



(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)



1-0041694

(51)^{2020.01} C22C 38/02; C21D 8/02; C22C 38/04; (13) B
C22C 38/16; C22C 38/08; C22C 38/12;
C22C 38/14; C21D 6/00; C22C 38/06

(21) 1-2020-04138 (22) 18/12/2018
(86) PCT/IB2018/060241 18/12/2018 (87) WO2019/123239 27/06/2019
(30) PCT/IB2017/058120 19/12/2017 IB
(45) 25/11/2024 440 (43) 25/09/2020 390
(73) ARCELORMITTAL (LU)
24-26, Boulevard d'Avranches, 1160 Luxembourg, Luxembourg
(72) BARGES, Patrick (FR); ZUAZO RODRIGUEZ, Ian Alberto (PE).
(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) TẤM THÉP ĐÃ ĐƯỢC CÁN NGUỘI VÀ XỬ LÝ NHIỆT, VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT TẤM THÉP NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép đã được cán nguội và xử lý nhiệt có thành phần bao gồm các nguyên tố sau, tính theo phần trăm khối lượng:

$0,1 \% \leq \text{cacbon} \leq 0,6 \%$

$4 \% \leq \text{mangan} \leq 20 \%$

$5 \% \leq \text{nhôm} \leq 15 \%$

$0 \leq \text{silic} \leq 2\%$

$\text{nhôm} + \text{silic} + \text{niken} \geq 6,5\%$

và có thể còn chứa một hoặc nhiều nguyên tố trong số các nguyên tố tùy ý sau:

$0,01\% \leq \text{niobi} \leq 0,3\%$,

$0,01\% \leq \text{titan} \leq 0,2\%$

$0,01\% \leq \text{vanadi} \leq 0,6\%$

$0,01\% \leq \text{đồng} \leq 2,0\%$

$0,01\% \leq \text{niken} \leq 2,0\%$

$\text{xeri} \leq 0,1\%$

$\text{bo} \leq 0,01\%$

$\text{magie} \leq 0,05\%$

$\text{ziricon} \leq 0,05\%$

$\text{molipđen} \leq 2,0\%$

$\text{tantan} \leq 2,0\%$

$\text{vonfram} \leq 2,0\%$

phần còn lại là sắt và các tạp chất không thể tránh khỏi sinh ra do quá trình xử lý, trong đó vi cấu trúc của tấm thép này bao gồm tính theo diện tích, 10 đến 50 % austenit, pha austenit này tùy ý có cacbua kappa trong hạt, thành phần còn lại là ferit đều và ferit được sắp xếp theo trật tự có cấu trúc D03, $(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{X})_3\text{Al}$, tùy ý có tối đa 2% cacbua kappa trong hạt $(\text{Fe}, \text{Mn})_3\text{AlC}_x$, tấm thép này có độ bền kéo giới hạn cao hơn hoặc bằng 900 MPa. Sáng chế cũng đề cập đến phương pháp sản xuất tấm thép dùng để chế tạo các bộ phận của xe này.

BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ SỐ: 41694

Sửa đổi:

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thép có tỷ trọng thấp có độ bền kéo lớn hơn hoặc bằng 900MPa với độ giãn dài đồng đều lớn hơn hoặc bằng 9%, thích hợp đối với ngành công nghiệp ô tô và phương pháp sản xuất thép này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các điều luật bảo vệ môi trường đang buộc các nhà sản xuất ô tô phải liên tục giảm lượng khí thải CO₂ từ xe của họ. Để làm được điều đó, các nhà sản xuất ô tô có một vài giải pháp lựa chọn, nhờ đó các lựa chọn chính của họ là giảm khối lượng xe hoặc cải thiện hiệu quả của hệ thống động cơ của chúng. Các tiên bộ thường đạt được bằng cách kết hợp cả hai giải pháp này. Sáng chế đề cập đến giải pháp lựa chọn đầu tiên, tức là giảm khối lượng của xe có động cơ. Trong lĩnh vực rất cụ thể này, có hai giải pháp có thể lựa chọn:

Giải pháp thứ nhất là làm giảm độ dày của thép trong khi làm tăng độ bền cơ học của chúng. Điều đáng tiếc là, giải pháp này có hạn chế do sự giảm đáng kể độ cứng của một số bộ phận của ô tô và sự xuất hiện các vấn đề về âm thanh gây ra tình trạng không mấy dễ chịu cho hành khách, chưa kể đến sự mất đi độ dẻo không thể tránh khỏi liên quan đến sự tăng độ bền cơ học.

Giải pháp thứ hai là giảm tỷ trọng của thép bằng cách hợp kim nó với các nguyên tố khác, tức là các kim loại nhẹ hơn. Trong số các hợp kim này, các hợp kim có tỷ trọng thấp, là các hợp kim sắt-nhôm, có các tính chất cơ học và vật lý hấp dẫn trong khi khiến cho nó có thể giảm đáng kể khối lượng. Trong trường hợp này, có tỷ trọng thấp có nghĩa là tỷ trọng nhỏ hơn hoặc bằng 7,4.

JP 2005/015909 mô tả thép TWIP có tỷ trọng thấp với hàm lượng mangan rất cao, lớn hơn 20% và cũng chứa nhôm với lượng lên đến 15%, dẫn đến thép nền nhẹ hơn, nhưng thép đã được bọc lộ có khả năng chịu biến dạng cao trong khi cán cùng với các vấn đề về khả năng hàn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất các tấm thép cán nguội mà đồng thời có:

- tỷ trọng nhỏ hơn hoặc bằng 7,4
- độ bền kéo giới hạn lớn hơn hoặc bằng 900MPa và tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 1000MPa,
- độ giãn dài đồng đều lớn hơn hoặc bằng 9%.

Tốt hơn là, thép như vậy cũng có thể có khả năng thích hợp tốt để tạo hình, cụ thể để cán và khả năng hàn và khả năng phủ tốt.

Mục đích khác của sáng chế là tạo ra phương pháp sản xuất các tấm mà tương thích với các ứng dụng công nghiệp thông thường trong khi vẫn đáp ứng các thay đổi về thông số sản xuất.

Mục đích này đạt được bằng cách đề xuất tấm thép như được xác định trong điểm 1 yêu cầu bảo hộ. Tấm thép này cũng có thể có các dấu hiệu như được xác định trong điểm yêu cầu bảo hộ bất kỳ trong số các điểm từ 2 đến 3 Yêu cầu bảo hộ. Mục đích khác đạt được bằng cách đề xuất phương pháp như được xác định trong điểm 4 Yêu cầu bảo hộ. Mục đích này theo khía cạnh khác đạt được bằng cách đề xuất các bộ phận hoặc các xe như được xác định trong điểm yêu cầu bảo hộ bất kỳ trong số các điểm từ 5 đến 7 Yêu cầu bảo hộ.

Để thu được thép mong muốn theo sáng chế, thành phần có tầm quan trọng đáng kể; do đó giải thích chi tiết về thành phần này được đưa ra trong phần mô tả dưới đây.

Mô tả chi tiết sáng chế

Hàm lượng cacbon nằm trong khoảng từ 0,10% đến 0,6% và có tác dụng như một nguyên tố gia cường đáng kể cho dung dịch rắn. Nó cũng tăng cường việc tạo cacbua kappa $(\text{Fe,Mn})_3\text{AlC}_x$. Cacbon là nguyên tố làm ổn định austenit và kích hoạt sự giảm mạnh nhiệt độ chuyển hóa martensit Ms, sao cho lượng đáng kể austenit dư được bảo đảm, nhờ đó làm tăng độ dẻo. Duy trì hàm lượng cacbon trong khoảng nêu trên, đảm bảo cho phép tấm thép có độ bền và độ dẻo ở các mức cần thiết. Nó cũng cho phép giảm hàm lượng mangan trong khi vẫn có được một số hiệu ứng TRIP.

Hàm lượng mangan phải nằm trong khoảng từ 4% và 20%. Nguyên tố này là tạo gamma. Tỷ lệ giữa hàm lượng mangan và hàm lượng nhôm sẽ có ảnh hưởng mạnh đến cấu trúc thu được sau khi ủ cán nóng. Mục đích bổ sung mangan chủ yếu là để thu được cấu trúc mà chứa austenit ngoài ferit và để làm ổn định nó ở nhiệt độ trong phòng. Mục đích của việc bổ sung mangan là cần thiết để có được cấu trúc mà chứa austenit ngoài ferit và để làm ổn định nó ở nhiệt độ trong phòng. Tỷ lệ giữa hàm lượng mangan và hàm lượng nhôm sẽ có ảnh hưởng mạnh đến cấu trúc thu được sau khi cán nóng. Với hàm lượng mangan dưới 4, austenit sẽ được làm ổn định không đủ với nguy cơ chuyển hóa sớm thành martensit trong khi làm nguội ở cửa ra của dây chuyền ủ. Ngoài ra, việc bổ sung mangan làm tăng miền D0_3 , cho phép có được sự kết tủa đủ của D0_3 ở nhiệt độ cao hơn và/hoặc với lượng nhôm thấp hơn. Trên 20%, có sự giảm phần ferit mà tác động bất lợi đến sáng chế, vì nó có thể khiến cho khó đạt được độ bền kéo yêu cầu hơn. Theo phương án được ưu tiên, việc bổ sung mangan sẽ được giới hạn ở mức 17%.

Hàm lượng nhôm nằm trong khoảng từ 5% đến 15%, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 5,5% đến 15%. Do đó, nhôm là nguyên tố tạo alpha và thường làm thúc đẩy việc tạo ferit và cụ thể ferit được sắp xếp theo trật tự $(\text{Fe,Mn,X})_3\text{Al}$ có cấu trúc D0_3 (X là lượng bổ sung chất hòa tan bất kỳ, ví dụ, Ni, mà hòa tan trong D0_3). Nhôm có tỷ trọng 2,7 và có ảnh hưởng quan trọng đến các tính chất cơ học. Khi hàm lượng nhôm tăng, độ bền cơ học và giới hạn đàn hồi cũng làm tăng mặc dù độ giãn dài đồng đều

giảm, do giảm độ linh động trong biến vị. Khi nhỏ hơn 4%, việc giảm tỷ trọng do sự có mặt của nhôm trở nên ít có lợi hơn. Trên 15%, sự có mặt của ferit được sắp xếp theo trật tự tăng vượt quá giới hạn dự kiến và tác động tiêu cực đến sáng chế, khi nó bắt đầu truyền độ giòn cho tấm thép. Tốt hơn là, hàm lượng nhôm sẽ được giới hạn ở mức nhỏ hơn 9% để ngăn ngừa việc tạo thêm kết tủa liên kim loại giòn.

Ngoài các giới hạn nêu trên, theo phương án được ưu tiên, mangan, nhôm và hàm lượng cacbon có mối tương quan sau:

$$0,3 < (\text{Mn}/2\text{Al}) \times \exp(\text{C}) < 2.$$

Khi nhỏ hơn 0,3, có nguy cơ là lượng austenit quá thấp, có khả năng dẫn đến độ dẻo không đủ. Trên 2, có thể phần thể tích austenit sẽ cao hơn 49%, từ đó làm giảm khả năng kết tủa của pha D0_3 .

Silic là nguyên tố mà cho phép làm giảm tỷ trọng của thép và cũng có hiệu quả trong việc hóa cứng dung dịch rắn. Hơn nữa, nó còn có tác động tích cực đến việc làm ổn định D0_3 so với pha B2. Hàm lượng của nó được giới hạn ở mức 2,0% vì trên mức này, nguyên tố này có xu hướng tạo ra các oxit kết dính mạnh mà tạo ra các khuyết tật bề mặt. Sự có mặt của các oxit bề mặt làm giảm khả năng thấm ướt của thép và có thể tạo ra các khuyết tật trong quá trình vận hành mạ kẽm nóng tiềm năng. Theo phương án được ưu tiên, sẽ tốt hơn là hàm lượng silic được giới hạn ở mức 1,5%.

Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng lượng tích tụ của silic, nhôm và niken phải ít nhất là 6,5% để thu được sự kết tủa cần thiết của D0_3 mà cho phép đạt được các đặc tính mục tiêu.

Niobi có thể được bổ sung dưới dạng nguyên tố tùy ý với lượng với lượng nằm trong khoảng từ 0,01 đến 0,3% cho thép theo sáng chế để cho phép tinh chỉnh hạt. Sự tinh chỉnh hạt cho phép có được sự cân tốt bằng giữa độ bền và độ giãn dài và được cho là góp phần cải thiện đặc tính mỏi. Nhưng, niobi có xu hướng làm chậm quá trình tái

kết tinh trong khi cán nóng và do đó không phải lúc nào cũng là nguyên tố mong muốn. Do đó, nó được dùng làm nguyên tố tùy ý.

Titan có thể được bổ sung dưới dạng nguyên tố tùy ý với lượng nằm trong khoảng từ 0,01% đến 0,2% cho thép theo sáng chế để tinh chỉnh hạt, theo cách tương tự như niobi. Hơn nữa, nó còn có tác động tích cực đến việc làm ổn định $D0_3$ so với pha B2. Do đó, phần không được liên kết của titan mà không được kết tủa dưới dạng nitrua, cacbua hoặc cacbonitrua sẽ làm ổn định pha $D0_3$.

Vanadi có thể được bổ sung dưới dạng nguyên tố tùy ý với lượng nằm trong khoảng từ 0,01% đến 0,6%. Khi được bổ sung, vanadi có thể tạo ra các hợp chất carbo-nitrua mịn trong khi ủ, cacbo-nitrua này hóa cứng thêm. Hơn nữa, nó còn có tác động tích cực đến việc làm ổn định $D0_3$ so với pha B2. Do đó, phần không được liên kết của vanadi mà không được kết tủa dưới dạng nitrua, cacbua hoặc cacbonitrua sẽ làm ổn định pha $D0_3$.

Đồng có thể được bổ sung dưới dạng nguyên tố tùy ý với lượng nằm trong khoảng từ 0,01% đến 2,0% để làm tăng độ bền của thép và để cải thiện khả năng chịu ăn mòn của nó. Mức tối thiểu là 0,01% là cần thiết để có được hiệu quả như vậy. Tuy nhiên, khi hàm lượng của nó cao hơn 2,0%, nó có thể làm suy giảm về bên ngoài bề mặt.

Niken có thể được bổ sung dưới dạng nguyên tố tùy ý với lượng nằm trong khoảng từ 0,1 đến 2,0% để làm tăng độ bền của thép và để cải thiện độ dai của nó. Nó cũng góp phần làm tạo ra ferit được sắp xếp có trật tự. Lượng tối thiểu 0,01% là cần thiết để có được hiệu quả như vậy. Tuy nhiên, khi hàm lượng của nó cao hơn 2,0%, nó thường làm ổn định B2 mà sẽ gây bất lợi đến việc tạo ra $D0_3$.

Các nguyên tố khác như xeri, bo, magie hoặc ziricon có thể được bổ sung riêng biệt hoặc kết hợp với các tỷ lệ sau: REM $\leq 0,1\%$, B $\leq 0,01$, Mg $\leq 0,05$ và Zr $\leq 0,05$. Khi hàm lượng đạt mức hàm lượng tối đa đã chỉ ra, các nguyên tố này cho phép có thể tinh chỉnh hạt ferit trong quá trình hóa rắn.

Sau cùng, molipđen, tantan và vonfram có thể được bổ sung để làm ổn định hơn nữa pha D0₃. Chúng có thể được bổ sung riêng biệt hoặc kết hợp tối đa với hàm lượng: $Mo \leq 2,0$, $Ta \leq 2,0$, $W \leq 2,0$. Khi hàm lượng lớn hơn hàm lượng này, độ dẻo bị suy giảm.

Vì cấu trúc của tấm được nêu trong sáng chế bao gồm, tính theo diện tích, 10 đến 50 % austenit, pha austenit này tùy ý có cacbua kappa $(Fe,Mn)_3AlC_x$ trong hạt, thành phần còn lại là ferit, mà bao gồm ferit đều và ferit được sắp xếp theo trật tự có cấu trúc D0₃ và tùy ý tối đa 2% cacbua kappa trong hạt.

Khi nhỏ hơn 10% austenit, độ giãn dài đồng đều ít nhất là 9% không thể thu được. Ferit đều có mặt trong thép theo sáng chế để truyền cho thép có khả năng tạo hình cao và độ giãn dài và ngoài ra, đến một mức độ nhất định, một số khả năng chống gãy đứt do mỏi.

Theo sáng chế, D0₃ ferit được sắp xếp theo trật tự trong khung, được xác định bởi các hợp chất liên kim loại có thành phần theo hệ số tỷ lệ là $(Fe,Mn,X)_3Al$. Ferit được sắp xếp theo trật tự có mặt trong thép theo sáng chế với lượng tối thiểu 0,1% tính theo diện tích, tốt hơn là 0,5%, tốt hơn nữa là 1,0% và có lợi nếu lớn hơn 3%. Tốt hơn là, ít nhất 80% ferit như vậy được sắp xếp theo trật tự có kích thước trung bình dưới 30 nm, tốt hơn là dưới 20 nm, tốt hơn nữa là dưới 15 nm, có lợi nếu dưới 10 nm hoặc thậm chí dưới 5 nm. Ferit được sắp xếp theo trật tự này được tạo ra ở bước ủ thứ hai mang lại độ bền cho hợp kim, nhờ đó có thể đạt được mức 900MPa. Nếu ferit được sắp xếp theo trật tự không có mặt, mức độ bền 900MPa không thể đạt được.

Cacbua kappa, trong phạm vi của sáng chế, được xác định bởi các kết tủa có thành phần theo hệ số tỷ lệ là $(Fe,Mn)_3AlC_x$, trong đó x hoàn toàn phải thấp hơn 1. Phần diện tích cacbua kappa bên trong các hạt ferit có thể đạt tối đa 2%. Trên 2%, độ dẻo giảm và không đạt được độ giãn dài đồng đều trên 9%. Ngoài ra, sự kết tủa của

cacbua kappa không kiểm soát được xung quanh các biên hạt ferit có thể xảy ra, kết quả là, nên khó cán nóng và/hoặc cán nguội hơn. cacbua kappa cũng có thể có mặt bên trong pha austenit, tốt hơn là dưới dạng các hạt có cỡ hạt nano với kích thước nhỏ hơn 30nm.

Các tấm thép theo sáng chế có thể được tạo ra bằng quy trình thích hợp bất kỳ. Tuy nhiên, tốt hơn là sử dụng phương pháp theo sáng chế mà sẽ được mô tả dưới đây. Quy trình theo sáng chế bao gồm bước đúc phôi thép có thành phần hoá học nằm trong phạm vi của sáng chế như được mô tả trên đây. Việc đúc có thể được thực hiện thành các thỏi hoặc liên tục dưới dạng tấm hoặc dải mỏng.

Nhằm mục đích đơn giản hóa, quy trình theo sáng chế sẽ còn được mô tả thông qua ví dụ về tấm dưới dạng phôi. Tấm này có thể được cán trực tiếp sau khi đúc liên tục hoặc trước tiên có thể được làm nguội đến nhiệt độ trong phòng và tiếp đó, nung nóng lại.

Nhiệt độ của tấm mà được cán nóng phải dưới 1280°C, vì trên nhiệt độ này, sẽ có nguy cơ tạo các hạt ferit thô dẫn đến hạt ferit thô làm giảm khả năng tái kết tinh của các hạt này trong khi cán nóng. Cỡ hạt ferit ban đầu càng lớn, thì càng khó tái kết tinh, điều này có nghĩa là phải tránh nhiệt độ nung nóng lại lớn hơn 1280°C vì tổn kém về mặt công nghiệp và không thuận lợi về mặt tái kết tinh ferit. Ferit thô cũng có xu hướng làm gia tăng hiện tượng được gọi là “bện”.

Tốt hơn là, thực hiện việc cán với ít nhất một lần cán với sự có mặt của ferit. Mục đích là để tăng cường sự phân vùng các nguyên tố làm ổn định austenit thành austenit, để ngăn ngừa sự bão hòa cacbon trong ferit, mà có thể dẫn đến độ giòn. Lần cán cuối được thực hiện ở nhiệt độ lớn hơn 800°C, vì dưới nhiệt độ này, khả năng cán của tấm thép bị giảm đáng kể.

Theo phương án được ưu tiên, nhiệt độ của tấm là đủ cao sao cho có thể hoàn thành việc cán nóng trong khoảng nhiệt độ đến hạn và nhiệt độ cán cuối vẫn trên

850°C. Nhiệt độ cán cuối nằm trong khoảng từ 850°C đến 980°C là được ưu tiên để có cấu trúc thuận lợi cho quá trình tái kết tinh và cán. Tốt hơn, nếu bắt đầu việc cán ở nhiệt độ tấm trên 900°C để tránh tải trọng quá mức mà có thể tác động lên máy cán. Sau đó, tấm thu được theo cách này được làm nguội với tốc độ làm nguội, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 100°C/giây xuống nhiệt độ cuộn tấm thép. Tốt hơn là, tốc độ làm nguội nhỏ hơn hoặc bằng 60°C/giây.

Sau đó, tấm thép cán nóng được cuộn ở nhiệt độ cuộn tấm thép dưới 600°C, vì ở trên nhiệt độ này, có nguy cơ không thể kiểm soát kết tủa cacbua kappa bên trong ferit lên đến tối đa 2%. Nhiệt độ cuộn tấm thép lớn hơn 600°C cũng sẽ dẫn đến sự phân huỷ đáng kể austenit gây khó khăn cho việc đảm bảo lượng cần thiết của pha như vậy. Do đó, nhiệt độ cuộn tấm thép được ưu tiên đối với tấm thép cán nóng theo sáng chế nằm trong khoảng từ 400°C đến 550°C.

Việc ủ dài nóng tùy ý có thể được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 400°C đến 1000°C để cải thiện lạnh khả năng cán. Nó có thể là ủ liên tục hoặc ủ theo mẻ. Thời gian nung khử co sẽ phụ thuộc vào việc nó được ủ liên tục (từ 50 giây đến 1000 giây) hoặc việc ủ theo mẻ (từ 6h đến 24h).

Sau đó, các tấm cán nóng được cán nguội với độ dày giảm nằm trong khoảng từ 35 đến 90%.

Sau đó, tấm thép cán nguội thu được được ủ trong hai bước để truyền cho thép có các tính chất cơ học và vi cấu trúc mong muốn.

Ở bước ủ thứ nhất, tốt hơn là tấm thép cán nguội được nung nóng với tốc độ nung nóng lớn hơn 1°C/giây để nhiệt độ giữ nằm trong khoảng từ 750°C đến 950°C trong thời gian nhỏ hơn 600 giây để đảm bảo tốc độ tái kết tinh lớn hơn 90% của cấu trúc ban đầu được hóa cứng làm việc mạnh mẽ. Sau đó, tấm này được làm nguội đến nhiệt độ trong phòng, do đó tốt hơn là tốc độ làm nguội lớn hơn 30°C/giây để kiểm soát cacbua kappa bên trong ferit hoặc ở bề mặt chung austenit-ferit.

Tấm thép cán nguội thu được sau bước ủ thứ nhất có thể, ví dụ, sau đó lại được nung nóng lại với tốc độ nung nóng ít nhất là 10°C/h để nhiệt độ giữ nằm trong khoảng từ 150°C đến 600°C trong thời gian từ 10 giây đến 1000 giờ, tốt hơn là từ 1 giờ đến 1000 giờ hoặc thậm chí từ 3 giờ đến 1000 giờ và tiếp đó được làm nguội xuống nhiệt độ trong phòng. Điều này được thực hiện để kiểm soát một cách hiệu quả sự tạo ferit được sắp xếp theo trật tự D03 và, có thể, sự tạo cacbua kappa bên trong austenit. Thời gian giữ phụ thuộc vào nhiệt độ được sử dụng.

Sau đó, tấm thép đã được cán nguội có thể được phủ bằng lớp phủ kim loại như kẽm hoặc hợp kim kẽm bằng phương pháp thích hợp bất kỳ, như phương pháp kết tủa điện phân hoặc phương pháp phủ trong chân không. Phương pháp lắng phủ phun trong pha hơi là phương pháp được ưu tiên để phủ thép theo sáng chế.

Cũng có thể phủ bằng phương pháp nhúng nóng, tức là nung nóng lại đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 460 đến 500°C để phủ kẽm hoặc hợp kim kẽm. Việc xử lý như vậy được thực hiện không làm thay đổi các tính chất cơ học bất kỳ hoặc vi cấu trúc của tấm thép này.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các thử nghiệm sau, các ví dụ, ví dụ, minh họa bằng hình vẽ và các bảng mà được trình bày trong bản mô tả này chỉ nhằm mục đích minh họa sáng chế chứ không nhằm giới hạn phạm vi của sáng chế, và sẽ thể hiện các dấu hiệu có lợi của sáng chế. Các mẫu tấm thép trong ví dụ theo sáng chế và trong các ví dụ so sánh được chuẩn bị có các thành phần nêu trong bảng 1 và các thông số xử lý nêu trong bảng 2. Các vi cấu trúc tương ứng của các tấm thép này được nêu trong bảng 3.

Bảng 1 – Các thành phần

Loại	C	Mn	Al	Si	Ni	Cu	S	P	(Mn/2Al) *exp(C)	Al+Si+N _i
1*	0,19	8,4	6,1	0,91	-	-	0,005	0,017	0,83	7,01
2*	0,19	8,4	6,2	0,94	-	1,10	0,005	0,017	0,82	7,14
3*	0,22	8,2	7,8	0,27	-	-	<0,001	0,030	0,65	8,07
4*	0,29	6,5	5,9	0,90	-	-	0,005	0,020	0,74	6,80
5*	0,30	6,6	5,8	1,2	-	-	0,004	0,015	0,77	7,00
6*	0,41	6,7	5,9	0,96	-	-	0,004	0,018	0,86	6,86
7	0,19	8,3	6,1	-	-	1,0	0,005	0,017	0,82	<u>6,10</u>
8*	0,19	8,4	6,0	-	0,8	1,0	0,005	0,048	0,85	6,80

* theo sáng chế

Bảng 2 – Các thông số xử lý

Các thông số cán nóng và cán nguội

Thử nghiệm	Loại	Nhiệt độ nung nóng lại (°C)	FR T (°C)	Tốc độ làm nguội (°C/giây)	Nhiệt độ cuộn (°C)	CR (%)
A	1	1150	920	60	450	75
B*	1	1150	920	60	450	75
C*	1	1150	920	60	450	75
D	2	1150	920	60	450	75
E*	2	1150	920	60	450	75
F*	2	1150	920	60	450	75
G	3	1180	905	50	500	75
H*	3	1180	905	50	500	75
I*	3	1180	905	50	500	75

Thử nghiệm	loại	Nhiệt độ nung nóng lại (°C)	FR T (°C)	Tốc độ làm nguội (°C/giây)	Nhiệt độ cuộn (°C)	CR (%)
J	4	1200	950	60	450	75
K*	4	1200	950	60	450	75
L	5	1150	940	100	450	75
M*	5	1150	940	100	450	75
N	5	1150	940	100	450	75
O*	5	1150	940	100	450	75
P*	6	1150	920	60	450	75
Q*	6	1150	920	60	450	75
R*	6	1150	920	60	450	75
S	<u>7</u>	1150	920	60	450	75
T	<u>7</u>	1150	920	60	450	75
U	8	1150	920	60	450	75
V*	8	1150	920	60	450	75

* theo sáng chế

Các thông số ủ

Thử nghiệm	Loại	Bước ủ thứ nhất			Bước ủ thứ hai	
		Nhiệt độ (°C)	Thời gian (giờ)	Tốc độ làm nguội (°C/giây)	Nhiệt độ (°C)	Thời gian (giờ)
A	1	850	136	100	-	-
B*	1	850	136	100	400	72
C*	1	850	136	100	400	110
D	2	850	136	100	-	-
E*	2	850	136	100	400	72

F*	2	850	136	100	400	110
G	3	850	136	100	-	-
H*	3	850	136	100	400	48
I*	3	850	136	100	400	72
J	4	900	136	100	-	-
K*	4	900	136	100	400	110
L	5	850	136	65	-	-
M*	5	850	136	65	400	72
N	5	900	136	65	-	-
O*	5	900	136	65	400	72
P*	6	850	136	55	400	48
Q*	6	850	136	55	450	7
R*	6	900	136	55	450	7
S	<u>7</u>	800	136	100	-	-
T	<u>7</u>	800	136	100	400	168
U	8	800	136	100	-	-
V*	8	800	136	100	400	168

* theo sáng chế

Bảng 3 - Vi cấu trúc

Thử nghiệm	loại	Austenit bao gồm Kappa (%)	Kappa trong austenit	Ferit đều + ferit D0 ₃ (%)	Kappa trong ferit (%)	Ferit D0 ₃
A	1	25	Không	75	-	<u>Không</u>
B*	1	25	Có **	75	-	> 0,1%
C*	1	25	Có	75	-	> 0,1%
D	2	25	Không	75	-	<u>Không</u>
E*	2	25	Có **	75	-	> 0,1%
F*	2	25	Có	75	-	> 0,1%
G	3	18	Không	80	2	<u>Không</u>
H*	3	18	Có **	80	2	> 0,1%
I*	3	18	Có**	80	2	> 0,1%
J	4	31	Không	69	-	<u>Không</u>

K*	4	32	Có	68	-	> 0,1%
L	5	34	Không	66	-	<u>Không</u>
M*	5	34	Có **	66	-	> 0,1%
N	5	35	Không	65	-	<u>Không</u>
O*	5	35	Có **	65	-	> 0,1%
P*	6	41	Không	59	-	> 0,1%
Q*	6	40	Không	60	<2	> 0,1%
R*	6	43	Không	57	<2	> 0,1%
S	<u>7</u>	29	Không	71	-	<u>Không</u>
T	<u>7</u>	27	Có	73	-	< 0,1%
U	8	28	Không	72	-	<u>Không</u>
V*	8	28	Có	72	-	> 0,1%

** Giai đoạn sớm của Kappa kết tủa trong austenit được phát hiện bởi kính hiển vi điện tử truyền qua. Vi cấu trúc austenit vẫn ổn định sau quá trình xử lý nhiệt thứ hai, không bị phân huỷ trong các pha khác như pearlit hoặc bainit.

Tỷ lệ các pha và kết tủa Kappa trong austenit và ferit được xác định bằng phương pháp nhiễu xạ tán xạ ngược điện tử và kính hiển vi điện tử truyền qua.

Kết tủa D0₃ được xác định bằng phương pháp nhiễu xạ với kính hiển vi điện tử và bằng nhiễu xạ neutron như đã được mô tả trong tài liệu “Materials Science and Engineering: A, Volume 258, Issues 1–2, December 1998, Pages 69-74, *Neutron diffraction study on site occupation of substitutional elements at sub lattices in Fe₃Al intermetallics* (Sun Zuqing, Yang Wangyue, Shen Lizhen, Huang Yuanding, Zhang Baisheng, Yang Jilian)”.

Một số các phân tích vi cấu trúc được thực hiện trên các mẫu từ Thử nghiệm E và các hình ảnh có cấu trúc D0₃ được tái tạo trên các hình vẽ Fig.1(a) và Fig.1(b):

(a) Ảnh trường tối có cấu trúc D0₃

(b) Mẫu nhiễu xạ tương ứng, trục khu vực [100] D0₃. Mũi tên cho biết phản xạ được sử dụng đối với ảnh trường tối trong (a)

Sau đó, các tính chất của các tấm thép được đánh giá, các kết quả được nêu trong bảng 4.

Bảng 4 – Các tính chất

Thử nghiệm	Loại	YS (MPa)	UTS (MPa)	UE (%)	TE (%)	Tỷ trọng
A	1	623	<u>788</u>	17,6	28,5	7,16
B*	1	870	1008	9,6	16,6	7,16
C*	1	900	1034	9,3	16,2	7,16
D	2	626	<u>788</u>	16,3	25,8	7,15
E*	2	899	1041	9,3	15,1	7,15
F*	2	916	1068	9,1	13	7,15
G	3	633	<u>774</u>	15,5	24,4	7,02
H*	3	771	902	10	18,9	7,02
I*	3	787	913	9,4	19	7,02
J	4	633	<u>795</u>	18,1	29,4	7,18
K*	4	849	976	10,8	18,2	7,18
L	5	692	<u>851</u>	17,9	28,5	7,18
M*	5	878	1024	11	18,8	7,21
N	5	655	<u>840</u>	19,5	31,3	7,21
O*	5	861	1014	11,8	20,7	7,21
P*	6	962	1032	12,3	21,5	7,18

Giới hạn chảy YS, độ bền kéo TS, độ giãn dài đồng đều UE và tổng độ giãn dài TE được đo theo tiêu chuẩn ISO ISO 6892-1, được công bố vào tháng 10 năm 2009. Tỷ trọng được đo bằng tỷ trọng kế, theo tiêu chuẩn ISO 17.060.

Các ví dụ nêu trên cho thấy các tấm thép theo sáng chế là các tấm thép duy nhất có tất cả các tính chất mong muốn nhờ thành phần và cấu trúc cụ thể của chúng.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép đã được cán nguội và xử lý nhiệt có thành phần bao gồm các nguyên tố sau, tính theo phần trăm khối lượng:

$$0,10 \% \leq \text{cacbon} \leq 0,6 \%$$

$$4 \% \leq \text{mangan} \leq 20 \%$$

$$5 \% \leq \text{nhôm} \leq 15 \%$$

$$0 \leq \text{silic} \leq 2 \%$$

$$\text{nhôm} + \text{silic} + \text{niken} \geq 6,5\%$$

và có thể còn chứa một hoặc nhiều nguyên tố trong số các nguyên tố tùy ý sau:

$$0,01\% \leq \text{niobi} \leq 0,3\%,$$

$$0,01\% \leq \text{titan} \leq 0,2\%$$

$$0,01\% \leq \text{vanadi} \leq 0,6\%$$

$$0,01\% \leq \text{đồng} \leq 2,0\%$$

$$0,01\% \leq \text{niken} \leq 2,0\%$$

$$\text{xeri} \leq 0,1\%$$

$$\text{bo} \leq 0,01\%$$

$$\text{magie} \leq 0,05\%$$

$$\text{ziricon} \leq 0,05\%$$

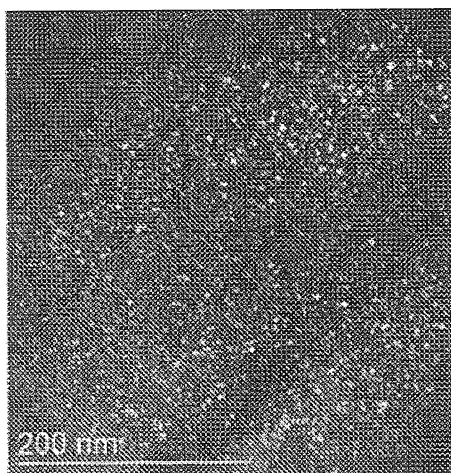
$$\text{molipđen} \leq 2,0\%$$

$$\text{tantan} \leq 2,0\%$$

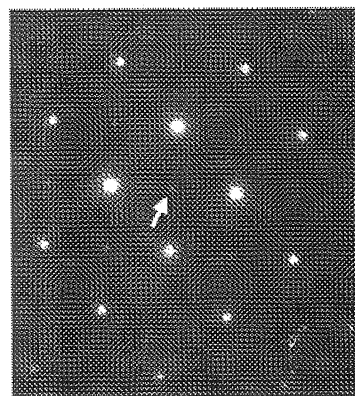
$$\text{vonfram} \leq 2,0\%$$

phần còn lại là sắt và các tạp chất không thể tránh khỏi sinh ra do quá trình xử lý, trong đó vi cấu trúc của tấm thép này bao gồm tính theo diện tích, 10 đến 50 % austenit, pha austenit này tùy ý có cacbua kappa trong hạt, thành phần còn lại là ferit đều và tối thiểu 0,1% ferit được sắp xếp theo trật tự có cấu trúc D03, $(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{X})_3\text{Al}$, tùy ý có tối đa 2% cacbua kappa trong hạt $(\text{Fe}, \text{Mn})_3\text{AlC}_x$, tấm thép này có độ bền kéo giới hạn cao hơn hoặc bằng 900 MPa, trong đó độ bền kéo được đo theo tiêu chuẩn ISO 6892-1 và cấu trúc vi mô được đo như được xác định trong bản mô tả.

2. Tấm thép đã được cán nguội và xử lý nhiệt theo điểm 1, trong đó các lượng nhôm, mangan và cacbon là sao cho $0,3 < (\text{Mn}/2\text{Al}) \times \exp(\text{C}) < 2$.
3. Tấm thép đã được cán nguội và xử lý nhiệt theo điểm 1 hoặc 2, trong đó tấm thép này có tỷ trọng nhỏ hơn hoặc bằng 7,4 và độ giãn dài đồng đều cao hơn hoặc bằng 9%, trong đó tỷ trọng được đo bằng tỷ trọng kế, theo tiêu chuẩn ISO 17.060.
4. Phương pháp sản xuất tấm thép đã được cán nguội và xử lý nhiệt bao gồm các bước sau:
 - chuẩn bị tấm thép đã được cán nguội có thành phần theo điểm 1 hoặc 2,
 - nung nóng tấm thép đã được cán nguội này đến nhiệt độ ủ nóng đều nằm trong khoảng từ 750 đến 950°C trong thời gian nhỏ hơn 600 giây, sau đó làm nguội tấm này xuống nhiệt độ trong phòng ở tốc độ làm nguội lớn hơn 30°C/giây.
 - nung nóng lại tấm thép này nhiệt độ ủ nóng đều nằm trong khoảng từ 150°C đến 600°C trong thời gian từ 10 giây đến 1000 giờ, sau đó làm nguội tấm này.

FIG 1

(a)



(b)