



(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)



1-0050497

(51)^{2020.01} C21D 9/46; C21D 6/00; C21D 8/02; (13) B
C22C 38/06; C22C 38/00; C22C 38/02;
C22C 38/04; B32B 15/01

(21) 1-2021-03070

(22) 02/12/2019

(86) PCT/IB2019/060361 02/12/2019

(87) WO 2020/115637 11/06/2020

(30) PCT/IB2018/059625 04/12/2018 IB

(45) 25/08/2025 449

(43) 27/09/2021 402A

(73) ARCELORMITTAL (LU)

24-26, Boulevard d'Avranches, L-1160 Luxembourg, Luxembourg

(72) DE DIEGO CALDERON, Irène (ES); HELL, Jean-Christophe (FR).

(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) TẮM THÉP ĐƯỢC Ủ VÀ CÁN NGUỘI VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT CHI
TIẾT KẾT CẤU HOẶC AN TOÀN CỦA XE

(21) 1-2021-03070

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép được ủ và cán nguội chứa các nguyên tố sau, tính theo tỷ lệ phần trăm khối lượng: $0,6 < C < 1,3\%$, $15 \leq Mn < 35\%$, $6 \leq Al < 15\%$, $Si \leq 2,40\%$, $S \leq 0,03\%$, $P \leq 0,1\%$, $N \leq 0,1\%$, và tùy ý, một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ Ni, Cr và Cu ở hàm lượng riêng biệt lên đến 3%, và tùy ý, một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ B, Ta, Zr, Nb, V, Ti, Mo, và W ở hàm lượng tích lũy lên đến 2,0%, thành phần còn lại là sắt và các tạp chất không tránh khỏi thu được từ quá trình gia công, vi cấu trúc của tấm thép được ủ và cán nguội này bao gồm ferrit có trật tự ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 1% đến 10% thể tích, và $1\% < \text{kapa cacbua} < 10\%$ thể tích, kapa cacbua bao gồm cả kapa cacbua trong hạt và kapa cacbua liên hạt, phần còn lại là austenit, tỷ trọng của tấm thép này bằng hoặc nhỏ hơn 7,2 và FWHM của khối austenit nằm trong khoảng từ $0,700^\circ$ đến $1,100^\circ$, trong đó FWHM là đại lượng đo bằng phương pháp nhiễu xạ tia X của độ rộng tối đa ở nửa cực đại (full width at half maximum-FWHM) của pic nhiễu xạ tương ứng với các mặt phẳng. Sáng chế cũng đề cập đến phương pháp sản xuất chi tiết kết cấu hoặc an toàn của xe.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép có tỷ trọng thấp có vi cấu trúc chủ yếu chứa austenit. Tấm thép theo sáng chế đặc biệt thích hợp để sản xuất chi tiết kết cấu hoặc an toàn của xe, như xe cơ giới trên cạn.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các giới hạn về môi trường buộc các nhà sản xuất xe cơ giới phải liên tục giảm lượng khí thải CO₂ từ các xe cơ giới do họ sản xuất. Để thực hiện được điều này, các nhà sản xuất xe cơ giới có một số lựa chọn, theo đó các lựa chọn chính của các nhà sản xuất này là giảm trọng lượng của xe hoặc cải thiện hiệu suất của hệ thống động cơ của xe. Các đề xuất thường đạt được bằng cách kết hợp hai giải pháp. Sáng chế liên quan đến lựa chọn thứ nhất, tức là giảm trọng lượng của xe cơ giới. Trong lĩnh vực rất đặc biệt này, có hai giải pháp thay thế:

Giải pháp thứ nhất bao gồm việc giảm chiều dày của thép đồng thời tăng độ bền cơ học của nó. Thật không may, giải pháp này có nhược điểm là làm giảm đáng kể độ cứng của một số chi tiết của xe cơ giới và xuất hiện các vấn đề về tiếng ồn gây ra các tình trạng không thoải mái cho hành khách, chưa kể đến độ dẻo liên quan đến mức độ gia tăng độ bền cơ học cũng bị giảm.

Giải pháp thứ hai bao gồm việc giảm tỷ trọng của thép bằng cách tạo hợp kim thép với các kim loại khác nhẹ hơn. Trong số các hợp kim này, các hợp kim có tỷ trọng thấp có đặc tính vật lý và cơ học nổi trội đồng thời giúp giảm đáng kể trọng lượng của xe.

Cụ thể, US 2003/0145911 đề cập đến thép nhẹ Fe-Al-Mn-Si có khả năng tạo hình tốt và độ bền cao. Tuy nhiên, độ bền kéo tới hạn của thép này không vượt quá 800 MPa không cho phép phát huy tối đa được ưu điểm về tỷ trọng thấp của nó cho các chi tiết có toàn bộ các loại hình dạng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, mục đích của sáng chế là đề cập đến tấm thép có tỷ trọng nhỏ hơn 7,2, độ bền kéo tới hạn ít nhất bằng 1000 MPa, và độ giãn kéo ít nhất bằng 15%.

Theo phương án ưu tiên, tấm thép theo sáng chế có tỷ trọng bằng hoặc nhỏ hơn 7,1 hoặc thậm chí bằng hoặc nhỏ hơn 7,0, độ bền kéo tới hạn ít nhất bằng 1000 MPa, độ bền chảy ít nhất bằng 750 MPa và độ giãn kéo ít nhất bằng 18%.

Cụ thể, sáng chế đề cập đến tấm thép được ủ và cán nguội chứa các nguyên tố sau, tính theo tỷ lệ phần trăm khối lượng: $0,6 < C < 1,3\%$, $15 \leq Mn < 35\%$, $6 \leq Al < 15\%$, $Si \leq 2,40\%$, $S \leq 0,03\%$, $P \leq 0,1\%$, $N \leq 0,1\%$, và tùy ý, một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ Ni, Cr và Cu ở hàm lượng riêng biệt lên đến 3%, và tùy ý, một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ B, Ta, Zr, Nb, V, Ti, Mo, và W ở hàm lượng tích lũy lên đến 2,0%, thành phần còn lại là sắt và các tạp chất không tránh khỏi thu được từ quá trình gia công, vi cấu trúc của tấm thép được ủ và cán nguội này bao gồm ferrit có trật tự ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 1% đến 10% thể tích, và $1\% < \text{kapa cacbua} < 10\%$ thể tích, kapa cacbua bao gồm cả kapa cacbua trong hạt và kapa cacbua liên hạt, phần còn lại là austenit, tỷ trọng của tấm thép này bằng hoặc nhỏ hơn 7,2 và FWHM của khối austenit nằm trong khoảng từ $0,700^\circ$ đến $1,100^\circ$, trong đó FWHM là đại lượng đo bằng phương pháp nhiễu xạ tia X của độ rộng tối đa ở nửa cực đại (full width at half maximum-FWHM) của pic nhiễu xạ tương ứng với các mặt phẳng.

Sáng chế cũng đề cập đến phương pháp sản xuất chi tiết kết cấu hoặc an toàn của xe.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các đặc tính và ưu điểm khác của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn trong phần mô tả dưới đây.

Không bị ràng buộc bởi lý thuyết bất kỳ, tấm thép có tỷ trọng thấp theo sáng chế cho phép cải thiện đặc tính cơ học nhờ vi cấu trúc đặc trưng của nó.

Liên quan đến thành phần hóa học của thép, cacbon đóng vai trò quan trọng trong quá trình hình thành vi cấu trúc và đạt được đặc tính cơ học mong muốn. Vai trò chính của cacbon là để làm ổn định austenit là pha chính của vi cấu trúc của thép cũng như tạo ra độ bền. Hàm lượng cacbon nhỏ hơn 0,6% sẽ làm giảm tỷ lệ phần trăm của austenit, dẫn đến làm giảm cả độ dẻo và độ bền của hợp kim.

Cacbon là nguyên tố cấu thành chính của kapa cacbua $(\text{Fe}, \text{Mn})_3\text{AlC}_x$ và tăng cường quá trình kết tủa của cacbua này. Tuy nhiên, hàm lượng cacbon cao hơn 1,3% có thể tăng cường quá trình kết tủa của cacbua này theo cách thức không mịn trên các vùng ranh giới của hạt, dẫn đến làm giảm độ dẻo của hợp kim.

Tốt hơn nếu, tấm thép này có hàm lượng cacbon nằm trong khoảng từ 0,8% đến 1,3%, tốt hơn nữa nếu nằm trong khoảng từ 0,8% đến 1,0% khối lượng để thu được độ bền tối ưu.

Mangan là nguyên tố tạo hợp kim quan trọng trong hệ này, chủ yếu là do bước tạo hợp kim với hàm lượng rất cao của mangan và cacbon làm ổn định austenit xuống đến nhiệt độ phòng, có thể chống chịu được với hàm lượng cao của nhôm mà không bị mất ổn định và biến đổi thành ferrit hoặc martensit. Để cho phép hợp kim có độ dẻo rất cao, hàm lượng mangan phải bằng hoặc cao hơn 15%. Tuy nhiên, khi hàm lượng mangan cao hơn 35%, thì quá trình kết tủa của pha $\beta\text{-Mn}$ sẽ làm giảm độ dẻo của hợp kim. Do đó, hàm lượng mangan cần được kiểm soát bằng hoặc cao hơn 15%, nhưng nhỏ hơn hoặc bằng 35%. Theo phương án ưu tiên, hàm lượng mangan bằng hoặc cao hơn 15,5% hoặc thậm chí cao hơn 16%. Tốt hơn nữa nếu hàm lượng mangan nằm trong khoảng từ 18% đến 30% và thậm chí nằm trong khoảng từ 18% đến 25%.

Nhôm được bổ sung vào thép austenit chứa nhiều mangan làm giảm hữu hiệu tỷ trọng của hợp kim. Ngoài ra, nhôm làm tăng đáng kể năng lượng gián đoạn trình tự xếp chồng (SFE) của austenit, dẫn đến thay đổi đặc tính hóa cứng nguội của hợp kim. Nhôm cũng là một trong số các nguyên tố chính của kapa cacbua có kích cỡ nano $(\text{Fe}, \text{Mn})_3\text{AlC}_x$, do đó nhôm được bổ sung làm tăng đáng kể hình thành cacbua này. Một mặt, hàm lượng nhôm của hợp kim theo sáng chế cần được điều chỉnh để đảm bảo độ ổn định của austenit và quá trình kết tủa của kapa cacbua, và mặt khác, kiểm soát quá trình hình thành ferrit. Do đó, hàm lượng nhôm cần được kiểm soát bằng hoặc cao hơn 6%, nhưng nhỏ hơn hoặc bằng 15%. Theo phương án ưu tiên, hàm lượng nhôm nằm trong khoảng từ 6% đến 12% và tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 6% đến 10%.

Silic là nguyên tố tạo hợp kim thông thường cho thép chứa nhiều mangan và nhôm. Silic có tác dụng rất mạnh đến quá trình hình thành ferrit có trật tự DO_3 . Ngoài ra, silic cũng tăng cường hoạt tính của cacbon trong austenit và tăng quá trình phân vùng của

cacbon thành kapa cacbua. Ngoài ra, silic là nguyên tố tạo hợp kim hữu hiệu có thể được sử dụng để làm chậm hoặc ngăn ngừa kết tủa pha β -Mn giòn. Tuy nhiên, khi hàm lượng của nguyên tố này cao hơn 2,40%, thì silic làm giảm độ giãn và có xu hướng tạo thành các oxit không mong muốn trong một số quy trình lắp ráp, do đó hàm lượng silic phải được duy trì nhỏ hơn giới hạn này. Tốt hơn nữa, hàm lượng của silic nhỏ hơn 2,0% và tốt hơn nữa nhỏ hơn 1,0%.

Lưu huỳnh và phospho là các tạp chất làm hóa giòn các vùng ranh giới của hạt. Hàm lượng của lưu huỳnh và phospho tương ứng không được vượt quá 0,03% và 0,1% để duy trì hot độ dẻo nóng đầy đủ.

Hàm lượng nitơ phải bằng 0,1% hoặc nhỏ hơn để ngăn ngừa kết tủa AlN và hình thành khiếm khuyết dạng khối (vết phòng) trong quá trình hóa rắn.

Niken có ảnh hưởng đáng kể đến quá trình thâm nhập của hydro vào thép, do đó niken có thể được sử dụng làm hàng rào khuếch tán đối với hydro. Niken cũng có thể được sử dụng làm nguyên tố tạo hợp kim hữu hiệu do niken tăng cường hình thành hợp chất có trật tự trong ferrit, như thành phần B2, dẫn đến tăng cường độ bền. Tuy nhiên, được mong muốn, trong số các yếu tố khác do các lý do chi phí, niken được bổ sung đến hàm lượng tối đa bằng 4% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 0,1% đến 2,0%. Theo một phương án khác, hàm lượng niken nhỏ hơn 0,1%.

Crom có thể được sử dụng làm nguyên tố tùy ý để làm tăng độ bền của thép bằng cách hóa cứng ở trạng thái dung dịch. Crom cũng làm tăng khả năng chống ăn mòn ở nhiệt độ cao của thép theo sáng chế. Tuy nhiên, do crom làm giảm năng lượng gián đoạn trình tự xếp chồng, nên hàm lượng crom không được vượt quá 4% và tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 0,1% đến 2,0% hoặc nằm trong khoảng từ 0,1% đến 1,0%. Theo một phương án khác, hàm lượng crom nhỏ hơn 0,1%.

Tương tự, tùy ý việc bổ sung đồng ở hàm lượng không vượt quá 4% là một biện pháp để hóa cứng thép bằng cách kết tủa các chất kết tủa chứa nhiều đồng. Tuy nhiên, khi hàm lượng của nguyên tố này cao hơn 4%, thì đồng là nguyên nhân làm xuất hiện các khiếm khuyết bề mặt trong tấm thép được cán nóng. Tốt hơn nữa, hàm lượng của đồng nằm trong khoảng từ 0,1% đến 2,0%, hoặc nằm trong khoảng từ 0,1% đến 1,0%. Theo một phương án khác, hàm lượng đồng nhỏ hơn 0,1%.

Bo có độ hòa tan rắn rất thấp và xu hướng phân tách mạnh ở các vùng ranh giới của hạt, tương tác mạnh với tình trạng hư hỏng của mạng tinh thể. Do đó, bo có thể được sử dụng để hạn chế quá trình kết tủa của kapa cacbua liên hạt. Tốt hơn nếu, hàm lượng của bo nhỏ hơn 0,1%.

Niobi có thể làm tăng đồng thời độ bền và độ dai của thép do nguyên tố này là chất hiệu chỉnh hạt hữu hiệu. Ngoài ra, tantali, ziriconi, niobi, vanadi, titan, molypden và vonfram cũng là các nguyên tố có thể tùy ý được sử dụng để đạt được độ cứng và độ bền bằng cách kết tủa nitrua, carbo-nitrua hoặc cacbua. Tuy nhiên, khi hàm lượng tích lũy của các nguyên tố này cao hơn 2,0%, tốt hơn nếu cao hơn 1,0%, thì nguy cơ kết tủa quá mức có thể làm giảm độ dai, có thể được ngăn ngừa.

Vi cấu trúc của tấm thép theo sáng chế chứa ferrit ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 1% đến 10%, tùy ý kapa cacbua ở hàm lượng lên đến 10%, phần còn lại là austenit.

Khối austenit có mặt dưới dạng pha chính của thép theo sáng chế ở mặt ở hàm lượng cực tiểu bằng 90% thể tích trong thép theo sáng chế và tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 90% đến 98% thể tích. Tốt hơn nếu austenit theo sáng chế có kích cỡ hạt trung bình nhỏ hơn $12\mu\text{m}$ và tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn $10\mu\text{m}$. Trạng thái biến dạng của austenit theo sáng chế được đánh giá bằng phương pháp nhiễu xạ tia X bằng cách đo độ rộng tối đa ở nửa cực đại (FWHM) của pic nhiễu xạ tương ứng với các mặt phẳng $\{311\}$. Phương pháp nhiễu xạ tia X là phương pháp phân tích không phá hủy cung cấp thông tin chi tiết về mạng tinh thể bên trong của các vật liệu tinh thể, bao gồm kích cỡ mạng tinh thể, chiều dài liên kết, góc liên kết, và mức độ trật tự vị trí. Phương pháp được liên quan trực tiếp là phương pháp hiệu chỉnh tinh thể đơn, trong đó dữ liệu thu được từ phân tích nhiễu xạ tia X được phân tích và hiệu chỉnh để thu được cấu trúc tinh thể. Thông thường, thiết bị nhiễu xạ tia X được sử dụng để xác định cấu trúc tinh thể như vậy. Tấm thép theo sáng chế có khối austenit, khối austenit có hệ lập phương tâm mặt. Do đó, pic nhiễu xạ được phân tích có độ rộng tối đa ở nửa cực đại FWHM được đo tương ứng với các mặt phẳng $\{311\}$ được cho là nhạy cảm nhất với trạng thái biến dạng của mạng tinh thể austenit, do đó đây là thông số thể hiện tối ưu nhất của mức độ tác động của tỷ trọng chuyển vị. FWHM của austenit theo sáng chế nằm trong khoảng từ $0,700^\circ$ đến $1,00^\circ$.

Ferrit có mặt trong vi cấu trúc của tấm thép theo sáng chế ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 1% đến 10% thể tích, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 2% đến 10% hoặc tốt hơn nữa nếu nằm trong khoảng từ 3% đến 9%. Tuy nhiên, ferrit theo sáng chế có hình thái được giới hạn ở hình dạng hạt, không bao gồm ferrit ở dạng dải, do ferrit dạng dải làm giảm đáng kể độ dẻo và khả năng định hình của thép. Tốt hơn nữa, các hạt ferrit có kích cỡ hạt trung bình nhỏ hơn $5\mu\text{m}$ và tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn $1\mu\text{m}$. Ferrit như vậy có thể ở dạng ferrit không có trật tự hoặc ferrit có trật tự dưới dạng cấu trúc B2 có công thức $(\text{Fe}, \text{Mn})\text{Al}$ hoặc cấu trúc DO_3 có công thức $(\text{Fe}, \text{Mn})_3\text{Al}$, sao cho cấu trúc B2 và cấu trúc DO_3 có thể xuất hiện trong tấm thép theo sáng chế.

Kapa cacbua $(\text{Fe}, \text{Mn})_3\text{AlC}_x$ có thể có mặt trong vi cấu trúc của tấm thép theo sáng chế, ở hàm lượng lên đến 10% thể tích, tốt hơn nếu nhỏ hơn 5%, tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn 4% và tốt hơn nếu cao hơn 1%. Kapa cacbua theo sáng chế bao gồm cả kapa cacbua trong hạt (tức là kết tủa bên trong các hạt austenit, được gọi là kapa cacbua trong hạt) và kapa cacbua liên hạt (tức là kết tủa trên các vùng ranh giới của hạt austenit, được gọi là kapa cacbua liên hạt). Quá trình kết tủa liên mạng và đồng nhất của kapa cacbua có kích cỡ nano làm tăng độ bền của hợp kim.

Để bao vệ tấm thép theo sáng chế khỏi ăn mòn, theo phương án ưu tiên, tấm thép này được phủ bằng lớp phủ kim loại. Lớp phủ kim loại có thể là lớp phủ trên cơ sở nhôm hoặc lớp phủ trên cơ sở kẽm.

Tốt hơn nữa, lớp phủ trên cơ sở nhôm chứa Si ở hàm lượng nhỏ hơn 15%, Fe ở hàm lượng nhỏ hơn 5,0%, tùy ý Mg ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 0,1% đến 8,0% và tùy ý Zn ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 0,1% đến 30,0%, phần còn lại là Al.

Tốt hơn nữa, lớp phủ trên cơ sở kẽm chứa Al ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 0,01% đến 8,0%, tùy ý Mg ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 0,2% đến 8,0%, phần còn lại là Zn.

Tấm thép theo sáng chế có thể được sản xuất bằng phương pháp thích hợp bất kỳ đã biết trong lĩnh vực này. Tuy nhiên, tốt hơn nếu sử dụng phương pháp theo sáng chế, bao gồm các bước sau:

- chế tạo phiên thép có thành phần theo sáng chế,

- gia nhiệt lại phiến thép nêu trên ở nhiệt độ cao hơn 1000°C và cán nóng phiến thép này ở nhiệt độ cán hoàn thiện ít nhất bằng 800°C,

- cuộn tấm thép đã được cán nóng nêu trên ở nhiệt độ nhỏ hơn 600 °C,

- bước cán nguội thứ nhất tấm thép đã được cán nóng nêu trên ở tỷ lệ giảm nằm trong khoảng từ 30% đến 80%,

- bước ủ thứ nhất tấm thép đã được cán nguội nêu trên bằng cách gia nhiệt tấm thép này lên đến nhiệt độ ủ nằm trong khoảng từ 700°C đến 1000°C, duy trì tấm thép này ở nhiệt độ như vậy trong thời gian nhỏ hơn 5 phút và làm nguội tấm thép này ở tốc độ ít nhất bằng 30°C/giây,

- bước cán nguội thứ hai tấm thép đã được ủ nêu trên ở tỷ lệ giảm nằm trong khoảng từ 10% đến 50%,

- bước ủ thứ hai tấm thép đã được cán nguội nêu trên bằng cách gia nhiệt tấm thép này lên đến nhiệt độ ủ nằm trong khoảng từ 700°C đến 880°C, duy trì tấm thép này ở nhiệt độ như vậy trong thời gian từ 1 phút đến 150 giờ và làm nguội tấm thép này ở tốc độ ít nhất bằng 30°C/giây.

Tốt hơn nếu tấm thép theo sáng chế được sản xuất bằng phương pháp trong đó bán thành phẩm, như phiến thép, phiến thép mỏng, hoặc dải thép được chế tạo bằng thép theo sáng chế có thành phần mô tả nêu trên, được đúc, vật liệu đúc đầu vào được gia nhiệt đến nhiệt độ cao hơn 1000°C, tốt hơn nếu cao hơn 1050°C và tốt hơn nữa nếu cao hơn 1100°C hoặc 1150°C hoặc sử dụng trực tiếp ở nhiệt độ này sau bước đúc, mà không cần thực hiện bước làm nguội trung gian.

Bước cán nóng được thực hiện ở nhiệt độ cao hơn 800°C. Để ngăn ngừa hiện tượng hình thành vết nứt bất kỳ do không có độ dẻo do hình thành các dải ferrit, tốt hơn nếu nhiệt độ cán hoàn thiện cao hơn hoặc bằng 850°C.

Sau bước cán nóng, dải thép thu được được cuộn ở nhiệt độ nhỏ hơn 600°C và tốt hơn nếu cao hơn 350°C. Theo phương án ưu tiên, bước cuộn được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 350°C đến 450°C để ngăn ngừa kết tủa quá mức kapa cacbua.

Tấm thép được cán nóng được sản xuất bằng quy trình mô tả nêu trên được cán nguội sau khi bước tẩy đã được thực hiện theo phương pháp thông thường và tốt hơn nếu bước tẩy được thực hiện bằng cách phun cát.

Bước cán nguội thứ nhất được thực hiện ở tỷ lệ giảm nằm trong khoảng từ 30% đến 80%, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 40% đến 70%.

Sau bước cán này, bước ủ thứ nhất được thực hiện bằng cách gia nhiệt thép lên đến nhiệt độ ủ nằm trong khoảng từ 700°C đến 1000°C, duy trì tấm thép này ở nhiệt độ như vậy trong thời gian nhỏ hơn 5 phút và làm nguội tấm thép này ở tốc độ ít nhất bằng 30°C/giây, tốt hơn nữa nếu ít nhất bằng 50°C/giây và thậm chí tốt hơn nữa nếu ít nhất bằng 70°C/giây. Tốt hơn nữa, bước ủ này được thực hiện liên tục.

Bằng cách kiểm soát nhiệt độ ủ và thời gian ủ, có thể thu được cấu trúc austenit hoàn toàn hoặc cấu trúc hai pha có các đặc tính nêu trên.

Sau bước ủ thứ nhất này, bước hóa cứng nguội sơ bộ tấm thép nêu trên được thực hiện bằng bước cán nguội thứ hai ở tỷ lệ giảm nằm trong khoảng từ 10% đến 50%, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 15% đến 40%. Tấm thép có thể có độ bền được gia tăng thông qua bước hóa cứng nguội bằng cách thực hiện bước cán thứ hai này.

Sau bước cán thứ hai này, bước ủ thứ hai được thực hiện bằng cách gia nhiệt thép lên đến nhiệt độ ủ nằm trong khoảng từ 700°C đến 880°C, duy trì tấm thép này ở nhiệt độ như vậy trong thời gian từ 1 phút đến 150 giờ và làm nguội tấm thép này ở tốc độ ít nhất bằng 30°C/giây, tốt hơn nữa nếu ít nhất bằng 50°C/giây và thậm chí tốt hơn nữa nếu ít nhất bằng 70°C/giây. Tốt hơn nữa, bước ủ này được thực hiện liên tục. Trong bước ủ thứ hai này, khối austenit được phục hồi và có thể kết tinh lại sao cho tỷ trọng chuyển vị được giảm. Các đặc tính này có thể được đo gián tiếp thông qua độ rộng tối đa ở nửa cực đại được đo bằng phương pháp nhiễu xạ tia X trên pic nhiễu xạ tương ứng với các mặt phẳng {311}. Trong khi đó, quá trình kết tủa của các pha cứng, như kapa cacbua và ferrit, xuất hiện. Hơn nữa, ferrit có thể trải qua phản ứng tạo trật tự để tăng cường DO₃ và B2. Tổ hợp của các thành phần tạo vi cấu trúc này tạo ra thép có sự cân bằng giữa độ bền và độ dẻo rất cao.

Sau hai bước ủ này, tấm thép tùy ý có thể được phủ bằng lớp phủ kim loại để tăng cường bảo vệ chống ăn mòn. Phương pháp tạo lớp phủ được sử dụng có thể là phương

pháp bất kỳ thích hợp đối với tấm thép theo sáng chế. Phương pháp lắng đọng hơi vật lý hoặc phương pháp lắng đọng hơi điện phân có thể được sử dụng, đặc biệt là phương pháp lắng đọng hơi bằng cách phun tia. Lớp phủ kim loại có thể là lớp phủ trên cơ sở nhôm hoặc lớp phủ trên cơ sở kẽm.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Hai mẫu thép có thành phần được thể hiện trong bảng 1, được đúc thành các phiến thép và xử lý theo các thông số quy trình được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 1 - Thành phần

Mẫu thép	C	Mn	Al	P	S	N	Si
1	0,92	19,2	8,65	0,009	0,003	0,006	0,05
2	0,96	19,9	<u>5,72</u>	0,007	0,005	0,007	0,05

Bảng 2 - Các thông số quy trình

Mẫu thép	Thử nghiệm	Nhiệt độ gia nhiệt lại (°C)	Nhiệt độ cán nóng hoàn thiện (°C)	Tốc độ làm nguội (°C/giây)	Nhiệt độ cuộn của cuộn thép HR	Tỷ lệ giảm cán nguội
1	11	1170	999	80	400	58
1	12	1170	999	80	400	58
1	13	1170	999	80	400	58
1	14	1170	999	80	400	58
2	R1	1170	1000	75	400	58
1	R2	1170	999	80	400	58
1	R3	1170	999	80	400	58

Mẫu thép	Thử nghiệm	Bước ủ thứ nhất				Bước ủ thứ hai			
		Tốc độ gia nhiệt để thực hiện bước ủ 1	Nhiệt độ ủ 1	Thời gian duy trì bước ủ 1 (phút)	Tốc độ gia nhiệt sau khi thực hiện bước ủ 1	Tỷ lệ giảm cán nguội-2 (%)	Tốc độ gia nhiệt để thực hiện bước ủ 2	Nhiệt độ ủ 2	Thời gian duy trì bước ủ 2 (phút)
1	11	15	850	3	355	20	25	700	5
1	12	15	850	3	355	20	25	750	15
1	13	15	850	3	355	20	25	800	15
1	14	15	850	3	355	20	25	850	5
2	R1	15	830	3	355	20	25	750	15
1	R2	15	850	3	355	20	25	<u>650</u>	5
1	R3	15	850	3	355	20	25	<u>900</u>	15

Sau đó, các mẫu thu được được phân tích và các nguyên tố tạo vi cấu trúc và đặc tính cơ học tương ứng lần lượt được thể hiện trên bảng 3 và bảng 4.

Bảng 3

Độ rộng tối đa ở nửa cực đại FWHM của austenit theo sáng chế được đo bằng phương pháp nhiễu xạ tia X trên píc nhiễu xạ tương ứng với các mặt phẳng {311}. Thông số này tương ứng với hiện tượng mở rộng của píc nhiễu xạ ở một nửa cường độ cực đại của nó.

Mẫu thép	Thử nghiệm	Ferrit có trật tự (%)	Kapa cacbua (%)	Austenit (%)	FWHM của píc {311} của austenit (°)
1	11	4,9	3,5	91,6	0,998
1	12	5,6	1,6	92,8	0,917
1	13	5,2	1	93,8	0,821
1	14	4	0	96	0,708
2	R1	<u>0</u>	0	<u>100</u>	<u>0,606</u>
1	R2	4,7	2,7	92,6	<u>1,129</u>
1	R3	<u>0</u>	0	<u>100</u>	<u>0,647</u>

Bảng 4 - Đặc tính

Mẫu thép	Thử nghiệm	Độ bền chảy (MPa)	Độ bền kéo (MPa)	Độ giãn kéo (%)	Tỷ trọng
1	11	1138	1306	19,0	6,81
1	12	1029	1221	21,2	6,81
1	13	1012	1195	25,6	6,81
1	14	753	1041	39,2	6,81
2	R1	<u>532</u>	<u>904</u>	47,9	<u>7,31</u>
1	R2	1217	1334	<u>12,6</u>	6,81
1	R3	<u>679</u>	<u>983</u>	43,1	6,81

Các ví dụ này cho thấy rằng tấm thép theo sáng chế là vật liệu duy nhất có toàn bộ các đặc tính mong muốn nhờ thành phần và vi cấu trúc đặc trưng của tấm thép này.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép được ủ và cán nguội chứa các nguyên tố sau, tính theo tỷ lệ phần trăm khối lượng: $0,6 < C < 1,3\%$, $15 \leq Mn < 35\%$, $6 \leq Al < 15\%$, $Si \leq 2,40\%$, $S \leq 0,03\%$, $P \leq 0,1\%$, $N \leq 0,1\%$, và tùy ý, một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ Ni, Cr và Cu ở hàm lượng riêng biệt lên đến 3%, và tùy ý, một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ B, Ta, Zr, Nb, V, Ti, Mo, và W ở hàm lượng tích lũy lên đến 2,0%, thành phần còn lại là sắt và các tạp chất không tránh khỏi thu được từ quá trình gia công, vi cấu trúc của tấm thép được ủ và cán nguội này bao gồm ferrit có trật tự ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 1% đến 10% thể tích, và $1\% < \text{kapa cacbua} < 10\%$ thể tích, kapa cacbua bao gồm cả kapa cacbua trong hạt và kapa cacbua liên hạt, phần còn lại là austenit, tỷ trọng của tấm thép này bằng hoặc nhỏ hơn 7,2 và FWHM của khối austenit nằm trong khoảng từ $0,700^\circ$ đến $1,100^\circ$, trong đó FWHM là đại lượng đo bằng phương pháp nhiễu xạ tia X của độ rộng tối đa ở nửa cực đại (full width at half maximum-FWHM) của pic nhiễu xạ tương ứng với các mặt phẳng.
2. Tấm thép được ủ và cán nguội theo điểm 1, trong đó tấm thép được ủ và cán nguội này có hàm lượng cacbon nằm trong khoảng từ 0,8% đến 1,0% khối lượng.
3. Tấm thép được ủ và cán nguội theo điểm 1, trong đó tấm thép được ủ và cán nguội này có hàm lượng mangan nằm trong khoảng từ 18% đến 30% khối lượng.
4. Tấm thép được ủ và cán nguội theo điểm 1, trong đó tấm thép được ủ và cán nguội này có hàm lượng nhôm nằm trong khoảng từ 6% đến 10% khối lượng.
5. Tấm thép được ủ và cán nguội theo điểm 1, trong đó tấm thép được ủ và cán nguội này có độ bền kéo tới hạn ít nhất bằng 1000 MPa và độ bền chảy ít nhất bằng 700 MPa.
6. Tấm thép được ủ và cán nguội theo điểm 1, trong đó tấm thép được ủ và cán nguội này có hàm lượng austenit nằm trong khoảng từ 90% đến 98% thể tích.
7. Tấm thép được ủ và cán nguội theo điểm 1, trong đó thành phần austenit có kích cỡ hạt trung bình nhỏ hơn $12\mu\text{m}$.
8. Tấm thép được ủ và cán nguội theo điểm 1, trong đó thành phần austenit có kích cỡ hạt trung bình nhỏ hơn $10\mu\text{m}$.

9. Tấm thép được ủ và cán nguội theo điểm 1, trong đó tấm thép được ủ và cán nguội này có hàm lượng ferrit có trật tự nằm trong khoảng từ 2% đến 10% thể tích, có kích cỡ hạt trung bình nhỏ hơn $5\mu\text{m}$.
10. Tấm thép được ủ và cán nguội theo điểm 1, trong đó tấm thép được ủ và cán nguội này có hàm lượng ferrit có trật tự nằm trong khoảng từ 3% đến 9% thể tích, có kích cỡ hạt trung bình nhỏ hơn $1\mu\text{m}$.
11. Tấm thép được ủ và cán nguội theo điểm 1, trong đó tấm thép được ủ và cán nguội này có hàm lượng kapa cacbua nhỏ hơn 5% thể tích.
12. Tấm thép được ủ và cán nguội theo điểm 1, trong đó tấm thép được ủ và cán nguội này có hàm lượng kapa cacbua nhỏ hơn 4% thể tích.
13. Tấm thép được ủ và cán nguội theo điểm 1, trong đó tấm thép được ủ và cán nguội này được phủ bằng lớp phủ kim loại.
14. Tấm thép được ủ và cán nguội theo điểm 13, trong đó lớp phủ kim loại là lớp phủ trên cơ sở nhôm hoặc lớp phủ trên cơ sở kẽm.
15. Phương pháp sản xuất chi tiết kết cấu hoặc an toàn của xe bao gồm bước sử dụng tấm thép được ủ và cán nguội theo điểm 1.
16. Tấm thép được ủ và cán nguội theo điểm 1, tấm thép được ủ và cán nguội này bao gồm $1\% < \text{kapa cacbua} < 5\%$ thể tích, kapa cacbua bao gồm cả kapa cacbua trong hạt và kapa cacbua liên hạt.
17. Tấm thép được ủ và cán nguội theo điểm 1, tấm thép được ủ và cán nguội này bao gồm $1\% < \text{kapa cacbua} < 4\%$ thể tích, kapa cacbua bao gồm cả kapa cacbua trong hạt và kapa cacbua liên hạt.