



(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)



1-0048916

(51)⁸ **B32B 15/01; C21D 9/46; C22C 38/00; (13) B**
C23C 2/40; C22C 38/06; C23C 2/02;
C23C 2/06; C21D 8/02; C22C 38/02

(21) 1-2018-02868

(22) 17/01/2017

(86) PCT/IB2017/000018 17/01/2017

(87) WO2017/125809 27/07/2017

(30) PCT/IB2016/000024 18/01/2016 IB

(45) 25/07/2025 448

(43) 25/10/2018 367A

(73) ARCELORMITTAL (LU)

24-26, boulevard d'Avranches 1160 Luxembourg, LUXEMBOURG

(72) UTA Elena (RO); HEBERT Véronique (FR).

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

(54) TẤM THÉP CÓ LỚP MẠ VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT NÓ

(21) 1-2018-02868

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép có lớp mạ có thành phần bao gồm các nguyên tố sau, tính theo phần trăm khối lượng: $0,17\% \leq \text{cacbon} \leq 0,24\%$, $1,9\% \leq \text{mangan} \leq 2,2\%$, $0,5\% \leq \text{nhôm} \leq 1,2\%$, $0,5\% \leq \text{silic} \leq 1\%$, $0,05\% \leq \text{crom} \leq 0,2\%$, $0,015\% \leq \text{niobi} \leq 0,03\%$, lưu huỳnh $\leq 0,003\%$, Phospho $\leq 0,03\%$ và tùy ý chứa $0,005\% \leq \text{titan} \leq 0,05\%$, $0,001\% \leq \text{molypden} \leq 0,05\%$, thành phần còn lại bao gồm sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ quá trình sản xuất, trong đó $\text{Si} + \text{Al} \geq 1,3\%$, lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi, vi cấu trúc của tấm thép có lớp mạ này có, tính theo phần diện tích, 10 tới 20% austenit tồn dư, pha austenit có hàm lượng cacbon nằm trong khoảng từ 0,9 đến 1,1%, 40 tới 55% ferit đa giác, 15 tới 40% bainit dạng hạt và ít nhất 5% mactensit ram, toàn bộ mactensit ram và austenit tồn dư chiếm 20 tới 30%. Phương pháp sản xuất tấm thép có lớp mạ này cũng được đề cập đến.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép có các tính chất cơ học rất tốt thích hợp để dùng trong lĩnh vực sản xuất xe có động cơ, cụ thể là, sáng chế đề cập đến tấm thép có khả năng dễ tạo hình cao cùng với độ bền cao và phương pháp sản xuất nó.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, các đòi hỏi gia tăng về việc tiết kiệm nhiên liệu và lượng khí thải cacbon xét theo khía cạnh bảo toàn môi trường toàn cầu đã cần đến việc giảm bớt trọng lượng của các xe có động cơ; do đó, việc nghiên cứu phát triển các tấm thép có độ bền cao, khả năng giãn dài và các tính chất cơ học chấp nhận được là cần thiết. Do đó, các chi tiết bằng thép của xe có động cơ cần phải có hai đặc tính mà chúng thường được xem là khó có thể đạt được cùng một lúc: một mặt phải có khả năng dễ tạo hình và khả năng dễ uốn cao và mặt khác phải có độ bền kéo cao.

Nhằm giảm trọng lượng ô tô, các nỗ lực phát triển và nghiên cứu chuyên sâu đã và đang được thực hiện bằng cách làm tăng độ bền của vật liệu. Ngược lại, việc tăng độ bền của các tấm thép dẫn đến việc làm giảm khả năng dễ tạo hình, và do vậy việc nghiên cứu phát triển các vật liệu có cả độ bền cao lẫn khả năng dễ tạo hình cao là cần thiết.

Do đó, các loại thép có độ bền cao cùng với khả năng dễ tạo hình rất tốt như các loại thép có hiệu ứng chuyển pha do biến dạng dẻo TRIP (“Transformation Induced Plasticity”) đã và đang được phát triển. Các loại thép TRIP này có sự cân bằng tốt giữa độ bền cơ học và khả năng dễ tạo hình do cấu trúc phức hợp của chúng bao gồm austenit biến dạng dần theo ứng suất. Nhóm thép TRIP này cũng có thể bao gồm ferit, là một vật liệu dễ uốn và các thành viên khác như dòng mactensit và austenit (MA) và bainit. Việc các loại thép TRIP có khả năng gia cường rất cao, cho phép có khả năng phân bố biến dạng tốt trong

trường hợp va chạm hoặc ngay cả trong khi tạo hình chi tiết của xe có động cơ. Do đó, việc có thể chế tạo được các chi tiết phức tạp như các chi tiết làm bằng các loại thép thông thường có các tính chất cơ học được cải thiện, cho phép có thể giảm độ dày của các chi tiết này mà vẫn đảm bảo các đặc tính chức năng giống hệt về tính năng cơ học. Do đó, các loại thép này có khả năng đáp ứng các yêu cầu về việc giảm trọng lượng và tăng mức độ an toàn trong các phương tiện có động cơ. Trong lĩnh vực các tấm thép được cán nóng hoặc được cán nguội, loại thép này có thể dùng cho, không kể những ứng dụng khác, các bộ phận kết cấu và bảo vệ của các phương tiện có động cơ. Một số giải pháp đã được đưa ra nhằm tạo ra thép có độ bền cao và khả năng dễ tạo hình cao, thu được các loại thép khác nhau về độ bền cao, và khả năng dễ tạo hình cao và các phương pháp sản xuất các tấm thép có độ bền cao và khả năng dễ tạo hình cao.

US9074272 đề xuất thép có thành phần hoá học: 0,1-0,28% C, 1,0-2,0% Si, 1,0-3,0% Mn và lượng còn lại là sắt và các tạp chất không tránh được. Vi cấu trúc chứa 9 tới 17% austenit tồn dư, 40 tới 65% bainit ferit, 30 tới 50% ferit đa giác và dưới 5% mactensit. Mặc dù có kể đến tấm thép cán nguội có độ giãn dài rất tốt nhưng giải pháp nêu trong US9074272 vẫn không thể đạt được độ bền kéo là 900MPa mà hiện là cần có đối với nhiều chi tiết kết cấu của ô tô.

US 2015/0152533 mô tả phương pháp sản xuất thép có độ bền cao chứa C: 0,12 -0,18%, Si: 0,05-0,2%, Mn: 1,9-2,2%, Al: 0,2-0,5%, Cr: 0,05 -0,2%, Nb: 0,01-0,06%, P: $\leq 0,02\%$, S: $\leq 0,003\%$, N: $\leq 0,008\%$, Mo: $\leq 0,1\%$, B: $\leq 0,0007\%$, Ti: $\leq 0,01\%$, Ni: $\leq 0,1\%$, Cu: $\leq 0,1\%$ và, lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi. Tấm thép này có vi cấu trúc chứa 50-90% thể tích ferit, kể cả bainit ferit, 5-40% thể tích mactensit, lên tới 15% thể tích austenit tồn dư và tối đa là 10% thể tích các thành phần cấu trúc khác. Mặc dù thép được mô tả trong US2015/0152533 chứa một lượng đáng kể mactensit (tức là, tối đa là 40%), song thép này không thể đạt được độ bền kéo bằng 900MPa.

Ngoài ra, JP 2001/254138 mô tả thép có thành phần hoá học sau: 0,05-0,3% C, 0,3-2,5% Si, 0,5-3,0% Mn và 0,001-2,0% Al, lượng còn lại là sắt và các tạp chất không tránh được. Cấu trúc này chứa austenit tồn dư trong đó nồng độ

khối lượng cacbon lớn hơn hoặc bằng 1% và phần thể tích chiếm 3 tới 50%, cũng như ferit với lượng nằm trong khoảng từ 50 đến 97%. Giải pháp nên trong công bố đơn này không thể sử dụng được để sản xuất thép cần độ bền cơ học đặc biệt kèm theo khả năng dễ uốn cao để tạo ra phần cấu trúc phức hợp dùng cho các phương tiện có động cơ.

Ngoài ra, EP2765212 mô tả tấm thép có độ bền cao cùng với khả năng dễ uốn rất tốt và khả năng dễ tạo gờ kéo giãn, có vi cấu trúc tính theo tỷ lệ diện tích chứa mactensit: 5-70%, tỷ lệ diện tích của austenit tồn lưu là 5-40%, tỷ lệ diện tích của bainit ferit trong bainit này là 5% hoặc lớn hơn, và tổng cộng 40% hoặc lớn hơn, 25% hoặc lớn hơn của mactensit là mactensit ram, ferit đa giác có tỷ lệ diện tích lớn hơn 10% và dưới 50%.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, trên cơ sở các công bố nêu trên, mục đích của sáng chế là đề xuất tấm thép cho phép có thể đạt được sự giảm trọng lượng nhiều cùng với khả năng đáp ứng trong thực tiễn sản xuất ô tô hiện nay để tạo ra các chi tiết và các bộ phận phức tạp của ô tô.

Mục đích của sáng chế là nhằm giải quyết các vấn đề này bằng cách làm cho các tấm thép được cán nguội hiện có đồng thời có:

- độ bền kéo giới hạn TS lớn hơn hoặc bằng 980MPa và tốt hơn là lớn hơn 1050MPa, hoặc thậm chí là lớn hơn 1100MPa,
- giới hạn chảy lớn hơn 550MPa,
- hệ số chảy bằng hoặc lớn hơn 0,60,
- độ giãn dài toàn phần TE lớn hơn hoặc bằng 17% và tốt hơn là lớn hơn 19%,
- hệ số giãn nở lỗ lớn hơn hoặc bằng 18% (được đo theo tiêu chuẩn ISO 16630:2009).

Tốt hơn là, thép như vậy có khả năng thích tốt cho việc tạo hình, cụ thể là cho việc cán và khả năng dễ hàn tốt và khả năng dễ phủ tốt.

Một mục đích khác của sáng chế là đề xuất phương pháp sản xuất thép có khả năng chống nứt giòn tốt ở trạng thái kim loại lỏng.

Một mục đích khác của sáng chế là đề xuất phương pháp hiện có để sản xuất các tấm này tương thích với các ứng dụng công nghiệp thông thường đồng thời không nhạy cảm với các biến đổi nhỏ của các thông số của quy trình sản xuất.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là vi ảnh thể hiện vi cấu trúc của thép theo sáng chế. Mactensit ram và austenit là các thành phần màu nhạt, lượng còn lại là ferit và bainit dạng hạt.

Fig.2A minh họa sự phân bố đồng nhất của mactensit ram trong tấm thép theo sáng chế, trong khi Fig.2B minh họa sự phân bố không đồng nhất của mactensit trong tấm thép đối chứng.

Mô tả chi tiết sáng chế

Tấm thép theo sáng chế có thành phần đặc biệt sẽ được mô tả chi tiết.

Cacbon có mặt trong thép theo sáng chế với lượng nằm trong khoảng từ 0,17% đến 0,24%. Cacbon đóng một vai trò đáng kể trong việc hình thành vi cấu trúc và trong việc tạo độ bền và khả năng dễ uốn nhờ hiệu ứng TRIP: không thể có được hiệu ứng TRIP đáng kể khi hàm lượng cacbon nhỏ hơn 0,17%. Với hàm lượng lớn hơn 0,24%, khả năng dễ hàn giảm. Có lợi, nếu hàm lượng cacbon nằm trong khoảng từ 0,20 đến 0,24% để đồng thời có được cả độ bền cao lẫn độ giãn dài cao.

Mangan được bổ sung vào thép theo sáng chế với lượng nằm trong khoảng từ 1,9% đến 2,2%. Mangan là một nguyên tố cho phép tôi cứng bởi sự thay thế dung dịch rắn trong ferit. Hàm lượng tối thiểu 1,9% khối lượng là cần thiết để đạt được độ bền kéo mong muốn. Tuy nhiên, với lượng lớn hơn 2,2%, mangan sẽ làm chậm sự tạo ra bainit và còn làm tăng sự tạo ra austenit có lượng cacbon thấp mà ở giai đoạn sau sẽ chuyển biến thành mactensit thay vì thành austenit tồn dư, là điều bất lợi đối với các tính chất được yêu cầu.

Silic được bổ sung với lượng nằm trong khoảng từ 0,5% đến 1% vào thép theo sáng chế. Silic đóng vai trò quan trọng trong việc hình thành vi cấu trúc bởi việc làm chậm sự kết tủa cacbua trong bước cân bằng sau khi làm nguội sơ cấp,

cho phép có thể tập trung cacbon trong austenit để làm ổn định nó. Silic đóng vai trò hiệu quả kết hợp với nhôm, để đạt được các kết quả tốt nhất liên quan tới các tính chất đặc biệt với hàm lượng lớn hơn 0,5%. Tuy nhiên, việc bổ sung silic với lượng lớn hơn 1% có ảnh hưởng bất lợi đến khả năng dễ phủ nhúng nóng do việc thúc đẩy sự tạo ra các oxit mà chúng bám dính lên bề mặt của các sản phẩm, làm giảm khả năng dễ hàn. Nó cũng có thể dẫn đến sự giòn ở trạng thái kim loại lỏng do sự thẩm thấu Zn vào các vùng biên hạt austenit trong khi hàn điểm. Hàm lượng nhỏ hơn hoặc bằng 1% đồng thời tạo ra khả năng thích rất tốt cho việc hàn cũng như khả năng dễ phủ tốt. Tốt hơn, nếu hàm lượng silic nằm trong khoảng từ 0,7 đến 0,9% nhằm loại trừ sự tạo ra mactensit giòn thay vì tạo ra bainit.

Nhôm đóng vai trò quan trọng theo sáng chế bởi việc làm chậm một cách đáng kể sự kết tủa cacbua và làm ổn định austenit tồn dư. Tác dụng này đạt được khi hàm lượng nhôm nằm trong khoảng từ 0,5% đến 1,2%. Tốt hơn, nếu hàm lượng nhôm nhỏ hơn hoặc bằng 0,9% và lớn hơn hoặc bằng 0,7%. Điều cũng được tin chắc là hàm lượng Al cao làm tăng mức độ ăn mòn các vật liệu chịu lửa và nguy cơ chèn bít các vòi phun khi đúc rót thép trước khi cán. Nhôm cũng phân tách một cách bất lợi và có thể dẫn đến sự siêu phân tách. Với lượng dư, nhôm làm giảm khả năng dễ uốn nóng và làm tăng nguy cơ xuất hiện các khuyết tật trong quá trình đúc rót liên tục. Nếu không kiểm soát chặt chẽ các điều kiện đúc rót, các khuyết tật vi phân tách và siêu phân tách sẽ dẫn đến sự phân tách chính giữa trong tấm thép đã được ủ. Dải chính giữa này sẽ cứng hơn so với nền bao quanh nó và sẽ có ảnh hưởng bất lợi đến khả năng dễ tạo hình của vật liệu.

Ngoài các giới hạn riêng rẽ đã nêu trên, tổng lượng nhôm và silic sẽ phải lớn hơn 1,3% và tốt hơn là lớn hơn 1,4%, do cả hai nguyên tố này có tác dụng hiệp đồng làm ổn định austenit tồn dư, làm chậm một cách đáng kể sự kết tủa cacbua trong chu trình ủ, và nhất là trong quá trình tạo ra bainit. Điều đó cho phép có thể làm giàu austenit bằng cacbon, dẫn đến làm ổn định nó ở nhiệt độ trong phòng trong tấm thép này.

Hơn nữa, tác giả sáng chế đã thấy rằng khi $Si/10 > 0,30\% - C$ (Si và C được tính theo phần trăm khối lượng), do LME (hiện tượng giòn ở trạng thái kim loại

lỏng), silic gây bất lợi đối với việc hàn điểm các tấm được phủ và đặc biệt là các tấm tráng kẽm hoặc mạ kẽm hoặc mạ điện kẽm. Hiện tượng LME gây ra sự nứt gãy ở vùng biên hạt trong các vùng bị tác động nhiệt và trong kim loại hàn của các mối liên kết hàn. Do đó, $(C + Si/10)$ cần được duy trì ở mức nhỏ hơn hoặc bằng 0,30%, nhất là khi tấm này được phủ.

Cũng đã thấy rằng để làm giảm hiện tượng LME, khi xét đến thành phần, thì hàm lượng Al cần phải lớn hơn hoặc bằng $6(C+Mn/10) - 2,5\%$.

Crom được bổ sung vào thép theo sáng chế với lượng nằm trong khoảng từ 0,05% đến 0,2%. Giống như mangan, crom làm tăng khả năng tôi cứng trong việc thúc đẩy sự tạo ra mactensit. Khi hàm lượng crom lớn hơn 0,05%, là hữu ích để đạt được độ bền kéo cần thiết. Tuy nhiên, khi hàm lượng crom lớn hơn 0,2%, sự tạo ra bainit là chậm, khiến cho austenit không được làm giàu một cách thoả đáng trong cacbon trong bước cân bằng; Thực vậy, austenit này ít nhất được chuyển biến hoàn toàn thành mactensit trong khi làm nguội xuống nhiệt độ môi trường, và độ giãn dài là quá thấp. Do vậy, hàm lượng crom này nằm trong khoảng từ 0,05 đến 0,2%.

Niobi được bổ sung vào thép theo sáng chế với lượng nằm trong khoảng từ 0,015 đến 0,03 để gây ra sự tạo ra carbo-nitrua nhằm tạo độ bền bởi việc tôi cứng kết tủa. Do niobi làm chậm sự tái kết tinh trong khi nung nóng, nên vi cấu trúc được hình thành khi kết thúc quá trình giữ nhiệt và kết quả là sau khi ủ hoàn toàn sẽ mảnh hơn, dẫn đến làm tôi cứng sản phẩm. Nhưng khi hàm lượng niobi lớn hơn 0,03%, lượng lớn carbo-nitrua được tạo ra và có khuynh hướng làm giảm khả năng dễ uốn của thép.

Titan là một nguyên tố tùy chọn mà có thể được bổ sung vào thép theo sáng chế với lượng nằm trong khoảng từ 0,005% đến 0,05%. Giống như niobi, nó kết tủa để tạo ra carbo-nitrua và góp phần làm tôi cứng. Nhưng nó cũng liên quan đến sự hình thành TiN lớn xuất hiện trong quá trình tôi cứng sản phẩm đúc. Do đó, lượng được giới hạn ở mức 0,05% nhằm tránh sự tạo TiN thô có tác dụng bất lợi đến sự giãn nở lỗ. Nếu hàm lượng titan được bổ sung vào với lượng dưới 0,005%, thì sẽ không có ảnh hưởng bất kỳ đến thép theo sáng chế.

Molypđen là một nguyên tố tùy chọn mà có thể được bổ sung vào thép theo sáng chế với lượng nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,05%. Molypđen có thể đóng vai trò hiệu quả trong việc làm tăng khả năng tôi cứng, làm chậm sự tạo ra bainit và tránh sự kết tủa cacbua trong bainit. Tuy nhiên, việc bổ sung molypđen vào quá nhiều dẫn đến việc làm tăng chi phí cho việc bổ sung các nguyên tố hợp kim, vì vậy với lý do kinh tế hàm lượng của nó được giới hạn ở mức 0,05%.

Hàm lượng lưu huỳnh sáng chế phải được duy trì ở mức thấp nhất có thể; do đó, hàm lượng lưu huỳnh theo sáng chế nhỏ hơn hoặc bằng 0,004%. Hàm lượng lưu huỳnh bằng 0,004% hoặc lớn hơn làm giảm khả năng dễ uốn bởi vì sự có mặt quá nhiều của các sulfua như MnS (mangan sulfua), làm giảm khả năng dễ gia công của thép, và cũng là một nguồn khởi đầu các vết nứt.

Phospho có thể có mặt trong thép theo sáng chế với lượng lên tới 0,03%, Phospho là một nguyên tố làm tăng cứng trong dung dịch rắn nhưng làm giảm một cách đáng kể khả năng thích ứng đối với việc hàn điểm và khả năng dễ uốn nóng. Vì các lý do này, hàm lượng của nó phải được giới hạn ở mức 0,03% để có được khả năng thích ứng tốt đối với việc hàn điểm và khả năng dễ uốn nóng tốt.

Tám thép theo sáng chế có vi cấu trúc đặc biệt bao gồm vài pha, với tỷ lệ của chúng được thể hiện theo phần diện tích.

Cấu tử ferit đa giác tạo cho thép theo sáng chế có độ giãn dài cao và đảm bảo cho độ giãn dài và hệ số giãn nở lỗ ở các mức cần thiết. Ferit đa giác là một cấu tử mềm và dễ uốn. Nó có thể khác biệt với ferit thông thường là tạo ra trong bước làm nguội do nó có hàm lượng cacbon thấp trong dung dịch rắn và mật độ lệch mạng rất thấp. Ferit đa giác phải có mặt ít nhất là với lượng 40% và lên tới mức tối đa là 55%. Ferit đa giác tạo tính giãn dài theo sáng chế do nó mềm hơn so với các pha cứng khác có mặt như mactensit ram và bởi vì hàm lượng rất hạn chế của cacbon có mặt trong ferit đa giác mà có thể là thấp tới 0,005%. Ngoài ra, độ lệch mạng thấp cũng liên quan đến hệ số giãn nở lỗ. Ferit đa giác này chủ yếu được tạo ra trong khi nung nóng và giữ nhiệt ở nhiệt độ tương ứng với quá trình ủ liên tục. Một phần nào đó của ferit thông thường có thể được tạo ra trong khi làm

ngươi nhưng do hàm lượng mangan có mặt, nên hàm lượng ferit thông thường xuất hiện trong bước làm nguội thường là hơn 5%.

Bainit dạng hạt có mặt trong thép theo sáng chế khác với cấu trúc bainit thông thường là bainit dạng hạt theo sáng chế có mật độ cacbua rất thấp. Mật độ cacbua thấp được nêu trong bản mô tả này có nghĩa là nhỏ hơn hoặc bằng 100 cacbua trên một đơn vị diện tích $100\mu\text{m}^2$. Do độ lệch mạng cao (gần $10^{15}/\text{m}^2$), nên bainit dạng hạt này tạo độ bền cao cho thép theo sáng chế trái ngược với ferit đa giác. Lượng bainit dạng hạt này nằm trong khoảng từ 15 đến 40%.

Austenit tồn dư là cấu tử có mặt với lượng nằm trong khoảng từ 10 đến 20% và là một cấu tử chủ yếu để đảm bảo hiệu ứng TRIP. Austenit tồn dư theo sáng chế có tỷ lệ phần trăm cacbon nằm trong khoảng từ 0,9 đến 1,1% đóng vai trò quan trọng trong việc làm ổn định austenit ở nhiệt độ trong phòng và tăng cường hiệu ứng TRIP cho phép sáng chế có khả năng dễ tạo hình thích hợp. Ngoài ra, austenit tồn dư giàu cacbon cũng góp phần vào việc tạo ra bainit dạng hạt do độ tan cao của cacbon trong austenit làm chậm sự tạo ra cacbua trong bainit. Theo một phương án được ưu tiên, cỡ hạt trung bình của austenit tồn dư như vậy là thấp hơn $2\mu\text{m}$. Austenit tồn dư được đo bằng phương pháp từ tính còn được gọi là phương pháp đo sigma, bao gồm việc đo mômen từ của thép trước khi và sau khi xử lý nhiệt để làm mất ổn định austenit thuận từ khác hẳn với các pha khác là sắt từ.

Thép theo sáng chế cũng chứa ít nhất là 5% mactensit ram, nó là cấu tử bao gồm các dải mảnh kéo dài theo một phương nằm bên trong mỗi hạt xuất phát từ hạt austenit sơ cấp, trong đó các cacbua sắt mịn được kết tủa giữa các dải nằm theo phương $\langle 111 \rangle$. Việc ram mactensit cho phép làm tăng giới hạn chảy nhờ vào việc thu nhỏ khe cứng giữa mactensit và ferit hoặc bainit và làm tăng hệ số giãn nở lỗ với cùng lý do như vậy và nhờ vào việc thu nhỏ mactensit. Hàm lượng của toàn bộ mactensit ram và austenit tồn dư nằm trong khoảng từ 20 đến 30% và tốt hơn là nằm trong khoảng từ 25 đến 30%. Mactensit ram và austenit có thể có mặt dưới dạng các đảo nhỏ mactensit-austenit, hoặc dưới dạng các vi cấu trúc riêng biệt. Thép theo sáng chế không chứa mactensit chưa được ram bất kỳ do mactensit

chưa được ram là pha cứng và do đó sẽ làm giảm giới hạn chảy của thép và cũng sẽ làm giảm khả năng dễ tạo hình của thép theo sáng chế.

Theo một phương án được ưu tiên của sáng chế, tính đồng nhất về sự phân bố của lượng mactensit ram được đặc tả theo cách thức sau đây: phần mactensit ram (TM) đo được trong vùng bất kỳ có diện tích $50 \times 50 \mu\text{m}^2$ trong tấm thép và được so sánh với phần trung bình (TM*). Sự phân bố của mactensit ram được xác định là đồng nhất nếu $|(TM)-(TM^*)| = 1,5\%$. Sự phân bố đồng nhất như vậy cải thiện hệ số giãn nở lỗ.

Tấm thép theo sáng chế có thể được sản xuất bởi quy trình thích hợp bất kỳ. Tuy nhiên, được ưu tiên nếu sử dụng quy trình được mô tả dưới đây.

Sản phẩm đúc bán thành phẩm có thể được tạo ra dưới dạng thỏi hoặc dưới dạng tấm mỏng hoặc dải mỏng, tức là có chiều dày từ khoảng 220mm đối với các tấm mỏng lên tới vài chục milimet đối với tấm mỏng hoặc dải mỏng.

Để cho đơn giản, phần mô tả ở dưới sẽ chỉ tập trung vào các bán thành phẩm dưới dạng tấm mỏng. Tấm mỏng có thành phần hoá học nêu trên được sản xuất bằng cách đúc liên tục, và được xử lý tiếp theo phương pháp sản xuất theo sáng chế. Theo sáng chế, tấm mỏng này có thể được sử dụng với nhiệt độ cao trong khi đúc liên tục hoặc đầu tiên có thể được làm nguội xuống nhiệt độ trong phòng và sau đó được nung lại.

Tốt hơn, nếu nhiệt độ của tấm mỏng được cán nóng lớn hơn điểm tới hạn A_{c3} và ít nhất là lớn hơn 1000°C và phải nhỏ hơn 1280°C . Nhiệt độ được mô tả này được quy ước để đảm bảo rằng ở mọi điểm trong các tấm này đều nằm trong austenit. Trong trường hợp nhiệt độ của tấm này nhỏ hơn 1000°C , lượng tải quá mức được đặt trên máy cán, và hơn thế, nhiệt độ của thép có thể giảm xuống nhiệt độ biến đổi ferit trong khi cán. Do đó, để đảm bảo việc cán trong vùng austenit hoàn toàn, việc nung lại phải được thực hiện ở nhiệt độ lớn hơn 1000°C . Ngoài ra, nhiệt độ này sẽ không được lớn hơn 1280°C nhằm tránh sự phát triển bất lợi của các hạt austenit thành các hạt ferit thô làm giảm khả năng tái kết tinh của các hạt này trong khi cán nóng. Ngoài ra, nhiệt độ lớn hơn 1280°C làm tăng nguy cơ tạo ra các lớp oxit mỏng là điều bất lợi trong khi cán nóng. Nhiệt độ cán hoàn thiện phải

lớn hơn 850°C . Được ưu tiên nên có nhiệt độ cán hoàn thiện lớn hơn điểm tới hạn Ar3 để đảm bảo rằng thép được tiến hành cán nóng sẽ được cán trong vùng austenit hoàn toàn.

Sau đó, tấm thép được cán nóng đã được tạo ra theo cách này được làm nguội với tốc độ làm nguội nằm trong khoảng từ 35 đến $55^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ xuống nhiệt độ cuộn bằng hoặc dưới 580°C để thu được vi cấu trúc thích hợp theo sáng chế do khoảng tốc độ làm nguội này là có lợi cho việc tạo ra bainit. Tốc độ làm nguội này sẽ không được lớn hơn $55^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ để tránh việc tạo ra mactensit quá mức. Nhiệt độ cuộn phải dưới 580°C , bởi vì nếu cao hơn nhiệt độ này sẽ có nguy cơ gia tăng sự vi phân tách và sự oxy hóa nội hạt. Nhiệt độ cuộn được ưu tiên đối với tấm thép được cán nóng theo sáng chế là nằm trong khoảng từ 450 đến 550°C .

Sau đó, tấm thép được cán nóng này được để nguội xuống nhiệt độ trong phòng với tốc độ làm nguội ưu tiên là không lớn hơn $125^{\circ}\text{C}/\text{giờ}$.

Sau đó, việc tẩy rỉ được thực hiện trên tấm thép được cán nóng để sao cho loại bỏ rỉ sắt, các tấm được cán nóng này được cán nguội với chiều dày thông thường nằm trong khoảng từ 30 đến 90% .

Tấm thép được cán nguội thu được được tạo ra bởi quy trình cán nguội được tiến hành ủ liên hợp và các quy trình xử lý nhiệt tiếp sau khác để tạo cho thép theo sáng chế có các tính chất cơ học và vi cấu trúc cần thiết.

Tấm thép được cán nguội được ủ liên tục, với tốc độ nung nóng nằm trong khoảng từ 1 đến $20^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ và tốt hơn là lớn hơn $2^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, lên tới nhiệt độ ủ nằm trong khoảng từ Ac1 đến Ac3 và tốt hơn là nằm trong khoảng từ 780 đến 950°C được thiết kế để đảm bảo tỷ lệ giữa ferit và austenit nằm trong khoảng từ $60:40$ đến $35:65$. Tốt hơn, nếu việc ủ đều này được thực hiện trong thời gian trên 10 giây và cần phải nhỏ hơn hoặc bằng 600 giây.

Sau đó, tấm này được làm nguội với tốc độ cao hơn $25^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ xuống khoảng nhiệt độ chuyển biến bainit từ 440 tới 480°C , do đó sự ưu tiên được đưa ra đối với tốc độ làm nguội cao hơn hoặc bằng $30^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Mặc dù không muốn gắn liền với lý thuyết, song các tác giả sáng chế tin chắc là tính đồng nhất của quá trình tạo ra mactensit là đáng chú ý do có tốc độ làm nguội cao sau khi ủ.

Sau đó, tấm thép được giữ nhiệt ở nhiệt độ này trong thời gian 20 tới 250 giây, và tốt hơn là trong thời gian 30 tới 100 giây để gây ra sự hình thành bainit. Việc giữ nhiệt tấm thép được cán nguội này trong thời gian dưới 20 giây sẽ dẫn đến có lượng bainit quá thấp và sự làm giàu không đủ austenit sẽ dẫn đến lượng austenit tồn dư thấp hơn 10%. Khoảng thời gian trên 250 giây sẽ dẫn đến sự kết tủa cacbua trong bainit, làm nghèo austenit trong cacbon trước bước làm nguội cuối cùng. Việc giữ nhiệt trong khoảng từ 440 tới 480°C được thực hiện để tạo ra bainit dạng hạt và để tạo điều kiện thuận lợi cho việc làm giàu austenit trong cacbon.

Sau đó, việc mạ kẽm nhúng nóng (GI) được thực hiện bằng cách nhúng trong bể kẽm hoặc kẽm hợp kim, nhiệt độ của nó có thể là nằm trong khoảng từ 440 đến 475°C và sau đó sản phẩm GI này được để nguội xuống nhiệt độ trong phòng với tốc độ làm nguội nằm trong khoảng từ 1 đến 20°C/giây và tốt hơn là nằm trong khoảng từ 5 đến 15°C/giây để tạo ra austenit tồn dư và giới hạn hàm lượng mactensit.

Sau đó, tấm thép tráng kẽm này được ủ từng mẻ. Trong bước ủ từng mẻ này, tấm thép tráng kẽm này được nung nóng tới nhiệt độ nằm trong khoảng từ 170 đến 350°C, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 170 đến 250°C, trong thời gian 12 tới 250 giờ, tốt hơn là trong thời gian 12 tới 30 giờ và sau đó được làm nguội xuống nhiệt độ trong phòng. Điều đó được thực hiện để ram một cách một cách hiệu quả mactensit mới sinh.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các thử nghiệm, ví dụ, hình vẽ minh họa và bảng sau đây được đưa ra không nhằm mục giới hạn sáng chế mà chỉ được xem là nhằm mục đích minh họa, và sẽ thể hiện các dấu hiệu có lợi của sáng chế và giải thích tầm quang trọng của các thông số xử lý được chọn bởi các tác giả sáng chế sau khi thử nghiệm kỹ lưỡng và minh họa thêm các tính chất có thể đạt được bởi thép theo sáng chế.

Các thành phần của các tấm thép thử nghiệm được liệt kê trong bảng 1, trong đó các tấm thép được tạo ra theo các thông số xử lý được liệt kê trong bảng

2 một cách tương ứng. Bảng 3 thể hiện cho các vi cấu trúc được tạo ra và bảng 4 thể hiện các kết quả đánh giá các tính chất sử dụng.

Điều phải được nhấn mạnh là, do có sự khác nhau về phương pháp đo, nên các trị số hệ số giãn nở lỗ HER theo tiêu chuẩn ISO rất khác nhau và không tương đương với các trị số hệ số giãn nở lỗ đo theo tiêu chuẩn JFS T 1001 (Japan Iron and Steel Federation standard). Độ bền kéo TS và độ giãn dài toàn phần TE được đo theo tiêu chuẩn ISO ISO 6892-1, công bố tháng 10 năm 2009. Do có sự khác nhau về phương pháp đo, cụ thể là do có sự khác nhau về hình dạng mẫu được sử dụng, nên các trị số độ giãn dài toàn phần TE được đo theo tiêu chuẩn ISO rất khác nhau, cụ thể là thấp hơn so với các trị số độ giãn dài toàn phần được đo theo tiêu chuẩn JIS Z 2201-05.

Bảng 1 - thành phần thép

Bảng 1 mô tả các loại thép có thành phần được thể hiện theo phần trăm khối lượng. Các thành phần của thép I1 tới I6 dùng để sản xuất các tấm thép theo sáng chế, bảng này cũng mô tả các thành phần của thép đối chứng được ký hiệu R1 tới R9.

	C	Mn	Al	Si	Cr	Nb	N	S	P	Si+Al	C+Si/10
I1	0,224	2,210	0,779	0,710	0,053	0,019	0,0023	0,0037	0,011	1,489	0,30
I2	0,221	2,050	0,775	0,724	0,056	0,020	0,0023	0,0034	0,012	1,499	0,29
I3	0,193	2,010	0,785	0,720	0,107	0,020	0,0024	0,0019	0,012	1,505	0,27
I4	0,206	2,100	0,782	0,715	0,106	0,020	0,0025	0,0020	0,010	1,497	0,28
I5	0,205	2,190	0,782	0,718	0,106	0,020	0,0025	0,0020	0,011	1,500	0,28
I6	0,220	2,190	0,781	0,719	0,106	0,020	0,0025	0,0019	0,012	1,500	0,29
R1	0,190	2,010	0,023	1,170	0,01	0,020	0,0027	0,0025	0,011	1,193	0,31
R2	0,192	2,000	0,019	1,470	0,011	0,019	0,0280	0,0026	0,012	1,489	0,34
R3	0,188	2,300	0,770	0,676	0,024	0,019	0,0024	0,0018	0,012	1,446	0,26
R4	0,197	1,610	0,761	0,680	0,311	0,020	0,0026	0,0020	0,011	1,441	0,27
R5	0,241	1,680	0,787	0,727	0,304	0,020	0,0027	0,0030	0,015	1,514	0,31
R6	0,222	2,050	0,768	0,730	0,022	0,002	0,0026	0,0033	0,012	1,498	0,30
R7	0,220	1,840	0,762	0,731	0,011	0,030	0,0026	0,0031	0,013	1,493	0,29
R8	0,221	2,040	0,758	0,729	0,256	0,030	0,0028	0,0034	0,012	1,487	0,29
R9	0,224	2,040	0,763	0,733	0,025	0,030	0,0026	0,0032	0,013	1,496	0,30

I = theo sáng chế; R = đối chứng; các trị số được gạch chân: không theo sáng chế.

Bảng 2 - Các thông số xử lý

Bảng 2 mô tả chi tiết các thông số xử lý ủ được tiến hành trên các mẫu thép được mô tả trong bảng 1. Bảng 1 cũng liệt kê nhiệt độ chuyển biến bainit của thép theo sáng chế và thép đối chứng. Việc tính toán nhiệt độ chuyển biến bainit được thực hiện bằng cách sử dụng công thức:

$$Bs = 839 - (86 * [Mn] + 23 * [Si] + 67 * [Cr] + 33 * [Ni] + 75 * [Mo]) - 270 * (1 - \exp(-1,33 * [C]))$$

Ac1 được tính toán nhờ sử dụng công thức đã được công bố trong ấn phẩm: “Darstellung der Umwandlungen für technische Anwendungen und Möglichkeiten ihrer Beeinflussung”, H.P. Hougardy, Werkstoffkunde Stahl Band 1, 198-231, Verlag Stahleisen, Düsseldorf, 1984”:

$$Ac1 = 739 - 22 * C - 7 * Mn + 2 * Si + 14 * Cr + 13 * Mo - 13 * Ni.$$

Trong công thức này, Ac1 tính theo độ C, và C, Mn, Si, Cr, Mo và Ni tính theo % khối lượng của C, Mn, Si, Cr, Mo và Ni của thép.

Ac3 được tính toán nhờ sử dụng phần mềm Thermo-Calc®.

Các mẫu thép được nung nóng tới nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1000°C đến 1280°C và sau đó được cán nóng với nhiệt độ thành phẩm lớn hơn 850°C và sau đó được cuộn ở nhiệt độ nhỏ hơn 580°C. Sau đó, các tấm thép được cán nóng này được cán nguội để làm giảm độ dày 30 tới 80%. Các tấm thép được cán nguội này được xử lý nhiệt như được mô tả chi tiết ở dưới. Sau đó, chúng được phủ nhúng nóng trong bể kẽm ở nhiệt độ 460°C và ủ từng mẻ trong 24 giờ.

Bảng 2 - Các bước cán nóng và cán nguội

	Nhiệt độ nung lại (°C)	Nhiệt độ thành phẩm (°C)	Tốc độ làm nguội (°C/giây)	Nhiệt độ cuộn (°C)	Mức độ giảm độ dày bởi việc cán nguội (%)
I1	1200	900	35	540	50
I2	1180	910	37	535	55
I3	1180	890	40	545	54
I4	1200	888	42	550	60
I5	1210	875	38	520	65
I6	1200	915	39	525	58
R1	1250	935	<u>26</u>	530	50
R2	1250	907	<u>27</u>	535	52
R3	1200	<u>843</u>	35	545	62
R4	1200	875	45	520	60
R5	1230	850	43	550	55
R6	1220	890	38	535	58
R7	1220	895	<u>32</u>	540	51
R8	1250	892	37	545	53
R9	1250	905	45	535	65

Bảng 2 - bước ủ liên tục

	Ac1 (°C)	Ac3 (°C)	Tốc độ nung nóng (°C/giây)	Nhiệt độ ủ nóng (°C)	Thời gian ủ nóng (giây)	Tốc độ làm nguội (°C/giây)	Nhiệt độ làm nguội (°C)	Thời gian giữ nhiệt (giây)
I1	720	895	4,4	820	65	45	475	35
I2	722	905	4,4	820	65	45	475	35
I3	723	925	4,4	780	65	45	475	35
I4	722	915	4,4	820	65	45	475	35
I5	722	905	4,4	820	65	45	475	35
I6	721	900	2,8	820	100	25	475	53
R1	723	830	4,1	820	72	<u>22</u>	475	38
R2	723	840	5,2	820	80	<u>17</u>	475	35

R3	720	905	5,2	820	80	<u>17</u>	475	49
R4	729	925	5,2	820	80	<u>17</u>	475	49
R5	727	915	5,2	820	80	<u>17</u>	475	49
R6	721	905	5,2	820	80	<u>17</u>	475	49
R7	722	910	5,2	820	80	<u>17</u>	475	49
R8	724	905	4,4	820	65	45	475	49
R9	721	900	4,1	820	72	<u>22</u>	475	49

Bảng 2 - bước ủ từng mẻ

	Tốc độ nung nóng (°C/giây)	Nhiệt độ ủ nóng (°C)	Thời gian ủ nóng (giờ)
I1	4	300	24
I2	4	210	24
I3	4	210	24
I4	4	210	24
I5	4	210	24
I6	4	210	24
R1	-	-	-
R2	-	-	-
R3	-	-	-
R4	-	-	-
R5	-	-	-
R6	-	-	-
R7	-	-	-
R8	4	210	24
R9	4	210	24

Bảng 3 - vi cấu trúc

Bảng 3 thể hiện các kết quả của các thử nghiệm được tiến hành 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 thép theo sáng chế lẫn thép đối chứng.

Các kết quả được thể hiện theo hàm lượng phần trăm diện tích, trừ hàm lượng cacbon của austenit tồn dư được thể hiện theo phần trăm khối lượng. Điều đã được nhận thấy là tất cả các ví dụ theo sáng chế có sự phân bố mactensit đồng nhất, trong đó tất cả các ví dụ so sánh đều có sự phân bố không đồng nhất.

	Austenit tồn dư	Cacbon trong austenit tồn dư	Ferit đa giác	Bainit	Mactensit ram	Mactensit không được ram
I1	14	1,07	45	27	14	0
I2	17	0,96	47	31	5	0
I3	14	1,00	55	20	11	0
I4	15	0,98	50	25	11	0
I5	12	1,01	48	27	13	0
I6	12	0,99	45	30	13	0
R1	13	1,00	<u>20</u>	<u>55</u>	<u>0</u>	<u>12</u>
R2	14	0,92	<u>30</u>	40	<u>0</u>	<u>16</u>
R3	<u>8</u>	0,96	<u>56</u>	19	<u>0</u>	<u>17</u>
R4	<u>11</u>	1,13	<u>60</u>	22	<u>0</u>	<u>7</u>
R5	16	1	<u>60</u>	<u>10</u>	<u>0</u>	<u>14</u>
R6	17	0,98	<u>65</u>	15	<u>0</u>	<u>3</u>
R7	17	1,04	<u>70</u>	<u>10</u>	<u>0</u>	<u>3</u>
R8	12	0,95	45	20	23	0
R9	18	0,92	50	29	<u>3</u>	0

I = theo sáng chế; R = đối chứng; các trị số được gạch chân: không theo sáng chế.

Bảng 4 - Các tính chất cơ học

Bảng 4 minh họa các tính chất cơ học của thép theo sáng chế và thép đối chứng. Thử nghiệm độ bền kéo được tiến hành theo tiêu chuẩn NF EN ISO 6892-1. Hệ số giãn nở lỗ được đo theo tiêu chuẩn ISO16630:2009 trong đó mẫu có lỗ dập 10 mm được làm biến dạng. Sau khi làm biến dạng và bắt đầu có vết nứt, đường kính lỗ được đo, và %HER được tính toán = $100 \cdot (D_f - D_i) / D_i$.

Dưới đây, các kết quả của các thử nghiệm cơ học được tiến hành theo các tiêu chuẩn được liệt kê dưới đây:

	Độ bền kéo (MPa)	YS (MPa)	YS/TS	Độ giãn dài toàn phần (%)	Hệ số giãn nở lỗ (%)
I1	1000	729	0,72	17	23
I2	990	633	0,64	18,8	21
I3	1065	735	0,69	17,3	19
I4	1040	669	0,64	17,9	22
I5	1078	723	0,67	17,1	18
I6	1023	641	0,63	17,4	23
R1	957	<u>459</u>	<u>0,48</u>	19,4	22
R2	1008	<u>415</u>	<u>0,40</u>	<u>15,9</u>	<u>13</u>
R3	1097	<u>464</u>	<u>0,42</u>	<u>12,8</u>	nd
R4	<u>913</u>	<u>353</u>	<u>0,39</u>	<u>15,8</u>	nd
R5	1010	<u>373</u>	<u>0,37</u>	<u>14,9</u>	nd
R6	<u>915</u>	<u>398</u>	<u>0,43</u>	19,4	nd
R7	<u>896</u>	<u>434</u>	<u>0,48</u>	17,2	nd
R8	1251	<u>526</u>	<u>0,42</u>	<u>9,1</u>	nd
R9	1061	<u>469</u>	<u>0,44</u>	17,3	<u>10</u>

I = theo sáng chế; R = đối chứng; các trị số được gạch chân: không theo sáng chế; nd : không được xác định.

Liên quan đến khả năng dễ hàn điểm, các tấm theo sáng chế có độ nhạy LME thấp khi thành phần này thoả mãn điều kiện: $C + Si/10 \leq 0,30\%$. Điều này có nghĩa là với các thép như vậy có thể tạo ra các kết cấu bao gồm các mối hàn điểm điện trở, như thân ô tô, trong đó xác suất xuất hiện các vết nứt trong các mối hàn điểm điện trở này phải sao cho số lượng vết nứt trung bình nhỏ hơn 5 trên một mối hàn điểm điện trở và xác suất xuất hiện dưới 10 vết nứt là 98%.

Cụ thể, kết cấu được hàn, bao gồm mối hàn điểm điện trở, giữa ít nhất hai tấm thép, có thể được tạo ra bằng cách tạo ra tấm thép thứ nhất bởi phương pháp theo sáng chế, tấm thép thứ nhất này thoả mãn điều kiện: $C + Si/10 \leq 0,30\%$ và $Al \geq 6(C + Mn/10) - 2,5\%$ và được phủ Zn hoặc hợp kim Zn, tạo ra tấm thép thứ hai có thành phần thoả mãn điều kiện: $C + Si/10 \leq 0,30\%$ và $Al \geq 6(C + Mn/10) - 2,5\%$, và hàn điểm điện trở tấm thép thứ nhất vào tấm thép thứ hai. Tấm thép thứ hai có thể, ví dụ, được tạo ra bởi phương pháp theo sáng chế, và được phủ Zn hoặc hợp kim Zn.

Do vậy, kết cấu được hàn có độ nhạy LME thấp được tạo ra. Ví dụ, đối với một kết cấu được hàn như vậy bao gồm ít nhất mười mối hàn điểm điện trở, số lượng vết nứt trung bình trên một mối hàn điểm điện trở nhỏ hơn 5.

Các tấm thép này tùy ý được hàn bằng cách hàn điểm điện trở theo sáng chế được sử dụng một cách có lợi cho việc sản xuất các bộ phận kết cấu trong các phương tiện có động cơ do chúng có khả năng dễ tạo hình cao trong quy trình chế tạo và mức độ hấp thụ năng lượng cao trong trường hợp va đập. Các mối hàn điểm điện trở theo sáng chế cũng được sử dụng một cách có lợi cho việc sản xuất các bộ phận kết cấu trong các phương tiện có động cơ, khả năng xuất hiện và phát hiện các vết nứt trong các vùng được hàn được giảm nhiều.

Yêu cầu bảo hộ

1. Tấm thép có lớp mạ có thành phần bao gồm các nguyên tố sau, tính theo phần trăm khối lượng:

$$0,17 \% \leq \text{cacbon} \leq 0,24 \%$$

$$1,9 \% \leq \text{mangan} \leq 2,2\%$$

$$0,5 \% \leq \text{silic} \leq 1 \%,$$

$$0,5 \% \leq \text{nhôm} \leq 1,2 \%$$

$$\text{trong đó: Si + Al} \geq 1,3\%,$$

$$0,05 \% \leq \text{crom} \leq 0,2 \%$$

$$0,015\% \leq \text{niobi} \leq 0,03\%$$

$$\text{lưu huỳnh} \leq 0,004\%$$

$$\text{phospho} \leq 0,03\%$$

và có thể chứa một hoặc nhiều nguyên tố tùy ý sau:

$$0,005\% \leq \text{titan} \leq 0,05\%$$

$$0,001\% \leq \text{molypden} \leq 0,05\%$$

lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ quá trình sản xuất, vi cấu trúc của tấm thép có lớp mạ này có, tính theo phần diện tích, 10 tới 20% austenit tồn dư, pha austenit có hàm lượng cacbon nằm trong khoảng từ 0,9 đến 1,1%, 40 tới 55% ferit đa giác, 15 tới 40% bainit dạng hạt và ít nhất 5% mactensit ram, toàn bộ mactensit ram và austenit tồn dư chiếm 20 tới 30%, và tấm thép có lớp mạ này có:

- độ bền kéo giới hạn TS lớn hơn hoặc bằng 980MPa,
- giới hạn chảy lớn hơn 550MPa,
- hệ số chảy bằng hoặc lớn hơn 0,60,
- độ giãn dài toàn phần TE lớn hơn hoặc bằng 17%,
- hệ số giãn nở lỗ lớn hơn hoặc bằng 18% (được đo theo tiêu chuẩn ISO 16630:2009).

2. Tấm thép theo điểm 1, trong đó thành phần của tấm thép này có, tính theo phần trăm khối lượng, $0,7\% \leq \text{Si} \leq 0,9\%$.

3. Tấm thép theo điểm 1 hoặc 2, trong đó thành phần của tấm thép này có, tính theo phần trăm khối lượng, $0,7\% \leq Al \leq 0,9\%$.
4. Tấm thép theo điểm 1 hoặc 2, trong đó tổng hàm lượng silic và nhôm lớn hơn 1,4%.
5. Tấm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 4, trong đó các hàm lượng cacbon và silic thoả mãn điều kiện: $C + Si/10 \leq 0,30\%$.
6. Tấm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 5, trong đó các hàm lượng nhôm, cacbon và mangan thoả mãn điều kiện: $Al \geq 6(C+Mn/10) - 2,5\%$.
7. Tấm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 6, trong đó tổng phần austenit tồn dư và mactensit ram nằm trong khoảng từ 25% đến 30%.
8. Tấm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 7, trong đó tấm thép này có phần mactensit ram trung bình (TM*) và phần mactensit ram (TM) đo được trong vùng bất kỳ có diện tích $50 \times 50 \mu m^2$ trong tấm thép này, thoả mãn điều kiện: $|(TM)-(TM*)| \leq 1,5\%$.
9. Tấm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 8, trong đó tấm thép này có độ bền kéo lớn hơn hoặc bằng 980MPa, độ giãn dài đồng nhất lớn hơn hoặc bằng 17% và hệ số giãn nở lỗ bằng hoặc lớn hơn 18% trong đó hệ số giãn nở lỗ được đo theo tiêu chuẩn ISO 16630:2009.
10. Tấm thép theo điểm 9, trong đó độ bền kéo nằm trong khoảng từ 1000MPa đến 1100MPa và trong đó hệ số giãn nở lỗ nằm trong khoảng từ 18% đến 23%.

11. Tấm thép theo điểm 9 hoặc 10, trong đó giới hạn chảy lớn hơn 550MPa và tỷ lệ giữa giới hạn chảy và độ bền kéo là 0,60 hoặc lớn hơn.

12. Tấm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 11, trong đó tấm thép này được mạ nhúng nóng.

13. Phương pháp sản xuất tấm thép có lớp mạ theo điểm bất kỳ trong số các điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 12 bao gồm các bước liên tiếp sau:

- chuẩn bị bán thành phẩm có thành phần theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 6;
- nung lại bán thành phẩm này tới nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1000°C đến 1280°C;
- cán bán thành phẩm này ở nhiệt độ hoàn toàn nằm trong khoảng austenit trong đó nhiệt độ thành phẩm cán nóng phải cao hơn hoặc bằng 850°C để thu được tấm thép được cán nóng;
- làm nguội tấm thép được cán nóng này với tốc độ làm nguội nằm trong khoảng từ 35 đến 55°C/giây tới nhiệt độ cuộn thấp hơn hoặc bằng 580°C; và cuộn tấm được cán nóng này;
- làm nguội tấm được cán nóng này xuống nhiệt độ trong phòng,
- làm sạch tấm thép được cán nóng này;
- cán nguội tấm thép đã được cán nóng để thu được tấm thép được cán nguội;
- sau đó, ủ liên tục tấm thép được cán nguội với tốc độ nung nằm trong khoảng từ 1 đến 20°C/giây lên tới nhiệt độ ủ nằm trong khoảng từ Ac1 đến Ac3 trong thời gian dưới 600 giây,
- sau đó, làm nguội tấm thép này với tốc độ cao hơn 25°C/giây xuống nhiệt độ nằm trong khoảng từ 400 đến 480°C, và giữ nhiệt tấm thép được cán nguội này trong thời gian 20 tới 250 giây,
- phủ tấm thép được cán nguội này bằng cách nhúng nóng trong bể mạ kẽm hoặc hợp kim kẽm;
- làm nguội tấm thép được cán nguội này xuống nhiệt độ trong phòng;

- sau đó, ủ từng mẻ tấm thép được cán nguội có lớp mạ này với tốc độ nằm trong khoảng từ $1^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ đến $20^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ lên tới nhiệt độ ủ nằm trong khoảng từ 170 đến 350°C trong thời gian 12 tới 250 giờ, sau đó, làm nguội tấm thép này xuống nhiệt độ trong phòng.

14. Phương pháp sản xuất tấm thép có lớp mạ theo điểm 13, trong đó nhiệt độ cuộn thấp hơn nhiệt độ bắt đầu tạo bainit Bs.

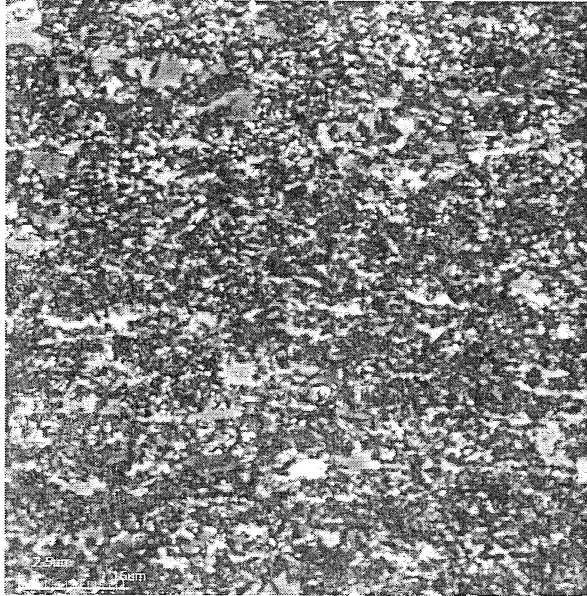
15. Phương pháp sản xuất tấm thép có lớp mạ theo điểm 13 hoặc 14, trong đó nhiệt độ làm sạch nằm trong khoảng từ 780°C đến 900°C , bước làm sạch này được thực hiện trong thời gian 10 tới 600 giây.

16. Phương pháp sản xuất tấm thép có lớp mạ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 13 tới 15, trong đó tấm này được làm nguội với tốc độ làm nguội cao hơn $30^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ sau khi ủ liên tục, xuống nhiệt độ nằm trong khoảng từ 400 đến 480°C .

17. Phương pháp sản xuất tấm thép có lớp mạ theo điểm 16, trong đó tấm thép này được làm nguội với tốc độ làm nguội thấp hơn $20^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ sau khi đã được mạ trong bể mạ kẽm hoặc hợp kim kẽm.

18. Phương pháp sản xuất tấm thép có lớp mạ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 13 tới 17, trong đó tấm thép này được ủ từng mẻ ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 170°C đến 250°C trong thời gian 12 tới 30 giờ.

19. Tấm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 12, trong đó tấm thép này không chứa mactensit chưa tôi.

Fig.1**Fig.2**