian chuyển tiếp được thực hiện trong 12 tuần (84 chu kỳ). Mẫu thử được nhúng vào dung dịch nước được điều chế bằng cách bổ sung hexametylenetetramin vào axit clohydric để tiến hành khử gỉ và sau đó được cân. Sự suy giảm chiều dày (đơn vị: μm) là sự suy giảm chiều dày bình quân ở một phía của mẫu thử và được xác định bằng cách lấy chênh lệch giữa trọng lượng ban đầu và trọng lượng đo được như trên và sau đó chia kết quả cho diện tích bề mặt của phần được thử của mẫu thử. Thử nghiệm tương tự được tiến hành ba lần đối với mỗi loại thép. Bình quân ba lần đo được đánh dấu bằng đường tròn liên tục trong Fig.1 và các trị số tối thiểu và tối đa được biểu thị bằng thanh báo lỗi.

Được biết rằng 0,2mdd muối bám dính trong thử nghiệm ăn mòn này là tương đương với khoảng 0,5mdd lượng muối trong không khí. Môi trường với khoảng 0,5mdd muối trong không khí tương đương với môi trường có lượng muối trong không khí cao như môi trường ven biển.

Lượng ăn mòn 100 năm sau đó được xác định bằng phép ngoại suy từ sự suy giảm chiều dày bình quân được xác định bằng thử nghiệm này. Sự suy giảm chiều dày bình quân 100 năm sau là 0,5mm hoặc ít hơn, nghĩa là, ăn mòn gây ra bởi sự tróc mảng các lớp có thể được ngăn ngừa, nếu độ giảm chiều dày bình quân quan sát được trong thời kỳ thử nghiệm ăn mòn là 14 μm hoặc ít hơn.

Nói chung, việc thép chống mòn không sơn có thể được sử dụng cho cầu hay không được xác định bằng độ giảm chiều dày 100 năm sau là 0,5mm hoặc ít hơn. Vật

liệu thép có thể được sử dụng làm thép chống mòn không sơn để sử dụng cho cầu nếu độ giảm chiều dày bình quân là $14\mu\text{m}$ hoặc ít hơn trong thử nghiệm khả năng chống ăn mòn do khí quyển này.

Do đó, trong Fig.1, vật liệu thép có độ giảm chiều dày bình quân là $14\mu\text{m}$ hoặc ít hơn được đánh giá là có khả năng chống ăn mòn do khí quyển cao.

Các kết quả trong Fig.1 cho thấy thép (thép loại D) cấu tạo từ thép gốc (thép loại R), W, và Nb và thép (thép loại C) cấu tạo từ thép gốc tương tự, W, và Sn có độ giảm chiều dày bình quân ít hơn $14\mu\text{m}$ và do đó có khả năng chống ăn mòn do khí quyển đặc biệt cao so với thép chống mòn thông thường (thép loại Q), thép thông thường (thép loại S), và thép chứa hỗn hợp các nguyên tố khác (thép loại A, B, và E đến P). Sự so sánh giữa thép loại C và D và thép loại T với hàm lượng Ni cao chỉ ra rằng khả năng chống ăn mòn do khí quyển của các thép loại C và D là cao hơn so với khả năng chống ăn mòn do khí quyển của thép loại T.

Lý do vì sao thép loại C và D có khả năng chống ăn mòn do khí quyển cao dù có hàm lượng Ni thấp có thể là như sau.

Thép loại C và D mỗi loại là thép có hàm lượng Ni thấp và chứa các nguyên tố Cu, W, Nb và/hoặc Sn. Các nguyên tố Cu và Ni làm đặc lớp gỉ và ngăn ion clorua, là nhân tố làm gia tăng ăn mòn, thấm vào qua lớp ăn mòn và tiếp cận sắt gốc. W tạo ra oxit phức với Fe ở phần anot cạnh giao diện giữa lớp gỉ và sắt gốc để nhờ đó ngăn chặn phản ứng anot. Ngoài ra, W cho thấy khả năng thấm qua chọn lọc đối với cation bằng cách tạo ra ion vonfram được phân bố ở lớp gỉ và ngăn ion clorua, nghĩa là, các nhân tố làm gia tăng ăn mòn, thấm vào qua lớp ăn mòn và tiếp cận sắt gốc. Nb được cô đặc ở phần anot gần giao diện giữa lớp gỉ và sắt gốc và ngăn chặn phản ứng anot và phản ứng catot. Sn, giống như Nb, được cô đặc ở phần anot gần giao diện giữa lớp gỉ và sắt gốc và ngăn chặn phản ứng anot và phản ứng catot. Tuy nhiên, các tác dụng này là không đủ nếu những nguyên tố này được chứa riêng lẻ. Tác dụng đồng vận của sự kết hợp các nguyên tố Cu, Ni, W, Nb và/hoặc Sn có thể cải thiện một cách đáng kể tác dụng ngăn chặn ăn mòn của các nguyên tố Cu, Ni, W, Nb, và Sn.

Cụ thể, khi thép (thép loại V hoặc W) chứa Nb hoặc Sn ngoài thép (thép loại U) chứa Cu, Ni, và W được so với thép (thép loại X) chứa cả Nb và Sn ngoài thép loại U, khả năng chống ăn mòn do khí quyển của thép loại X là cao hơn rất nhiều so với khả năng chống ăn mòn do khí quyển của thép loại V và W.

Như được thấy đối với thép loại C, D, V, và W, các tác dụng của sáng chế đạt được miễn là ít nhất một trong số hai nguyên tố Nb và Sn được chứa. Tuy nhiên, sự kết hợp cả hai nguyên tố Nb và Sn cải thiện một cách đáng kể hơn khả năng chống ăn mòn do khí quyển như được cho thấy bởi thép loại X.

Sáng chế được đưa ra trên cơ sở những phát hiện được mô tả ở trên và được tóm tắt như sau.

[1] Vật liệu thép kết cấu có khả năng chống gỉ cao bao gồm, theo % khối lượng, C: 0,020% hoặc nhiều hơn và ít hơn 0,140%, Si: 0,05% hoặc nhiều hơn và 2,00% hoặc ít hơn, Mn: 0,20% hoặc nhiều hơn và 2,00% hoặc ít hơn, P: 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,030% hoặc ít hơn, S: 0,0001% hoặc nhiều hơn và 0,0200% hoặc ít hơn, Al: 0,001% hoặc nhiều hơn và 0,100% hoặc ít hơn, Cu: 0,10% hoặc nhiều hơn và 1,00% hoặc ít hơn, Ni: 0,10% hoặc nhiều hơn và ít hơn 0,65%, W: 0,05% hoặc nhiều hơn và 1,00% hoặc ít hơn, và một trong hai hoặc cả hai nguyên tố Nb: 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,200% hoặc ít hơn và Sn: 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,200% hoặc ít hơn, còn lại là sắt là và tạp chất khó tránh.

[2] Vật liệu thép kết cấu có khả năng chống ăn mòn cao như mô tả trong mục [1], bao gồm, theo % khối lượng, Nb: 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,200% hoặc ít hơn và Sn: 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,200% hoặc ít hơn.

[3] Vật liệu thép kết cấu có khả năng chống ăn mòn cao như được mô tả trong mục [1] hoặc [2], còn bao gồm, theo % khối lượng, Cr: nhiều hơn 0,1% và 1,0% hoặc ít hơn.

[4] Vật liệu thép kết cấu có khả năng chống ăn mòn cao như được mô tả trong mục bất kỳ trong số các mục [1] đến [3], còn bao gồm, theo % khối lượng, ít nhất một trong các nguyên tố được chọn từ Co: 0,01% hoặc nhiều hơn và 1,00% hoặc ít hơn,

Mo: 0,005% hoặc nhiều hơn và 1,000% hoặc ít hơn, Sb: 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,200% hoặc ít hơn, và REM: 0,0001% hoặc nhiều hơn và 0,1000% hoặc ít hơn.

[5] Vật liệu thép kết cấu có khả năng chống ăn mòn cao như được mô tả trong mục bất kỳ trong số các mục [1] đến [4], còn bao gồm, theo % khối lượng, ít nhất một trong các nguyên tố được chọn từ Ti: 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,200% hoặc ít hơn, V: 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,200% hoặc ít hơn, Zr: 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,200% hoặc ít hơn, B: 0,0001% hoặc nhiều hơn và 0,0050% hoặc ít hơn, và Mg: 0,0001% hoặc nhiều hơn và 0,0100% hoặc ít hơn.

[6] Vật liệu thép kết cấu có khả năng chống ăn mòn cao như được mô tả trong mục bất kỳ trong số các mục [1] đến [5], trong đó thông số nứt hàn Pcm được xác định bởi công thức (1) dưới đây bằng 0,25 % khối lượng hoặc ít hơn:

$$P_{cm} = [C] + [Si]/30 + [Mn]/20 + [Cu]/20 + [Ni]/60 + [Cr]/20 + [Mo]/15 + [V]/10 + 5 \times [B] \quad (1)$$

trong đó [C], [Si], [Mn], [Cu], [Ni], [Cr], [Mo], [V], và [B] là hàm lượng (% khối lượng) của các nguyên tố tương ứng.

[7] Kết cấu thép bao gồm vật liệu thép kết cấu có khả năng chống ăn mòn cao như được mô tả trong mục bất kỳ trong số các mục [1] đến [6].

Trong bản mô tả này, % thành phần của thép là % khối lượng. Theo sáng chế, "khả năng chống ăn mòn do khí quyển cao" nghĩa là vật liệu thép kết cấu trong thực tế đáp ứng khả năng chống ăn mòn do khí quyển cao cần thiết trong môi trường có lượng muối trong không khí cao là 0,5mdd hoặc ít hơn.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa các loại thép (thép loại A đến X) được thể hiện trong Bảng 1 và độ suy giảm chiều dày bình quân.

Fig.2 là biểu đồ thể hiện các điều kiện và chu kỳ của thử nghiệm ăn mòn.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế sẽ được mô tả chi tiết ở đây.

C: 0,020% hoặc nhiều hơn và ít hơn 0,140%

Cacbon là nguyên tố cải thiện độ bền của vật liệu thép kết cấu. Hàm lượng cacbon cần thiết là 0,020% hoặc nhiều hơn để đảm bảo độ bền yêu cầu. Ở hàm lượng C là 0,140% hoặc nhiều hơn, độ chịu hàn và độ bền bị suy giảm. Theo đó, hàm lượng C là 0,020% hoặc nhiều hơn và ít hơn 0,140% và tốt hơn nếu nằm trong khoảng 0,060 đến 0,100%.

Si: 0,05% hoặc nhiều hơn và 2,00% hoặc ít hơn

Silic đóng vai trò là chất oxi hóa khử trong quá trình tạo ra thép và là nguyên tố cải thiện độ bền của vật liệu thép kết cấu để đảm bảo độ bền yêu cầu cần được chứa ở lượng 0,05% hoặc nhiều hơn. Sự kết hợp quá mức của Si mà vượt quá 2,00% làm suy giảm một cách đáng kể độ bền và độ chịu hàn. Theo đó, hàm lượng Si là 0,05% hoặc nhiều hơn và 2,00% hoặc ít hơn và tốt hơn nếu nằm trong khoảng 0,10 đến 0,80%.

Mn: 0,20% hoặc nhiều hơn và 2,00% hoặc ít hơn

Mangan là nguyên tố cải thiện độ bền của vật liệu thép kết cấu và 0,20% hoặc nhiều hơn Mn cần được chứa để đảm bảo độ bền yêu cầu. Ngược lại, độ bền và độ chịu hàn bị suy giảm nếu Mn được chứa vượt quá 2,00%. Theo đó, hàm lượng Mn là 0,20% hoặc nhiều hơn và 2,00% hoặc ít hơn và tốt hơn nếu nằm trong khoảng 0,20 đến 1,50%.

P: 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,030% hoặc ít hơn

Phospho là nguyên tố cải thiện khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép kết cấu. Để đạt được tác dụng này, 0,005% hoặc nhiều hơn nguyên tố P cần được chứa. Tuy nhiên, nếu nhiều hơn 0,030% P được chứa, độ chịu hàn bị suy giảm. Do đó, hàm lượng P là 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,030% hoặc ít hơn và tốt hơn nếu nằm trong khoảng 0,005 đến 0,025%.

S: 0,0001% hoặc nhiều hơn và 0,0200% hoặc ít hơn

Ở hàm lượng lưu huỳnh vượt quá 0,0200%, độ chịu hàn và độ bền bị suy giảm. Nếu hàm lượng S bị giảm đến ít hơn 0,0001%, chi phí sản xuất sẽ gia tăng. Do đó, hàm lượng S là 0,0001% hoặc nhiều hơn và 0,0200% hoặc ít hơn và tốt hơn nếu nằm trong khoảng 0,0003 đến 0,0050%.

Al: 0,001% hoặc nhiều hơn và 0,100% hoặc ít hơn

Nhôm là nguyên tố cần thiết để khử oxi trong quá trình tạo ra thép. Để thu được tác dụng này, hàm lượng Al cần thiết là 0,001% hoặc nhiều hơn. Tuy nhiên, ở hàm lượng Al vượt quá 0,100%, tính chịu hàn bị tác động bất lợi. Do đó, hàm lượng Al là 0,001% hoặc nhiều hơn và 0,100% hoặc ít hơn và tốt hơn nếu nằm trong khoảng 0,010 đến 0,050%. Al tan trong axit được đo để xác định hàm lượng Al.

Cu: 0,10% hoặc nhiều hơn và 1,00% hoặc ít hơn

Đồng làm giảm kích cỡ hạt gi để giúp tạo ra lớp gi dày đặc và nhờ đó có tác dụng cải thiện khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép kết cấu. Tác dụng này đạt được khi hàm lượng Cu là 0,10% hoặc nhiều hơn. Ở hàm lượng Cu vượt quá 1,00%, chi phí sẽ tăng do nhu cầu Cu tăng lên. Do đó, hàm lượng Cu là 0,10% hoặc nhiều hơn và 1,00% hoặc ít hơn và tốt hơn nếu nằm trong khoảng 0,20 đến 0,50%.

Tài liệu PTL 5 đề cập đến vật liệu thép chống mòn cho tàu thuyền. Theo công nghệ hiện tại, thời gian tồn tại của lớp phủ chống ăn mòn của kết cấu của tàu thuyền (thường là 10 năm) bằng một nửa thời gian tồn tại của lớp phủ chống ăn mòn của tàu thuyền (20 năm) và khả năng chống ăn mòn do khí quyển của 10 năm còn lại được duy trì bằng việc bảo trì và sửa chữa lớp phủ. Mục đích của vật liệu thép chống mòn được mô tả trong tài liệu PTL 5 là đem lại khả năng chống ăn mòn do khí quyển cao mà không bị ảnh hưởng bởi điều kiện bề mặt của vật liệu thép trong môi trường ăn mòn nghiêm trọng nơi mà vật liệu bị đặt trực tiếp trong nước biển và các dòng phun của nó như kết cấu của tàu thuyền do đó thời gian cần thiết của lớp phủ bảo trì có thể được kéo dài, và để làm giảm bớt tải trọng của lớp phủ bảo trì. Ngược lại, vật liệu thép kết cấu theo sáng chế được sử dụng trong kết cấu thép ngoài trời như cầu và mục đích của nó là thu được độ suy giảm chiều dày là 0,5mm hoặc ít hơn 100 năm sau đó trong môi trường có lượng muối trong không khí cao như môi trường ven biển. Môi trường trong đó vật liệu thép được sử dụng và mục đích khác một cách đáng kể với mục đích của vật liệu thép được mô tả trong tài liệu PTL 5. Do đó, trong khi vật liệu thép được mô tả trong tài liệu PTL 5 không cần phải chứa Cu, vật liệu thép theo sáng chế cần

chứa Cu để giúp tạo ra gỉ dày đặc và cải thiện khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép. Do đó, theo sáng chế, hàm lượng Cu là 0,10% hoặc nhiều hơn.

Ni: 0,10% hoặc nhiều hơn và ít hơn 0,65%

Niken làm giảm kích cỡ hạt gỉ để giúp tạo ra lớp gỉ dày đặc và có tác dụng cải thiện khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép kết cấu. Để hoàn toàn mang lại được tác dụng này, hàm lượng nguyên tố Ni cần thiết là 0,10% hoặc nhiều hơn. Ở hàm lượng Ni là 0,65% hoặc nhiều hơn, chi phí sẽ tăng do nhu cầu Ni tăng lên. Do đó, hàm lượng nguyên tố Ni là 0,10% hoặc nhiều hơn và ít hơn 0,65% và tốt hơn nếu nằm trong khoảng 0,15 đến 0,50%.

W: 0,05% hoặc nhiều hơn và 1,00% hoặc ít hơn, Nb: 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,200% hoặc ít hơn và/hoặc Sn: 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,200% hoặc ít hơn

Vonfram là nguyên tố quan trọng theo sáng chế và có tác dụng cải thiện một cách đáng kể khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép trong môi trường có hàm lượng muối trong không khí cao khi được chứa trong hỗn hợp với Nb và/hoặc Sn. Việc rửa giải WO₄ dưới dạng phản ứng anot của vật liệu thép diễn ra và phân bố chính nó tới lớp gỉ để ngăn ngừa về mặt tĩnh điện các ion clorua, nghĩa là, các yếu tố làm gia tăng ăn mòn, thấm vào lớp gỉ và tiếp cận sắt gốc. Ngoài ra, các hợp chất chứa W lắng trên bề mặt vật liệu thép và ngăn chặn phản ứng anot của vật liệu thép. Để hoàn toàn mang lại tác dụng này, hàm lượng W cần thiết là 0,05% hoặc nhiều hơn. Ở hàm lượng W vượt quá 1,00%, chi phí sẽ tăng lên do nhu cầu W tăng lên. Do đó, hàm lượng W là 0,05% hoặc nhiều hơn và 1,00% hoặc ít hơn và tốt hơn nếu nằm trong khoảng 0,10 đến 0,70%.

Niobi là nguyên tố quan trọng theo sáng chế và có tác dụng cải thiện một cách đáng kể khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép trong môi trường có hàm lượng muối trong không khí cao khi được chứa trong hỗn hợp với W. Niobi được cô đặc trong phần anot gần giao diện giữa lớp gỉ và sắt gốc và ngăn chặn phản ứng anot và phản ứng catot. Để hoàn toàn mang lại tác dụng này, hàm lượng Nb cần thiết là 0,005% hoặc nhiều hơn. Ở hàm lượng Nb vượt quá 0,200%, độ bền bị suy giảm. Do

đó, hàm lượng Nb là 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,200% hoặc ít hơn và tốt hơn nếu nằm trong khoảng 0,010 đến 0,030%.

Thiếc là nguyên tố quan trọng theo sáng chế và có tác dụng cải thiện một cách đáng kể khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép trong môi trường có hàm lượng muối trong không khí cao khi được chứa trong hỗn hợp với W. Thiếc giúp tạo ra màng phủ oxit chứa Sn trên bề mặt vật liệu thép và ngăn chặn phản ứng anot và phản ứng catot của vật liệu thép để cải thiện khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép kết cấu. Để hoàn toàn mang lại các tác dụng này, hàm lượng Sn cần thiết là 0,005% hoặc nhiều hơn. Tuy nhiên, ở hàm lượng Sn vượt quá 0,200%, độ dẻo và độ bền của thép bị suy giảm. Do đó, hàm lượng Sn là 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,200% hoặc ít hơn và tốt hơn nếu nằm trong khoảng 0,010 đến 0,050%.

Các tác dụng của sáng chế có thể đạt được miễn là một trong hai nguyên tố Nb và Sn được chứa. Tuy nhiên, sự kết hợp cả hai nguyên tố Nb và Sn có tác dụng cải thiện một cách đáng kể khả năng chống ăn mòn do khí quyển. Nguyên nhân tại sao sự kết hợp cả hai nguyên tố Nb và Sn mang lại hiệu quả như vậy chưa được biết rõ. Có lẽ, các điều kiện (ví dụ, điều kiện môi trường xung quanh như nhiệt độ, độ ẩm tương đối, và nồng độ muối trong gỉ) mà trong đó Nb thể hiện tác dụng đáng kể là khác với các điều kiện mà trong đó Sn thể hiện tác dụng đáng kể, và do đó Nb và Sn bổ sung cho nhau trong môi trường mà trong đó quy trình khô và quy trình ướt lặp đi lặp lại, nhờ đó cải thiện một cách đáng kể khả năng chống ăn mòn do khí quyển.

Cũng có thuận lợi rằng lượng Nb và Sn được bổ sung có thể được giảm bớt mà không làm suy giảm khả năng chống ăn mòn do khí quyển khi thu được một cách chắc chắn các đặc tính cơ học cần thiết và tính chịu hàn của vật liệu thép. Vì những nguyên nhân này, sự kết hợp cả hai nguyên tố Nb và Sn là được ưu tiên theo sáng chế.

Còn lại là Fe và tạp chất khó tránh.

Các tạp chất khó tránh được cho phép là N: 0,010% hoặc ít hơn, O: 0,010% hoặc ít hơn, và Ca: 0,0010% hoặc ít hơn. Canxi được chứa dưới dạng chất lẫn khó tránh làm suy giảm độ bền của vùng bị ảnh hưởng bởi hàn gia nhiệt nếu được chứa ở lượng lớn và do đó tốt hơn nếu hàm lượng Ca là 0,0010% hoặc ít hơn.

Ngoài các nguyên tố được mô tả ở trên, các nguyên tố hợp kim sau đây có thể được bổ sung nếu cần.

Cr: nhiều hơn 0,1% và 1,0% hoặc ít hơn.

Crom là nguyên tố giúp tạo ra lớp gỉ dày đặc bằng cách làm giảm kích cỡ của hạt gỉ và cải thiện khả năng chống ăn mòn do khí quyển. Để hoàn toàn mang lại tác dụng này, hàm lượng Cr cần thiết là nhiều hơn 0,1%. Ở hàm lượng Cr vượt quá 1,0%, độ chịu hàn bị suy giảm. Do đó, khi Cr được chứa, hàm lượng Cr là nhiều hơn 0,1% và 1,0% hoặc ít hơn và tốt hơn nếu nằm trong khoảng 0,2 đến 0,7%.

Theo sáng chế, ít nhất một trong số các nguyên tố được chọn từ Co, Mo, Sb, và kim loại đất hiếm (rare earth metals: REM) có thể được chứa vì những nguyên nhân sau.

Co: 0,01% hoặc nhiều hơn và 1,00% hoặc ít hơn

Coban phân bố chính nó vào toàn bộ lớp gỉ, làm giảm kích cỡ hạt gỉ để giúp tạo ra lớp gỉ dày đặc, và có tác dụng cải thiện khả năng kháng gỉ do khí quyển của vật liệu thép kết cấu. Để hoàn toàn mang lại tác dụng này, hàm lượng Co cần thiết là 0,01% hoặc nhiều hơn. Ở hàm lượng Co vượt quá 1,00%, chi phí sẽ gia tăng do nhu cầu Co tăng lên. Do đó, nếu Co được chứa, hàm lượng Co là 0,01% hoặc nhiều hơn và 1,00% hoặc ít hơn và tốt hơn nếu nằm trong khoảng 0,10 đến 0,50%.

Mo: 0,005% hoặc nhiều hơn và 1,000% hoặc ít hơn

Molypden ngăn chặn ion clorua, nghĩa là các yếu tố làm gia tăng ăn mòn, thấm vào qua lớp gỉ và tiếp cận sắt gốc do sự rửa giải MoO_4^{2-} dưới dạng phản ứng anot của vật liệu thép diễn ra và phân bố chính nó vào lớp gỉ. Hơn nữa, các hợp chất chứa Mo lắng trên bề mặt vật liệu thép và ngăn chặn phản ứng anot của vật liệu thép. Để hoàn toàn mang lại tác dụng này, hàm lượng Mo cần thiết là 0,005% hoặc nhiều hơn. Ở hàm lượng Mo vượt quá 1,000%, chi phí sẽ gia tăng do sự nhu cầu Mo tăng lên. Do đó, nếu Mo là được chứa, hàm lượng Mo là 0,005% hoặc nhiều hơn và 1,000% hoặc ít hơn và tốt hơn nếu nằm trong khoảng 0,100 đến 0,500%.

Sb: 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,200% hoặc ít hơn

Antimon là nguyên tố ngăn chặn phản ứng anot của vật liệu thép và phản ứng sản sinh hydro, là phản ứng catot, để nhờ đó cải thiện khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép kết cấu. Để hoàn toàn mang lại tác dụng này, hàm lượng Sb cần thiết là 0,005% hoặc nhiều hơn. Ở hàm lượng Sb vượt quá 0,200%, độ bền bị suy giảm. Do đó, nếu Sb là được chứa, hàm lượng Sb là 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,200% hoặc ít hơn và tốt hơn nếu nằm trong khoảng 0,010 đến 0,050%.

REM: 0,0001% hoặc nhiều hơn và 0,1000% hoặc ít hơn

REM phân bố chính nó vào toàn bộ lớp gỉ, làm giảm cỡ hạt gỉ để giúp tạo ra lớp gỉ dày đặc, và có tác dụng cải thiện khả năng chống ăn mòn do khí quyển của vật liệu thép kết cấu. Để hoàn toàn mang lại tác dụng này, hàm lượng REM cần thiết là 0,0001% hoặc nhiều hơn. Ở hàm lượng REM vượt quá 0,1000%, tác dụng của nó bị bão hòa. Do đó, nếu REM được chứa, hàm lượng REM là 0,0001% hoặc nhiều hơn và 0,1000% hoặc ít hơn và tốt hơn nếu nằm trong khoảng 0,0010 đến 0,0100%.

Theo sáng chế, ít nhất một trong số các nguyên tố được chọn từ Ti, V, Zr, B, và Mg có thể được chứa vì các nguyên nhân sau.

Ti: 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,200% hoặc ít hơn

Titan là nguyên tố cần thiết để gia tăng độ bền. Để hoàn toàn mang lại tác dụng này, hàm lượng Ti cần thiết là 0,005% hoặc nhiều hơn. Ở hàm lượng Ti vượt quá 0,200%, độ bền bị suy giảm. Do đó, nếu Ti được chứa, hàm lượng Ti là 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,200% hoặc ít hơn và tốt hơn nếu nằm trong khoảng 0,010 đến 0,100%.

V: 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,200% hoặc ít hơn

Vanadi là nguyên tố cần thiết để gia tăng độ bền. Để hoàn toàn mang lại tác dụng này, hàm lượng V cần thiết là 0,005% hoặc nhiều hơn. Ở hàm lượng V vượt quá 0,200%, tác dụng này bị bão hòa. Do đó, nếu V được chứa, hàm lượng V là 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,200% hoặc ít hơn và tốt hơn nếu nằm trong khoảng 0,010 đến 0,100%.

Zr: 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,200% hoặc ít hơn

Ziriconi là nguyên tố cần thiết để gia tăng độ bền. Để hoàn toàn mang lại tác dụng này, hàm lượng Zr cần thiết là 0,005% hoặc nhiều hơn. Ở hàm lượng Zr vượt quá

0,200%, tác dụng này bị bão hòa. Do đó, nếu Zr được chứa, hàm lượng Zr là 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,200% hoặc ít hơn và tốt hơn nếu nằm trong khoảng 0,010 đến 0,100%.

B: 0,0001% hoặc nhiều hơn và 0,0050% hoặc ít hơn

Bo là nguyên tố cần thiết để gia tăng độ bền. Để hoàn toàn mang lại tác dụng này, hàm lượng B cần thiết là 0,0001% hoặc nhiều hơn. Ở hàm lượng B vượt quá 0,0050%, độ bền bị suy giảm. Do đó, nếu B được chứa, hàm lượng B là 0,0001% hoặc nhiều hơn và 0,0050% hoặc ít hơn và tốt hơn nếu nằm trong khoảng 0,0005 đến 0,0020%.

Mg: 0,0001% hoặc nhiều hơn và 0,0100% hoặc ít hơn

Magie là nguyên tố cố định S trong thép và hữu dụng để cải thiện độ bền của vùng bị ảnh hưởng bởi hàn gia nhiệt. Để hoàn toàn mang lại tác dụng này, hàm lượng Mg cần thiết là 0,0001% hoặc nhiều hơn. Ở hàm lượng Mg vượt quá 0,0100%, lượng của các thành phần trong thép gia tăng và độ bền bị suy giảm. Do đó, nếu Mg được chứa, hàm lượng Mg là 0,0001% hoặc nhiều hơn và 0,0100% hoặc ít hơn và tốt hơn nếu nằm trong khoảng 0,0005 đến 0,0020%.

Pcm: 0,25 % khối lượng hoặc ít hơn

Để ngăn ngừa nứt gãy nhiệt độ thấp do hàn và mang nhiệt độ nung sơ bộ trong quá trình hàn đến mức thực tế là 50°C hoặc ít hơn, tốt hơn nếu thông số nứt hàn Pcm được xác định bằng công thức sau đây bằng 0,25 % khối lượng hoặc ít hơn và tốt hơn nữa nếu bằng 0,20 % khối lượng hoặc ít hơn:

$$Pcm = [C] + [Si]/30 + [Mn]/20 + [Cu]/20 + [Ni]/60 + [Cr]/20 + [Mo]/15 + [V]/10 + 5 \times [B]$$

trong đó [C], [Si], [Mn], [Cu], [Ni], [Cr], [Mo], [V], và [B] là các hàm lượng (% khối lượng) của các nguyên tố tương ứng.

Vật liệu thép kết cấu theo sáng chế có khả năng chống ăn mòn do khí quyển cao thu được bằng cách nung chảy thép có thành phần được mô tả trên đây bằng cách sử dụng phương tiện nung chảy như lò chuyển thép hoặc lò nung điện bằng phương pháp thông thường và cán nóng tấm thu được bằng phương pháp đúc hoặc cán liên tục

thông thường để tạo ra vật liệu thép như thép tấm, thép hình hoặc thép thanh. Điều kiện gia nhiệt và cán có thể được xác định một cách phù hợp theo chất lượng vật liệu được dùng. Sự kết hợp các phương pháp cán có kiểm soát, làm nguội gia tốc và xử lý nhiệt như gia nhiệt lại có thể được sử dụng.

Khi vật liệu thép kết cấu thu được như vậy được sử dụng làm chi tiết kết cấu của kết cấu thép, kết cấu thép có khả năng chống ăn mòn do khí quyển cao trong môi trường có lượng muối trong không khí cao, như môi trường ven biển, có thể thu được.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các thép có thành phần hóa học được thể hiện trong bảng 2 được làm nóng chảy, gia nhiệt đến nhiệt độ 1150°C, cán nóng, và làm nguội bằng khí đến nhiệt độ trong phòng để tạo ra thép tấm có độ dày 6mm. Sau đó mẫu thử có kích thước 35mm x 35mm x 5mm được lấy từ mỗi tấm thép đã thu được. Mẫu thử được cho xử lý mài sao cho bề mặt của nó có độ nhám bề mặt Ra là 1,6µm hoặc ít hơn. Bề mặt mép và phía sau được bịt bằng băng và bề mặt cũng được bịt bằng băng sao cho diện tích của vùng lộ ra là 25mm x 25mm.

Các mẫu thử thu được như vậy được cho thử nghiệm gỉ tuần hoàn ướt và khô để đánh giá khả năng chống ăn mòn do khí quyển.

Thử nghiệm gỉ được sử dụng làm thử nghiệm gỉ tuần hoàn ướt và khô mô phỏng môi trường của dầm bên trong không nằm dưới mái hắt, mà có lẽ là môi trường khắc nghiệt nhất đối với kết cấu thực tế như cầu. Các điều kiện cho thử nghiệm gỉ là như sau: Một chu kỳ 24 giờ bao gồm 11 giờ quy trình khô ở nhiệt độ 40°C và độ ẩm tương đối 40% RH, 1 giờ là thời gian chuyển tiếp, 11 giờ quy trình ướt ở nhiệt độ 25°C và độ ẩm tương đối 95% RH, và 1 giờ là thời gian chuyển tiếp để mô phỏng chu kỳ nhiệt độ-độ ẩm của môi trường thực tế. Dung dịch pha loãng chứa nước biển nhân tạo được phủ lên mẫu thử một tuần một lần trong suốt quy trình xử lý khô sao cho lượng muối bám dính vào bề mặt mẫu thử là 0,2mdd. Dưới các điều kiện này, 84 chu kỳ thử nghiệm được tiến hành trong 12 tuần. Các điều kiện và chu kỳ của thử nghiệm gỉ được minh họa dưới dạng biểu đồ trong Fig.2. Sau khi hoàn thành thử nghiệm gỉ, mẫu thử được nhúng vào dung dịch nước chứa hexametylenetetramin trong axit clohydric để loại bỏ

gỉ và được cân, và sự suy giảm chiều dày bình quân ở một phía của mẫu thử thu được từ sự chênh lệch giữa trọng lượng quan sát và trọng lượng ban đầu. Các mẫu thử có độ suy giảm chiều dày bình quân là $14\mu\text{m}$ hoặc ít hơn được đánh giá là có khả năng chống ăn mòn do khí quyển cao.

Tính chịu hàn của mẫu thử cũng được đánh giá. Thử nghiệm nứt hàn khe hở chữ y nghiên cứu về độ nhạy nứt nguội của vùng được hàn được tiến hành dưới dạng phương pháp đánh giá, và nhiệt độ nung sơ bộ để ngăn ngừa nứt hàn được xác định. Các mẫu thử có nhiệt độ nung sơ bộ cao để ngăn ngừa nứt hàn được đánh giá là có tính chịu hàn thấp.

Các kết quả của thử nghiệm gỉ và kết quả đánh giá tính chịu hàn thu được trên đây được thể hiện trong bảng 2 cùng với các thành phần.

Trong ví dụ của sáng chế (thép loại 1 đến 25), độ suy giảm chiều dày là 11,8 đến $13,8\mu\text{m}$ và khả năng chống ăn mòn do khí quyển cao được thấy. Mặc dù số 25 có khả năng chống ăn mòn do khí quyển cao, Pcm là lớn hơn 0,25% khối lượng. Do đó, nhiệt độ nung sơ bộ để ngăn ngừa nứt hàn là cao đến 100°C và độ chịu hàn là thấp.

Cụ thể, thép loại 7 chứa cả Nb và Sn cải thiện một cách đáng kể khả năng chống ăn mòn do khí quyển so với thép loại 2 và 5 mà chứa lượng gần như tương tự các nguyên tố Cu, Ni, và W và Nb hoặc Sn, trong đó chỉ một trong hai nguyên tố Nb và Sn được chứa. Tương tự, thép loại 8 chứa cả hai nguyên tố Nb và Sn cải thiện một cách đáng kể khả năng chống ăn mòn do khí quyển so với thép loại 1 và 4. Tương tự, thép loại 11 và 12 chứa cả hai nguyên tố Nb và Sn cải thiện khả năng chống ăn mòn do khí quyển so với thép loại 10.

Ngược lại, các ví dụ so sánh (thép loại 26 đến 42) ngoài phạm vi sáng chế có độ suy giảm chiều dày là 14,3 đến $17,7\mu\text{m}$ và do đó là kém hơn so với ví dụ theo sáng chế về khả năng chống ăn mòn do khí quyển. Mặc dù các ví dụ so sánh (thép loại 41 và 42) có độ suy giảm chiều dày lần lượt là $14,0\mu\text{m}$ và $12,5\mu\text{m}$, và do đó có khả năng chống ăn mòn do khí quyển cao, chi phí hợp kim là cao do cần đến lượng lớn nguyên tố Ni và do đó giá của vật liệu thép là cao. Thép loại 42 của ví dụ so sánh có Pcm vượt

quá 0,25 % khối lượng và do đó nhiệt độ nung sơ bộ để ngăn ngừa nứt hàn là cao đến 100°C, dẫn đến độ chịu hàn thấp.

Ưu điểm của sáng chế

Theo sáng chế, vật liệu thép kết cấu và kết cấu thép có khả năng chống ăn mòn do khí quyển cao là đạt được ở chi phí thấp. Vật liệu thép kết cấu theo sáng chế có chi phí thấp do nhiều nguyên tố hữu hiệu để cải thiện khả năng chống ăn mòn do khí quyển được chứa mà không cần kết hợp lượng lớn các nguyên tố đắt tiền như Ni, có khả năng chịu hàn thực tế, và cho thấy khả năng chống ăn mòn do khí quyển cao trong môi trường có lượng muối trong không khí cao như môi trường ven biển. Một tác dụng đặc biệt đáng kể được thấy trong môi trường có lượng muối trong không khí cao trong đó lượng muối trong không khí vượt quá 0,05mdd. Tuy nhiên, tốt hơn nếu giới hạn trên của lượng muối trong không khí là 0,5mdd hoặc ít hơn và tốt hơn nếu giới hạn trên của lượng muối bám dính là 0,2mdd hoặc ít hơn.

Bảng 2-1

Loại thép	Thành phần (% khối lượng)															
	C	Si	Mn	P	S	SoAl	N	O	Ca	Cu	Ni	W	Nb	Sn	Cr	Co
1	0,094	0,19	0,74	0,020	0,0033	0,030	0,0025	0,0012	0,0001	0,32	0,21	0,55	0,052	-	-	-
2	0,087	0,24	0,67	0,017	0,0031	0,025	0,0028	0,0017	0,0001	0,30	0,19	0,24	0,029	-	-	-
3	0,097	0,20	0,70	0,020	0,0032	0,033	0,0024	0,0013	0,0001	0,29	0,19	0,10	0,012	-	-	-
4	0,090	0,20	0,74	0,020	0,0036	0,020	0,0023	0,0024	0,0004	0,32	0,21	0,54	-	0,053	-	-
5	0,088	0,17	0,71	0,016	0,0031	0,026	0,0026	0,0018	0,0002	0,31	0,20	0,21	-	0,035	-	-
6	0,096	0,23	0,71	0,018	0,0029	0,025	0,0031	0,0016	0,0002	0,32	0,23	0,19	-	0,029	-	-
7	0,081	0,17	0,69	0,016	0,0026	0,037	0,0033	0,0024	0,0001	0,34	0,19	0,23	0,014	0,033	-	-
8	0,093	0,21	0,71	0,019	0,0031	0,024	0,0029	0,0015	0,0001	0,32	0,20	0,53	0,050	0,054	-	-
9	0,099	0,19	0,71	0,016	0,0030	0,026	0,0027	0,0020	0,0002	0,30	0,24	0,22	0,023	-	0,51	-
10	0,081	0,18	0,70	0,020	0,0031	0,030	0,0022	0,0019	0,0002	0,32	0,23	0,31	-	0,024	0,41	-
11	0,098	0,19	0,71	0,012	0,0036	0,028	0,0034	0,0011	0,0007	0,29	0,20	0,21	0,015	0,018	0,40	-
12	0,093	0,22	0,71	0,014	0,0025	0,038	0,0031	0,0021	0,0001	0,25	0,19	0,48	0,054	0,048	0,55	-
13	0,090	0,23	0,71	0,021	0,0017	0,025	0,0027	0,0013	0,0001	0,26	0,21	0,24	0,015	-	-	0,23
14	0,087	0,17	0,72	0,021	0,0037	0,032	0,0031	0,0017	0,0001	0,35	0,24	0,62	-	0,018	-	-
Loại thép	Thành phần (% khối lượng)															
	Mo	Sb	REM	Ti	V	Zr	B	Mg	Pcm (%) khối lượng	Suy giảm chiều dày (μm)	Nhiệt độ nung sơ bộ để ngăn nứt (°C)	Tham chiếu				
1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,16	13,0	Nhiệt độ trong phòng	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế
2	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15	13,6	Nhiệt độ trong phòng	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế
3	-	-	-	-	-	-	-	-	0,16	13,8	Nhiệt độ trong phòng	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế
4	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15	13,1	Nhiệt độ trong phòng	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế
5	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15	13,7	Nhiệt độ trong phòng	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế
6	-	-	-	-	-	-	-	-	0,16	13,8	Nhiệt độ trong phòng	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế
7	-	-	-	-	-	-	-	-	0,14	12,7	Nhiệt độ trong phòng	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế
8	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15	12,1	Nhiệt độ trong phòng	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế
9	-	0,042	0,0067	-	-	-	-	-	0,19	12,3	Nhiệt độ trong phòng	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế
10	-	-	-	-	-	-	-	-	0,16	12,4	Nhiệt độ trong phòng	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế
11	-	-	-	-	-	-	-	-	0,18	12,3	Nhiệt độ trong phòng	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế
12	-	-	-	-	-	-	-	-	0,18	12,1	Nhiệt độ trong phòng	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế
13	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15	12,5	Nhiệt độ trong phòng	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế
14	0,131	-	-	-	-	-	-	-	0,16	12,3	Nhiệt độ trong phòng	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế	VD sáng chế

$$P_{cm} = [C] + [Si]/30 + [Mn]/20 + [Cu]/20 + [Ni]/60 + [Cr]/20 + [Mo]/15 + [V]/10 + 5 \times [B]$$

Bảng 2-2

Thành phần (% khối lượng)																
Loại thép	C	Si	Mn	P	S	So/Al	N	O	Ca	Cu	Ni	W	Nb	Sn	Cr	Co
15	0,081	0,23	0,72	0,018	0,0037	0,033	0,0026	0,0014	0,0003	0,28	0,24	0,34	0,028	-	-	-
16	0,095	0,22	0,72	0,019	0,0037	0,038	0,0024	0,0025	0,0001	0,28	0,22	0,27	-	0,063	-	-
17	0,084	0,19	0,69	0,013	0,0023	0,028	0,0029	0,0013	0,0001	0,29	0,18	0,42	0,046	-	0,47	0,18
18	0,085	0,17	0,71	0,014	0,0020	0,027	0,0024	0,0024	0,0009	0,25	0,18	0,31	-	0,042	0,57	-
19	0,090	0,21	0,72	0,022	0,0027	0,039	0,0021	0,0014	0,0002	0,28	0,20	0,31	0,017	0,028	0,51	-
20	0,091	0,21	0,71	0,019	0,0038	0,028	0,0033	0,0013	0,0001	0,26	0,18	0,08	0,022	0,034	-	-
21	0,080	0,19	0,70	0,015	0,0026	0,023	0,0028	0,0017	0,0005	0,34	0,19	0,23	0,011	-	0,33	-
22	0,095	0,20	0,70	0,019	0,0040	0,039	0,0033	0,0011	0,0001	0,30	0,22	0,31	-	0,022	-	0,12
23	0,083	0,17	0,71	0,017	0,0024	0,039	0,0029	0,0011	0,0006	0,26	0,23	0,45	0,047	0,033	0,52	0,26
24	0,099	0,34	0,78	0,013	0,0021	0,023	0,0033	0,0021	0,0003	0,35	0,35	0,31	0,012	0,027	0,13	-
25	0,131	0,28	1,37	0,016	0,0038	0,022	0,0031	0,0020	0,0002	0,65	0,59	0,23	0,034	-	0,31	-
26	0,094	0,19	0,69	0,018	0,0033	0,028	0,0026	0,0022	0,0002	-	-	-	-	-	-	-
27	0,091	0,18	0,71	0,019	0,0034	0,027	0,0034	0,0013	0,0001	0,30	0,20	-	-	-	-	-
28	0,088	0,21	0,70	0,020	0,0034	0,024	0,0028	0,0020	0,0001	0,31	0,20	0,55	-	-	-	-
Loại thép	Thành phần (% khối lượng)											Tham chiếu				
	Pcm (% khối lượng)								Nhiệt độ nung sơ bộ để ngăn nứt (°C)							
	Mo	Sb	REM	Ti	V	Zr	B	Mg		Suy giảm chiều dày (µm)						
15	-	-	-	0,033	-	-	-	-	0,14	12,5	Nhiệt độ trong phòng	Ví dụ sáng chế				
16	-	0,051	-	-	-	-	-	-	0,16	12,4	Nhiệt độ trong phòng	Ví dụ sáng chế				
17	-	-	-	-	0,021	-	-	-	0,17	12,0	Nhiệt độ trong phòng	Ví dụ sáng chế				
18	0,332	-	0,0221	-	-	-	-	-	0,19	12,1	Nhiệt độ trong phòng	Ví dụ sáng chế				
19	0,165	0,046	-	-	-	0,043	-	-	0,19	11,9	Nhiệt độ trong phòng	Ví dụ sáng chế				
20	-	0,055	-	-	-	-	-	0,0024	0,15	12,3	Nhiệt độ trong phòng	Ví dụ sáng chế				
21	-	-	0,0743	-	-	-	0,0052	-	0,18	12,2	Nhiệt độ trong phòng	Ví dụ sáng chế				
22		0,034	-	0,011	-	0,032	0,0031	-	0,17	12,4	Nhiệt độ trong phòng	Ví dụ sáng chế				
23	0,258	-	0,031	-	0,043	-	-	0,0037	0,19	11,8	Nhiệt độ trong phòng	Ví dụ sáng chế				
24			-	-	-	-	-	-	0,18	12,3	Nhiệt độ trong phòng	Ví dụ sáng chế				
25	-	-	-	-	-	-	-	-	0,27	11,9	100°C	Ví dụ sáng chế				
26	-	-	-	-	-	-	-	-	0,13	17,2	Nhiệt độ trong phòng	Ví dụ so sánh				
27	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15	15,2	Nhiệt độ trong phòng	Ví dụ so sánh				
28	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15	15,4	Nhiệt độ trong phòng	Ví dụ so sánh				
Pcm = [C]+[Si]/30+[Mn]/20+[Cu]/20+[Ni]/60+[Cr]/20+[Mo]/15+[V]/10+5x[B]																

Bảng 2-3

Loại thép	Thành phần (% khối lượng)																	
	C	Si	Mn	P	S	SoIAl	N	O	Ca	Cu	Ni	W	Nb	Sn	Cr	Co		
29	0,095	0,20	0,70	0,019	0,0035	0,023	0,0026	0,0010	0,0002	0,30	0,19	-	0,071	-	-	-		
30	0,093	0,20	0,70	0,018	0,0034	0,022	0,0027	0,0014	0,0001	0,30	0,20	-	-	0,053	-	-		
31	0,095	0,20	0,69	0,019	0,0033	0,028	0,0025	0,0017	0,0005	0,30	0,19	-	-	-	0,51	-		
32	0,093	0,20	0,70	0,015	0,0039	0,037	0,0021	0,0023	0,0002	0,34	0,21	0,21	0,002	-	-	-		
33	0,097	0,21	0,71	0,021	0,0033	0,022	0,0033	0,0011	0,0001	0,33	0,19	0,33	-	0,003	-	-		
34	0,092	0,20	0,70	0,018	0,0015	0,035	0,0029	0,0018	0,0001	0,31	0,21	0,02	0,018	0,043	-	-		
35	0,092	0,19	0,72	0,021	0,0043	0,027	0,0030	0,0025	0,0001	0,31	0,21	0,45	-	-	0,51	-		
36	0,087	0,19	0,73	0,020	0,0038	0,030	0,0027	0,0016	0,0002	0,31	0,20	0,51	-	-	-	-		
37	0,095	0,23	0,72	0,021	0,0035	0,028	0,0026	0,0017	0,0003	0,25	0,23	0,29	-	-	-	-		
38	0,095	0,18	0,69	0,019	0,0035	0,028	0,0026	0,0019	0,0002	0,32	0,20	0,31	-	-	-	-		
39	0,088	0,19	0,70	0,020	0,0042	0,019	0,0034	0,0020	0,0009	0,31	0,20	-	0,050	0,051	-	-		
40	0,089	0,18	0,72	0,020	0,0032	0,021	0,0030	0,0016	0,0002	0,30	0,20	-	0,051	-	0,50	-		
41	0,089	0,19	0,73	0,021	0,0042	0,024	0,0025	0,0013	0,0001	0,02	1,53	-	-	-	-	-		
42	0,098	0,25	0,91	0,018	0,0033	0,028	0,0035	0,0014	0,0003	0,91	2,41	-	-	-	0,59	-		

Loại thép	Thành phần (% khối lượng)								Pcm (%) khối lượng	Suy giảm chiều dày (μm)	Nhiệt độ nung sơ bộ để ngăn nứt (°C)	Tham chiếu
	Mo	Sb	REM	Ti	V	Zr	B	Mg				
29	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15	15,3	Nấu trong phòng	Ví dụ so sánh
30	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15	17,7	Nấu trong phòng	Ví dụ so sánh
31	-	-	-	-	-	-	-	-	0,18	14,3	Nấu trong phòng	Ví dụ so sánh
32	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15	15,5	Nấu trong phòng	Ví dụ so sánh
33	-	-	-	-	-	-	-	-	0,16	15,2	Nấu trong phòng	Ví dụ so sánh
34	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15	15,0	Nấu trong phòng	Ví dụ so sánh
35	-	-	-	-	-	-	-	-	0,18	14,6	Nấu trong phòng	Ví dụ so sánh
36	0,493	-	-	-	0,038	-	-	-	0,19	14,7	Nấu trong phòng	Ví dụ so sánh
37	-	0,070	-	-	-	-	-	0,0021	0,15	15,0	Nấu trong phòng	Ví dụ so sánh
38	-	-	-	-	-	0,043	0,0015	-	0,16	14,9	Nấu trong phòng	Ví dụ so sánh
39	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15	15,0	Nấu trong phòng	Ví dụ so sánh
40	-	-	-	-	-	-	-	-	0,17	14,9	Nấu trong phòng	Ví dụ so sánh
41	0,291	-	-	-	-	-	-	-	0,18	14,0	Nấu trong phòng	Ví dụ so sánh
42	-	-	-	-	-	-	-	-	0,27	12,5	100°C	Ví dụ so sánh

$$Pcm = [C] + [Si]/30 + [Mn]/20 + [Cu]/20 + [Ni]/60 + [Cr]/20 + [Mo]/15 + [V]/10 + 5x[B]$$

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Vật liệu thép kết cấu bao gồm, theo % khối lượng, C: 0,020% hoặc nhiều hơn và ít hơn 0,140%, Si: 0,05% hoặc nhiều hơn và 2,00% hoặc ít hơn, Mn: 0,20% hoặc nhiều hơn và 2,00% hoặc ít hơn, P: 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,030% hoặc ít hơn, S: 0,0001% hoặc nhiều hơn và 0,0200% hoặc ít hơn, Al: 0,001% hoặc nhiều hơn và 0,100% hoặc ít hơn, Cu: 0,10% hoặc nhiều hơn và 1,00% hoặc ít hơn, Ni: 0,10% hoặc nhiều hơn và ít hơn 0,65%, W: 0,05% hoặc nhiều hơn và 1,00% hoặc ít hơn, và một trong hai hoặc cả hai nguyên tố Nb: 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,200% hoặc ít hơn và Sn: 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,200% hoặc ít hơn, còn lại là sắt và tạp chất khó tránh.
2. Vật liệu thép kết cấu theo điểm 1 hoặc 2, trong đó vật liệu này còn bao gồm, theo % khối lượng, Cr: nhiều hơn 0,1% và 1,0% hoặc ít hơn.
3. Vật liệu thép kết cấu theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 đến 2, trong đó vật liệu này còn bao gồm, theo % khối lượng, ít nhất một nguyên tố được chọn từ Co: 0,01% hoặc nhiều hơn và 1,00% hoặc ít hơn, Mo: 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,165% hoặc ít hơn, Sb: 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,055% hoặc ít hơn, và REM (kim loại đất hiếm): 0,0001% hoặc nhiều hơn và 0,1000% hoặc ít hơn.
4. Vật liệu thép kết cấu theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 đến 3, trong đó vật liệu này còn bao gồm, theo % khối lượng, ít nhất một trong các nguyên tố được chọn từ Ti: 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,200% hoặc ít hơn, V: 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,200% hoặc ít hơn, Zr: 0,005% hoặc nhiều hơn và 0,200% hoặc ít hơn, B: 0,0001% hoặc nhiều hơn và 0,0050% hoặc ít hơn, và Mg: 0,0001% hoặc nhiều hơn và 0,0100% hoặc ít hơn.
5. Vật liệu thép kết cấu theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 đến 4, trong đó thông số nứt hàn Pcm được xác định bằng công thức (1) dưới đây bằng 0,25% khối lượng hoặc nhỏ hơn:

$$P_{cm} = [C] + [Si]/30 + [Mn]/20 + [Cu]/20 + [Ni]/60 + [Cr]/20 + [Mo]/15 + [V]/10 + 5 \times [B] \quad (1)$$

trong đó [C], [Si], [Mn], [Cu], [Ni], [Cr], [Mo], [V], và [B] là các hàm lượng (% khối lượng) của các nguyên tố tương ứng.

6. Kết cấu thép bao gồm vật liệu thép kết cấu theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 đến 5.

FIG. 1

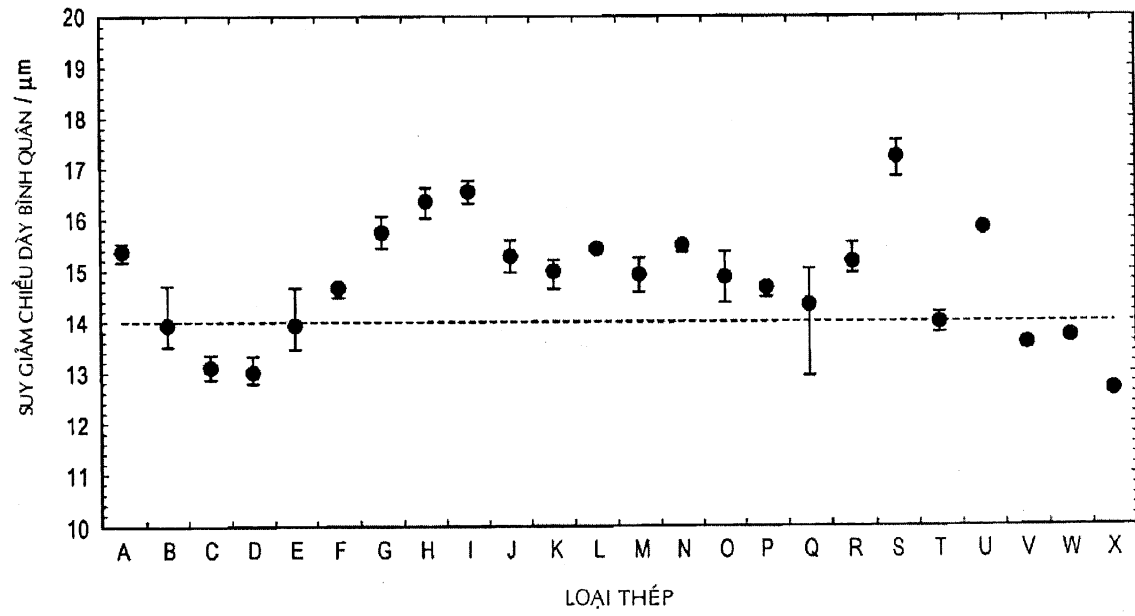


FIG. 2

