(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) **1-0041918**

(51)[2020.01] **C22C 38/58**; C21D 9/46; C22C 38/42; C22C 38/44; C22C 38/48; C22C 38/50; C22C 38/54; C21D 8/02; C22C 38/46

(13) **B**

(21) 1-2020-02309
(22) 05/11/2018
(86) PCT/IB2018/058666 05/11/2018
(87) WO2019/092578 16/05/2019
(30) PCT/IB2017/057039 10/11/2017 IB
(45) 25/12/2024 441
(43) 25/02/2021 395
(73) ARCELORMITTAL (LU)
24-26, Boulevard d'Avranches L-1160 Luxembourg, LUXEMBOURG
(72) PIPARD, jean-Marc (FR); ARLAZAROV, Artem (FR).
(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) THÉP TẤM CÁN NGUỘI VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT NÓ

(57) Sáng chế đề cập đến thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt có thành phần hóa học bao gồm các nguyên tố sau, với hàm lượng được biểu thị theo phần trăm khối lượng 0,1% ≤ cacbon ≤ 0,5%, 1% ≤ mangan ≤ 3,4 %, 0,5% ≤ silic ≤ 2,5%, 0,03% ≤ Nhôm ≤ 1,5%, 0% ≤ lưu huỳnh ≤ 0,003%, 0,002% ≤ phospho ≤ 0,02%, 0% ≤ nitơ ≤ 0,01% và có thể còn bao gồm một hoặc nhiều nguyên tố tùy ý sau: 0,05% ≤ crom ≤ 1%, 0,001% ≤ molypđen ≤ 0,5%, 0,001% ≤ niobi ≤ 0,1%, 0,001% ≤ titan ≤ 0,1%, 0,01% ≤ đồng ≤ 2%, 0,01% ≤ niken ≤ 3%, 0,0001% ≤ canxi ≤ 0,005%, 0% ≤ vanađi ≤ 0,1%, 0% ≤ bo ≤ 0,003%, 0% ≤ xeri ≤ 0,1%, 0% ≤ magie ≤ 0,010%, 0% ≤ ziriconi ≤ 0,010%, lượng còn lại là của sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ quá trình sản xuất, vi cấu trúc của thép tấm này bao gồm, tính theo phần diện tích: 10 tới 30% austenit tồn dư, 50 tới 85% bainit, 1 tới 20% mactensit đã được tôi, và ít hơn 30% mactensit đã được ram. Phương pháp sản xuất thép tấm, chi tiết được tạo ra bằng cách cán dẻo thép tấm và phương tiện vận tải có chi tiết này cũng được đề xuất.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt thích hợp để sử dụng làm thép tấm dùng cho ô tô.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các chi tiết của ô tô cần phải thỏa mãn hai yêu cầu trái ngược nhau, đó là dễ tạo hình và độ bền nhưng trong những năm gần đây một yêu cầu thứ ba về việc cải thiện mức tiêu thụ nhiên liệu cũng là cần thiết đối với ô tô theo khía cạnh bảo vệ môi trường toàn cầu. Do đó, các chi tiết của ô tô hiện có phải được làm bằng vật liệu có khả năng tạo hình tốt để phù hợp với các tiêu chuẩn lắp ráp trong cụm lắp ráp phức tạp của ô tô và đồng thời phải cải thiện độ bền khi va đập và thời hạn sử dụng đồng thời với việc giảm trọng lượng của ô tô nhằm mục đích cải thiện hiệu quả tiêu thụ nhiên liệu.

Do đó, các nỗ lực phát triển và nghiên cứu chuyên sâu đã và đang được thực hiện nhằm làm giảm lượng vật liệu dùng trong ô tô. Trái lại, việc tăng độ bền của thép tấm làm giảm khả năng tạo hình, và do vậy việc phát triển các vật liệu có cả độ bền cao lẫn khả năng tạo hình tốt là cần thiết.

Các nỗ lực phát triển và nghiên cứu trước đây liên quan đến lĩnh vực thép tấm có độ bền cao và khả năng tạo hình tốt đã đưa ra một số phương pháp sản xuất thép tấm có độ bền cao và khả năng tạo hình tốt, một vài phương pháp trong số đó liên quan đến sáng chế này được trích dẫn dưới đây.

EP3144406 đề cập đến thép tấm cán nguội có độ bền cao có tính dẻo rất tốt chứa, tính theo % khối lượng, cacbon (C): 0,1% tới 0,3%, silic (Si): 0,1% tới 2,0%, nhôm (Al): 0,005% tới 1,5%, mangan (Mn): 1,5% tới 3,0%, phospho (P): 0,04% hoặc ít hơn (không bao gồm 0%), lưu huỳnh (S): 0,015% hoặc ít hơn (không bao gồm 0%), nitơ (N): 0,02% hoặc ít hơn (không bao gồm 0%), và lượng còn lại là lượng của sắt (Fe) và các tạp chất khó tránh khỏi trong đó tổng hàm lượng của silic và nhôm (Si+Al) (% khối lượng) bằng hoặc lớn lớn hơn 1,0%, và trong đó vi cấu trúc có, tính theo phần diện tích: 5% hoặc ít hơn là ferit đa giác có

tỷ số giữa trục phụ và trục chính bằng hoặc lớn hơn 0,4, 70% hoặc ít hơn (không bao gồm 0%) ferit hình kim có tỷ số giữa trục phụ và trục chính bằng hoặc thấp hơn 0,4, 25% hoặc ít hơn (không bao gồm 0%) austenit tồn dư hình kim, và lượng còn lại là của mactensit. Ngoài ra, EP3144406 cũng mô tả thép có độ bền kéo bằng hoặc lớn hơn 780MPa.

EP3128023 đề cập đến thép tấm cán nguội có độ bền cao có độ giãn tốt, khả năng mở rộng lỗ, và độ bền chống nứt gãy trễ và giới hạn chảy cao, và phương pháp sản xuất thép tấm này. Thép tấm cán nguội có độ bền cao và giới hạn chảy cao này có thành phần bao gồm, được thể hiện theo % khối lượng, C: 0,13% tới 0,25%, Si: 1,2% tới 2,2%, Mn: 2,0% tới 3,2%, P: 0,08% hoặc ít hơn, S: 0,005% hoặc ít hơn, Al: 0,01% tới 0,08%, N: 0,008% hoặc ít hơn, Ti: 0,055% tới 0,130%, và lượng còn lại là của Fe và các tạp chất khó tránh khỏi. Thép tấm này có vi cấu trúc gồm 2% tới 15% ferit có đường kính hạt tinh thể trung bình bằng hoặc nhỏ hơn 2 μm tính theo phần thể tích, 5 tới 20% phần thể tích austenit tồn dư có đường kính hạt tinh thể trung bình nằm trong khoảng từ 0,3 đến 2,0 μm, 10% phần thể tích hoặc thấp hơn (kể cả 0%) mactensit có đường kính hạt trung bình bằng hoặc nhỏ hơn 2μm, và lượng còn lại là của bainit và mactensit đã được ram, và bainit và mactensit đã được ram này có đường kính hạt tinh thể trung bình bằng hoặc nhỏ hơn 5μm.

EP3009527 mô tả thép tấm cán nguội có độ bền cao có độ giãn tốt, khả năng dễ uốn kéo rất tốt, và giới hạn chảy cao và phương pháp sản xuất nó. Thép tấm cán nguội có độ bền cao này có thành phần và vi cấu trúc sau đây. Thành phần của thép tấm này gồm, tính theo khối lượng: 0,15% tới 0,27% C, 0,8% tới 2,4% Si, 2,3% tới 3,5% Mn, 0,08% P hoặc thấp hơn, 0,005% S hoặc thấp hơn, 0,01% tới 0,08% Al, và 0,010% N hoặc thấp hơn, lượng còn lại là của Fe và các tạp chất khó tránh khỏi. Vi cấu trúc của thép này gồm: ferit có đường kính hạt trung bình bằng hoặc nhỏ hơn 5μm và phần thể tích nằm trong khoảng từ 3% đến 20%, austenit tồn dư có phần thể tích nằm trong khoảng từ 5% đến 20%, và mactensit có phần thể tích nằm trong khoảng từ 5% đến 20%, lượng còn lại là của bainit và/hoặc mactensit đã được ram. Tổng số hạt austenit tồn dư có cỡ hạt bằng hoặc nhỏ hơn 2 μm, mactensit có cỡ hạt bằng hoặc nhỏ hơn 2 μm, hoặc pha hỗn

hợp của chúng bằng hoặc lớn hơn 150 trên 2000μm^2 mặt cắt ngang dày song song với hướng cán thép tấm này.

WO2015/177615 cũng mô tả thép tấm đã được ủ hai lần, có thành phần của nó bao gồm, hàm lượng của các nguyên tố được thể hiện theo khối lượng, 0,20%≤ C≤ 0,40%, 0,8%≤ Mn≤ 1,4%, 1,60%≤ Si≤ 3,00%, 0,015%≤ Nb≤ 0,150%, Al≤ 0,1%, Cr≤ 1,0%, S≤ 0,006%, P≤ 0,030%, Ti≤ 0,05%, V≤ 0,05%, B≤ 0,003%, N≤ 0,01%, lượng còn lại là lượng của sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ quá trình sản xuất, vi cấu trúc của nó gồm, tính theo tỷ lệ diện tích bề mặt, 10% tới 30% austenit tồn dư, 30% tới 60% mactensit đã được ủ, 5% tới 30% bainit, 10% tới 30% mactensit đã được tôi và dưới 10% ferit. Ngoài ra, WO2015/177615 dự liệu về độ bền bằng hoặc lớn hơn 980MPa.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

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

- độ bền kéo giới hạn lớn hơn hoặc bằng 1100MPa và tốt hơn là lớn hơn 1 180MPa,
- độ giãn dài toàn phần lớn hơn hoặc bằng 14,0% và tốt hơn là lớn hơn 15%.

Theo một phương án được ưu tiên, thép tấm theo sáng chế có thể còn có tỷ số giữa giới hạn chảy và độ bền kéo bằng hoặc lớn hơn 0,65.

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

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

Mô tả chi tiết sáng chế

Mục đích nêu trên và các ưu điểm của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng hơn thông qua phần mô tả phương án được ưu tiên của sáng chế.

Thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt theo sáng chế có thể tùy ý được phủ kẽm hoặc hợp kim kẽm, hoặc nhôm hoặc hợp kim nhôm nhằm cải thiện khả năng chống ăn mòn của nó.

Cacbon có mặt trong thép này với lượng nằm trong khoảng từ 0,10% đến 0,5%. Cacbon là một nguyên tố cần thiết để làm tăng độ bền của thép tấm bởi việc tạo ra pha biến đổi ở nhiệt độ thấp như mactensit, ngoài việc cacbon cũng đóng một vai trò quan trọng trong việc làm ổn định austenit vì vậy là một nguyên tố cần thiết để đảm bảo austenit tồn dư.

Hàm lượng mangan của thép theo sáng chế nằm trong khoảng từ 1% đến 3,4%. Nguyên tố này làm mở rộng khoảng tồn tại austenit. Mục đích của việc thêm mangan vào chủ yếu là để thu được cấu trúc có chứa austenit và mang lại độ bền cho thép này. Mangan là một nguyên tố làm ổn định austenit để tạo ra austenit tồn dư. Hàm lượng ít nhất là khoảng 1% khối lượng của mangan đã được chỉ ra là để tạo ra độ bền và khả năng tôi cứng của thép tấm này cũng như làm ổn định austenit. Do vậy, hàm lượng cao của mangan là được ưu tiên theo sáng chế như 3,4%. Tuy nhiên, khi hàm lượng mangan lớn hơn 3,4%, sẽ có các ảnh hưởng bất lợi như làm chậm sự biến đổi của austenit thành bainit trong quá trình giữ đẳng nhiệt để biến đổi bainit. Ngoài ra, hàm lượng mangan lớn hơn 3,4% còn làm giảm khả năng dễ hàn của thép, khiến cho đặc tính về độ dẻo không thể đạt được. Khoảng được ưu tiên đối với mangan là từ 1,2% đến 2,3% và khoảng được ưu tiên hơn là từ 1,2% đến 2,2%.

Hàm lượng silic của thép theo sáng chế nằm trong khoảng từ 0,5% đến 2,5%. Silic là một thành phần mà có thể làm chậm sự kết tủa cacbua trong quá trình hóa già nhanh, do đó, nhờ sự có mặt của silic, austenit giàu cacbon được làm ổn định ở nhiệt độ trong phòng. Hơn nữa, do độ hòa tan kém của silic trong cacbua nên nó sẽ ức chế hoặc làm chậm một cách có hiệu quả sự tạo ra cacbua, vì vậy cũng thúc đẩy việc tạo ra cacbua mật độ thấp trong cấu trúc bainit là điều được kỳ vọng theo sáng chế để làm cho thép có các đặc tính thiết yếu. Tuy nhiên, hàm lượng quá nhiều của silic sẽ không mang lại hiệu quả nêu trên và dẫn đến vấn đề như tính giòn khi tôi. Do đó, hàm lượng này được khống chế với giới hạn trên là 2,5%.

Theo sáng chế này, hàm lượng nhôm nằm trong khoảng từ 0,03 đến 1,5% do nhôm sẽ loại bỏ oxy có mặt trong thép nóng chảy để ngăn không cho oxy tạo ra pha khí và sôi trong quá trình hóa rắn. Nhôm cũng gắn vào nitơ trong thép để tạo ra nhôm-nitrua dẫn đến làm giảm cỡ hạt. Hàm lượng cao của nhôm mà lớn hơn 1,5% làm tăng điểm tới hạn Ac_3, do đó làm tăng năng lượng đầu vào cho việc sản xuất thép. Hàm lượng nhôm nằm trong khoảng từ 1,0% đến 1,5% có thể được sử dụng khi hàm lượng mangan cao được bổ sung vào để tương xứng với hiệu quả của mangan đối với các điểm biến đổi và tiến trình tạo ra austenit theo nhiệt độ.

Hàm lượng crom của thép theo sáng chế nằm trong khoảng từ 0,05% đến 1%. Crom là một nguyên tố chủ yếu tạo ra độ bền và làm cứng thép nhưng khi được sử dụng với lượng lớn hơn 1% sẽ khó khăn cho việc hoàn thiện bề mặt thép. Ngoài ra, hàm lượng crom thấp hơn 1% sẽ làm thô mẫu hình phân tán của cacbua trong cấu trúc bainit, dẫn đến mật độ của cacbua trong bainit duy trì ở mức thấp.

Thành phần phospho của thép theo sáng chế nằm trong khoảng từ 0,002% đến 0,02%. Phospho làm giảm khả năng dễ hàn điểm và độ dẻo nóng, cụ thể là do xu hướng tách biệt ở ranh giới giữa các hạt hoặc đồng tách cùng với mangan. Vì các lý do đó, hàm lượng của nó được giới hạn ở mức 0,02% và tốt hơn là nhỏ hơn 0,013%.

Lưu huỳnh không phải là một nguyên tố chủ yếu nhưng nó có thể có mặt dưới dạng một tạp chất trong thép và theo sáng chế này sẽ tốt hơn nếu hàm lượng lưu huỳnh càng thấp càng tốt, nhưng bằng hoặc thấp hơn 0,003% sẽ không có lợi xét về khía cạnh chi phí sản xuất. Ngoài ra, nếu lưu huỳnh có mặt trong thép với hàm lượng cao thì nó sẽ kết hợp để tạo ra sulfua đặc biệt là với mangan và titan và làm giảm tác động có lợi của nó đối với thép theo sáng chế mà có thể gây bất lợi đến khả năng tạo hình.

Niobi có mặt trong thép này với lượng nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,1% và thích hợp để tạo ra carbo-nitrua để mang lại độ bền cho thép theo sáng chế bởi việc tôi cứng kết tủa. Niobi cũng sẽ tác động tới kích thước của các thành phần vi cấu trúc thông qua sự kết tủa của nó dưới dạng carbo-nitrua và bởi việc làm chậm quá trình kết tinh trong quy trình nung nóng. Do đó, vi cấu trúc mịn hơn được tạo ra khi kết thúc nhiệt độ giữ nhiệt và kết quả là sau khi hoàn tất quá trình

ủ sẽ dẫn đến làm tôi cứng sản phẩm. Tuy nhiên, hàm lượng Niobi lớn hơn 0,1% không có hiệu quả về mặt kinh tế do tác động bão hoà ảnh hưởng của nó được nhận thấy. điều đó có nghĩa là lượng Niobi thêm nữa không dẫn đến sự cải thiện bất kỳ nào về độ bền của sản phẩm.

Titan là một nguyên tố tuỳ ý mà có thể được bổ sung vào thép theo sáng chế với lượng nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,1%. Giống như niobi, nó cũng tạo ra sự kết tủa carbo-nitrua, do vậy đóng vai trò làm tôi cứng thép. Nhưng nó còn tham gia vào việc tạo ra titan-nitrua xảy ra trong quá trình hoá rắn của sản phẩm đúc. Hàm lượng titan do vậy cũng được giới hạn ở mức 0,1% nhằm tránh việc tạo ra titan-nitrua thô gây mà bất lợi đến khả năng tạo hình. Trong trường hợp hàm lượng titan thấp hơn 0,001% sẽ không mang lại ảnh hưởng bất kỳ nào đến thép theo sáng chế.

Canxi được bổ sung vào thép theo sáng chế với lượng nằm trong khoảng từ 0,0001% đến 0,005%. Canxi được bổ sung vào thép theo sáng chế như một nguyên tố tuỳ ý đặc biệt là trong quá trình xử lý thể vùi. Canxi góp phần tinh luyện thép bởi việc bắt giữ lưu huỳnh thể vùi ở dạng hình cầu, nhờ đó làm chậm tác động có hại của lưu huỳnh.

Molypđen là một nguyên tố tuỳ ý cấu thành 0,001% tới 0,5% thành phần của thép theo sáng chế. Molypđen đóng vai trò hiệu quả trong việc quyết định khả năng tôi cứng và độ cứng, làm chậm sự xuất hiện của bainit và ngăn ngừa sự kết tủa của cacbua trong bainit. Tuy nhiên, việc bổ sung molypđen vào quá nhiều 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 0,5%.

Đồng có thể được bổ sung vào như một nguyên tố tuỳ ý với lượng nằm trong khoảng từ 0,01% đến 2% để làm tăng độ bền của thép và để cải thiện khả năng chống ăn mòn của nó. Hàm lượng nhỏ nhất 0,01% là cần thiết để có được các hiệu ứng như vậy. Tuy nhiên, khi hàm lượng của nó lớn hơn 2%, thì các đặc tính bề mặt có thể bị giảm.

Niken có thể được bổ sung vào như một nguyên tố tuỳ ý với lượng nằm trong khoảng từ 0,01% đến 3% để làm tăng độ bền của thép và để cải thiện độ dai

của nó. Hàm lượng nhỏ nhất 0,01% là cần thiết để có được các hiệu ứng như vậy. Tuy nhiên, khi hàm lượng của niken lớn hơn 3%, thì độ dẻo có thể bị giảm.

Hàm lượng nitơ được giới hạn ở mức 0,01% để tránh việc làm lão hoá vật liệu và để giảm thiểu sự kết tủa của nhôm nitrua trong quá trình hoá rắn mà sẽ gây bất lợi cho các tính chất cơ học của thép.

Vanađi có hiệu quả trong việc tăng cường độ bền của thép bởi việc tạo ra cacbua hoặc carbo-nitrua và giới hạn trên của nó là 0,1% xét về mặt kinh tế. Các nguyên tố khác như xeri, bo, magie hoặc ziriconi có thể được bổ sung vào một cách riêng rẽ hoặc hoặc ở dạng kết hợp theo tỷ lệ khối lượng sau: xeri ≤0,1%, bo ≤0,003%, magie≤0,01% và ziriconi≤0,01% với các mức hàm lượng tối đa nêu trên, các nguyên tố này cho phép có thể tinh luyện hạt trong quá trình hoá rắn.

Phần còn lại của thành phần thép là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ quy trình sản xuất.

Vi cấu trúc của thép tấm theo sáng chế bao gồm các thành phần dưới đây.

Bainit cấu thành 50% tới 85% vi cấu trúc tính theo phần diện tích đối với thép theo sáng chế. Theo sáng chế này, bainit là tổ hợp bao gồm bainit dạng dải và bainit dạng hạt, trong đó bainit dạng hạt có mật độ cacbua rất thấp, mật độ cacbua thấp được xác định theo sáng này có nghĩa là số đếm cacbua nhỏ hơn hoặc bằng 100 cacbua trên một đơn vị diện tích là 100μm^2 và có mật độ lệch mạng cao mang lại độ bền cao cũng như khả năng giãn dài của thép theo sáng chế. Bainit dạng dải là ở dạng các dải ferit mỏng có austenit hoặc cacbua được tạo ra giữa các dải này. Bainit dạng dải của thép sáng chế cho phép thép có khả năng tạo hình tốt. Để đảm bảo độ giãn dài toàn phần là 14% và tốt hơn bằng hoặc lớn hơn 15%, có lợi nếu có 50% bainit.

Hàm lượng austenit tồn dư của thép theo sáng chế nằm trong khoảng từ 10% đến 30% vi cấu trúc tính theo phần diện tích. Austenit tồn dư đã biết là có khả năng hoà tan cacbon cao so với bainit và, vì vậy có tác dụng bẫy cacbon một cách có hiệu quả, do đó, làm chậm sự tạo ra cacbua trong bainit. Tốt hơn, nếu hàm lượng cacbon trong austenit tồn dư theo sáng chế lớn hơn 0,9% và tốt hơn là nhỏ hơn 1,1%. Austenit tồn dư của thép theo sáng chế mang lại độ dẻo cao.

Mactensit đã được tôi cấu thành 1% tới 20% vi cấu trúc tính theo phần diện tích. Mactensit đã được tôi mang lại độ bền cho thép theo sáng chế. Mactensit đã được tôi được tạo ra trong quá trình làm nguội cuối cùng của lần ủ thứ hai. Giới hạn nhỏ nhất không được đòi hỏi tuy nhiên khi hàm lượng mactensit đã được tôi vượt quá mức 20% dù mang lại độ bền dư thừa nhưng lại làm suy giảm các tính chất cơ học vượt quá giới hạn có thể chấp nhận được.

Mactensit đã được ram cấu thành 0% tới 30% vi cấu trúc tính theo phần diện tích. Mactensit có thể được tạo ra khi thép được làm nguội ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ Tc_{min} đến Tc_{max} và được ram trong quá trình giữ hoá già nhanh. Mactensit đã được ram mang lại tính dẻo và độ bền của thép theo sáng chế. Hàm lượng mactensit đã được ram vượt quá mức 30% sẽ mang lại độ bền dư thừa nhưng lại làm giảm độ giãn dài vượt quá giới hạn có thể chấp nhận được. Ngoài ra, mactensit đã được ram thu nhỏ mức chênh lệch về độ cứng giữa các pha mềm như austenit tồn dư và các pha cứng như mactensit đã được tôi.

Ngoài vi cấu trúc nêu trên thép tấm này có thể gồm ferit có mặt với lượng nhỏ hơn 5%, tốt hơn là nhỏ hơn 3%, tính theo tỷ lệ diện tích và vi cấu trúc này có thể có các thành phần vi cấu trúc, như peclit hoặc xementit mà không làm suy giảm các tính chất cơ học của thép tấm này.

Thép tấm theo sáng chế có thể được tạo ra theo phương pháp thích hợp bất kỳ. Một phương pháp được ưu tiên bao gồm việc tạo ra sản phẩm đúc bán thành phẩm của thép có thành phần hóa học theo sáng chế. Sản phẩm đúc này có thể được tạo ra dưới dạng thỏi hoặc một cách liên tục dưới dạng tấm mỏng hoặc dải mỏng, tức là có độ dày nằm trong khoảng 220mm đối với tấm mỏng lên đến vài chục milimet đối với dải.

Ví dụ, tấm mỏng có thành phần hoá học nêu trên được sản xuất bằng cách đúc liên tục trong đó tấm mỏng này tuỳ ý được làm co mềm trực tiếp trong quy trình đúc liên tục để tránh sự phân tụ trung tâm và để đảm bảo tỷ số giữa cacbon cục bộ và cacbon danh định duy trì ở mức thấp hơn 1,10. Tấm mỏng được tạo ra bởi quy trình đúc liên tục có thể được sử dụng luôn ở nhiệt độ cao sau khi đúc liên tục hoặc có thể đầu tiên được làm nguội xuống nhiệt độ trong phòng và sau đó nung nóng lại để cán nóng.

Tốt hơn, nếu nhiệt độ của tấm mỏng, mà để cán nóng, ít nhất là 1200°C và phải dưới 1280°C. Trong trường hợp nhiệt độ của tấm mỏng thấp hơn 1200°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 hoàn thiện, do đó thép sẽ bị cán ở trạng thái trong đó ferit đã biến đổi có trong cấu trúc. Do đó, tốt hơn nếu nhiệt độ của tấm mỏng đủ cao để việc cán nóng có thể hoàn thành trong khoảng nhiệt độ từ Ac3 đến Ac3+100°C và nhiệt độ cán cuối vẫn cao hơn Ac3. Việc nung nóng lại ở nhiệt độ lớn hơn 1280°C cần phải được tránh bởi vì tốn kém khi áp dụng quy mô công nghiệp.

Khoảng nhiệt độ cán cuối từ Ac3 đến Ac3+100°C là được ưu tiên để có cấu trúc thích hợp cho việc tái kết tinh và cán. Cần phải thực hiện hành trình cán cuối ở nhiệt độ cao hơn Ac3, bởi vì ở dưới nhiệt độ này, thép tấm tấm thể hiện sự sụt giảm đáng kể về khả năng dễ cán. Tiếp đó, thép tấm đã được tạo ra theo cách này được làm nguội với tốc độ làm nguội cao hơn 30°C/giây xuống nhiệt độ cuộn mà phải thấp hơn 600°C. Tốt hơn là, tốc độ làm nguội sẽ nhỏ hơn hoặc bằng 200°C/giây.

Thép tấm đã được cán nóng được cuộn ở nhiệt độ cuộn dưới 600°C để tránh việc tạo méo thép tấm đã được cán nóng và tốt hơn là dưới 570°C để tránh việc tạo ra gỉ sắt. Khoảng nhiệt độ cuộn được ưu tiên là từ 350 đến 570°C. Tiếp đó, thép tấm đã được cán nóng và cuộn này được làm nguội xuống nhiệt độ trong phòng trước bước ủ kiểu dải nóng tùy ý.

Thép tấm đã được cán nóng này tuỳ ý có thể được loại bỏ gỉ sắt để loại bỏ gỉ sắt đã tạo ra trong quá trình cán nóng. Tiếp đó, thép tấm đã được cán nóng này tùy ý có thể được ủ kiểu dải nóng ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 400°C đến 750°C trong ít nhất 12 giờ và không quá 96 giờ đồng thời giữ nhiệt độ thấp hơn 750°C để tránh làm biến đổi một phần của vi cấu trúc đã được cán nóng và, do đó, làm mất tính đồng nhất của vi cấu trúc. Sau đó, bước loại bỏ gỉ sắt tùy ý của thép tấm đã được cán nóng này có thể được thực hiện, ví dụ như tẩy gỉ bằng axit thép tấm như vậy. Thép tấm đã được cán nóng này được cán nguội với lượng cán nằm trong khoảng từ 35 đến 90%. Tiếp đó, thép tấm cán nguội thu được từ quy trình

cán nguội được ủ trong hai bước để mang lại cho thép theo sáng chế có vi cấu trúc và các tính chất cơ học mong muốn.

Trong lần ủ thứ nhất, thép tấm cán nguội này được nung nóng tới nhiệt độ giữ nhiệt nằm trong khoảng từ Ac3 đến Ac3+ 100°C với tốc độ nung nóng lớn hơn 3°C/giây, trong đó Ac3 của thép này được tính theo công thức sau :

$$Ac3 = 901 - 262^{*}C - 29^{*}Mn + 31^{*}Si - 12^{*}Cr - 155^{*}Nb + 86^{*}Al$$

trong đó hàm lượng của các nguyên tố được thể hiện theo phần trăm khối lượng.

Tiếp đo, thép tấm này được giữ ở nhiệt độ giữ nhiệt trong 10 giây tới 500 giây để đảm bảo việc tái kết tinh hoàn toàn và biến đổi hoàn toàn thành austenit của cấu trúc ban đầu đã được xử lý triệt để. Tiếp đó, thép tấm này được làm nguội với tốc độ làm nguội cao hơn 20°C/giây cho tới khi đạt nhiệt độ dưới 500°C và tốt hơn là 400°C. Ngoài ra, được ưu tiên là tốc độ làm nguội cao hơn 30°C/giây để đảm bảo cấu trúc một pha duy nhất của của mactensit.

Tiếp đó, nhiệt độ của thép tấm cán nguội được hạ xuống nhiệt độ trong phòng. Thép tấm cán nguội và ủ này tùy ý có thể được ram ở nhiệt độ nằm trong khopảng từ 120°C đến 250°C.

Lần ủ thứ hai thép tấm cán nguội và ủ này được thực hiện bằng cách nung nóng thép tấm cán nguội và ủ tới nhiệt độ giữ nhiệt nằm trong khoảng từ Ac3 đến Ac3 + 100°C với tốc độ nung nóng lớn hơn 3°C/giây trong đó Ac3 được tính theo công thức: $Ac3 = 901 - 262^{*}C - 29^{*}Mn + 31^{*}Si - 12^{*}Cr - 155^{*}Nb + 86^{*}Al$, trong 10 giây tới 500 giây để đảm bảo việc biến đổi 100% thành vi cấu trúc austenit. Tiếp đó, thép tấm này được làm nguội xuống nhiệt độ nằm trong khoảng từ Tc_{min} đến Tc_{max} với tốc độ làm nguội cao hơn 20°C/giây trong thời gian 1 giây tới 10 giây. Các nhiệt độ này được tính theo các công thức sau:

$$Tc_{max} = 565 - 601 * (1 - Exp(-0{,}868*C)) - 34*Mn - 13*Si - 10*Cr + 13*Al - 361*Nb$$

$$Tc_{min} = 565 - 601 * (1 - Exp(-1{,}736*C)) - 34*Mn - 13*Si - 10*Cr + 13*Al - 361*Nb$$

trong đó hàm lượng của các nguyên tố được thể hiện theo phần trăm khối lượng.

Sau đó, thép tấm cán nguội và ủ này được cho tiếp xúc với nhiệt độ nằm trong khoảng từ 350°C đến 550°C và giữ trong 5 giây tới 500 giây để đảm bảo việc tạo ra hàm lượng đủ của Bainit cũng như để ram mactensit nhằm mang lại cho thép theo sáng chế có được các tính chất cơ học được mong muốn. Sau đó,

thép tấm cán nguội và ủ này được làm nguội xuống nhiệt độ trong phòng với tốc độ làm nguội ít nhất là 1°C/giây hoặc cao hơn để thu được thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt.

Thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt này có thể được đưa vào bước xử lý nhiệt bổ sung tùy ý để tạo thuận lợi cho quy trình phủ, bước xử lý nhiệt tùy ý này không có tác động bất kỳ nào đến các tính chất cơ học của thép theo sáng chế. Tiếp đó, thép tấm cán nguội này có thể tuỳ ý được phủ bởi quy trình bất kỳ trong số các quy trình công nghiệp đã biết như mạ kẽm bằng điện, mạ bốc hơi kiểu tia phun JVD (Jet Vapour Deposition), mạ bốc hơi vật lý PVD (Physical Vapor Deposition), phủ nhúng nóng (GI/GA) v.v.. Việc mạ kẽm bằng điện không làm thay đổi hoặc cải biến tính chất bất kỳ trong số các tính chất cơ học hoặc vi cấu trúc của thép tấm theo sáng chế. Việc mạ kẽm bằng điện có thể được thực hiện bởi quy trình công nghiệp thông thường bất kỳ ví dụ, bằng cách mạ điện.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các thử nghiệm, ví dụ, ví dụ mô phỏng và bảng dưới đây không nhằm giới giới hạn phạm vi của sáng chế và và được xem là chỉ nhằm mục đích minh họa sáng chế, và sẽ thể hiện các dấu hiệu có lợi của sáng chế.

Các tấm thép được làm từ các loại thép có thành phần khác nhau được liệt trong bảng 1, trong đó các tấm thép này được tạo ra với các thông số của quy trình lần lượt được tóm tắt trong bảng 2. Bảng 3 thể hiện vi cấu trúc của các tấm thép được tạo ra trong các thử nghiệm và bảng 4 thể hiện các kết quả đánh giá các tính chất đã đạt được.

Bảng 1

Mẫu thép	C	Mn	Si	Al	S	P	N	Cr	Mo	Nb	Ti	Cu	Ni	Ca	V	B
1	0,21	2,22	1,44	0,040	0,001	0,011	0,0060	0,212	0,002	0,002	0,0027	0,009	0,025	0,0018	0,004	0,0008
2	0,21	2,11	1,47	0,042	0,003	0,012	0,0038	0,367	0,002	0,001	0,0038	0,001	0,018	0,0008	0,003	0,0005
3	0,29	1,92	1,95	0,041	0,003	0,013	0,0040	0,060	0,001	0,002	0,0010	0,001	0,008	0,0005	0,001	0,0001
4	0,39	1,52	1,49	0,037	0,002	0,013	0,0040	0,07	0,001	0,055	0,0010	0,001	0,010	0,0004	0,001	0,0001
5	0,21	2,22	1,44	0,040	0,001	0,011	0,0060	0,212	0,002	0,002	0,0027	0,009	0,025	0,0018	0,004	0,0008
6	0,21	2,11	1,47	0,042	0,003	0,012	0,0038	0,367	0,002	0,001	0,0038	0,001	0,018	0,008	0,003	0,0005
7	0,29	1,92	1,95	0,041	0,003	0,013	0,0040	0,060	0,001	0,002	0,0010	0,001	0,008	0,0005	0,001	0,0001
8	0,39	1,52	1,49	0,037	0,002	0,013	0,0040	0,070	0,001	0,055	0,0010	0,001	0,010	0,0004	0,001	0,0001

I = theo sáng chế; R = so sánh; trị số được gạch chân: không theo sáng chế.

Bảng 2 liệt kê các thông số của quy trình ủ đã được thực hiện đối với các thép đã được liệt kê trong bảng 1. Các thành phần của thép I1 tới I3 được dùng để sản xuất các thép tấm theo sáng chế. Bảng này cũng mô tả các thành phần của thép so sánh được ký hiệu trong bảng này từ R1 tới R3. Bảng 2 cũng liệt kê các nhiệt độ Tc_{min} và Tc_{max} của thép theo sáng chế và thép so sánh. Tc_{min} và Tc_{max} được tính theo các công thức:

$$Tc_{max} = 565 - 601 * (1 - Exp(-0,868*C)) - 34*Mn - 13*Si - 10*Cr + 13*Al - 361*Nb$$

$$Tc_{min} = 565 - 601 * (1 - Exp(-1,736*C)) - 34*Mn - 13*Si - 10*Cr + 13*Al - 361*Nb$$

Ngoài ra, trước khi thực hiện việc xử lý ủ đối với thép theo sáng chế và thép so sánh, thép được nung nóng tới nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1000°C đến 1280°C và tiếp đó được cán nóng với nhiệt độ cuối lớn hơn 850°C và sau đó được cuộn ở nhiệt độ dưới 600°C. Tiếp đó, thép cuộn đã được cán nóng này được xử lý theo sáng chế và sau đó được cán nguội với mức giảm độ dày nằm trong khoảng từ 30 đến 95%. Các tấm thép đã được cán nguội này được xử lý nhiệt như được liệt kê trong Bảng 2.

Bảng 2

Thử nghiệm	Thép				Lần ủ thứ nhất			Lần ủ thứ hai							
		T nung nóng lại (°C)	T kết thúc cán nóng (°C)	T cuộn cán nóng (°C)	T giữ nhiệt (°C)	t giữ nhiệt (giây)	Tốc độ làm nguội (°C/ giây)	T giữ nhiệt (°C)	t giữ nhiệt (giây)	Nhiệt độ dừng làm nguội (°C)	T giữ (°C)	t giữ (giây)	Ac3 (°C)	Tc_{max} (°C)	Tc_{min} (°C)
I1	1	1220	937	546	870	80	1000	880	80	350	460	15	828	370	340
I2	2	1250	910	450	870	80	1000	860	80	350	460	15	830	372	342
I3	3	1250	880	450	850	120	1000	840	100	320	400	15	831	338	308
I4	4	1246	904	551	820	120	100	820	100	290	400	200	795	351	271
R1	5	1220	937	546	870	80	1000	860	80	320	460	15	828	370	340
R2	6	1250	910	450	870	80	1000	860	80	330	400	200	830	372	342
R3	7	1250	880	450	X	X	X	850	100	220	460	50	831	388	308
R4	8	1246	904	551	820	120	1000	820	100	120	400	200	795	301	271

I = theo sáng chế; R = so sánh; trị số được gạch chân: không theo sáng chế.

Bảng 3 thể hiện các kết quả thử nghiệm được thực hiện theo các tiêu chuẩn trên các kính hiển vi khác nhau như kính hiển vi điện tử quét để xác định thành phần vi cấu trúc của cả thép theo sáng chế lẫn thép so sánh.

Các kết quả được liệt kê dưới đây.

Bảng 3

Mẫu thép	Bainit	Austenit tồn dư	Mactensit đã được ram	Mactensit đã được tôi	Bainit + Austenit tồn dư
I1	68	12	7	13	80
I2	58	14	17	11	72
I3	59	15	12	14	74
I4	74	14	0	12	88
R1	43	12	31	14	55
R2	37	10	37	16	47
R3	0	9	80	11	9
R4	17	10	63	10	27

I = theo sáng chế; R = so sánh; trị số được gạch chân: không theo sáng chế.

Bảng 4 liệt kê các tính chất cơ học của cả thép theo sáng chế lẫn thép so sánh. Các thử nghiệm độ bền kéo, giới hạn chảy và độ giãn dài toàn phần được thực hiện theo tiêu chuẩn JIS Z2241.

Do đó, các kết quả của các thử nghiệm cơ học khác nhau đã được thực hiện theo tiêu chuẩn này được liệt trong bảng dưới đây.

Bảng 4

Mẫu thép	Độ bền kéo (MPa)	Giới hạn chảy (MPa)	YS/TS	Độ giãn dài toàn phần (%)
I1	1245	850	0,68	15
I2	1264	900	0,71	14,3
I3	1347	1231	0,91	18,4
I4	1437	1025	0,71	14,9
R1	1237	925	0,75	13,7
R2	1250	1008	0,81	13,1
R3	1331	1186	0,89	11,7
R4	1446	1355	0,94	13,4

I = theo sáng chế; R = so sánh; trị số được gạch chân: không theo sáng chế.

Yêu cầu bảo hộ

1. Thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt có thành phần hóa học bao gồm các nguyên tố sau, với hàm lượng được biểu thị theo phần trăm khối lượng:

0,1%≤ cacbon ≤ 0,5%

1%≤ mangan ≤ 3,4%

0,5%≤ silic ≤ 2,5%

0,03%≤ nhôm ≤ 1,5%

0%≤ lưu huỳnh ≤ 0,003%

0,002%≤ phospho ≤ 0,02%

0%≤ nitơ ≤ 0,01%

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

0,05%≤ crom ≤ 1%

0,001%≤ molypđen ≤ 0,5%

0,001%≤ niobi ≤ 0,1%

0,001%≤ titan ≤ 0,1%

0,01%≤ đồng ≤2%

0,01%≤ niken ≤ 3%

0,0001%≤ canxi ≤ 0,005%

0%≤ vanađi ≤ 0,1%

0%≤ bo ≤ 0,003%

0%≤ xeri ≤ 0,1%

0%≤ magie ≤ 0,010%

0%≤ ziriconi ≤ 0,010%

lượng còn lại là của sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ quá trình sản xuất, vi cấu trúc của thép tấm này bao gồm, tính theo phần diện tích: 10 tới 30% austenit tồn dư, 50 tới 85% bainit, 1 tới 20% mactensit đã được tôi, và ít hơn 30% mactensit đã được ram, thép tấm này có độ bền kéo giới hạn bằng hoặc lớn hơn 1100MPa, và độ giãn dài toàn phần bằng hoặc lớn hơn 14,0%, và tỷ số giữa giới hạn chảy và độ bền kéo giới hạn lớn hơn hoặc bằng 0,65.

2. Thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt theo điểm 1, trong đó thành phần của thép tấm này thỏa mãn điều kiện: 0,7% tới 2,4% silic.

3. Thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt theo điểm 1, trong đó thành phần của thép tấm này thỏa mãn điều kiện: 0,03% tới 0,9% nhôm.

4. Thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt theo điểm 3, trong đó thành phần của thép tấm này thỏa mãn điều kiện: 0,03% tới 0,6% nhôm.

5. Thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt theo điểm 1, trong đó thành phần của thép tấm này thỏa mãn điều kiện: 1,2% tới 2,3% mangan.

6. Thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt theo điểm 1, trong đó thành phần của thép tấm này thỏa mãn điều kiện: 0,03% tới 0,5% crom.

7. Thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt theo điểm 1, trong đó tổng hàm lượng của bainit và austenit tồn dư bằng hoặc lớn hơn 70%.

8. Thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt theo điểm 1, trong đó, tổng hàm lượng của mactensit đã được ram, mactensit đã được tôi lớn hơn hoặc bằng 20%, và hàm lượng của mactensit đã được tôi lớn hơn 10%.

9. Phương pháp sản xuất thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt bao gồm các bước liên tiếp sau:
- tạo ra bán thành phẩm của thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 6;
- nung nóng lại bán thành phẩm này tới nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1200°C đến 1280°C;
- cán bán thành phẩm này trong khoảng tồn tại austenit trong đó nhiệt độ kết thúc cán nóng cần phải cao hơn Ac3 để thu được thép tấm đã được cán nóng;
- làm nguội thép tấm này với tốc độ làm nguội cao hơn 30°C/giây xuống nhiệt độ cuộn mà thấp hơn 600°C; và cuộn thép tấm đã được cán nóng này;

- làm nguội thép tấm đã được cán nóng này xuống nhiệt độ trong phòng;
- tùy ý, thực hiện quy trình loại bỏ gỉ sắt trên thép tấm đã được cán nóng này;
- tùy ý, việc ủ có thể được thực hiện đối với thép tấm đã được cán nóng ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 400°C đến 750°C;
- tùy ý, thực hiện quy trình loại bỏ gỉ sắt trên thép tấm đã được cán nóng này;
- cán nguội trên thép tấm đã được cán nóng này với lượng cán nằm trong khoảng từ 35 đến 90% để thu được thép tấm cán nguội;
- tiếp đó, nung nóng trên thép tấm cán nguội này với tốc độ cao hơn 3°C/giây tới nhiệt độ giữ nhiệt nằm trong khoảng từ Ac3 đến Ac3+100°C khi giữ với thời gian nằm trong khoảng từ 10 đến 500 giây;
- tiếp đó, làm nguội thép tấm này với tốc độ cao hơn 20°C/giây xuống nhiệt độ dưới 500°C;
- tiếp đó, làm nguội thép tấm cán nguội đã được ủ này xuống nhiệt độ trong phòng;
- tùy ý, thực hiện việc ram thép tấm đã được ủ này ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 120°C đến 250°C;
- tiếp đó, nung nóng thép tấm cán nguội đã được ủ này với tốc độ cao hơn 3°C/giây tới nhiệt độ giữ nằm trong khoảng từ Ac3 đến Ac3+100°C khi giữ với thời gian nằm trong khoảng từ 10 đến 500 giây;
- tiếp đó, làm nguội thép tấm này với tốc độ cao hơn 20°C/giây xuống nhiệt độ nằm trong khoảng từ Tc_{max} đến Tc_{min} trong đó:

$Tc_{max} = 565-601*(1-Exp(-0,868*C))-34*Mn-13*Si-10*Cr+13*Al-361*Nb$

$Tc_{min} = 565-601*(1-Exp(-1,736*C))-34*Mn-13*Si-10*Cr+13*Al-361*Nb$

- tiếp đó, thép tấm cán nguội đã được ủ này được cho tiếp xúc với nhiệt độ giữ nhiệt nằm trong khoảng từ 350°C đến 550°C với thời gian nằm trong khoảng từ 5 đến 500 giây và tiếp đó, làm nguội thép tấm cán nguội đã được ủ này xuống nhiệt độ trong phòng với tốc độ làm nguội 1°C/giây xuống nhiệt độ trong phòng để thu được thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt;
- thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt này tùy ý có thể được phủ,

và thép tấm này có độ bền kéo giới hạn bằng hoặc lớn hơn 1100MPa, và độ giãn dài toàn phần bằng hoặc lớn hơn 14,0%, và tỷ số giữa giới hạn chảy và độ bền kéo giới hạn lớn hơn hoặc bằng 0,65.

10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó nhiệt độ cuộn thấp hơn 570°C.

11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó nhiệt độ giữ nhiệt cho lần ủ thứ nhất hoặc thứ hai nằm trong khoảng từ Ac3 đến Ac3+50°C.

12. Phương pháp theo điểm 9, trong đó tốc độ làm nguội sau lần ủ thứ nhất hoặc thứ hai lớn hơn 30°C/giây xuống nhiệt độ dưới 500°C.

13. Thép tấm cán nguội đã được xử lý nhiệt theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 8, trong đó thép tấm này được sử dụng để sản xuất chi tiết kết cấu hoặc an toàn của phương tiện vận tải.

14. Phương pháp theo điểm 9, trong đó thép tấm này được sử dụng để sản xuất chi tiết kết cấu hoặc an toàn của phương tiện vận tải.

15. Chi tiết được tạo ra bằng cách cán dẻo thép tấm theo điểm 13.

16. Phương tiện vận tải bao gồm chi tiết theo điểm 15.