



(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)



1-0051680

(51)<sup>2020.01</sup> C21D 8/02

(13) B

(21) 1-2021-07032

(22) 30/03/2020

(86) PCT/IB2020/052999 30/03/2020

(87) WO2020/229898 19/11/2020

(30) PCT/IB2019/054022 15/05/2019 IB

(45) 25/09/2025 450

(43) 25/02/2022 407A

(73) ArcelorMittal (LU)

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

(72) SIEBENTRITT, Matthieu (FR); LHOIST, Vincent (BE).

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

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

(21) 1-2021-07032

(57) Tầm thép martensitic cán nguội chứa các nguyên tố sau đây, được tính theo phần trăm khối lượng:  $0,1\% \leq C \leq 0,2\%$ ;  $1,5\% \leq Mn \leq 2,5\%$ ;  $0,1\% \leq Si \leq 0,25\%$ ;  $0,1\% \leq Cr \leq 1\%$ ;  $0,01\% \leq Al \leq 0,1\%$ ;  $0,001\% \leq Ti \leq 0,1\%$ ;  $0\% \leq S \leq 0,09\%$ ;  $0\% \leq P \leq 0,09\%$ ;  $0\% \leq N \leq 0,09\%$ ; và có thể chứa một hoặc nhiều nguyên tố tùy ý sau đây:  $0\% \leq Ni \leq 1\%$ ;  $0\% \leq Cu \leq 1\%$ ;  $0\% \leq Mo \leq 0,4\%$ ;  $0\% \leq Nb \leq 0,1\%$ ;  $0\% \leq V \leq 0,1\%$ ;  $0\% \leq B \leq 0,05\%$ ;  $0\% \leq Sn \leq 0,1\%$ ;  $0\% \leq Pb \leq 0,1\%$ ;  $0\% \leq Sb \leq 0,1\%$ ;  $0,001\% \leq Ca \leq 0,01\%$ ; thành phần còn lại bao gồm sắt và các tạp chất không thể tránh khỏi do quá trình gia công, cấu trúc vi mô của thép này bao gồm, tính theo phần trăm diện tích, ít nhất 95% martensit, một lượng tích lũy ferit và bainit nằm trong khoảng từ 1% đến 5%, và một lượng tùy ý austenit còn lại nằm trong khoảng từ 0% đến 2%.

### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất tấm thép martensitic cán nguội thích hợp cho ngành công nghiệp ô tô và cụ thể là đề cập đến tấm thép martensitic có độ bền kéo 1280 MPa hoặc lớn hơn.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Các bộ phận ô tô được yêu cầu để đáp ứng hai nhu cầu không nhất quán, tức là dễ hình thành và mạnh mẽ, nhưng trong những năm gần đây, yêu cầu thứ ba về cải thiện mức tiêu thụ nhiên liệu cũng được ban cho ô tô vì những lo ngại về môi trường toàn cầu. Do đó, hiện nay các bộ phận của ô tô phải được làm bằng vật liệu có tính định hình cao để phù hợp với tiêu chí dễ lắp trong các bộ phận lắp ráp ô tô phức tạp, đồng thời phải nâng cao sức bền cho khả năng va chạm và độ bền của xe đồng thời giảm khối lượng của xe để cải thiện độ hiệu quả của nhiên liệu.

Do đó, những nỗ lực nghiên cứu và phát triển được đặt ra để giảm lượng vật liệu được sử dụng trong xe hơi bằng cách tăng độ bền của vật liệu. Ngược lại, sự gia tăng độ bền của các tấm thép làm giảm khả năng định hình, và do đó cần phải phát triển các vật liệu có độ bền cao và tính định hình cao.

Các nghiên cứu và phát triển trước đó trong lĩnh vực thép tấm có độ bền cao và độ bền cao đã dẫn đến một số phương pháp sản xuất thép tấm có độ bền cao và độ tạo hình cao, một số trong số đó được liệt kê ở đây để đánh giá cao kết luận của sáng chế:

Thép tấm theo Công bố đơn quốc tế WO2017/065371 được sản xuất qua các bước: gia nhiệt nhanh tấm thép nguyên liệu trong 3 đến 60 giây đến điểm chuyển hóa Ac3

hoặc cao hơn và giữ nguyên tấm thép nguyên liệu, tấm thép nguyên liệu có chứa 0,08 đến 0,30% khối lượng C, 0,01 đến 2,0% khối lượng Si, 0,30 đến 3,0% khối lượng Mn, 0,05% khối lượng hoặc ít hơn của P và 0,05% khối lượng hoặc ít hơn của S và phần còn lại là Fe và chất tạp chất không thể tránh khỏi khác; nhanh chóng làm nguội tấm thép đã được nung nóng đến 100°C/giây hoặc cao hơn bằng nước hoặc dầu; và nhanh chóng ủ đến 500°C đến điểm biến đổi A1 trong 3 đến 60 giây kể cả thời gian gia nhiệt và duy trì. Nhưng thép của Công bố đơn quốc tế WO2017/065371 không thể vượt qua độ bền kéo 1300 MPa và không hề đề cập đến tỷ lệ giãn nở lỗ thậm chí có cấu trúc một pha martensit đã được tôi.

Công bố đơn quốc tế WO2010/036028 đề cập đến một tấm thép mạ kẽm nhúng nóng và phương pháp sản xuất chúng. Thép tấm mạ kẽm nhúng nóng bao gồm một tấm thép có cấu trúc martensitic dưới dạng nền, và một lớp mạ kẽm nhúng nóng được hình thành trên tấm thép. Tấm thép chứa C từ 0,05% khối lượng đến 0,30% khối lượng, Mn từ 0,5% khối lượng đến 3,5% khối lượng, Si từ 0,1% khối lượng đến 0,8% khối lượng, Al từ 0,01% khối lượng đến 1,5% khối lượng, Cr từ 0,01% khối lượng đến 1,5% khối lượng, Mo từ 0,01% khối lượng đến 1,5% khối lượng, Ti từ 0,001% khối lượng đến 0,10% khối lượng, N từ 5 ppm đến 120 ppm, B từ 3 ppm đến 80 ppm, tạp chất và phần còn lại của Fe. Nhưng thép theo Công bố đơn quốc tế WO2010/036028 không đề cập đến tỷ lệ giãn nở lỗ.

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Mục đích của sáng chế là giải quyết những vấn đề này bằng cách tạo ra tấm thép martensitic cán nguội có sẵn đồng thời có

- độ bền kéo cuối cùng lớn hơn hoặc bằng 1280 MPa và tốt hơn là lớn hơn 1300 MPa,

- giới hạn chảy lớn hơn hoặc bằng 1100 MPa và tốt hơn là lớn hơn 1150 Mpa,

- tỷ lệ mở rộng lỗ là lớn hơn 40% đến tốt hơn là lớn hơn 50%.

Tốt hơn là, tấm thép này cũng có thể có tính thích hợp tốt để tạo hình, dễ cán với khả năng hàn và độ phủ tốt.

Một mục đích khác của sáng chế cũng là tạo ra phương pháp sản xuất các tấm này tương thích với các ứng dụng công nghiệp thông thường trong khi vẫn mạnh mẽ theo hướng thay đổi các thông số sản xuất.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Mục đích trên đây và các ưu điểm khác của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng hơn bằng cách mô tả chi tiết phương án được ưu tiên của sáng chế.

Thành phần hóa học của tấm thép martensitic cán nguội bao gồm các nguyên tố sau đây:

Cacbon có mặt trong thép theo sáng chế nằm trong khoảng từ 0,1% đến 0,2%. Cacbon là nguyên tố cần thiết để tăng độ bền của thép theo chế độ bằng cách tạo ra các biến đổi pha ở nhiệt độ thấp như martensit. Do đó, cacbon đóng hai vai trò quan trọng, một trong số đó là độ bền. Tuy nhiên, lượng cacbon nhỏ hơn 0,1% sẽ không thể mang đến độ bền kéo cho thép theo sáng chế. Mặt khác, ở hàm lượng cacbon vượt quá 0,2%, thép thể hiện khả năng hàn tại chỗ kém nên hạn chế ứng dụng của nó cho các bộ phận ô tô. Hàm lượng thích hợp theo sáng chế có thể được giữ trong khoảng từ 0,11% đến 0,19% và tốt hơn nữa là từ 0,12% đến 0,18%.

Hàm lượng mangan của thép theo sáng chế là từ 1,5% đến 2,5%. Nguyên tố này là sinh gamma (*gammagenous*). Mangan tạo ra khả năng tăng cường dung dịch rắn và ngăn chặn nhiệt độ chuyển hóa ferit và giảm tốc độ chuyển hóa ferit, do đó hỗ trợ quá trình hình thành martensit. Cần một lượng ít nhất 1,5% để đem lại độ bền cũng như hỗ trợ sự hình thành của martensit. Nhưng khi hàm lượng mangan hơn 2,5%, nó tạo ra các tác dụng phụ như làm chậm quá trình chuyển hóa austenit thành martensit trong quá trình làm

nguội sau khi ủ. Hàm lượng mangan trên 2,5% có thể bị phân tách quá mức trong thép trong quá trình đông rắn và tính đồng nhất bên trong vật liệu bị suy giảm, có thể gây ra các vết nứt bề mặt trong quá trình gia công nóng. Giới hạn được ưu tiên cho sự có mặt của mangan là từ 1,6% đến 2,4% và tốt hơn nữa là từ 1,6% đến 2,2%.

Hàm lượng silic của thép theo sáng chế là từ 0,1% đến 0,25%. Silic là một nguyên tố góp phần làm tăng độ bền bằng cách tăng cường dung dịch rắn. Silic là một thành phần có thể làm chậm quá trình kết tủa cacbua trong quá trình làm nguội sau khi ủ, do đó, silic thúc đẩy sự hình thành của martensit. Nhưng silic cũng là một chất tạo sắt và cũng làm tăng điểm chuyển hóa  $Ac_3$ , điều này sẽ đẩy nhiệt độ ủ lên các khoảng nhiệt độ cao hơn, đó là lý do tại sao hàm lượng của silic được giữ ở mức tối đa 0,25%. Hàm lượng silic trên 0,25% cũng làm ôn hòa độ giòn và ngoài ra silic cũng giảm khả năng phủ. Giới hạn được ưu tiên cho sự có mặt của silic là từ 0,16% đến 0,24% và tốt hơn nữa là từ 0,18% đến 0,23%.

Hàm lượng crom của cuộn thép hỗn hợp theo sáng chế là từ 0,1% đến 1%. Crom là nguyên tố thiết yếu tạo ra độ bền cho thép bằng cách tăng cường dung dịch rắn và tối thiểu 0,1% được yêu cầu để mang lại độ bền nhưng khi sử dụng trên 1% sẽ làm suy yếu độ hoàn thiện bề mặt của thép. Giới hạn được ưu tiên cho sự có mặt của crom là từ 0,1% đến 0,5%.

Hàm lượng của nhôm là từ 0,01% đến 1%. Theo sáng chế, nhôm loại bỏ oxy tồn tại trong thép nóng chảy để ngăn ngừa oxy tạo thành pha khí trong quá trình đông rắn. Nhôm cũng cố định nitơ trong thép để tạo thành nitrua nhôm để giảm kích thước của hạt. Hàm lượng nhôm cao hơn, trên 1%, làm tăng điểm  $Ac_3$  ở nhiệt độ cao do đó làm giảm năng suất. Giới hạn được ưu tiên cho sự có mặt của nhôm là từ 0,01% đến 0,05%.

Titan được thêm vào thép theo sáng chế từ 0,001% đến 0,1%. Nó tạo thành titan-nitrua xuất hiện trong quá trình đông rắn của sản phẩm đúc. Lượng titan được giới hạn ở mức 0,1% để tránh sự hình thành titan-nitrua thô có hại cho khả năng định hình. Trong trường hợp hàm lượng titan dưới 0,001% không ảnh hưởng đến thép theo sáng chế.

Lưu huỳnh không phải là nguyên tố thiết yếu nhưng có thể chứa trong đó dưới dạng tạp chất trong thép và theo quan điểm của sáng chế, hàm lượng lưu huỳnh tốt hơn là càng thấp càng tốt nhưng từ 0,09% trở xuống theo quan điểm về chi phí sản xuất. Hơn nữa, nếu lượng lưu huỳnh có trong thép cao hơn, nó kết hợp để tạo thành sulfua đặc biệt là với mangan và làm giảm tác động có lợi của nó đối với sáng chế.

Thành phần phospho của thép theo sáng chế nằm trong khoảng từ 0% đến 0,09%. Phospho làm giảm khả năng hàn tại chỗ và độ dẻo nóng, đặc biệt do xu hướng phân tách ở ranh giới hạt hoặc đồng phân ly với mangan. Vì những lý do này, hàm lượng của nó được giới hạn ở mức 0,09% và tốt hơn là thấp hơn 0,06%.

Nitơ được giới hạn ở mức 0,09% để tránh làm lão hóa vật liệu và để giảm thiểu sự kết tủa của nhôm nitrua trong quá trình đông rắn gây bất lợi cho các tính chất cơ học của thép.

Molypden là một thành phần tùy ý cấu thành từ 0% đến 0,4% thép theo sáng chế; molypden đóng một vai trò hữu hiệu trong việc cải thiện khả năng đông cứng và độ cứng, làm chậm sự xuất hiện của bainit do đó thúc đẩy sự hình thành của martensit, đặc biệt khi được thêm vào với lượng ít nhất 0,001% hoặc thậm chí ít nhất 0,002%. Tuy nhiên, việc bổ sung molypden quá mức làm tăng chi phí quá mức các nguyên tố hợp kim, do đó vì lý do kinh tế, hàm lượng của nó bị giới hạn ở 0,4%.

Niobi có trong thép theo sáng chế nằm trong khoảng từ 0% đến 0,1% và thích hợp để tạo thành cacbo-nitrua nhằm mang lại độ bền cho thép theo sáng chế bằng cách làm cứng kết tủa. Niobi cũng sẽ tác động đến kích thước của các thành phần cấu trúc vi mô thông qua sự kết tủa của nó dưới dạng cacbo-nitrua và bằng cách làm chậm quá trình kết tinh lại trong quá trình gia nhiệt. Do đó, cấu trúc vi mô mịn hơn được hình thành ở cuối nhiệt độ giữ và kết quả là sau khi ủ hoàn toàn sẽ dẫn đến sản phẩm cứng lại. Tuy nhiên, hàm lượng niobi trên 0,1% không đáng quan tâm về mặt kinh tế vì người ta quan sát thấy hiệu ứng bão hòa ảnh hưởng của nó, điều này có nghĩa là lượng niobi bổ sung không dẫn đến bất kỳ sự cải thiện độ bền nào của sản phẩm.

Vanadi có hiệu quả trong việc tăng độ bền của thép bằng cách tạo thành cacbua hoặc cacbo-nitrua và giới hạn trên là 0,1% theo quan điểm kinh tế.

Niken có thể được thêm vào như một nguyên tố tùy ý với lượng từ 0% đến 1% để tăng độ bền của thép theo sáng chế và để cải thiện độ dẻo dai của nó. Tối thiểu là 0,01% được ưu tiên để có được những tác dụng như vậy. Tuy nhiên, khi hàm lượng của nó trên 1%, niken gây ra sự suy giảm độ dẻo.

Đồng có thể được thêm vào như một nguyên tố tùy ý với số lượng từ 0% đến 1% để tăng độ bền của thép theo sáng chế và để cải thiện khả năng chống ăn mòn của nó. Tối thiểu là 0,01% được ưu tiên để có được những tác dụng như vậy. Tuy nhiên, khi hàm lượng của nó trên 1%, nó có thể làm suy giảm các khía cạnh bề mặt.

Bo là nguyên tố tùy ý đối với thép theo sáng chế và có thể nằm trong khoảng từ 0% đến 0,05%. Bo tạo thành bo-nitrua và mang lại độ bền cho thép theo sáng chế khi được thêm vào với lượng ít nhất là 0,0001%.

Canxi có thể được thêm vào thép theo sáng chế với tỷ lệ từ 0,001% đến 0,01%. Canxi được thêm vào thép theo sáng chế như một nguyên tố tùy ý, đặc biệt là trong quá trình xử lý trong đó. Canxi góp phần vào quá trình tinh luyện thép bằng cách liên kết thành phần lưu huỳnh bất lợi ở dạng hình cầu, do đó ngăn chặn tác hại của lưu huỳnh.

Các nguyên tố khác như Sn, Pb hoặc Sb có thể được bổ sung riêng lẻ hoặc kết hợp theo tỷ lệ sau:  $\text{Sn} \leq 0,1\%$ ,  $\text{Pb} \leq 0,1\%$  và  $\text{Sb} \leq 0,1\%$ . Lên đến mức hàm lượng tối đa được chỉ định, những nguyên tố này giúp có thể tinh chế hạt trong quá trình đóng rắn. Phần còn lại của thành phần thép bao gồm sắt và các tạp chất không thể tránh khỏi do quá trình xử lý.

Cấu trúc vi mô của tấm thép martensitic sẽ được mô tả chi tiết sau đây, tất cả các tỷ lệ phần trăm đều tính theo phần diện tích.

Martensit chiếm ít nhất 95% cấu trúc vi mô tính theo phần diện tích. Martensit theo sáng chế có thể bao gồm cả martensit tươi và martensit đã ủ. Tuy nhiên, martensit tươi là một thành phần vi mô không bắt buộc được giới hạn trong thép với lượng nằm trong khoảng từ 0% đến 4%, tốt nhất là từ 0 đến 2% và thậm chí tốt hơn bằng 0%. Martensit tươi có thể hình thành trong quá trình làm nguội sau khi tôi. Martensit đã tôi được hình thành từ martensit hình thành trong bước làm nguội thứ hai sau khi ủ và đặc biệt là sau khi dưới nhiệt độ  $M_s$  và đặc biệt hơn là giữa  $M_s-10^{\circ}\text{C}$  và  $20^{\circ}\text{C}$ . Martensit như vậy sau đó được tôi luyện trong quá trình giữ ở nhiệt độ tôi  $T_{\text{tôi}}$  nằm trong khoảng từ  $150^{\circ}\text{C}$  đến  $300^{\circ}\text{C}$ . Martensit theo sáng chế đem lại độ dẻo và độ bền cho thép này. Tốt hơn là, hàm lượng martensit nằm trong khoảng từ 96% đến 99% và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 97% đến 99%.

Lượng tích lũy của ferit và bainit chiếm từ 1% đến 5% cấu trúc vi mô. Lượng có mặt tích lũy của bainit và ferit không ảnh hưởng bất lợi đến sáng chế cho đến 5% nhưng trên 5%, các đặc tính cơ học có thể bị ảnh hưởng bất lợi. Do đó, giới hạn được ưu tiên cho lượng có mặt tích lũy của ferit và bainit được giữ trong khoảng từ 1% đến 4% và tốt hơn nữa là từ 1% đến 3%.

Bainit hình thành trong quá trình tái gia nhiệt trước khi tôi. Theo một phương án được ưu tiên, thép theo sáng chế chứa 1 đến 3% bainit. Bainit có thể đem lại tính định hình cho thép nhưng khi tồn tại với một lượng quá lớn, nó có thể tác động xấu đến độ bền kéo của thép.

Ferit có thể hình thành trong bước thứ nhất của quá trình làm nguội sau khi ủ nhưng không cần thiết như một thành phần cấu trúc vi mô. Sự hình thành ferit phải được giữ ở mức thấp nhất có thể và tốt nhất là nhỏ hơn 2% hoặc thậm chí ít hơn 1%.

Austenit còn lại là một cấu trúc vi mô tùy ý có thể có trong thép nằm trong khoảng từ 0% đến 2%.

Ngoài cấu trúc vi mô nêu trên, cấu trúc vi mô của tấm thép martensitic cán nguội không có các thành phần vi cấu trúc như pearlit và xi măng.

Thép theo sáng chế có thể được sản xuất bằng phương pháp thích hợp bất kỳ. Tuy nhiên, tốt hơn là sử dụng phương pháp theo sáng chế sẽ được trình bày chi tiết, như một ví dụ không làm giới hạn.

Phương pháp ưu tiên này bao gồm việc tạo ra thép đúc bán thành phẩm có thành phần hóa học của thép chính theo sáng chế. Quá trình đúc có thể được thực hiện thành thỏi hoặc liên tục ở dạng tấm mỏng hoặc dải mỏng, nghĩa là với độ dày từ khoảng 220mm đối với tấm đến vài chục mm đối với dải mỏng.

Ví dụ, một tấm (thép) có thành phần hóa học theo sáng chế được sản xuất bằng cách đúc liên tục, trong đó tấm có tùy ý trải qua quá trình khử mềm trực tiếp trong quá trình đúc liên tục để tránh sự phân tách trung tâm và để đảm bảo tỷ lệ cacbon cục bộ với cacbon danh nghĩa được giữ dưới 1,10. Tấm được tạo ra bởi quá trình đúc liên tục có thể được sử dụng trực tiếp ở nhiệt độ cao sau khi đúc liên tục hoặc có thể được làm nguội lần đầu đến nhiệt độ trong phòng và sau đó được làm nóng lại để cán nóng.

Nhiệt độ của tấm được cán nóng ít nhất phải đạt 1000°C và phải dưới 1280°C. Trong trường hợp nhiệt độ của tấm thấp hơn 1280°C, tải trọng quá mức được đặt lên máy cán và hơn nữa, nhiệt độ của thép có thể giảm xuống nhiệt độ biến đổi ferit trong quá trình cán hoàn thiện, nhờ đó thép sẽ được cán trong trạng thái trong đó ferit đã biến đổi được chứa trong cấu trúc. Do đó, nhiệt độ của tấm phải đủ cao để hoàn thành quá trình cán nóng trong khoảng nhiệt độ từ  $A_{c3}$  đến  $A_{c3} + 100^{\circ}\text{C}$ . Phải tránh tái gia nhiệt ở nhiệt độ trên 1280°C vì chúng rất đắt về mặt công nghiệp.

Sau đó, tấm thu được theo cách này được làm nguội ở tốc độ làm nguội là ít nhất 20°C/giây đến nhiệt độ cuộn phải dưới 650°C. Tốt hơn là tốc độ làm nguội sẽ nhỏ hơn hoặc bằng 200° C/giây.

Sau đó, tấm thép cán nóng được cuộn ở nhiệt độ cuộn dưới 650°C để tránh tạo hình bầu dục và tốt nhất là từ 475°C đến 625°C để tránh tạo cặn, với khoảng được ưu tiên cho nhiệt độ cuộn như vậy từ 500°C đến 625°C. Sau đó, tấm thép cuộn cán nóng được cuộn lại được làm nguội đến nhiệt độ phòng trước khi đưa nó vào quá trình ủ bằng nóng tùy ý.

Thép tấm cán nóng có thể trải qua bước loại bỏ cặn tùy ý để loại bỏ cặn được hình thành trong quá trình cán nóng trước khi ủ bằng nóng tùy ý. Sau đó, tấm cán nóng có thể được đưa vào ủ bằng nóng tùy ý. Theo một phương án được ưu tiên, quá trình ủ bằng nóng như vậy được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 400°C đến 750°C, tốt hơn là trong ít nhất 12 giờ và không nhiều hơn 96 giờ, nhiệt độ tốt hơn là giữ dưới 750°C để tránh biến đổi một phần vi cấu trúc cuộn nóng và do đó, có thể làm mất tính đồng nhất của cấu trúc vi mô. Sau đó, bước loại bỏ cặn tùy ý của tấm thép cuộn cán nóng này có thể được thực hiện, ví dụ, thông qua quá trình tẩy rửa tấm như vậy.

Thép tấm cán nóng này sau đó được cán nguội để thu được tấm thép cán nguội với độ dày giảm từ 35 đến 90%.

Sau đó, tấm thép cán nguội được xử lý nhiệt để tạo ra loại thép theo sáng chế với các đặc tính cơ học và cấu trúc vi mô cần thiết.

Thép tấm cán nguội được gia nhiệt ở tốc độ gia nhiệt ít nhất là 2°C/giây đến tốt hơn là lớn hơn 3°C/giây, đến nhiệt độ ngâm  $T_{\text{ngâm}}$  nằm trong khoảng từ  $A_{c3}$  và  $A_{c3}+100^\circ\text{C}$  đến tốt hơn nằm trong khoảng từ  $A_{c3}+10^\circ\text{C}$  đến  $A_{c3}+100^\circ\text{C}$ , trong đó  $A_{c3}$  đối với thép tấm được tính theo công thức sau:

$$A_{c3} = 910 - 203[C]^{(1/2)} - 15,2[Ni] + 44,7[Si] + 104[V] + 31,5[Mo] + 13,1[W] - 30[Mn] - 11[Cr] - 20[Cu] + 700[P] + 400[Al] + 120[As] + 400[Ti]$$

trong đó, hàm lượng các nguyên tố được biểu thị bằng phần trăm trọng lượng của thép tấm cán nguội.

Tấm thép cán nguội được giữ tại  $T_{\text{ngâm}}$  trong thời gian từ 10 giây đến 500 giây để đảm bảo quá trình kết tinh lại hoàn toàn và chuyển hóa hoàn toàn thành austenit của cấu trúc ban đầu đã được làm cứng hoạt động mạnh mẽ.

Sau đó, tấm thép cán nguội được làm nguội trong quy trình làm nguội hai bước, trong đó bước thứ nhất là làm nguội bắt đầu từ  $T_{\text{ngâm}}$ , tấm thép cán nguội được làm nguội, với tốc độ làm nguội CR1 nằm trong khoảng từ 15°C/giây đến 150°C/giây, đến nhiệt độ T1 nằm trong khoảng từ 650°C đến 750°C. Theo một phương án được ưu tiên, tốc độ làm nguội CR1 cho bước làm nguội đầu tiên như vậy nằm trong khoảng từ 20°C/giây đến 120°C/giây. Nhiệt độ T1 được ưu tiên cho bước thứ nhất này nằm trong khoảng từ 660°C đến 725°C.

Trong bước làm nguội thứ hai, tấm thép cán nguội được làm nguội từ nhiệt độ T1 xuống nhiệt độ T2 nằm trong khoảng Ms-10°C đến 20°C, với tốc độ làm nguội CR2 ít nhất 50°C/giây. Theo một phương án được ưu tiên, tốc độ làm nguội CR2 cho bước làm nguội thứ hai ít nhất là 100°C/giây và tốt hơn là ít nhất là 150°C/giây. Nhiệt độ T2 ưu tiên cho bước thứ hai như vậy nằm trong khoảng từ Ms-50°C đến 20°C.

Ms cho tấm thép được tính theo công thức sau:

$$\begin{aligned}
 Ms = & 545 - 601,2 * (1 - EXP(-0,868[C])) - 34,4[Mn] - 13,7[Si] - 9,2[Cr] \\
 & - 17,3[Ni] - 15,4[Mo] + 10,8[V] + 4,7[Co] - 1,4[Al] - 16,3[Cu] \\
 & - 361[Nb] - 2,44[Ti] - 3448[B]
 \end{aligned}$$

Sau đó, tấm thép cán nguội được gia nhiệt đến nhiệt độ tối  $T_{\text{tối}}$  nằm trong khoảng từ 150°C đến 300°C với tốc độ gia nhiệt ít nhất là 1°C/giây và tốt nhất là ít nhất là 2°C/giây và cao hơn ít nhất là 10°C/giây trong khoảng 100 giây đến 600 giây. Khoảng nhiệt độ được ưu tiên để tối là từ 200°C đến 300°C và thời gian ưu tiên để giữ ở  $T_{\text{tối}}$  nằm trong khoảng từ 200 giây đến 500 giây.

Sau đó, thép tấm cán nguội được làm nguội đến nhiệt độ trong phòng để thu được tấm thép martensitic cán nguội.

Tấm thép martensitic cán nguội theo sáng chế có thể tùy ý được phủ bằng kẽm hoặc hợp kim kẽm, hoặc bằng nhôm hoặc hợp kim nhôm để cải thiện khả năng chống ăn mòn của nó.

### **Ví dụ thực hiện sáng chế**

Các thử nghiệm, ví dụ, ví dụ minh họa và bảng dưới đây được trình bày ở đây không làm giới hạn về bản chất và phải được xem xét chỉ nhằm mục đích minh họa và sẽ hiển thị các tính năng có lợi của sáng chế.

Tấm thép được tạo ra từ thép có thành phần khác nhau được tập hợp trong Bảng 1, trong đó các tấm thép được sản xuất theo các thông số quy trình tương ứng như quy định trong Bảng 2. Sau đó, Bảng 3 thu thập các cấu trúc vi mô của các tấm thép thu được trong quá trình thử nghiệm và Bảng 4 thu thập kết quả đánh giá các đặc tính thu được.

Bảng 1

| Thép | C     | Mn    | Si    | Al    | Cr    | Nb     | S     | P      | N      | Mo     | Cu    | Ni    | V      | B      | Ti     |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|
| A    | 0,148 | 1,884 | 0,204 | 0,028 | 0,176 | 0,0005 | 0,019 | 0,0183 | 0,0041 | 0,0022 | 0,012 | 0,015 | 0,0022 | 0,0001 | 0,0235 |
| B    | 0,153 | 1,882 | 0,202 | 0,025 | 0,182 | 0,0012 | 0,002 | 0,0116 | 0,0047 | 0,0026 | 0,016 | 0,016 | 0,0018 | 0,0001 | 0,0206 |
| C    | 0,141 | 1,888 | 0,203 | 0,024 | 0,184 | 0,0005 | 0,008 | 0,0139 | 0,0043 | 0,0027 | 0,027 | 0,016 | 0,0018 | 0,0001 | 0,0227 |

theo sáng chế; R = tham chiếu; giá trị gạch chân: không theo sáng chế.

Bảng 2

Bảng 2 tập hợp các thông số quá trình cán nóng và ủ được thực hiện trên tấm thép cán nguội để mang lại các loại thép của Bảng 1 có các đặc tính cơ học cần thiết để trở thành tấm thép martensitic cán nguội.

Bảng 2 là như sau:

|            |      |                    | Cán nóng |                                    |           | CR       | Ủ                                               |                        |                    | Làm nguội bước 1 |               | Làm nguội bước 2 |               |
|------------|------|--------------------|----------|------------------------------------|-----------|----------|-------------------------------------------------|------------------------|--------------------|------------------|---------------|------------------|---------------|
| Thứ nghiệm | Thép | Tái gia nhiệt (°C) | FRT (°C) | Tỷ lệ làm nguội với cuộn (°C/giây) | Cuốn (°C) | Giảm (%) | Tỷ lệ gia nhiệt với T <sub>ngâm</sub> (°C/giây) | T <sub>ngâm</sub> (°C) | Thời gian ủ (giây) | T1 (°C)          | CR1 (°C/giây) | T2 (°C)          | CR2 (°C/giây) |
| I1         | A    | 1245               | 895      | 30                                 | 530       | 40       | 6.5                                             | 888                    | 290                | 692              | 36            | 25               | 690           |
| I2         | B    | 1245               | 895      | 30                                 | 530       | 60       | 10                                              | 890                    | 165                | 690              | 72            | 25               | 1030          |
| I3         | C    | 1245               | 895      | 30                                 | 530       | 50       | 7                                               | 890                    | 245                | 675              | 48            | 25               | 750           |
| R1         | A    | 1245               | 895      | 30                                 | 530       | 40       | 6.5                                             | 880                    | 290                | <u>600</u>       | 34            | 25               | 600           |
| R2         | A    | 1245               | 895      | 30                                 | 530       | 40       | 6.5                                             | 882                    | 290                | <u>643</u>       | 35            | 25               | 636           |

|            |      | Tối                                            |                       |                     |            |            |  |
|------------|------|------------------------------------------------|-----------------------|---------------------|------------|------------|--|
| Thử nghiệm | Thép | Tỷ lệ gia nhiệt với $T_{\text{tôi}}$ (°C/giây) | $T_{\text{tôi}}$ (°C) | Thời gian giữ (giờ) | $M_s$ (°C) | $Ac3$ (°C) |  |
| I1         | A    | 12                                             | 230                   | 290                 | 403        | 816        |  |
| I2         | B    | 20                                             | 230                   | 165                 | 400        | 808        |  |
| I3         | C    | 15                                             | 230                   | 245                 | 405        | 812        |  |
| R1         | A    | 12                                             | 230                   | 290                 | 403        | 816        |  |
| R2         | A    | 12                                             | 230                   | 290                 | 403        | 816        |  |

I = theo sáng chế; R = tham chiếu; giá trị được gạch chân: không theo sáng chế.

Bảng 3 minh họa kết quả của các thử nghiệm được thực hiện theo các tiêu chuẩn trên các kính hiển vi khác nhau như Kính hiển vi quét điện tử (*Scanning Electron Microscope*) để xác định vi cấu trúc của cả thép theo sáng chế và thép tham chiếu về phần diện tích. Các kết quả được quy định ở đây:

Bảng 3 :

| Thử nghiệm | Thép | Martensit đã được tôi | Martensit tươi | Ferit + Bainit | Austenit còn lại |
|------------|------|-----------------------|----------------|----------------|------------------|
| I1         | A    | 98%                   | 0              | 2%             | 0                |
| I2         | B    | 98%                   | 0              | 2%             | 0                |
| I3         | C    | 98%                   | 0              | 2%             | 0                |
| R1         | A    | <u>89%</u>            | <u>0</u>       | <u>11%</u>     | 0                |
| R2         | A    | <u>93.5%</u>          | <u>0</u>       | <u>6.5%</u>    | 0                |

I = theo sáng chế; R = tham chiếu; giá trị được gạch chân: không theo sáng chế.

Bảng 4

Kết quả của các thử nghiệm cơ học khác nhau được thực hiện theo các tiêu chuẩn được thu thập. Để kiểm tra, độ bền kéo cuối cùng và giới hạn chảy được kiểm tra theo tiêu chuẩn JIS-Z2241. Để ước tính độ giãn nở của lỗ, một thử nghiệm được gọi là độ giãn nở của lỗ được áp dụng, trong thử nghiệm này mẫu được đục một lỗ 10mm và được làm biến dạng, sau khi biến dạng đo đường kính lỗ và tính  $HER\% = 100 \cdot (D_f - D_i) / D_i$

| Thử nghiệm | Thép | Độ bền kéo (MPa) | Giới hạn chảy (MPa) | HER (%)   |
|------------|------|------------------|---------------------|-----------|
| I1         | A    | 1321             | 1160                | 68        |
| I2         | B    | 1344             | 1207                | 70        |
| I3         | C    | 1334             | 1208                | 50        |
| R1         | A    | <u>1190</u>      | <u>983</u>          | <u>20</u> |
| R2         | A    | <u>1262</u>      | <u>1071</u>         | <u>35</u> |

I = theo sáng chế; R = tham chiếu; giá trị được gạch chân: không theo sáng chế.

**Yêu cầu bảo hộ**

1. Tấm thép martensitic cán nguội chứa các nguyên tố sau đây, được tính theo phần trăm khối lượng:

$$0,1\% \leq C \leq 0,2\%;$$

$$1,5\% \leq Mn \leq 2,5\%;$$

$$0,1\% \leq Si \leq 0,25\%;$$

$$0,1\% \leq Cr \leq 1\%;$$

$$0,01\% \leq Al \leq 0,1\%;$$

$$0,001\% \leq Ti \leq 0,1\%;$$

$$0\% \leq S \leq 0,09\%;$$

$$0\% \leq P \leq 0,09\%;$$

$$0\% \leq N \leq 0,09\%;$$

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

$$0\% \leq Ni \leq 1\%;$$

$$0\% \leq Cu \leq 1\%;$$

$$0\% \leq Mo \leq 0,4\%;$$

$$0\% \leq Nb \leq 0,1\%;$$

$$0\% \leq V \leq 0,1\%;$$

$$0\% \leq B \leq 0,05\%;$$

$$0\% \leq Sn \leq 0,1\%;$$

$$0\% \leq Pb \leq 0,1\%;$$

$$0\% \leq Sb \leq 0,1\%;$$

$$0,001\% \leq Ca \leq 0,01\%;$$

thành phần còn lại bao gồm sắt và các tạp chất không thể tránh khỏi do quá trình gia công, cấu trúc vi mô của thép này bao gồm, tính theo phần trăm diện tích, ít nhất 95% martensit, một lượng tích lũy ferit và bainit nằm trong khoảng từ 1% đến 5%, và một lượng tùy ý austenit còn lại nằm trong khoảng từ 0% đến 2%.

2. Tấm thép martensitic cán nguội theo điểm 1, trong đó thành phần bao gồm 0,16% đến 0,24% silic.
3. Tấm thép martensitic cán nguội theo điểm 1 hoặc 2, trong đó thành phần bao gồm 0,11% đến 0,19% cacbon.
4. Tấm thép martensitic cán nguội theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó thành phần bao gồm 0,01% đến 0,05% nhôm.
5. Tấm thép martensitic cán nguội theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó thành phần bao gồm 1,6% đến 2,4% mangan.
6. Tấm thép martensitic cán nguội theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó thành phần bao gồm 0,1% đến 0,5% crom.
7. Tấm thép martensitic cán nguội theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó, lượng martensitic nằm trong khoảng từ 96% đến 99%.
8. Tấm thép martensitic cán nguội theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó lượng tích lũy ferit và bainit nằm trong khoảng từ 1% đến 4%.
9. Tấm thép martensitic cán nguội theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 8, trong đó tấm này có độ bền kéo là 1280 MPa hoặc lớn hơn, và giới hạn chảy là 1100 MPa hoặc lớn hơn.
10. Phương pháp sản xuất tấm thép martensitic cán nguội bao gồm các bước liên tục sau đây:
  - tạo ra chế phẩm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6;
  - tái gia nhiệt sản phẩm bán hoàn thiện nêu trên đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1000°C đến 1280°C;
  - cán sản phẩm bán hoàn thiện nêu trên trong khoảng austenit trong đó nhiệt độ hoàn thiện cán nóng nằm trong khoảng từ  $A_{c3}$  và  $A_{c3} + 100^{\circ}\text{C}$  để thu được tấm thép cán nóng;

- làm nguội tấm này ở tốc độ làm nguội là ít nhất  $20^{\circ}\text{C}/\text{giây}$  đến nhiệt độ cuộn thấp hơn  $650^{\circ}\text{C}$ ; và cuộn tấm đã cán nóng nêu trên;
- làm nguội tấm đã cán nóng nêu trên đến nhiệt độ trong phòng;
- tùy ý thực hiện quy trình loại bỏ lớp vảy trên tấm thép cán nóng nêu trên;
- bước ủ tùy ý có thể được thực hiện trên tấm thép cán nóng;
- tùy ý thực hiện quy trình loại bỏ lớp vảy trên tấm thép cán nóng nêu trên;
- cán nguội tấm thép đã cán nóng nêu trên với tỷ lệ giảm nằm trong khoảng từ 35 và 90% để thu được tấm thép cán nguội;

- tiếp theo, gia nhiệt tấm thép cán nguội nêu trên ở tốc độ là ít nhất  $2^{\circ}\text{C}/\text{giây}$  đến nhiệt độ ngâm  $T_{\text{ngâm}}$  nằm trong khoảng từ  $A_{c3}$  đến  $A_{c3}+100^{\circ}\text{C}$  trong đó nhiệt độ này được giữ trong khoảng thời gian 10 đến 500 giây;

- tiếp theo, làm nguội tấm thép cán nguội nêu trên theo quy trình làm nguội hai bước trong đó:

- o bước thứ nhất là làm nguội tấm thép cán nguội bắt đầu từ  $T_{\text{ngâm}}$  giảm xuống đến nhiệt độ  $T_1$  nằm trong khoảng từ  $650^{\circ}\text{C}$  đến  $750^{\circ}\text{C}$ , với tốc độ làm nguội CR1 nằm trong khoảng từ  $15^{\circ}\text{C}/\text{giây}$  đến  $150^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ ;

- o bước thứ hai là làm nguội bắt đầu từ  $T_1$  giảm xuống đến nhiệt độ  $T_2$  nằm trong khoảng từ  $M_s-10^{\circ}\text{C}$  đến  $20^{\circ}\text{C}$ , với tốc độ làm nguội CR2 là ít nhất  $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ ;

- tiếp theo, tái gia nhiệt tấm thép cán nguội nêu trên ở tốc độ là ít nhất  $1^{\circ}\text{C}/\text{giây}$  đến nhiệt độ tôi  $T_{\text{tôi}}$  nằm trong khoảng từ  $150^{\circ}\text{C}$  đến  $300^{\circ}\text{C}$  trong đó nhiệt độ này được giữ trong khoảng thời gian 100 đến 600 giây;

- tiếp theo làm nguội đến nhiệt độ trong phòng với tốc độ làm nguội là ít nhất  $1^{\circ}\text{C}/\text{giây}$  để thu được tấm thép martensitic cán nguội.

11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó nhiệt độ cuộn nêu trên nằm trong khoảng từ  $475^{\circ}\text{C}$  đến  $625^{\circ}\text{C}$ .
12. Phương pháp theo điểm 10 hoặc 11, trong đó  $T_{\text{ngâm}}$  nằm trong khoảng từ  $A_{c3}+10^{\circ}\text{C}$  đến  $A_{c3}+100^{\circ}\text{C}$ .

13. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 10 đến 12, trong đó CR1 nằm trong khoảng từ  $20^{\circ}\text{C}/\text{giây}$  đến  $120^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ .
14. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 10 đến 13, trong đó T1 nằm trong khoảng từ  $660^{\circ}\text{C}$  đến  $725^{\circ}\text{C}$ .
15. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 10 đến 14, trong đó CR2 lớn hơn  $100^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ .
16. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 10 đến 15, trong đó T2 nằm trong khoảng từ  $M_s-50^{\circ}\text{C}$  đến  $20^{\circ}\text{C}$ .
17. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 10 đến 16, trong đó  $T_{\text{tôi}}$  nằm trong khoảng từ  $200^{\circ}\text{C}$  đến  $300^{\circ}\text{C}$ .