



- (12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ
(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) 
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ 1-0048467
(51)^{2020.01} C22C 38/12; C21D 9/46; C22C 38/16; (13) B
B21B 3/02; C22C 38/00
-

- (21) 1-2021-01133 (22) 25/09/2019
(86) PCT/IB2019/058125 25/09/2019 (87) WO2020/065549 02/04/2020
(30) PCT/IB2018/057384 25/09/2018 IB
(45) 25/07/2025 448 (43) 26/07/2021 400A
(73) ARCELORMITTAL (LU)
24-26, Boulevard d'Avranches, L-1160 Luxembourg, Luxembourg
(72) DIAZ GONZALEZ, Eva (ES); BRACKE, Lieven (BE); WATERSCHOOT, Tom
(BE); DESTRYCKER, Joost (BE).
(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)
-

- (54) SẢN PHẨM THÉP ĐƯỢC CÁN NÓNG VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT SẢN
PHẨM THÉP NÀY

(21) 1-2021-01133

(57) Sáng chế đề cập đến sản phẩm thép được cán nóng có thành phần hóa học chứa các nguyên tố sau, tính theo tỷ lệ phần trăm khối lượng: $0,06\% \leq C \leq 0,18\%$, $0,01\% \leq Ni \leq 0,6\%$, $0,001\% \leq Cu \leq 2\%$, $0,001\% \leq Cr \leq 2\%$, $0,001\% \leq Si \leq 0,8\%$, $0\% \leq N \leq 0,008\%$, $0\% \leq P \leq 0,03\%$, $0\% \leq S \leq 0,03\%$, $0,001\% \leq Mo \leq 0,5\%$, $0,001\% \leq Nb \leq 0,1\%$, $0,001\% \leq V \leq 0,5\%$, $0,001\% \leq Ti \leq 0,1\%$ và một hoặc nhiều nguyên tố tùy ý sau $0,2\% \leq Mn \leq 2\%$, $0,005\% \leq Al \leq 0,1\%$, $0\% \leq B \leq 0,003\%$, $0\% \leq Ca \leq 0,01\%$, $0\% \leq Mg \leq 0,010\%$, và thành phần còn lại là sắt và các tạp chất không tránh khỏi gây ra bởi quá trình xử lý, sản phẩm thép này có lớp vảy có cấu trúc bậc ba chứa, theo tỷ lệ phần trăm diện tích, tổng hàm lượng của magnetit và ferrit ít nhất bằng 50%, trong đó hàm lượng ferrit ít nhất bằng 25%, hàm lượng wustit nằm trong khoảng từ 0% đến 50%, và hàm lượng hematit nằm trong khoảng từ 0% đến 10%, lớp vảy này có chiều dày nằm trong khoảng từ 5 μ m đến 40 μ m. Sáng chế cũng đề cập đến phương pháp sản xuất sản phẩm thép này.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến sản phẩm thép được cán nóng có độ kết dính vảy rất cao thích hợp để sử dụng trong sản xuất máy công nghiệp nặng, như cần cầu, xe tải và các máy ủi khác. Cụ thể, sáng chế đề cập đến sản phẩm thép được cán nóng có độ kết dính vảy và khả năng chống ăn mòn rất cao và phương pháp sản xuất tấm thép này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Thép được cán nóng được sử dụng trong sản xuất các chi tiết thép của máy xây dựng và công nghiệp nặng, như các chi tiết của cần cầu, xe tải và máy ủi. Tuy nhiên, trong những năm gần đây, lượng khí thải ngày càng gia tăng dưới góc độ bảo vệ môi trường toàn cầu cũng như môi trường làm việc ngày càng khắc nghiệt, do đó cần có các máy móc này, như cần cầu và xe tải để thực hiện hiệu quả theo tiêu chuẩn công nghiệp đồng thời chống chịu được môi trường làm việc khắc nghiệt đặc biệt là dưới góc độ khả năng chống ăn mòn; do đó cần phát triển thép có khả năng chống ăn mòn và đặc tính cơ học thích hợp.

Các nỗ lực nghiên cứu đã được thực hiện để phát triển tấm thép có khả năng chống ăn mòn tối ưu có thể được duy trì trong môi trường làm việc khắc nghiệt đồng thời duy trì được các tiêu chuẩn công nghiệp.

Do đó, thép được cán nóng có vảy có cấu trúc bậc ba đã được phát triển để tạo ra cân bằng tốt giữa đặc tính cơ học và độ hiệu dụng trong môi trường làm việc khắc nghiệt đồng thời đáp ứng các tiêu chuẩn môi trường nghiêm ngặt. Các vảy có cấu trúc bậc ba này được tạo ra trong quy trình cán nóng, sau khi cán thô, khi vảy có cấu trúc bậc hai được loại bỏ. Vảy được tạo ra trong quy trình gia nhiệt thép đến nhiệt độ cán trong lò gia nhiệt lại được gọi là vảy có cấu trúc bậc một.

JP2014-031537 đề cập đến tấm thép được cán nóng có thành phần chứa các nguyên tố sau, theo tỷ lệ phần trăm khối lượng: C:0,01 đến 0,4%, Si:0,001 đến 2,0%, Mn:0,01 đến 3,0%, P:0,05% hoặc nhỏ hơn, S:0,05% hoặc nhỏ hơn, Al:0,3% hoặc nhỏ hơn, N:0,01% hoặc nhỏ hơn và lượng cân bằng là sắt và các tạp chất không tránh khỏi, và có chiều dày của lớp vảy được tạo ra trên bề mặt của sản phẩm thép này bằng 20 μ m hoặc

nhỏ hơn, tỷ lệ của chiều dài tiếp xúc với ferrit của sản phẩm thép này và magnetit so với chiều dài tiếp xúc với ferrit và vảy theo hướng cán bằng 80% hoặc cao hơn và đường kính hạt trung bình của magnetit bằng $3\mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn, tấm thép được cán nóng này có thời gian duy trì bằng 90 phút hoặc lâu hơn ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 400°C đến 450°C , điều này rất tốn năng lượng. Hơn nữa, tấm thép được cán nóng này có hàm lượng hematit cao gây bất lợi cho độ kết dính vảy.

JP2004-346416 đề cập đến tấm thép được cán nóng chứa lớp vảy có khả năng tái sản xuất và độ kết dính được cải thiện đáng kể, ngay cả khi vật liệu thép có hàm lượng Mn đặc biệt cao. Tấm thép được cán nóng này có lớp vảy trên bề mặt, chứa magnetit, chứa MnFe_2O_4 ở hàm lượng bằng 0,3% hoặc nhỏ hơn tính theo tỷ lệ thể tích và (Fe, Mn) O ở hàm lượng bằng 1,0% hoặc nhỏ hơn tính theo tỷ lệ thể tích, và có ứng suất nén dư bằng 400MPa hoặc nhỏ hơn. Tuy nhiên, sự có mặt của MnFe_2O_4 làm giảm độ kết dính vảy ngay cả khi hàm lượng magnetit cao.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, mục đích của sáng chế là đề cập đến sản phẩm thép được cán nóng có độ kết dính vảy rất cao đồng thời có:

- khả năng chống ăn mòn được cải thiện nhỏ hơn 20% gỉ đỏ,
- độ kết dính vảy bằng hoặc cao hơn 60% hệ số phản xạ.
- độ sạch bề mặt bằng hoặc cao hơn 65% hệ số phản xạ,

Tốt hơn nếu, sản phẩm thép này có khả năng thích hợp để tạo hình cao, cụ thể để cán và khả năng hàn và cắt cao.

Sáng chế cũng đề cập đến phương pháp sản xuất sản phẩm thép nêu trên tương thích với các ứng dụng công nghiệp thông thường đồng thời không bị ảnh hưởng bởi một số thay đổi nhỏ các thông số sản xuất.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sản phẩm thép theo sáng chế có thành phần cụ thể được mô tả chi tiết dưới đây.

Cacbon có mặt trong sản phẩm thép theo sáng chế ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 0,06% đến 0,18%. Cacbon có mặt để đảm bảo độ bền kéo nhất định. Tuy nhiên, khi hàm lượng của cacbon nhỏ hơn 0,06%, thì không đảm bảo được độ bền kéo nhất định.

Mặt khác, khi hàm lượng của cacbon cao hơn 0,18%, thì độ dai của vật liệu kim loại và vùng bị ảnh hưởng bởi nhiệt hàn bị giảm, và khả năng hàn bị giảm đáng kể. Do đó, hàm lượng của cacbon được giới hạn nằm trong khoảng từ 0,06% đến 0,18%.

Niken có mặt trong sản phẩm thép theo sáng chế ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 0,01% đến 0,6%. Niken có tác dụng cải thiện độ dai và khả năng tôi của vật liệu thép. Tuy nhiên, niken cũng đóng vai trò để tạo ra vảy kết dính. Hàm lượng tối thiểu của niken bằng 0,01% là cần thiết để kết dính vảy. Khi hàm lượng của niken vượt quá 0,6%, thì hiệu quả kinh tế bị giảm. Tốt hơn nếu hàm lượng của niken nằm trong khoảng từ 0,01% đến 0,3%.

Đồng có mặt trong sản phẩm thép theo sáng chế ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 0,001% đến 2%. Đồng có tác dụng cải thiện độ bền bằng cách hóa cứng dung dịch và hóa cứng kết tủa đối với vật liệu thép. Đồng có ảnh hưởng đáng kể đến quá trình hình thành vảy do đó hàm lượng tối thiểu của đồng bằng 0,005% là cần thiết để đảm bảo hàm lượng tối thiểu của vảy trên bề mặt thép và tạo ra độ kết dính vảy. Tuy nhiên, khi hàm lượng của đồng vượt quá 2%, vết nứt trong điều kiện xử lý ở nhiệt độ cao có xu hướng xuất hiện trong bước gia nhiệt phơi thép hoặc bước hàn. Do đó, khi đồng được bổ sung, thì hàm lượng của nguyên tố này được giới hạn bằng 2% hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn nếu hàm lượng của đồng nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,5%.

Crom có mặt trong sản phẩm thép theo sáng chế ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 0,001% đến 2%. Crom có tác dụng cải thiện độ bền và độ dai, và đặc biệt hữu hiệu để tạo ra độ bền nhiệt cao. Do đó, khi cần gia tăng độ bền của vật liệu thép, thì crom được chủ động bổ sung vào, và tốt hơn nếu crom được bổ sung ở hàm lượng bằng 0,01% hoặc cao để tạo ra độ bền kéo cho vật liệu thép. Crom đặc biệt có lợi để kết dính vảy wustit do crom có tác dụng gắn kết trên wustit. Tuy nhiên, khi hàm lượng của crom vượt quá 2%, thì khả năng hàn bị giảm. Do đó, khi crom được bổ sung, thì hàm lượng của nguyên tố này được giới hạn bằng 2% hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn nếu hàm lượng của crom theo sáng chế nằm trong khoảng từ 0,01% đến 0,3%.

Silic có mặt trong sản phẩm thép theo sáng chế ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,8%. Silic được bổ sung làm chất khử oxy trong bước luyện thép và nguyên tố để cải thiện độ bền. Tuy nhiên, khi hàm lượng của silic nhỏ hơn 0,01%, thì không đảm bảo được độ bền kéo nhất định. Mặt khác, khi hàm lượng của silic cao hơn 0,8%, thì silic

làm tăng hình thành fayalit ảnh hưởng đến độ đồng nhất của vảy. Tốt hơn nếu hàm lượng của silic nằm trong khoảng từ 0,01% đến 0,5% và tốt hơn nữa nếu nằm trong khoảng từ 0,01% đến 0,4%.

Nitơ có mặt trong sản phẩm thép theo sáng chế ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 0% đến 0,008%. Nitơ được bổ sung do nguyên tố này có tác dụng làm sạch cấu trúc bằng cách tạo ra nitrua chứa titan hoặc nguyên tố tương tự, và do đó cải thiện độ dai của vật liệu kim loại và vùng bị ảnh hưởng bởi nhiệt hàn. Khi nitơ được bổ sung ở hàm lượng nhỏ hơn 0,0005%, thì tác dụng làm sạch cấu trúc không được tạo ra đầy đủ. Mặt khác, khi nitơ được bổ sung ở hàm lượng cao hơn 0,008%, thì hàm lượng của nitơ hòa tan được gia tăng, do đó độ dai của vật liệu kim loại và vùng bị ảnh hưởng bởi nhiệt hàn bị giảm. Do đó, tốt hơn nếu hàm lượng của hàm lượng nitơ được giới hạn nằm trong khoảng từ 0,0005% đến 0,008%.

Phospho và lưu huỳnh đều là các nguyên tố tạp chất, và có thể có mặt ở hàm lượng tối đa bằng 0,03%. Khi hàm lượng của phospho và lưu huỳnh cao hơn 0,03%, thì có thể không đạt được vật liệu kim loại và mối hàn hoàn thiện. Do đó, hàm lượng của phospho và lưu huỳnh đều được giới hạn bằng 0,03% hoặc nhỏ hơn. Tuy nhiên, tốt hơn nếu hàm lượng của lưu huỳnh được giới hạn như sau: $0,0004\% \leq S \leq 0,0025\%$ và hàm lượng của phospho được giới hạn nằm trong khoảng từ 0% đến 0,02%.

Molypden có mặt trong sản phẩm thép theo sáng chế ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,5%. Molypden có tác dụng cải thiện khả năng chống ăn mòn của vảy và độ bền của sản phẩm thép. Ngoài ra, molypden có tác dụng cải thiện độ kết dính vảy. Khi molypden được bổ sung ở hàm lượng cao hơn 0,5%, thì hiệu quả kinh tế bị giảm. Do đó, khi molypden được bổ sung, thì hàm lượng của nguyên tố này được giới hạn nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,3%.

Niobi là nguyên tố tạo hợp kim vi cấu trúc có tác dụng cải thiện độ bền của sản phẩm thép, bằng cách hấp thụ hydro khuếch tán bằng cách tạo ra carbua, nitrua, hoặc cacbon-nitrua, do đó cải thiện khả năng chống nứt muộn. Khi niobi được bổ sung ở hàm lượng nhỏ hơn 0,001%, thì tác dụng này là không đủ. Mặt khác, khi niobi được bổ sung ở hàm lượng cao hơn 0,1%, độ dai của vùng bị ảnh hưởng bởi nhiệt hàn bị giảm. Do đó, khi niobi được bổ sung, thì hàm lượng của nguyên tố này được giới hạn nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,1%.

Vanadi là nguyên tố tạo hợp kim vi cấu trúc có tác dụng cải thiện độ bền của sản phẩm thép, bằng cách hấp thụ hydro khuếch tán bằng cách tạo ra carbua, nitrua, hoặc cacbon-nitrua. Khi vanadi được bổ sung ở hàm lượng nhỏ hơn 0,001% thì tác dụng này là không đủ. Mặt khác, khi vanadi được bổ sung ở hàm lượng cao hơn 0,5%, thì độ dai của vùng bị ảnh hưởng bởi nhiệt hàn bị giảm. Do đó, khi vanadi được bổ sung, thì hàm lượng của nguyên tố này được giới hạn nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,5%. Tốt hơn nếu hàm lượng của vanadi nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,3%.

Titan có mặt trong sản phẩm thép theo sáng chế ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,1%. Titan tạo ra nitrua và tạo ra độ bền cho sản phẩm thép theo sáng chế. Tuy nhiên, khi titan được bổ sung ở hàm lượng nhỏ hơn 0,001%, thì tác dụng này là không đủ. Mặt khác, khi titan được bổ sung ở hàm lượng cao hơn 0,1%, thì độ dai của sản phẩm thép bị giảm. Do đó, khi titan được bổ sung, thì hàm lượng của nguyên tố này được giới hạn nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,1%.

Mangan được bổ sung vào để đảm bảo độ bền kéo nhất định. Tuy nhiên, khi hàm lượng của mangan nhỏ hơn 0,2%, thì không đảm bảo được độ bền kéo nhất định. Mặt khác, khi hàm lượng của mangan cao hơn 2%, thì khả năng hàn bị giảm đáng kể. Hàm lượng mangan theo sáng chế hỗ trợ hình thành và làm ổn định wustit trong vảy, do đó cải thiện độ kết dính của vảy. Tuy nhiên, khi hàm lượng của mangan cao hơn 2%, thì $MnFe_2O_4$ được tạo ra và gây bất lợi cho độ kết dính vảy. Do đó, tốt hơn nếu hàm lượng của mangan theo sáng chế nằm trong khoảng từ 0,2% đến 1,8% và tốt hơn nữa nếu nằm trong khoảng từ 0,5% đến 1,5%.

Nhôm là nguyên tố tùy ý theo sáng chế và có thể có mặt ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 0,005% đến 0,1%. nhôm được bổ sung làm chất khử oxy. Ngoài ra, nhôm có tác dụng làm sạch sản phẩm thép theo sáng chế. Tuy nhiên, khi hàm lượng của nhôm nhỏ hơn 0,005%, thì không đảm bảo được độ bền kéo nhất định. Mặt khác, khi hàm lượng của nhôm cao hơn 0,1%, thì độ sạch bề mặt và chất lượng bề mặt của sản phẩm thép giảm. Do đó, hàm lượng của nhôm được giới hạn nằm trong khoảng từ 0,005% đến 0,1%.

Bo là nguyên tố tùy ý của sản phẩm thép sản phẩm thép theo sáng chế và có mặt trong tấm thép này ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 0% đến 0,003%. Bo có tác dụng cải thiện khả năng tôi. Tuy nhiên, khi hàm lượng của bo vượt quá 0,003%, thì độ dai bị

giảm. Do đó, khi bo được bổ sung, thì hàm lượng của nguyên tố này được giới hạn bằng 0,003% hoặc nhỏ hơn.

Canxi là nguyên tố tùy ý và được sử dụng để kiểm soát tạp chất chứa sulfua. Tuy nhiên, khi canxi được bổ sung ở hàm lượng cao hơn 0,01%, thì độ sạch bị giảm. Do đó, khi canxi được bổ sung, thì hàm lượng của nguyên tố này được giới hạn bằng 0,01% hoặc nhỏ hơn.

Magie là nguyên tố tùy ý được sử dụng để cải thiện khả năng hàn của thép và được giới hạn ở hàm lượng bằng 0,010%.

Vảy theo sáng chế là vảy có cấu trúc bậc ba được phát triển trên bề mặt dải thép trong bước làm nguội sau bước cán nóng cũng như trong bước cuộn và bước làm nguội sau bước cuộn cho đến khi đạt được nhiệt độ 450°C và có chiều dày nằm trong khoảng từ 5µm đến 40µm. Vảy này chứa ferrit và magnetit và có thể tùy ý chứa hematit và wustit. Chức năng và vai trò cụ thể của toàn bộ các thành phần được thể hiện trong bản mô tả để hiểu rõ sáng chế.

Lớp oxit ban đầu của wustit được tạo ra do dư thừa oxy sau bước cán hoàn thiện, wustit được tạo ra liền kề với vật liệu thép trong khi đó lớp hematit được tạo ra ở phía trên lớp wustit. Tuy nhiên, sau bước cuộn, hàm lượng oxy bị hạn chế, do đó wustit được tiêu thụ và phản ứng với sắt để tạo ra hai lớp oxit riêng biệt:

- lớp magnetit được phân tán với ferrit liền kề với vật liệu thép, và
- lớp wustit oxit được tạo ra ngay phía trên lớp magnetit này.

Bằng cách kiểm soát chiều dày và thành phần của vảy này, có thể đạt được đặc tính cơ học và đặc tính sử dụng mong muốn. Vảy theo sáng chế chứa, tính theo tỷ lệ phần trăm diện tích, magnetit và ferrit ở hàm lượng tổng số cao hơn 50% diện tích, wustit ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 0% đến 50% và hematit ở hàm lượng tối đa bằng 10%.

Hàm lượng tích lũy của magnetit và ferrit trong vảy có cấu trúc bậc ba bằng 50% hoặc cao hơn. Theo phương án ưu tiên, hàm lượng tích lũy của magnetit và ferrit bằng 70% hoặc cao hơn và hàm lượng của magnetit cao hơn 30%. Lớp vảy magnetit oxit được tạo ra liền kề với vật liệu thép được tạo ra trong bước cuộn cho đến khi đạt được nhiệt độ 450°C. Trong lớp magnetit này, ferrit được phân tán và do sự có mặt các hạt này, lớp magnetit tạo ra độ kết dính cho vảy. Sự có mặt của magnetit trong vảy có cấu trúc bậc ba

được thể hiện trên Fig.1, trong đó sự có mặt của magnetit được thể hiện với ferrit được phân tán trong magnetit này. Ferrit có mặt ở hàm lượng ít nhất bằng 25% trong vảy có cấu trúc bậc ba theo sáng chế. Ferrit có cấu trúc BCC và độ cứng thường nằm trong khoảng từ 75BHN đến 95BHN. Ferrit được phân tán trong lớp magnetit và ảnh hưởng đến độ kết dính của vảy cũng thể hiện trên Fig.1. Ferrit được tạo ra trong phản ứng phân hủy wustit thành magnetit do trong phản ứng này, sắt của vật liệu thép phản ứng với wustit do thiếu oxy và tạo ra magnetit và ferrit.

Wustit có thể có mặt ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 0% đến 50% trong vảy theo sáng chế. Wustit là pha oxit giàu sắt mềm nhất có công thức FeO . Wustit có hệ tinh thể lập phương đẳng hướng có độ cứng nằm trong khoảng từ 5 đến 5,5 theo thang đo Mohs trong khi wustit ở trạng thái dẻo ở nhiệt độ cao, do đó có tác dụng hỗ trợ trong bước hàn và bước cắt. Tuy nhiên wustit ở trạng thái rất cứng và ổn định ở nhiệt độ thấp hơn ảnh hưởng đến khả năng mài mòn cũng như khả năng chống ăn mòn của lớp oxit theo sáng chế. Khi hàm lượng của wustit vượt quá 50%, thì độ kết dính và khả năng chống ăn mòn của vảy theo sáng chế sẽ giảm.

Hematit có thể có mặt ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 0% đến 10% trong vảy theo sáng chế. Khi có mặt, hematit thường tạo ra lớp trên cùng của vảy. Hematit không phải là thành phần thiết yếu của sản phẩm thép sản phẩm thép theo sáng chế. Tuy nhiên, hematit có thể có mặt do các thông số của quy trình xử lý. Khi có mặt ở hàm lượng nhỏ hơn hoặc bằng 10%, thì hematit không tạo ra ảnh hưởng bất kỳ. Tuy nhiên, khi có mặt ở hàm lượng cao hơn 10%, thì hematit ảnh hưởng bất lợi đến độ kết dính của vảy theo sáng chế.

Sản phẩm thép theo sáng chế có thể được sản xuất bằng phương pháp thích hợp bất kỳ. Tuy nhiên, tốt hơn nếu sản phẩm thép theo sáng chế được sản xuất bằng phương pháp được mô tả dưới đây.

Thép bán thành phẩm theo sáng chế có thể được đúc thành thỏi thép hoặc đúc thành dạng phiến mỏng hoặc dải mỏng, tức là có chiều dày nằm trong khoảng từ 220mm đối với phiến thép đến vài chục mm đối với dải thép mỏng hoặc phiến thép mỏng.

Để đơn giản hóa, thép bán thành phẩm ở dạng phiến thép sẽ được mô tả chủ yếu trong phần mô tả dưới đây. Phiến thép có thành phần hóa học nêu trên được sản xuất bằng quy trình đúc liên tục, và được chế tạo để tiếp tục xử lý bằng phương pháp sản xuất

theo sáng chế. Theo đó, phiến thép có thể được sử dụng với nhiệt độ cao trong quy trình đúc liên tục hoặc trước tiên có thể được làm nguội đến nhiệt độ phòng, sau đó được gia nhiệt lại.

Tốt hơn nếu nhiệt độ của phiến thép được cán nóng cao hơn nhiệt độ A_{c3} và ít nhất cao hơn 1000°C và phải nhỏ hơn 1280°C . Nhiệt độ này được duy trì để đảm bảo rằng toàn bộ các vị trí trong phiến thép đạt được khoảng austenit. Khi nhiệt độ của phiến thép nhỏ hơn 1000°C , thì trọng tải quá mức được áp dụng trên máy cán, và hơn nữa, nhiệt độ của sản phẩm thép có thể giảm đến nhiệt độ biến đổi ferrit trong bước cán. Do đó, để đảm bảo bước cán được cán trong vùng austenit hoàn chỉnh, bước gia nhiệt lại phải được thực hiện ở nhiệt độ cao hơn 1000°C . Hơn nữa, nhiệt độ không được cao hơn 1280°C để ngăn ngừa quá trình sinh trưởng bất lợi của hạt austenit dẫn đến hình thành hạt ferrit thô làm giảm khả năng tái kết tinh của các hạt này trong bước cán nóng. Hơn nữa, nhiệt độ cao hơn 1280°C làm tăng nguy cơ hình thành các lớp oxit dày gây ảnh hưởng bất lợi trong bước cán nóng.

Nhiệt độ cán cuối cùng phải cao hơn 800°C , tốt hơn nếu cao hơn 840°C . Nhiệt độ cán cuối cùng cần cao hơn 800°C để đảm bảo rằng sản phẩm thép được cán nóng được cán trong vùng austenit hoàn chỉnh và nhiệt độ đủ cao ở thời điểm kết thúc bước cán hoàn thiện để tạo ra vảy mong muốn và cũng để đảm bảo chiều dày tối thiểu của vảy bằng $5\mu\text{m}$. Chiều dày cuối cùng sản phẩm thép được cán nóng sau bước cán nóng nằm trong khoảng từ 2mm đến 20mm.

Sau đó, sản phẩm thép được cán nóng thu được theo cách thức này được làm nguội ở tốc độ làm nguội nằm trong khoảng từ $2^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ đến $30^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ đến nhiệt độ cuộn bằng 650°C hoặc nhỏ hơn để thu được thành phần cần thiết của vảy theo sáng chế. Tốc độ làm nguội không được cao hơn $30^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ để ngăn ngừa hiện tượng giảm hình thành vảy về cả thành phần và chiều dày của vảy. Nhiệt độ cuộn phải nhỏ hơn 650°C , do khi nhiệt độ cuộn cao hơn 650°C , thì có nguy cơ hình thành quá nhiều oxit giàu oxy làm giảm độ kết dính của vảy cũng như ảnh hưởng bất lợi đến các đặc tính cơ học còn lại, như độ nhám và độ dẻo của lớp vảy. Tốt hơn nếu nhiệt độ cuộn để cuộn sản phẩm thép được cán nóng theo sáng chế nằm trong khoảng từ 550°C đến 650°C và tốt hơn nếu tốc độ làm nguội sau bước cán nóng nằm trong khoảng từ $2^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ đến $15^{\circ}\text{C}/\text{giây}$

Sau đó, sản phẩm thép được cán nóng được để nguội đến nhiệt độ phòng ở tốc độ làm nguội tốt hơn nếu không cao hơn $10^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ để đạt được khoảng thời gian mong muốn ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 450°C đến 550°C để cho phép tạo ra lớp magnetit chứa sắt được phân tán trong oxy giới hạn để biến đổi từ wustit.

Sau đó, sản phẩm thép được cán nóng này được làm nguội ở tốc độ làm nguội nhỏ hơn $2^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ đến nhiệt độ phòng, tốt hơn nếu tốc độ làm nguội sau bước cuộn nằm trong khoảng từ $0,0001^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ đến $1^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ và tốt hơn nữa nếu tốc độ làm nguội sau bước cuộn nằm trong khoảng từ $0,0001^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ đến $0,5^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Các tốc độ làm nguội này đạt được bằng cách làm nguội sản phẩm thép được cán nóng và cuộn này trong khu vực kín hoặc được che phủ. Khi sản phẩm thép được cán nóng đạt đến nhiệt độ phòng sau bước làm nguội, thì thu được tấm thép có độ bền cao và độ kết dính vảy rất cao.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn thông qua các ví dụ sau. Các ví dụ này chỉ nhằm mục đích minh họa chứ không giới hạn phạm vi của sáng chế. Tầm quan trọng của các thông số quy trình được chọn bởi các tác giả sáng chế sau các thử nghiệm chuyên sâu và thiết lập các đặc tính có thể đạt được bằng thép theo sáng chế cũng được mô tả chi tiết hơn trong phần mô tả dưới đây.

Thành phần của các tấm thép được sử dụng làm các mẫu thử nghiệm được thể hiện trong Bảng 1, trong đó các tấm thép được sản xuất theo các thông số quy trình được thể hiện tương ứng trong Bảng 2. Bảng 3 thể hiện các vi cấu trúc dạng vảy có cấu trúc bậc ba thu được và bảng 4 thể hiện kết quả đánh giá các đặc tính sử dụng.

Bảng 1 - Thành phần của các tấm thép

Bảng 1 được đưa ra chỉ để kiểm chứng thực tế rằng vảy kết dính có thể được tạo ra trên các tấm thép có thành phần khác nhau đáp ứng các thông số quy trình theo sáng chế. Các tấm thép có thành phần như vậy không cần được xử lý hoàn toàn do các tấm thép này chỉ nhằm mục đích minh họa.

Bảng 1 thể hiện các tấm thép có thành phần được thể hiện theo tỷ lệ phần trăm khối lượng.

Mẫu thép	C	Ni	Cu	Cr	Si	N	S	P	Mo	Nb	V	Ti	B
1	0,079	0,043	0,023	0,048	0,017	0,065	0,0035	0,011	0,0065	0,056	0,0055	0,036	0,0002

2	0,079	0,042	0,041	0,043	0,019	0,065	0,0037	0,0079	0,0070	0,073	0,0072	0,06	0,0003
3	0,068	0,027	0,015	0,028	0,016	0,062	0,002	0,0081	0,0051	0,072	0,0051	0,078	0,001
4	0,073	0,012	0,019	0,032	0,011	0,058	0,0032	0,016	0,0011	0,03	0,0025	0,0017	0,001

Bảng 2 - Các thông số quy trình

Bảng 2 thể hiện các thông số quy trình được thực hiện trên mẫu thép được thể hiện trên Bảng 1.

Mẫu thép	Nhiệt độ gia nhiệt lại (°C)	Nhiệt độ tinh luyện (°C)	Tốc độ làm nguội trước bước cuốn (°C/giây)	Chiều dày (mm)	Thời gian từ bước tinh luyện đến bước cuốn (giây)	Nhiệt độ cuốn (°C)	Tốc độ làm nguội sau bước cuốn (°C/giây)	Chiều dày vảy (μm)
1	1250	924	8,7	6	39	590	0,005	8,5
2	1220	846	5,3	6	35	640	0,01	8,3
3	1220	846	5,3	8	33	640	0,006	10,7
4	1250	924	8,7	4	30	590	0,008	9,1

Bảng 3 - Vi cấu trúc của vảy kết dính

Bảng 3 thể hiện kết quả thử nghiệm được thực hiện theo các tiêu chuẩn trên các kính hiển vi khác nhau, như kính hiển vi điện tử quét để xác định thành phần vi cấu trúc của cả vảy kết dính theo sáng chế và vảy kết dính tham chiếu.

Các kết quả được thể hiện theo tỷ lệ phần trăm diện tích; và đã quan sát thấy rằng toàn bộ các tấm thép theo các ví dụ của sáng chế đều có vi cấu trúc có thành phần nằm trong giới hạn quy định.

Mẫu thép	Magnetit	Ferrit	Wustit	Hematit	Magnetit + Ferrit
1	50	40	9	1	90
2	40	30	25	5	70
3	31	25	41	3	56
4	48	40	12	0	88

Bảng 4 - Đặc tính cơ học

Bảng 4 thể hiện đặc tính sử dụng của vảy theo sáng chế. Độ kết dính vảy và độ sạch bề mặt được thử nghiệm bằng thử nghiệm Scotch, trong đó trong thử nghiệm này, độ sạch bề mặt được đánh giá bằng cách dán băng dính trên bề mặt để thu nhận gỉ và vảy không kết dính. Sau đó băng dính này được đặt lên giấy trắng và hệ số phản xạ hoặc độ

trắng được đo. Để đánh giá độ kết dính vảy, băng dính được dán lên toàn bộ chiều dài của mẫu thử độ kéo. Sau đó mẫu thử này được kẹp trên máy thử độ bền kéo và kéo căng đến độ giãn bằng 0,2%. Sau đó, mẫu thử này (tấm thép thử nghiệm) được tháo cẩn thận và dán lên giấy trắng ở đó hệ số phản xạ được đo tương tự như trong trường hợp đánh giá độ sạch bề mặt.

Để đánh giá khả năng chống ăn mòn, thử nghiệm ở độ ẩm không đổi theo phương pháp NBN EN ISO 6270-2 trong 500 giờ được thực hiện. Sau thử nghiệm này, tỷ lệ phần trăm gỉ đỏ có mặt trên bề mặt được đánh giá bằng phần mềm phân tích hình ảnh.

Do đó, kết quả của các thử nghiệm cơ học khác nhau được thực hiện theo các tiêu chuẩn được thể hiện trong bảng dưới đây:

Mẫu thép	Độ kết dính vảy (% hệ số phản xạ)	Khả năng chống ăn mòn (% gỉ đỏ)	Độ sạch bề mặt (% hệ số phản xạ)
1	85	0,2	91
2	82	1,8	86
3	81	2,3	85
4	84	1,1	89

Các ví dụ này cho thấy rằng các sản phẩm thép được cán nóng dạng tấm theo sáng chế đều có toàn bộ các đặc tính mong muốn do thành phần đặc trưng của chúng và vi cấu trúc của vảy có cấu trúc bậc ba theo sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Sản phẩm thép được cán nóng có thành phần hóa học chứa các nguyên tố sau, tính theo tỷ lệ phần trăm khối lượng: $0,06\% \leq \text{Cacbon} \leq 0,18\%$, $0,01\% \leq \text{Niken} \leq 0,6\%$, $0,001\% \leq \text{Đồng} \leq 2\%$, $0,001\% \leq \text{Crom} \leq 2\%$, $0,001\% \leq \text{Silic} \leq 0,8\%$, $0\% \leq \text{Nito} \leq 0,008\%$, $0\% \leq \text{Phospho} \leq 0,03\%$, $0\% \leq \text{Luru huỳnh} \leq 0,03\%$, $0,001\% \leq \text{Molypden} \leq 0,5\%$, $0,001\% \leq \text{Niobi} \leq 0,1\%$, $0,001\% \leq \text{Vanadi} \leq 0,5\%$, $0,001\% \leq \text{Titan} \leq 0,1\%$, và có thể chứa một hoặc nhiều nguyên tố tùy ý sau: $0,2\% \leq \text{Mangan} \leq 2\%$, $0,005\% \leq \text{Nhôm} \leq 0,1\%$, $0\% \leq \text{Bo} \leq 0,003\%$, $0\% \leq \text{Canxi} \leq 0,01\%$, $0\% \leq \text{Magie} \leq 0,010\%$, thành phần còn lại là sắt và các tạp chất không tránh khỏi gây ra bởi quá trình xử lý, sản phẩm thép này có lớp vảy có cấu trúc bậc ba chứa, theo tỷ lệ phần trăm diện tích, tổng hàm lượng của magnetit và ferrit ít nhất bằng 50%, trong đó hàm lượng ferrit ít nhất bằng 25%, hàm lượng wustit nằm trong khoảng từ 0% đến 50%, và hàm lượng hematit nằm trong khoảng từ 0% đến 10%, lớp vảy này có chiều dày nằm trong khoảng từ 5 μm đến 40 μm .
2. Sản phẩm thép được cán nóng theo điểm 1, trong đó sản phẩm thép này có hàm lượng silic nằm trong khoảng từ 0,01% đến 0,5%.
3. Sản phẩm thép được cán nóng theo điểm 1 hoặc 2, trong đó sản phẩm thép này có hàm lượng niken nằm trong khoảng từ 0,1% đến 0,3%.
4. Sản phẩm thép được cán nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó sản phẩm thép này có hàm lượng đồng nằm trong khoảng từ 0,1% đến 0,5%.
5. Sản phẩm thép được cán nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó sản phẩm thép này có hàm lượng crom nằm trong khoảng từ 0,01% đến 0,3%.
6. Sản phẩm thép được cán nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó sản phẩm thép này có hàm lượng tổng số của magnetit và ferrit bằng 80% hoặc cao hơn và tỷ lệ phần trăm của magnetit cao hơn 30%.
7. Sản phẩm thép được cán nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó sản phẩm thép này có hàm lượng wustit bằng 45% hoặc nhỏ hơn.
8. Sản phẩm thép được cán nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó sản phẩm thép này có tỷ lệ phần trăm của gỉ đỏ, được đo theo phương pháp NBN EN ISO 6270-2, bằng 20% hoặc nhỏ hơn, và độ kết dính vảy bằng 80% hoặc cao hơn.

9. Sản phẩm thép được cán nóng theo điểm 8, trong đó sản phẩm thép này có tỷ lệ phần trăm của gỉ đỏ, được đo theo phương pháp NBN EN ISO 6270-2, bằng 15% hoặc nhỏ hơn, và độ sạch vảy bằng 80% hoặc cao hơn.

10. Phương pháp sản xuất sản phẩm thép được cán nóng bao gồm các bước sau:

- chế tạo thép bán thành phẩm có thành phần theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5;
- gia nhiệt lại thép bán thành phẩm nêu trên đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1000°C đến 1280°C;
- cán thép bán thành phẩm nêu trên hoàn toàn trong nhiệt độ austenit, trong đó nhiệt độ cán nóng cuối cùng bằng 800°C hoặc cao hơn để thu được sản phẩm thép được cán nóng có chiều dày nằm trong khoảng từ 2mm đến 20mm;
- làm nguội sản phẩm thép được cán nóng nêu trên ở tốc độ làm nguội nằm trong khoảng từ 2°C/giây đến 30°C/giây đến nhiệt độ cuộn bằng 650°C hoặc nhỏ hơn; và cuộn sản phẩm thép được cán nóng này;
- làm nguội sản phẩm thép được cán nóng nêu trên đến nhiệt độ phòng ở tốc độ làm nguội nhỏ hơn 2°C/giây để thu được sản phẩm thép được cán nóng.

11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó nhiệt độ cuộn nằm trong khoảng từ 550°C đến 650°C.

12. Phương pháp theo điểm 10 hoặc 11, trong đó nhiệt độ cán cuối cùng cao hơn 840°C.

13. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 11 đến 12, trong đó tốc độ làm nguội sau bước cán nóng nằm trong khoảng từ 2°C/giây đến 15°C/giây.

14. Phương pháp theo điểm 13, trong đó tốc độ làm nguội sau bước cuộn nằm trong khoảng từ 0,0001°C/giây đến 1°C/giây.

15. Phương pháp theo điểm 14, trong đó tốc độ làm nguội sau bước cuộn nằm trong khoảng từ 0,0001°C/giây đến 0,5°C/giây.