



(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)



1-0048961

C21D 6/00; C21D 9/46; C22C 38/00; (13) B

C22C 38/06; C22C 38/10; C22C 38/52;

(51)^{2020.01} C22C 38/14; C22C 38/42; C22C 38/44;

C22C 38/46; C22C 38/48; C22C 38/50;

C21D 8/02; C22C 38/12

(21) 1-2021-03436

(22) 11/12/2019

(86) PCT/IB2019/060647 11/12/2019

(87) WO 2020/128725 25/06/2020

(30) PCT/IB2018/060185 17/12/2018 IB

(45) 25/07/2025 448

(43) 27/12/2021 405A

(73) ARCELORMITTAL (LU)

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

(72) DUPREZ, Lode (BE); WATERSCHOOT, Tom (BE); VAN STEENBERGE, Nele (BE); MOLI SANCHEZ, Laura (ES).

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

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

(21) 1-2021-03436

(57) Sáng chế đề cập đến thép tấm cán nóng có thành phần bao gồm các nguyên tố sau, được biểu thị theo hàm lượng phần trăm khối lượng: $15\% \leq \text{Niken} \leq 25\%$; $6\% \leq \text{Coban} \leq 12\%$; $2\% \leq \text{Molipđen} \leq 6\%$; $0,1\% \leq \text{Titan} \leq 1\%$; $0,0001\% \leq \text{Cacbon} \leq 0,03\%$; $0,002\% \leq \text{Phospho} \leq 0,02\%$; $0\% \leq \text{Lưu huỳnh} \leq 0,005\%$; $0\% \leq \text{Nitơ} \leq 0,01\%$; và có thể còn chứa một hoặc nhiều nguyên tố tùy ý sau: $0\% \leq \text{Nhôm} \leq 0,1\%$; $0\% \leq \text{Columbi} \leq 0,1\%$; $0\% \leq \text{Vanadi} \leq 0,3\%$; $0\% \leq \text{Đồng} \leq 0,5\%$; $0\% \leq \text{Crom} \leq 0,5\%$; nguyên tố còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ quá trình sản xuất, vi cấu trúc của thép tấm này, tính theo phần diện tích, bao gồm, 20% tới 40% mactensit đã được ram, ít nhất 60% austenit đã hoàn nguyên và các hợp chất liên kim loại của molipđen, titan và niken. Phương pháp sản xuất thép này, chi tiết kết cấu vận hành dùng cho các giếng dầu khí, sản phẩm đường ống liền làm bằng thép này cũng được đề xuất.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thép tấm cán nóng thích hợp để sử dụng trong môi trường ăn mòn, đặc biệt là trong môi trường ăn mòn chua trong ngành công nghiệp dầu khí.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Dầu và khí hiện đang được khai thác từ các giếng sâu. Các giếng khai thác sâu này thường được phân loại thành các giếng ngọt hoặc chua, các giếng ngọt có tính ăn mòn ít, các giếng chua có tính ăn mòn cao do sự có mặt của các chất ăn mòn, như hydro sulfua, cacbon đioxit, clorua, và lưu huỳnh tự do. Các điều kiện ăn mòn của các giếng chua bị gia tăng bởi việc kết hợp nhiệt độ cao và áp suất cao. Do đó, việc khai thác dầu hoặc khí từ các giếng chua này trở nên rất khó khăn, vì vậy đối với các môi trường dầu và khí có tính chua, các vật liệu cần phải được chọn để đáp ứng các tiêu chuẩn nghiêm ngặt về khả năng chống ăn mòn chua đồng thời phải đảm bảo các đặc tính cơ học tốt.

Do đó, các nỗ lực phát triển và nghiên cứu chuyên sâu đã và đang được thực hiện nhằm đáp ứng các yêu cầu về khả năng chống ăn mòn trong môi trường có tính ăn mòn và độc hại cao đồng thời phải cải thiện độ bền của vật liệu. Trái lại, việc tăng cường độ bền của thép gây bất lợi cho việc gia công thép thành các sản phẩm như đường ống liền, đường ống dẫn do khả năng dễ tạo hình kém, và do vậy việc phát triển các vật liệu có cả độ bền cao cùng với khả năng dễ tạo hình lẫn khả năng chống ăn mòn đủ đáp ứng các tiêu chuẩn là cần thiết.

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

US20100037994 đề cập đến phương pháp gia công phôi thép mactensit hóa già, bao gồm bước chuẩn bị phôi thép mactensit hóa già có thành phần gồm: 17-19% khối lượng niken, 8-12% khối lượng coban, 3-5% khối lượng molipđen, 0,2-

1,7% khối lượng titan, 0,15-0,15% khối lượng nhôm, và lượng còn lại cho đủ 100% là sắt và được gia công cơ nhiệt ở nhiệt độ nhiệt luyện austenit; và già hóa trực tiếp phôi thép mactensit hóa già ở nhiệt độ hóa già để tạo ra phần kết tủa nằm trong vi cấu trúc của phôi thép mactensit hóa già, mà không cần đến việc xử lý nhiệt bổ sung bất kỳ giữa quá trình gia công cơ nhiệt và quá trình già hóa trực tiếp phôi thép mactensit hóa già có cỡ hạt ASTM trung bình là 10. Tuy nhiên, US20100037994 không nhắc đến khả năng chống ăn mòn và chỉ đề cập đến phương pháp gia công thép mactensit hóa già có hiệu quả kinh tế.

EP2840160 mô tả thép mactensit hóa già rất tốt về các đặc tính chịu môi, có thành phần, tính theo % khối lượng, gồm: C: $\leq 0,015\%$, Ni: 12,0 tới 20,0%, Mo: 3,0 tới 6,0%, Co: 5,0 tới 13,0%, Al: 0,01 tới 0,3%, Ti: 0,2 tới 2,0%, O: $\leq 0,0020\%$, N: $\leq 0,0020\%$, và Zr: 0,001 tới 0,02%, với lượng còn lại là của Fe và các tạp chất khó tránh khỏi. EP2840160 đề xuất thép có độ bền thỏa đáng nhưng lại không có khả năng chống ăn mòn trong môi trường ăn mòn chua.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là nhằm giải quyết các vấn đề nêu trên bằng cách chế tạo thép tấm cán nóng mà đồng thời có:

- độ bền kéo cao hơn hoặc bằng 1100MPa và tốt hơn là cao hơn 1200MPa,
- độ giãn dài toàn phần cao hơn hoặc bằng 18% và tốt hơn là cao hơn 19%.
- khả năng chống ăn mòn chua và thép không có vết nứt theo các tiêu chuẩn NACE TM0177 đạt tải trọng theo giới hạn chảy ít nhất là 85%.

Theo một phương án được ưu tiên, thép theo sáng chế cũng có thể có giới hạn chảy bằng hoặc cao hơn 850MPa.

Theo một phương án được ưu tiên, thép tấm theo sáng chế cũng có thể có tỷ số giữa giới hạn chảy và độ bền kéo bằng hoặc cao hơn 0,6.

Tốt hơn là, thép này cũng có thể có tính tương thích tốt để tạo hình, đặc biệt để cán cùng với khả năng dễ phủ và khả năng dễ hàn 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.

Thép tấm cán nóng theo sáng chế có thể tùy ý được phủ để cải thiện hơn nữa khả năng chống ăn mòn của nó.

Mô tả chi tiết sáng chế

Niken có mặt trong thép này với lượng nằm trong khoảng từ 15% đến 25%. Niken là một nguyên tố cần thiết cho thép theo sáng chế để mang lại độ bền cho thép bởi việc tạo ra các liên kim loại cùng với molipđen và titan trong quá trình nung nóng trước khi ram, các liên kim loại này còn có vai trò làm các vị trí để hình thành austenit hoàn nguyên. Niken cũng đóng một vai trò quan trọng trong việc tạo ra austenit hoàn nguyên trong quá trình ram mang lại khả năng giãn dài cho thép. Tuy nhiên, nếu lượng niken thấp hơn 15% sẽ không thể mang lại độ bền cho thép do sự tạo ra các liên kim loại giảm, trong khi lượng niken có mặt cao hơn 25% sẽ dẫn đến tạo ra nhiều hơn 80% austenit hoàn nguyên cũng là điều bất lợi đến độ bền kéo của thép này. Một hàm lượng được ưu tiên đối với niken theo sáng chế này có thể được duy trì nằm trong khoảng từ 16% và 24% và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 16% đến 22%.

Coban là một nguyên tố cần thiết cho thép theo sáng chế và có mặt với lượng nằm trong khoảng từ 6% đến 12%. Mục đích của việc thêm vào coban là để trợ giúp cho việc tạo ra austenit hoàn nguyên trong quá trình ram nhờ đó mang lại khả năng giãn dài cho thép này. Ngoài ra, coban cũng giúp cho việc tạo ra các liên kim loại của molipđen bằng cách giảm tỷ lệ molipđen để tạo ra dung dịch rắn. Nhưng khi coban có mặt với lượng cao hơn 12% thì việc tạo ra austenit hoàn nguyên quá mức sẽ ảnh hưởng xấu tới độ bền của thép trong khi lượng coban thấp hơn 6% sẽ không đủ để làm giảm tốc độ hình thành dung dịch rắn. Một hàm lượng được ưu tiên đối với coban theo sáng chế này có thể được duy trì nằm trong khoảng từ 6% đến 11% và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 7% đến 10%.

Molipđen là một nguyên tố cần thiết cấu thành 2% tới 6% thép theo sáng chế; molipđen làm tăng độ bền của thép theo sáng chế bởi việc tạo ra các liên kim loại cùng với niken và titan trong quá trình nung nóng để ram. Molipđen là một nguyên tố cần thiết để mang lại các đặc tính chống ăn mòn cho thép theo sáng chế. Tuy nhiên, việc thêm vào molipđen quá mức làm tăng chi phí cho việc bổ

sung các nguyên tố hợp kim, vì vậy vì lý do kinh tế, hàm lượng của nó được giới hạn ở mức 6%. Giới hạn được ưu tiên đối với molipden là nằm trong khoảng từ 3% đến 6% và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 3,5% đến 5,5%.

Hàm lượng titan của thép theo sáng chế nằm trong khoảng từ 0,1% đến 1%. Titan tạo ra liên kim loại cũng như các cacbua để mang lại độ bền cho thép. Nếu lượng titan thấp hơn 0,1%, hiệu quả cần thiết không đạt được. Một hàm lượng được ưu tiên theo sáng chế này có thể được duy trì nằm trong khoảng từ 0,1% đến 0,9% và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,2% đến 0,8%.

Cacbon có mặt trong thép này với lượng nằm trong khoảng từ 0,0001% đến 0,03%. Cacbon là một nguyên tố tồn dư và có nguồn gốc từ quá trình sản xuất. Lượng cacbon tạp chất thấp hơn 0,0001% là không thể do giới hạn của quy trình và sự có mặt của cacbon với lượng cao hơn 0,03 cần phải tránh do điều sẽ làm giảm khả năng chống ăn mòn của thép.

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 sự đồng tách. Vì các lý do đó, hàm lượng của nó được giới hạn ở mức 0,02% và tốt hơn là nhỏ hơn 0,015%.

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 0,005% 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 các sulfua và làm giảm tác động có lợi của nó đối với thép theo sáng chế, do đó được ưu tiên nếu thấp hơn 0,003%

Nitơ được giới hạn ở mức 0,01% để tránh việc hóa già của vật liệu, nitơ tạo ra các nitrua mang lại độ bền cho thép theo sáng chế bởi việc tăng cường kết tủa cùng với vanadi và columbi, nhưng khi sự có mặt của nitơ với lượng cao hơn 0,01% thì hàm lượng cao của nhôm nitrua có thể tạo ra sẽ gây bất lợi cho sáng chế, vì vậy tốt hơn nếu giới hạn trên đối với nitơ là 0,005%.

Nhôm không phải là một nguyên tố chủ yếu nhưng nó có thể có mặt dưới dạng tạp chất gia công trong thép do thực tế là nhôm được thêm vào ở trạng thái

nóng chảy của thép để làm sạch thép theo sáng chế bởi việc loại bỏ oxy có mặt trong thép nóng chảy để tránh việc tạo ra pha khí, vì vậy nó có thể có mặt với lượng lên tới 0,1% như một nguyên tố tồn dư. Tuy nhiên, theo sáng chế, tốt hơn nếu hàm lượng nhôm càng thấp càng tốt.

Columbi là một nguyên tố tùy ý theo sáng chế. Hàm lượng columbi có thể có mặt trong thép theo sáng chế nằm trong khoảng từ 0% đến 0,1% và được thêm vào thép theo sáng chế để tạo ra các cacbua hoặc các carbo-nitrua để mang lại độ bền cho thép theo sáng chế bởi việc tăng cường kết tủa.

Vanadi là một nguyên tố tùy ý cấu thành 0% tới 0,3% thép theo sáng chế. Vanadi có hiệu quả trong việc tăng cường độ bền của thép bởi việc tạo ra các cacbua, các nitrua hoặc các carbo-nitrua và giới hạn trên của nó là 0,3% xét về lý do kinh tế. Các cacbua, nitrua hoặc carbo-nitrua được tạo ra trong các bước làm nguội thứ hai và thứ ba. Giới hạn được ưu tiên đối với vanadi nằm trong khoảng từ 0% đến 0,2%.

Đồng có thể được thêm vào như một nguyên tố tùy ý với lượng nằm trong khoảng từ 0% đến 0,5% để làm tăng độ bền của thép và để cải thiện khả năng chống ăn mòn của nó. Hàm lượng nhỏ nhất 0,01% của đồng là cần thiết để có được các hiệu ứng như vậy. Tuy nhiên, khi hàm lượng của nó cao hơn 0,5%, thì các đặc tính bề mặt có thể giảm.

Crom là một nguyên tố tùy ý theo sáng chế. Hàm lượng crom có thể có mặt trong thép theo sáng chế nằm trong khoảng từ 0% đến 0,5%. Crom là một nguyên tố cải thiện khả năng chống ăn mòn cho thép nhưng hàm lượng crom cao hơn 0,5% sẽ dẫn đến sự đồng tách trung tâm sau khi đúc.

Các nguyên tố khác như bo hoặc magie có thể được thêm vào riêng rẽ hoặc ở dạng kết hợp theo các tỷ lệ khối lượng sau: $Bo \leq 0,001\%$, $Magie \leq 0,0010\%$. Với các mức hàm lượng tối đa nêu trên, các nguyên tố này cho phép có thể tinh luyện hạt trong quá trình hóa rắn.

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

Vi cấu trúc của thép bao gồm:

Austenit hoàn nguyên là pha nền của thép theo sáng chế và chiếm ít nhất 60% tính theo phần diện tích. Austenit hoàn nguyên của thép theo sáng chế được làm giàu bằng niken tức là austenit hoàn nguyên của thép này chứa hàm lượng cao của niken so với austenit tồn dư. Austenit hoàn nguyên được tạo ra trong quá trình ram thép và đồng thời cũng được làm giàu bằng niken. Austenit hoàn nguyên của thép theo sáng chế mang lại khả năng giãn dài cũng như khả năng chống ăn mòn trong môi trường chua.

Mactensit có mặt trong thép theo sáng chế với lượng nằm trong khoảng từ 20% đến 40% tính theo phần diện tích. Mactensit theo sáng chế bao gồm cả mactensit mới lẫn mactensit đã được ram. Mactensit mới được tạo ra trong quá trình làm nguội sau khi ủ và được ram trong bước ram. Mactensit mang lại cho thép theo sáng chế có cả khả năng giãn dài cũng như độ bền.

Các hợp chất liên kim loại của niken, titan và molipđen có mặt trong thép theo sáng chế. Các liên kim loại này được tạo ra trong khi nung nóng cũng như trong quy trình ram. Các hợp chất liên kim loại đã tạo ra gồm cả liên kim loại biên hạt lẫn liên kim loại trong hạt. Các hợp chất liên kim loại biên hạt theo sáng chế có mặt trong cả mactensit lẫn austenit hoàn nguyên. Các hợp chất liên kim loại theo sáng chế có thể có dạng hình trụ hoặc hình cầu. Các hợp chất liên kim loại của thép theo sáng chế được tạo ra dưới dạng Ni_3Ti , Ni_3Mo hoặc $\text{Ni}_3(\text{Ti},\text{Mo})$ các hợp chất liên kim loại. Hợp chất liên kim loại của thép theo sáng chế mang lại cho thép theo sáng chế độ bền và khả năng chống ăn mòn đặc biệt là trong môi trường chua.

Ngoài vi cấu trúc nêu trên, vi cấu trúc của thép tấm cán nóng sẽ không có các thành phần vi cấu trúc như ferit, bainit, peclit và xementit nhưng vẫn có thể có mặt ở mức vết. Ngay cả khi các vết của hợp chất liên kim loại của, ví dụ, sắt như sắt-molipđen và sắt niken có thể có mặt thì sự có mặt của các hợp chất liên kim loại của sắt như vậy cũng không có sự ảnh hưởng đáng kể đến các đặc tính sử dụng của thép.

Thép theo sáng chế có thể được tạo hình thành sản phẩm ống liền hoặc thép tấm hoặc thậm chí là chi tiết kết cấu vận hành để sử dụng trong ngành công nghiệp dầu khí hoặc các ngành công nghiệp khác bất kỳ có môi trường chua. Theo

một phương án được ưu tiên để minh họa sáng chế, thép tấm theo sáng chế có thể được sản xuất theo phương pháp sau. Một phương pháp được ưu tiên bao gồm việc đúc bán thành phẩm bằng thép có thành phần hóa học theo sáng chế. Việc đúc này có thể được thực hiện để tạo ra bán thành phẩm ở dạng thỏi, thỏi cán, thanh hoặc ở dạng liên tục như phôi mỏng hoặc dải mỏng, tức là, có độ dày khoảng 220mm đối với phôi lên tới vài chục milimet đối với dải mỏng.

Ví dụ, phôi có thành phần nêu trên được sản xuất bằng cách đúc liên tục trong đó phôi này bị co mềm trực tiếp trong quy trình đúc liên tục để tránh sự phân tụ trung tâm. Phôi được tạo ra bởi quy 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 ban đầu xuống nhiệt độ trong phòng và sau đó nung nóng lại để cán nóng.

Tốt hơn, nếu nhiệt độ của phôi, mà để đưa vào cán nóng, ít nhất là 1150°C và phải thấp hơn 1300°C. Trong trường hợp nhiệt độ của phôi thấp hơn 1150°C, tải trọng dư được tác động vào máy cán. Do đó, tốt hơn nếu nhiệt độ phôi đủ cao để sao cho quá trình cán nóng có thể được hoàn thành trong khoảng 100% austenit. Việc nung nóng lại ở nhiệt độ 1275°C dẫn đến làm giảm năng suất và cũng tốn kém khi áp dụng công nghiệp. Do đó, nhiệt độ nung nóng lại được ưu tiên nằm trong khoảng từ 1150°C đến 1275°C.

Nhiệt độ kết thúc cán nóng theo sáng chế nằm trong khoảng từ 800°C đến 975°C và tốt hơn là nằm trong khoảng từ 800°C đến 950°C.

Tiếp đó, làm nguội dải thép cán nóng đã được tạo ra theo cách này từ nhiệt độ kết thúc cán nóng xuống nhiệt độ nằm trong khoảng từ 10°C đến Ms. Nhiệt độ ưu tiên để làm nguội dải thép cán nóng nằm trong khoảng từ 15°C đến Ms-20°C.

Sau đó, nung nóng dải thép cán nóng này tới nhiệt độ ủ nằm trong khoảng từ Ae₃ đến Ae₃ +350°C. Dải thép cán nóng được giữ ở nhiệt độ ủ trong khoảng thời gian trên 30 phút. Theo một phương án được ưu tiên, nhiệt độ ủ nằm trong khoảng từ Ae₃ +20°C đến Ae₃ +350°C và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ Ae₃ +40°C đến Ae₃ +300°C.

Tiếp đó, làm nguội dải thép cán nóng này với tốc độ làm nguội nằm trong khoảng từ 1°C/giây đến 100°C/giây Theo một phương án được ưu tiên, tốc độ làm nguội để làm nguội sau khi giữ ở nhiệt độ ủ nằm trong khoảng từ 1°C/giây đến

80°C/giây và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 1°C/giây đến 50°C/giây. Dải thép cán nóng này được làm nguội xuống nhiệt độ nằm trong khoảng từ 10°C đến M_s sau khi ủ và tốt hơn là nằm trong khoảng từ 15°C đến $M_s - 20^\circ\text{C}$. Trong bước làm nguội này, mactensit mới được tạo ra và tốc độ làm nguội cao hơn 1°C/giây đảm bảo cho việc dải đã cán nóng này về bản chất hoàn toàn là mactensit.

Tiếp đó, dải thép cán nóng này được nung nóng tới nhiệt độ nằm trong khoảng nhiệt độ ram với tốc độ nung nóng nằm trong khoảng từ 0,1°C/giây đến 100°C/giây, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,1°C/giây đến 50°C/giây, thậm chí nằm trong khoảng từ 0,1°C/giây đến 30°C/giây. Trong quá trình nung nóng này cũng như trong quá trình ram liên kim loại của niken, titan và molipđen được tạo ra. Các hợp chất liên kim loại được tạo ra trong quá trình nung nóng và quá trình ram này gồm cả liên kim loại trong hạt cũng như liên kim loại biên hạt dưới dạng các hợp chất liên kim loại Ni_3Ti , Ni_3Mo hoặc $\text{Ni}_3(\text{Ti},\text{Mo})$. Nhiệt độ ram nằm trong khoảng từ 575°C đến 700°C mà ở nhiệt độ đó thép được ra trong khoảng thời gian 30 phút tới 72 giờ. Theo một phương án được ưu tiên nhiệt độ ram nằm trong khoảng từ 575°C đến 675°C và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 590°C đến 660°C. Trong quá trình duy trì ram, mactensit được hoàn nguyên thành austenit để tạo ra austenit hoàn nguyên. Austenit hoàn nguyên đã tạo ra trong quá trình ram được làm giàu bằng niken bởi vì trong khoảng nhiệt độ ram theo sáng chế, một phần liên kim loại đã tạo ra trong khi nung nóng bị hòa tan và làm giàu austenit bằng niken và austenit hoàn nguyên đã được làm giàu bằng niken này bền ở nhiệt độ trong phòng.

Sau đó, dải thép cán nóng này được làm nguội xuống nhiệt độ trong phòng để thu được thép tấm cán nóng.

Ví dụ thực hiện sáng chế

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

Các thép có các thành phần khác nhau được liệt kê trong bảng 1, trong đó thép được tạo ra với các thông số của quy trình lần lượt được tóm tắt trong bảng 2.

Tiếp đó, bảng 3 thể hiện vi cấu trúc của 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	Ni	Co	Mo	Al	Ti	V	P	S	N	Nb	Cu	Cr
1	0,0029	17,530	8,76	4,86	0,0354	0,5217	0,0177	0,0042	0,006	0,0016	0,0141	0,0309	0,0530
2	0,0052	18,043	8,98	5,245	0,01	0,507	0,067	0,0042	0,0045	0,0015	0	0	0
3	0,0024	<u>13,986</u>	9,05	4,86	0,0380	0,4580	0,0740	0,0038	0,0041	0,0015	<u>0,277</u>	0,0350	0

trị số được gạch chân: không theo sáng chế.

Bảng 2 liệt kê các thông số của quy trình đã được thực hiện đối với các thép đã được liệt kê trong bảng 1.

Ms cho tất cả các thép được tính theo công thức sau:

$$Ms = 764,2 - 302,6C - 30,6Mn - 16,6Ni - 8,9Cr + 2,4Mo - 11,3Cu + 8,58Co + 7,4W - 14,5Si$$

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

Đồng thời, Ae3 được tính theo °C theo công thức sau:

$$Ae3 = 955 - 350C - 25Mn + 51Si + 106Nb + 100Ti + 68Al - 11Cr - 33Ni - 16Cu + 67Mo$$

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

Bảng 2

Mẫu thép	Thử nghiệm	Nhiệt độ nung nóng lại (°C)	Nhiệt độ kết thúc HR (°C)	Nhiệt độ làm nguội HR (°C)	Nhiệt độ ủ (°C)	Thời gian ủ (giây)	Tốc độ làm nguội (°C/giây)	Nhiệt độ làm nguội (°C)	Tốc độ nung nóng để ram (°C/giây)	Nhiệt độ ram (°C)	Thời gian ram (giây)	Ae3	Ms
1	I1	1200	850	20	1020	1800	30	20	15	600	86400	756	558
1	I2	1200	850	20	800	1800	30	20	15	650	3600	756	558
2	I3	1200	850	20	850	1800	30	20	15	650	3600	761	552
1	R1	1200	850	20	800	1800	30	20	15	<u>550</u>	<u>1</u>	756	558
2	R2	1200	850	20	850	1800	30	20	15	<u>500</u>	<u>300</u>	761	552
3	R3	1200	850	20	<u>850</u>	1800	30	20	15	<u>500</u>	<u>300</u>	894	620

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

Bảng 3 thể hiện các kết quả của các thử nghiệm đã 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.

Mẫu thép	Thử nghiệm	Austenit hoàn nguyên (%)	Mactensit (%)	Các hợp chất liên kim loại
1	I1	64	36	Có
1	I2	75	25	Có
2	I3	70	30	Có
1	R1	<u>3</u>	<u>97</u>	Có
2	R2	<u>3</u>	<u>97</u>	Có
<u>3</u>	R3	<u>3</u>	<u>97</u>	Có

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. Để xác định độ bền kéo, giới hạn chảy và độ giãn dài toàn phần, các thử nghiệm kéo được thực hiện theo tiêu chuẩn NBN EN ISO 6892-1 trên mẫu A25type và thử khả năng chống ăn mòn được thực hiện theo tiêu chuẩn NACE TM0316, phương pháp B với tải trọng ít nhất bằng 85% giới hạn chảy.

Các kết quả của các thử nghiệm cơ học khác nhau được thực hiện theo các tiêu chuẩn này được liệt kê.

Bảng 4

Mẫu thép	Thử nghiệm	Độ bền kéo (MPa)	Giới hạn chảy (MPa)	Độ giãn dài toàn phần (%)	Khả năng chống ăn mòn chua (%)
1	I1	1312	1009	19	Không nứt - Đạt
1	I2	1204	899	22,8	Không nứt - Đạt
2	I3	1273	997	24	Không nứt - Đạt
1	R1	1477	1407	<u>13,5</u>	<u>Nứt - Không đạt</u>
2	R2	1550	1442	<u>13,1</u>	<u>Nứt - Không đạt</u>
<u>3</u>	R3	1416	1352	<u>16,8</u>	<u>Nứt - Không đạt</u>

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

Yêu cầu bảo hộ

1. Thép tấm cán nóng có thành phần bao gồm các nguyên tố sau, được biểu thị theo hàm lượng phần trăm khối lượng:

$$15\% \leq \text{Niken} \leq 25\%$$

$$6\% \leq \text{Coban} \leq 12\%$$

$$2\% \leq \text{Molipđen} \leq 6\%$$

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

$$0,0001\% \leq \text{Cacbon} \leq 0,03\%$$

$$0,002\% \leq \text{Phospho} \leq 0,02\%$$

$$0\% \leq \text{Lưu huỳnh} \leq 0,005\%$$

$$0\% \leq \text{Nitơ} \leq 0,01\%$$

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

$$0\% \leq \text{Nhôm} \leq 0,1\%$$

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

$$0\% \leq \text{Vanadi} \leq 0,3\%$$

$$0\% \leq \text{Đồng} \leq 0,5\%$$

$$0\% \leq \text{Crom} \leq 0,5\%$$

$$0\% \leq \text{Bo} \leq 0,001\%$$

$$0\% \leq \text{Magie} \leq 0,0010\%$$

nguyên tố còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ quá trình sản xuất, vi cấu trúc của thép tấm này, tính theo phần diện tích, bao gồm, 20% tới 40% mactensit đã được ram, ít nhất 60% austenit đã hoàn nguyên và các hợp chất liên kim loại của molipđen, titan và niken.

2. Thép tấm cán nóng theo điểm 1, trong đó thành phần của thép này chứa 16% tới 24% niken.

3. Thép tấm cán nóng theo điểm 1 hoặc 2, trong đó thành phần của thép này chứa 16% tới 22% niken.

4. Thép tấm cán nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 3, trong đó thành phần của thép này chứa 6% tới 11% coban.
5. Thép tấm cán nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 4, trong đó thành phần của thép này chứa 7% tới 10% coban.
6. Thép tấm cán nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 5, trong đó thành phần của thép này chứa 3% tới 6% molipđen.
7. Thép tấm cán nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 6, trong đó thành phần của thép này chứa 3,5% tới 5,5% molipđen.
8. Thép tấm cán nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 7, trong đó thành phần của thép này chứa 0,1% tới 0,9% titan.
9. Thép tấm cán nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 8, trong đó thành phần của thép này chứa 0,2% tới 0,8% titan.
10. Thép tấm cán nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 9, trong đó các hợp chất liên kim loại của molipđen, titan và niken là ít nhất một hoặc nhiều hợp chất trong số Ni_3Ti , Ni_3Mo hoặc $\text{Ni}_3(\text{Ti},\text{Mo})$.
11. Thép tấm cán nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 10, trong đó các hợp chất liên kim loại của molipđen, titan và niken bao gồm các hợp chất liên kim loại biên hạt và trong hạt.
12. Thép tấm cán nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 11, trong đó thép này có độ bền kéo bằng hoặc cao hơn 1100MPa và độ giãn dài toàn phần bằng hoặc cao hơn 18% trong đó việc đo độ bền kéo và độ giãn dài toàn phần được thực hiện theo tiêu chuẩn NBN EN ISO 6892-1.

13. Thép tấm cán nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 12, trong đó thép này có độ bền kéo bằng hoặc cao hơn 1200MPa và độ giãn dài toàn phần bằng hoặc cao hơn 19% trong đó việc đo độ bền kéo và độ giãn dài toàn phần được thực hiện theo tiêu chuẩn NBN EN ISO 6892-1.

14. Phương pháp sản xuất thép tấm cán nóng bao gồm các bước liên tiếp sau:

- tạo ra bán thành phẩm thép có thành phần theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 9;
 - nung nóng lại bán thành phẩm này tới nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1150°C đến 1300°C;
 - cán bán thành phẩm này ở nhiệt độ trong khoảng tồn tại austenit trong đó nhiệt độ kết thúc cán nóng cần phải nằm trong khoảng từ 800°C đến 975°C để thu được dải thép cán nóng;
 - tiếp đó, làm nguội dải thép cán nóng này xuống nhiệt độ nằm trong khoảng từ 10°C đến Ms;
 - sau đó, nung nóng lại dải thép cán nóng tới nhiệt độ nằm trong khoảng từ A_{e3} đến $A_{e3} + 350^{\circ}\text{C}$, giữ nó ở nhiệt độ như vậy trong thời gian dài hơn 30 phút và làm nguội nó với tốc độ nằm trong khoảng từ 1°C/giây đến 100°C/giây xuống nhiệt độ nằm trong khoảng từ 10°C đến Ms;
- sau đó, nung nóng lại dải thép cán nóng này tới nhiệt độ nằm trong khoảng từ 575°C đến 700°C với tốc độ nung nóng nằm trong khoảng từ 0,1°C/giây đến 100°C/giây và giữ dải thép cán nóng này ở khoảng nhiệt độ đó trong khoảng thời gian 30 phút tới 72 giờ;
- tiếp đó, làm nguội dải thép cán nóng này xuống nhiệt độ trong phòng để thu được thép tấm cán nóng.

15. Phương pháp theo điểm 14, trong đó nhiệt độ nung nóng lại bán thành phẩm nằm trong khoảng từ 1150°C đến 1275°C.

16. Phương pháp theo điểm 14 hoặc 15, trong đó nhiệt độ kết thúc cán nóng nằm trong khoảng từ 800°C đến 950°C.

17. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 tới 16, trong đó nhiệt độ làm nguội dải thép cán nóng sau khi kết thúc bước cán nóng nằm trong khoảng từ 15°C đến $\text{Ms}-20^{\circ}\text{C}$.
18. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 tới 17, trong đó nhiệt độ ủ nằm trong khoảng từ $\text{Ae}_3 + 20^{\circ}\text{C}$ đến $\text{Ae}_3 + 350^{\circ}\text{C}$.
19. Phương pháp theo điểm 18, trong đó nhiệt độ ủ nằm trong khoảng từ $\text{Ae}_3 + 40^{\circ}\text{C}$ đến $\text{Ae}_3 + 300^{\circ}\text{C}$.
20. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 tới 19, trong đó tốc độ làm nguội sau khi ủ nằm trong khoảng từ $1^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ đến $80^{\circ}\text{C}/\text{giây}$.
21. Phương pháp theo điểm 20, trong đó tốc độ làm nguội sau khi ủ nằm trong khoảng từ $1^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ đến $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$.
22. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 tới 21, trong đó nhiệt độ làm nguội sau khi ủ nằm trong khoảng từ 15°C đến $\text{Ms}-20^{\circ}\text{C}$.
23. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 tới 22, trong đó nhiệt độ ram nằm trong khoảng từ 575°C đến 675°C .
24. Phương pháp theo điểm 23, trong đó nhiệt độ ram nằm trong khoảng từ 590°C đến 660°C .
25. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 tới 24, trong đó tốc độ nung nóng để ram nằm trong khoảng từ $0,1^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ đến $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$.
26. Phương pháp theo điểm 25, trong đó tốc độ nung nóng để ram nằm trong khoảng từ $0,1^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ đến $30^{\circ}\text{C}/\text{giây}$.

27. Chi tiết kết cấu vận hành dùng cho các giếng dầu khí được sản xuất từ thép tấm theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 13.

28. Chi tiết kết cấu vận hành dùng cho các giếng dầu khí được làm từ thép tấm được sản xuất theo phương pháp bất kỳ trong số các điểm từ 14 tới 26.

29. Sản phẩm đường ống liền được sản xuất từ thép tấm theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 13.

30. Sản phẩm đường ống liền được làm từ thép tấm được sản xuất theo phương pháp bất kỳ trong số các điểm từ 14 tới 26.