



(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)



1-0053986

(51)^{2022.01} C21D 9/46; C22C 38/38; C22C 38/00

(13) B

(21) 1-2022-07367

(22) 12/07/2021

(86) PCT/IB2021/056237 12/07/2021

(87) WO2022/018565 27/01/2022

(30) PCT/IB2020/056997 24/07/2020 IB

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/05/2023 422A

(73) ARCELORMITTAL (LU)

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

(72) PERLADE, Astrid (FR); ZHU, Kangying (CN); JUNG, Coralie (FR).

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

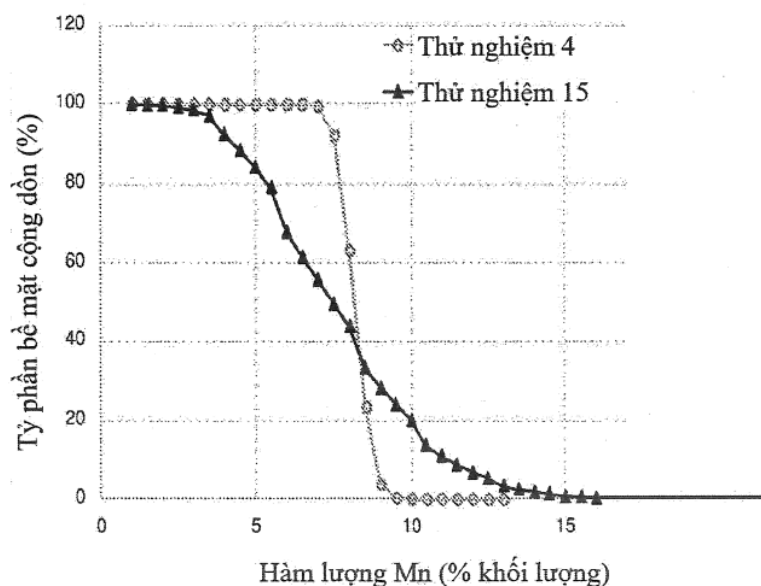
(54) TẤM THÉP CÁN NGUỘI VÀ Ủ, VÀ MỐI HÀN ĐIỂM ĐIỆN TRỞ

(21) 1-2022-07367

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nguội và ủ, được sản xuất từ thép có thành phần bao gồm, tính theo tỷ lệ phần trăm khối lượng: C: 0,03 - 0,18%; Mn: 6,0 - 11,0%; Al: 0,2 - 3%; Mo: 0,05 - 0,5%; B: 0,0005 - 0,005%; S $\leq$ 0,010%; P $\leq$ 0,020%; N $\leq$ 0,008% và tùy ý còn bao gồm một hoặc nhiều nguyên tố sau đây, tính theo tỷ lệ phần trăm khối lượng: Si $\leq$ 1,20% Ti $\leq$ 0,050%; Nb $\leq$ 0,050% Cr $\leq$ 0,5%; V $\leq$ 0,2%, phần còn lại của thành phần thép này là sắt và các tạp chất không tránh khỏi tạo thành trong quá trình tinh luyện, tấm thép này có cấu trúc tế vi bao gồm, tính theo tỷ phần bề mặt, từ 25% đến 55% là austenit dư, từ 5% đến 50% là ferit, từ 5 đến 70% là mactensit phân hóa, ít hơn 5% là mactensit mới, hàm lượng cacbon $[C]_A$ và mangan $[Mn]_A$ trong austenit, tính theo tỷ lệ phần trăm khối lượng, thỏa mãn điều kiện giá trị biểu thức $([C]_A^2 \times [Mn]_A) / (C\%^2 \times Mn\%)$ nằm trong khoảng từ 3,0 đến 8,0, trong đó C% và Mn% là các giá trị danh định của cacbon và mangan tính theo tỷ lệ % khối lượng và sự tái phân hóa không đồng đều của mangan đặc trưng ở chỗ đường phân bố mangan có độ dốc lớn hơn hoặc bằng -40.

Sáng chế cũng đề cập đến mỗi hàn điểm điện trở nối hai chi tiết làm từ tấm thép cán nguội và ủ nêu trên.

FIG.2



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép có độ bền cao cùng khả năng chịu hàn tốt và phương pháp sản xuất tấm thép này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Để sản xuất các sản phẩm khác nhau như chi tiết của các bộ phận kết cấu thân và các tấm thân xe ô tô, người ta thường dùng các tấm thép hai pha (Dual Phase, DP) hoặc thép dẻo do chuyển pha (Transformation Induced Plasticity, TRIP).

Một trong những thách thức chính trong ngành công nghiệp ô tô là làm giảm khối lượng các loại xe cộ để cải thiện hiệu suất tiêu thụ nhiên liệu của chúng nhằm bảo tồn môi trường toàn cầu, mà không bỏ qua các yêu cầu về an toàn. Để đáp ứng điều này, ngành công nghiệp sản xuất thép đã liên tục phát triển các loại thép mới có độ bền cao, để tạo ra các tấm thép có giới hạn chảy và độ bền kéo được cải thiện, và độ dai và khả năng tạo hình tốt.

Một trong các hướng phát triển nhằm cải thiện đặc tính cơ học là làm tăng hàm lượng mangan trong thép. Sự có mặt của mangan giúp làm tăng độ dai của thép nhờ tác dụng làm ổn định austenit. Nhưng những loại thép như vậy có nhược điểm là độ giòn kém. Để khắc phục nhược điểm này, người ta thường bổ sung các nguyên tố như bo. Thép được bổ sung bo này rất dai ở giai đoạn cán nóng nhưng dải thép nóng thu được rất khó được gia công tiếp. Cách hiệu quả nhất để làm mềm dải thép nóng này là ủ theo mẻ, nhưng nó sẽ làm mất độ dai.

Ngoài các yêu cầu về đặc tính cơ học nêu trên, các tấm thép như vậy cần phải có độ bền tốt chống lại hiện tượng hóa giòn khi tiếp xúc với kim loại lỏng (liquid metal embrittlement, LME). Các tấm thép mạ kẽm hoặc hợp kim kẽm rất có hiệu quả trong việc chống ăn mòn và do vậy được sử dụng rộng rãi trong ngành công nghiệp ô tô. Tuy nhiên, đã thấy rằng khi hàn hồ quang hoặc hàn điện trở một số loại thép nhất định có thể xuất hiện các vết nứt do hiện tượng được gọi là hóa giòn khi tiếp xúc với kim loại lỏng

(LME) hoặc vết nứt gây ra bởi kim loại lỏng (Liquid Metal Assisted Cracking, LMAC). Hiện tượng này có đặc trưng là Zn lỏng thẩm thấu dọc theo đường biên hạt của nền thép bên dưới, dưới ứng suất tác dụng hoặc ứng suất bên trong do sự kiểm chế, sự giãn nở nhiệt hoặc quá trình chuyển pha. Đã biết rằng việc bổ sung các nguyên tố như cacbon hoặc silic sẽ gây bất lợi cho độ bền chống LME.

Ngành công nghiệp ô tô thường đánh giá độ bền như vậy bằng cách giới hạn giá trị trên của cái gọi là chỉ số LME, được tính theo biểu thức sau đây:

$$\text{Chỉ số LME} = \text{C}\% + \text{Si}\%/4,$$

trong đó C% và Si% lần lượt là tỷ lệ phần trăm khối lượng của cacbon và silic trong tấm thép.

Công bố đơn quốc tế WO2020/011638 đề cập đến phương pháp sản xuất thép cán nguội chứa hàm lượng mangan ở mức trung bình (Mn từ 3,5% đến 12%) và hàm lượng cacbon giảm. Hai cách tiến hành phương pháp được mô tả. Cách thứ nhất chỉ bao gồm một bước ủ tấm thép cán nguội trong vùng tới hạn. Cách thứ hai bao gồm hai bước ủ tấm thép cán nguội, bước thứ nhất là ủ đến austenit hoàn toàn, bước thứ hai là ủ trong vùng tới hạn. Nhờ việc lựa chọn nhiệt độ ủ như vậy, đã thu được sự cân bằng tốt giữa độ bền kéo và độ giãn dài. Bằng cách hạ thấp nhiệt độ ủ, đã thu được pha giàu austenit, dẫn tới giá trị biến dạng độ dày vết gãy (fracture thickness strain) tốt. Nhưng hàm lượng thấp của cacbon và mangan được sử dụng đã giới hạn độ bền kéo của tấm thép này ở các giá trị không lớn hơn 980MPa.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, mục đích của sáng chế là giải quyết vấn đề nêu trên và đề xuất tấm thép cán nguội và ủ có các đặc tính cơ học cao kết hợp với độ bền kéo TS (tensile strength) lớn hơn hoặc bằng 1.000MPa, độ giãn đồng đều UE (uniform elongation) lớn hơn hoặc bằng 13% và độ giãn dài tổng TE (total elongation) lớn hơn hoặc bằng 16%.

Tốt hơn nếu tấm thép cán nguội và ủ này có giới hạn chảy lớn hơn hoặc bằng 850 MPa.

Tốt hơn nếu tấm thép cán nguội và ủ theo sáng chế thỏa mãn điều kiện $YS \times UE + TS \times TE > 31.000 \text{ MPa}$.

Tốt hơn nếu tấm thép cán nguội và ủ theo sáng chế có chỉ số LME nhỏ hơn 0,36.

Tốt hơn nếu tấm thép cán nguội và ủ theo sáng chế có đương lượng cacbon C_{eq} nhỏ hơn 0,4%, trong đó đương lượng cacbon này được xác định theo công thức

$$C_{eq} = C\% + Si\%/55 + Cr\%/20 + Mn\%/19 - Al\%/18 + 2,2P\% - 3,24B\% - 0,133 \cdot Mn\% \cdot Mo\%$$

trong đó các nguyên tố được biểu thị theo tỷ lệ phần trăm khối lượng.

Tốt hơn nếu mỗi hàn điểm điện trở nối hai chi tiết làm từ tấm thép cán nguội và ủ theo sáng chế có giá trị α bằng ít nhất 30 daN/mm².

Mục đích của sáng chế đạt được bằng cách đề xuất tấm thép theo điểm 1 yêu cầu bảo hộ. Tấm thép này cũng có thể bao gồm các đặc điểm bất kỳ trong số các đặc điểm theo các điểm yêu cầu bảo hộ từ 2 đến 10, ở dạng riêng lẻ hoặc kết hợp.

Một mục đích nữa của sáng chế là đề xuất mỗi hàn điểm điện trở nối hai chi tiết thép theo điểm 11 yêu cầu bảo hộ.

Mô tả chi tiết các phương án thực hiện sáng chế

Dưới đây, sáng chế sẽ được mô tả chi tiết và được minh họa bằng các ví dụ không nhằm giới hạn phạm vi của sáng chế.

Theo sáng chế, hàm lượng cacbon nằm trong khoảng từ 0,03% đến 0,18% để đảm bảo độ bền yêu cầu và khả năng chịu hàn tốt. Nếu hàm lượng cacbon lớn hơn 0,18%, thì khả năng chịu hàn của tấm thép và độ bền chống LME có thể bị suy giảm. Nhiệt độ của bước ngâm nhiệt (soaking) phụ thuộc vào hàm lượng cacbon: hàm lượng cacbon càng cao, thì nhiệt độ bước ngâm nhiệt càng cần phải thấp để ổn định austenit. Nếu hàm lượng cacbon thấp hơn 0,03%, thì tỷ phần austenit không được làm ổn định tới mức đủ để thu được, sau khi ngâm nhiệt, độ bền kéo và độ giãn mong muốn. Theo một phương án thực hiện được ưu tiên của sáng chế, hàm lượng cacbon này nằm trong khoảng từ 0,05% đến 0,15%. Theo một phương án thực hiện được ưu tiên khác của sáng chế, hàm lượng cacbon này nằm trong khoảng từ 0,05% đến 0,10%.

Hàm lượng mangan nằm trong khoảng từ 6,0% đến 11,0%. Nếu hàm lượng Mn lớn hơn 11,0%, khả năng chịu hàn của tấm thép có thể bị suy giảm, và công suất lắp ráp các chi tiết có thể bị suy giảm. Ngoài ra, nguy cơ thiên tích ở vùng trung tâm sẽ tăng lên, gây tổn hại đến các đặc tính cơ học. Do nhiệt độ của bước ngâm nhiệt cũng phụ thuộc vào hàm lượng mangan, nên hàm lượng mangan tối thiểu được xác định để ổn định

austenit, nhằm thu được, sau khi ngâm nhiệt, cấu trúc tế vi và độ bền mục tiêu. Tốt hơn nếu hàm lượng mangan nằm trong khoảng từ 6,0% đến 9%.

Theo sáng chế, hàm lượng nhôm nằm trong khoảng từ 0,2% đến 3% để làm giảm sự thiên tích mangan trong công đoạn đúc. Nhôm là nguyên tố rất có hiệu quả trong việc khử oxy trong thép ở pha lỏng trong quá trình luyện. Nếu hàm lượng Al lớn hơn 3%, thì khả năng chịu hàn của tấm thép có thể bị suy giảm, cũng như khả năng đúc. Hơn nữa, khó có thể đạt được độ bền kéo lớn hơn 980 MPa. Ngoài ra, hàm lượng nhôm càng cao, thì nhiệt độ ngâm nhiệt cũng càng cần phải cao để ổn định austenit. Nhôm được bổ sung ít nhất 0,2% để cải thiện độ chắc chắn của sản phẩm bằng cách mở rộng phạm vi vùng tới hạn, và để cải thiện khả năng chịu hàn. Ngoài ra, nhôm được bổ sung để tránh sự xuất hiện của các thể vùi và các vấn đề do oxy hóa. Theo một phương án thực hiện được ưu tiên của sáng chế, hàm lượng nhôm này nằm trong khoảng từ 0,7% đến 2,2%.

Hàm lượng molypden nằm trong khoảng từ 0,05% đến 0,5% để làm giảm sự thiên tích mangan trong công đoạn đúc. Ngoài ra, cần bổ sung ít nhất 0,05% molypden để thu được độ bền giòn. Việc bổ sung trên 0,5% molypden là tốn kém và không hiệu quả để đạt được các đặc tính yêu cầu. Theo một phương án thực hiện được ưu tiên của sáng chế, hàm lượng molypden nằm trong khoảng từ 0,15% đến 0,35%.

Theo sáng chế, hàm lượng bo nằm trong khoảng từ 0,0005% đến 0,005% để cải thiện độ dai của tấm thép cán nóng và khả năng chịu hàn điểm của tấm thép cán nguội. Khi hàm lượng bo lớn hơn 0,005%, thì sự tạo thành carbua bo ở đường biên hạt austenit sớm được thúc đẩy, làm cho thép trở nên giòn hơn. Theo một phương án thực hiện được ưu tiên của sáng chế, hàm lượng bo nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,003%.

Tùy ý, một số nguyên tố khác có thể được bổ sung vào thành phần của thép theo sáng chế.

Hàm lượng tối đa silic bổ sung được hạn chế ở mức 1,20% để cải thiện độ bền chống LME. Ngoài ra, hàm lượng silic thấp có thể giúp đơn giản hóa quy trình bằng cách bỏ qua bước tẩy rửa tấm thép cán nóng trước khi ủ dải nóng. Tốt hơn nếu hàm lượng tối đa silic được bổ sung bằng 0,5%.

Titan có thể được bổ sung với lượng lên tới 0,050% để gia cường kết tụ. Tốt hơn nếu ít nhất 0,010% titan được bổ sung cùng với bo để bảo vệ bo chống tạo thành BN.

Niobi có thể tùy ý được bổ sung với lượng lên tới 0,050% để làm mịn các hạt austenit trong quá trình cán nóng và để gia cường kết tụ. Tốt hơn nếu lượng tối thiểu niobi được bổ sung bằng 0,010%.

Crom và vanadi có thể tùy ý được bổ sung với lượng lần lượt lên tới 0,5% và 0,2% để cải thiện độ bền.

Phần còn lại của thành phần thép này là sắt và các tạp chất tạo thành trong quá trình tinh luyện. Về mặt này, ít nhất P, S và N được coi là các nguyên tố dư và là các tạp chất không tránh khỏi. Hàm lượng của chúng nhỏ hơn hoặc bằng 0,010% đối với S, nhỏ hơn hoặc bằng 0,020% đối với P và nhỏ hơn hoặc bằng 0,008% đối với N.

Cấu trúc tế vi của tấm thép cán nguội và ủ theo sáng chế sẽ được mô tả dưới đây. Cấu trúc này bao gồm, tính theo tỷ phần bề mặt:

- từ 25% đến 55% là austenit dư,
- từ 5% đến 50% là ferit,
- từ 5% đến 70% là mactensit phân hóa
- ít hơn 5% mactensit mới,
- hàm lượng cacbon $[C]_A$ và mangan $[Mn]_A$ trong austenit, tính theo tỷ lệ phần trăm khối lượng, thỏa mãn điều kiện giá trị biểu thức $([C]_A^2 \times [Mn]_A) / (C\%^2 \times Mn\%)$ nằm trong khoảng từ 3,0 đến 8,0, trong đó C% và Mn% là các giá trị danh định của cacbon và mangan tính theo tỷ lệ % khối lượng, và
- sự tái phân hóa không đồng đều của mangan đặc trưng ở chỗ đường phân bố mangan trong cấu trúc tế vi có độ dốc lớn hơn hoặc bằng -40.

Cấu trúc tế vi của tấm thép theo sáng chế bao gồm từ 25% đến 55% là austenit dư và tốt hơn nếu từ 30% đến 50% là austenit. Nếu tỷ phần austenit nhỏ hơn 25% hoặc lớn hơn 55%, thì độ giãn dài đồng đều UE và độ giãn dài tổng TE không thể đạt được các giá trị tối thiểu lần lượt bằng 13% và 16%.

Austenit như vậy được tạo ra trong quá trình ủ tấm thép cán nóng trong vùng tới hạn cũng như trong bước ủ thứ nhất và bước ủ thứ hai tấm thép cán nguội trong vùng tới hạn. Trong quá trình ủ tấm thép cán nóng trong vùng tới hạn, các vùng chứa hàm lượng mangan cao hơn giá trị danh định và các vùng chứa hàm lượng mangan thấp hơn giá trị

danh định được hình thành, tạo ra sự phân bố mangan không đồng đều. Cacbon cùng tạo thiên tích với mangan. Mức độ không đồng đều này của mangan được đo bằng độ dốc của đường phân bố mangan trong tấm thép cán nóng, giá trị này phải lớn hơn hoặc bằng -30, như được thể hiện trên Fig.2 và sẽ được giải thích dưới đây.

Do sự tái phân hóa không đồng đều của mangan trong austenit sau bước ủ dải nóng và động học khuếch tán thấp của mangan trong austenit, nên mức độ không đồng đều của mangan được tạo thành trong quá trình ủ băng nóng vẫn còn tồn tại sau bước ủ thứ nhất và bước ủ thứ hai tấm thép cán nguội trong vùng tới hạn. Điều này được thể hiện ở chỗ độ dốc của đường phân bố mangan trong cấu trúc tế vi lớn hơn hoặc bằng -40.

Hàm lượng cacbon $[C]_A$ và mangan $[Mn]_A$ trong austenit, tính theo tỷ lệ phần trăm khối lượng, thỏa mãn điều kiện giá trị biểu thức $([C]_A^2 \times [Mn]_A) / (C\%^2 \times Mn\%)$ nằm trong khoảng từ 3,0 đến 8,0. Nếu giá trị này nhỏ hơn 3,0, thì austenit dư không ổn định tới mức đủ để tạo ra hiệu ứng TRIP-TWIP (Transformation Induced Plasticity-Twinning Induced Plasticity, tức là độ dẻo nhờ sự chuyển pha-độ dẻo nhờ sự hình thành song tinh) liên tục trong quá trình biến dạng. Nếu giá trị này lớn hơn 8,0, thì austenit dư quá ổn định để có thể tạo ra hiệu ứng TRIP-TWIP đủ trong quá trình biến dạng. Hiệu ứng TRIP-TWIP như vậy được giải thích cụ thể trong tài liệu “Observation-of-the-TWIP-TRIP-Plasticity-Enhancement-Mechanism-in-Al-Added-6-Wt-Pct-Medium-Mn-Steel”, DOI: 10.1007/s11661-015-2854-z, The Minerals, Metals & Materials Society and ASM International 2015, p. 2356 Volume 46A, June 2015 (S. LEE, K. LEE, and B. C. DE COOMAN).

Cấu trúc tế vi của tấm thép theo sáng chế bao gồm từ 5% đến 50% ferit, tốt hơn nếu từ 10% đến 45% ferit. Ferit như vậy được tạo ra trong quá trình ủ tấm thép cán nóng trong vùng tới hạn cũng như trong bước ủ thứ nhất và bước ủ thứ hai tấm thép cán nguội trong vùng tới hạn.

Cấu trúc tế vi của tấm thép theo sáng chế bao gồm từ 5% đến 70% là mactensit phân hóa, tốt hơn nếu từ 8% đến 50% là mactensit phân hóa. Mactensit như vậy có thể được tạo thành khi làm nguội sau bước ủ tấm thép cán nóng trong vùng tới hạn, nhờ quá trình chuyển pha một phần austenit, với hàm lượng cacbon và mactensit thấp hơn các giá trị danh định. Nhưng nó chủ yếu được tạo thành khi làm nguội sau bước ủ thứ nhất của tấm thép cán nguội và sau đó bị phân hóa trong bước ủ thứ hai của tấm thép cán nguội này.

Mactensit mới có thể có mặt với lượng lên đến 5% tính theo tỷ phần bề mặt nhưng không phải là pha được mong muốn trong cấu trúc tế vi của tấm thép theo sáng chế. Nó có thể được tạo thành trong bước làm nguội cuối tới nhiệt độ phòng do quá trình chuyển pha austenit không ổn định. Thực vậy, austenit không ổn định với hàm lượng cacbon và mangan thấp này dẫn tới nhiệt độ bắt đầu mactensit hóa M_s cao hơn 20°C . Để thu được các đặc tính cơ học cuối cùng, lượng mactensit mới này được hạn chế ở mức tối đa bằng 5% và tốt hơn nếu được giảm xuống đến 0%.

Mactensit phân hóa có thể được phân biệt với mactensit mới trên mặt cắt được đánh bóng và được tẩm thực bằng thuốc thử đã biết trong lĩnh vực này, ví dụ như thuốc thử Nital, bằng cách quan sát dưới kính hiển vi điện tử quét (SEM), hoặc trên mặt cắt được đánh bóng, bằng cách phân tích dùng thiết bị nhiễu xạ điện tử tán xạ ngược (Electron Backscatter Diffraction, EBSD). Mactensit phân hóa có hàm lượng C trung bình thấp hơn rõ rệt so với hàm lượng C danh định của thép. Hàm lượng C thấp này là kết quả của quá trình phân hóa cacbon từ mactensit, tạo ra khi tôi thấp hơn nhiệt độ M_s của thép, thành austenit, trong giai đoạn duy trì ở nhiệt độ phân hóa T_P .

Trái lại, mactensit mới, là kết quả của quá trình chuyển pha austenit giàu cacbon thành mactensit sau khi phân hóa, có hàm lượng C cao hơn so với hàm lượng cacbon danh định của thép và mật độ sai lệch mạng cao hơn mactensit phân hóa.

Tấm thép cán nguội và ủ theo sáng chế có độ bền kéo TS lớn hơn hoặc bằng 1.000 MPa, độ giãn đồng đều UE lớn hơn hoặc bằng 13% và độ giãn dài tổng TE lớn hơn hoặc bằng 16%.

Tốt hơn nếu tấm thép cán nguội và ủ này có giới hạn chảy lớn hơn hoặc bằng 850 MPa.

Tốt hơn nếu tấm thép cán nguội và ủ này có chỉ số LME nhỏ hơn 0,36.

Tốt hơn nếu tấm thép cán nguội và ủ này có đương lượng cacbon C_{eq} nhỏ hơn 0,4% để cải thiện khả năng chịu hàn. Đương lượng cacbon được xác định theo biểu thức:

$$C_{eq} = C\% + Si\%/55 + Cr\%/20 + Mn\%/19 - Al\%/18 + 2,2P\% \\ - 3,24B\% - 0,133 \cdot Mn\% \cdot Mo\%,$$

trong đó các nguyên tố được biểu thị theo tỷ lệ phần trăm khối lượng.

Có thể thu được cụm chi tiết hàn bằng cách tạo ra hai chi tiết từ các tấm thép cán nguội và ủ theo sáng chế, và sau đó tiến hành việc hàn điểm điện trở hai chi tiết thép này.

Mỗi hàn điểm điện trở nối chi tiết thép thứ nhất với chi tiết thép thứ hai này được đặc trưng bởi độ bền cao trong thử nghiệm độ bền kéo chéo được xác định bằng giá trị α bằng ít nhất 30 daN/mm².

Tấm thép theo sáng chế có thể được sản xuất bằng phương pháp sản xuất thích hợp bất kỳ mà người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này có thể xác định được. Tuy nhiên, ưu tiên sử dụng phương pháp theo sáng chế này, bao gồm các bước sau:

Chuẩn bị bán sản phẩm có thể được cán nóng thêm có thành phần thép như nêu trên. Bán sản phẩm này được nung nóng tới nhiệt độ từ 1150°C đến 1300°C, để có thể dễ dàng cán nóng, với nhiệt độ cán nóng cuối cùng FRT (final hot rolling temperature) nằm trong khoảng từ 800°C đến 1000°C. Tốt hơn nếu FRT nằm trong khoảng từ 850°C đến 950°C.

Tấm thép cán nóng này sau đó được làm nguội và được cuộn ở nhiệt độ T_{coil} từ 20°C đến 650°C, và tốt hơn nếu từ 300 đến 500°C.

Tấm thép cán nóng này sau đó được làm nguội đến nhiệt độ trong phòng và có thể được tẩy gỉ.

Tấm thép cán nóng này sau đó được ủ tới nhiệt độ ủ T_{HBA} giữa $Ac1$ và $Ac3$. Chính xác hơn nữa, T_{HBA} được chọn để giảm thiểu tỷ phần của các carbua kết tụ xuống tới mức thấp hơn 0,8% và để thúc đẩy sự tái phân hóa không đồng đều của mangan. Mức độ không đồng đều này của mangan được đo bằng độ dốc của đường phân bố mangan trong tấm thép cán nóng, giá trị này phải lớn hơn hoặc bằng -30. Tốt hơn nếu nhiệt độ T_{HBA} nằm trong khoảng từ $Ac1+5^{\circ}C$ đến $Ac3$. Tốt hơn nếu nhiệt độ T_{HBA} nằm trong khoảng từ 580°C đến 680°C.

Tấm thép này được giữ ở nhiệt độ T_{HBA} trong thời gian lưu giữ t_{HBA} từ 0,1 đến 120 giờ để thúc đẩy sự khuếch tán mangan và tạo thành sự phân bố mangan không đồng đều. Ngoài ra, việc xử lý nhiệt tấm thép cán nóng này cũng cho phép làm giảm độ cứng trong khi vẫn duy trì độ dai của tấm thép cán nóng lớn hơn 0,4J/mm².

Tấm thép cán nóng và nhiệt luyện này sau đó được làm nguội đến nhiệt độ trong phòng và có thể được tẩy gỉ để loại bỏ các thành phần bị oxy hóa.

Tấm thép cán nóng và nhiệt luyện này sau đó được cán nguội với hệ số giảm từ 20% đến 80%.

Tấm thép cán nguội này sau đó được đưa vào bước ủ thứ nhất ở nhiệt độ trong vùng tới hạn $T_{1\text{soak}}$ nằm trong khoảng từ A_{c1} đến A_{c3} của tấm thép cán nguội này trong thời gian lưu giữ $t_{1\text{soak}}$ từ 10 giây đến 1.800 giây. A_{c1} và A_{c3} được xác định bằng các thử nghiệm đo độ giãn nở. $T_{1\text{soak}}$ và $t_{1\text{soak}}$ được lựa chọn để thu được từ 50% đến 95% là austenit, tính theo tỷ phần bề mặt, ở cuối bước ngâm nhiệt, cho phép giữ lại nhiều nhất mức độ không đồng đều của mangan được tạo thành trong quá trình ủ bằng nóng. Điều này được thể hiện ở chỗ tấm thép này có độ dốc của đường phân bố mangan trong cấu trúc tế vi bằng ít nhất -40. Tốt hơn nếu nhiệt độ trong vùng tới hạn $T_{1\text{soak}}$ nằm trong khoảng từ 650 đến 850°C và tốt hơn nữa là từ 710°C đến 780°C và thời gian ủ $t_{1\text{soak}}$ nằm trong khoảng từ 100 đến 1.000 giây. Bước ủ thứ nhất như vậy có thể được thực hiện bằng cách ủ liên tục.

Khi làm nguội, tỷ phần austenit có hàm lượng mangan và cacbon thấp hơn sẽ chuyển hóa thành mactensit mới. Mactensit mới này sẽ có các vùng giàu mangan và cacbon và các vùng nghèo mangan và cacbon.

Ngoài ra, cấu trúc tế vi còn chứa từ 5% đến 50% ferit sau khi làm nguội sau bước ủ thứ nhất.

Tấm thép cán nguội này sau đó được đưa vào bước ủ thứ hai ở nhiệt độ trong vùng tới hạn $T_{2\text{soak}}$ nằm trong khoảng từ A_{c1} đến A_{c3} của tấm thép đã ủ trong thời gian lưu giữ $t_{2\text{soak}}$ từ 30 giây đến 3.600 giây. A_{c1} và A_{c3} được xác định bằng các thử nghiệm đo độ giãn nở. Tốt hơn nếu nhiệt độ trong vùng tới hạn $T_{2\text{soak}}$ nằm trong khoảng từ 550°C đến 650°C và $t_{2\text{soak}}$ nằm trong khoảng từ 100 đến 1.500 giây.

Mục đích của bước ủ thứ hai này là tiếp tục quá trình phân hóa cacbon và mangan trong austenit và trong mactensit. Do hàm lượng cacbon và mangan trong một phần của mactensit mới lớn hơn giá trị danh định, nên phần mactensit này có thể chuyển hóa thành austenit ở nhiệt độ thấp hơn $T_{1\text{soak}}$, cùng với sự phân hóa mangan và cacbon vào austenit này. Một phần khác của cấu trúc mactensit có hàm lượng cacbon và mangan thấp hơn sẽ không chuyển hóa thành austenit nhưng sẽ làm phân hóa cả cacbon lẫn mangan vào

austenit. Do vậy, $T_{2\text{soak}}$ thấp hơn $T_{1\text{soak}}$. Tốt hơn nếu $t_{2\text{soak}}$ dài hơn $t_{1\text{soak}}$ để có đủ thời gian cho quá trình khuếch tán cacbon trong austenit, nhưng cũng cần giữ đủ ngắn để tránh tạo ra hàm lượng austenit cuối cùng lớn hơn 55% khiến cho austenit sau đó sẽ không còn đủ lượng cacbon cần để đảm bảo cho hiệu ứng TRIP-TWIP.

Tốt hơn nếu nhiệt độ trong vùng tới hạn $T_{2\text{soak}}$ nằm trong khoảng từ 500°C đến 650°C và thời gian $t_{2\text{soak}}$ nằm trong khoảng từ 200 đến 1.000 giây. Bước ủ thứ hai như vậy có thể được thực hiện bằng cách ủ liên tục.

Tấm thép cán nguội và ủ này sau đó được làm nguội xuống dưới 80°C và tốt hơn nếu xuống tới nhiệt độ phòng. Khi làm nguội, tỷ phần austenit có hàm lượng mangan và cacbon thấp hơn có thể chuyển hóa thành mactensit mới.

Tấm thép này sau đó có thể được phủ bằng quy trình thích hợp bất kỳ, bao gồm phủ nhúng nóng, điện kết tủa hoặc phủ chân không bằng kẽm hoặc các hợp kim nền kẽm hoặc bằng nhôm hoặc các hợp kim nền nhôm.

Dưới đây, sáng chế sẽ được minh họa bằng các ví dụ, không nhằm giới hạn phạm vi của sáng chế.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Bốn loại thép, có thành phần như được nêu trong Bảng 1, được đúc thành các bán sản phẩm và được gia công thành các tấm thép.

Thành phần các loại thép thử nghiệm này được tập hợp trong bảng dưới đây, trong đó hàm lượng các nguyên tố được tính theo tỷ lệ phần trăm khối lượng.

Bảng 1: Thành phần thép thử nghiệm

Thép	C	Mn	Al	Mo	B	S	P	N	Si	Nb	Ti	Ceq	Ac1 (°C)	Ac3 (°C)
A	0,051	8,00	1,03	0,31	0,003	0,001	0,004	0,002	0,039	0,035	0,015	0,08	560	835
B	0,065	9,97	2,14	0,31	0,002	0,002	0,006	0,002	0,045	0,033	0,015	0,07	560	865
C	0,068	7,92	0,90	0,32	0,002	0,002	0,011	0,003	0	0,032	0,015	0,12	560	830
D	0,090	9,53	1,69	0,32	0,002	0,002	0,010	0,003	0	0,031	0,015	0,11	550	845

Các nhiệt độ $Ac1$ và $Ac3$ của tấm thép cán nguội được xác định bằng các thử nghiệm đo độ giãn nở và phân tích kim loại học.

Các sản phẩm thép, thu được sau khi đúc, được nung nóng ở $1.200^{\circ}C$, được cán nóng và sau đó được cuộn ở $450^{\circ}C$. Các tấm thép cán nóng và cuộn này sau đó được xử lý nhiệt ở nhiệt độ T_{HBA} và được giữ ở nhiệt độ này trong thời gian lưu giữ t_{HBA} . Các điều kiện cụ thể sau đây được áp dụng để thu được các tấm thép cán nóng và nhiệt luyện:

Bảng 2: Các thông số quy trình tạo ra các tấm thép cán nóng và nhiệt luyện

Mẫu thử th nghiệm	Thép	Cán nóng	Cuộn	Ủ dài nóng (HBA)	
		FRT ($^{\circ}C$)	CT ($^{\circ}C$)	T_{HBA} ($^{\circ}C$)	t_{HBA} (h)
1	A	900	450	620	10
2	A	900	450	620	10
3	A	900	450	620	10
<u>4</u>	A	900	450	=	=
<u>5</u>	A	900	450	=	=
<u>6</u>	A	900	450	=	=
7	B	900	450	620	10
8	B	900	450	620	10
9	B	900	450	620	10
10	B	900	450	620	10
11	B	900	450	620	10
12	B	900	450	620	10
13	B	900	450	620	10
14	B	900	450	620	10
15	C	900	450	640	10
16	C	900	450	640	10
17	C	900	450	640	10

Mẫu thử nghiệm	Thép	Cán nóng	Cuộn	Ủ dải nóng (HBA)	
		FRT (°C)	CT (°C)	T _{HBA} (°C)	t _{HBA} (h)
18	C	900	450	640	10
19	C	900	450	640	10
20	C	800	450	640	10
21	C	800	450	640	10
22	D	900	450	640	10
23	D	900	450	640	10

Các giá trị có gạch chân là các thông số không cho phép thu được các đặc tính mục tiêu.

Các tấm thép cán nóng và nhiệt luyện này được đưa đi phân tích, và kết quả thu được được trình bày trong Bảng 3.

Độ dốc của đường phân bố mangan và tỷ phần của các carbua kết tụ được xác định.

Tỷ phần của các carbua kết tụ được xác định bằng cách xem xét mặt cắt của tấm thép dưới kính hiển vi điện tử quét có súng phát xạ trường (Scanning Electron Microscope with Field Emission Gun, FEG-SEM) và phân tích hình ảnh với độ phóng đại lớn hơn 15.000x.

Quá trình xử lý nhiệt tấm thép cán nóng cho phép mangan khuếch tán trong austenit: sự tái phân hóa mangan diễn ra không đồng đều tạo ra các vùng có hàm lượng mangan thấp và các vùng có hàm lượng mangan cao. Mức độ không đồng đều này của mangan giúp đạt được các đặc tính cơ học và có thể được xác định từ biên dạng của đường phân bố mangan.

Fig.1 là ảnh thể hiện mặt cắt từ tấm thép cán nóng và nhiệt luyện của mẫu thử nghiệm 4 và mẫu thử nghiệm 15. Vùng màu đen tương ứng với vùng có hàm lượng mangan thấp hơn, vùng màu xám tương ứng với vùng có hàm lượng mangan cao hơn.

Dụng đồ thị bằng phương pháp sau đây: mẫu thử được cắt từ thép cán nóng và nhiệt luyện ở mức ¼ độ dày và được đánh bóng.

Mặt cắt này sau đó được xác định đặc tính bằng thiết bị vi phân tích đầu dò điện tử, với súng phát xạ trường (Field Emission Gun, FEG) có độ phóng đại lớn hơn 10.000x để xác định hàm lượng mangan. Thu nhận ba bản đồ kích thước $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$ từ các vùng khác nhau của mặt cắt. Các bản đồ này bao gồm các điểm ảnh $0,01\mu\text{m}^2$. Hàm lượng mangan tính theo tỷ lệ phần trăm khối lượng được tính toán cho mỗi điểm ảnh và sau đó được vẽ thành đường cong biểu diễn sự biến thiên của tỷ phần diện tích cộng dồn từ ba bản đồ theo hàm lượng mangan.

Đường cong như vậy được thể hiện trên Fig.2 đối với mẫu thử nghiệm 4 và mẫu thử nghiệm 15: 100% mặt cắt của tấm thép chứa nhiều hơn 1% mangan. Đối với mẫu thử nghiệm 15, 20% mặt cắt của tấm thép chứa nhiều hơn 10% mangan.

Độ dốc của đường cong thu được sau đó được tính giữa điểm biểu diễn 80% tỷ phần diện tích cộng dồn và điểm biểu diễn 20% tỷ phần diện tích cộng dồn.

Đối với mẫu thử nghiệm 4, việc không xử lý nhiệt sau khi cán nóng cho thấy sự tái phân hóa mangan tương đối đồng đều, điều này có thể thấy từ giá trị của độ dốc đường phân bố mangan nhỏ hơn -30. Đó cũng là trường hợp đối với các mẫu thử nghiệm 5 và 6.

Trái lại, đối với mẫu thử nghiệm 15, sự tái phân hóa mangan rõ ràng là không đồng đều, thể hiện ở chỗ giá trị của độ dốc đường phân bố mangan cao hơn -30. Đó cũng là trường hợp đối với tất cả các mẫu thử nghiệm khác ngoại trừ các mẫu từ 4 đến 6.

Bảng 3: Cấu trúc tế vi và các đặc tính của tấm thép cán nóng và nhiệt luyện

Mẫu thử nghiệm	Độ dốc đường phân bố Mn	Tỷ phần carbua kết tụ < 0,8%
1	-16	ĐẠT
2	-16	ĐẠT
3	-16	ĐẠT
<u>4</u>	<u>-68</u>	ĐẠT
<u>5</u>	<u>-68</u>	ĐẠT
<u>6</u>	<u>-68</u>	ĐẠT

Mẫu thử nghiệm	Độ dốc đường phân bố Mn	Tỷ phần carbua kết tụ < 0,8%
7	-16	ĐẠT
8	-16	ĐẠT
9	-16	ĐẠT
10	-16	ĐẠT
11	-16	ĐẠT
12	-16	ĐẠT
13	-16	ĐẠT
14	-16	ĐẠT
15	-13	ĐẠT
16	-13	ĐẠT
17	-13	ĐẠT
18	-13	ĐẠT
19	-13	ĐẠT
20	-13	ĐẠT
21	-13	ĐẠT
22	-12	ĐẠT
23	-12	ĐẠT

Các giá trị gạch chân: không đáp ứng các giá trị mục tiêu.

Tấm thép cán nóng và nhiệt luyện thu được sau đó được cán nguội. Tấm thép cán nguội này sau đó được ủ lần thứ nhất ở nhiệt độ $T_{1_{soak}}$ và được giữ ở nhiệt độ này trong thời gian lưu giữ $t_{1_{soak}}$, trước khi được làm nguội xuống dưới 80°C . Tấm thép này sau đó được ủ lần thứ hai ở nhiệt độ $T_{2_{soak}}$ và được giữ ở nhiệt độ này trong thời gian lưu giữ $t_{2_{soak}}$, trước khi được làm nguội đến nhiệt độ trong phòng. Các điều kiện cụ thể sau đây được áp dụng để thu được các tấm thép cán nguội và ủ:

Bảng 4: Thông số quy trình tạo ra các tấm thép cán nguội và ủ

Mẫu thử nghiệm	Cán nguội (%)	Bước ủ thứ nhất		Bước ủ thứ hai	
		T1 _{soak} (°C)	t1 _{soak} (s)	T2 _{soak} (°C)	t2 _{soak} (s)
1	50	725	200	550	900
<u>2</u>	50	750	200	550	<u>500</u>
3	50	750	200	550	900
<u>4</u>	50	725	600	550	900
<u>5</u>	50	725	600	520	900
<u>6</u>	50	750	350	550	900
7	50	725	200	550	900
8	50	750	200	550	500
<u>9</u>	50	750	200	550	<u>900</u>
<u>10</u>	50	710	500	540	<u>900</u>
<u>11</u>	50	725	200	<u>520</u>	<u>900</u>
<u>12</u>	50	725	500	<u>520</u>	<u>900</u>
<u>13</u>	50	725	500	500	<u>900</u>
<u>14</u>	50	750	500	520	<u>900</u>
15	50	720	100	550	250
16	50	720	300	550	500
17	50	720	300	550	900
<u>18</u>	50	750	300	<u>575</u>	900
19	50	750	300	590	900
20	50	750	120	640	300
21	50	780	120	640	300
22	50	750	300	525	900
23	50	770	100	575	900

Các giá trị có gạch chân là các thông số không cho phép thu được các đặc tính
mục tiêu

Các tấm thép cán nguội và ủ này sau đó được phân tích, và các đặc tính cấu trúc tế vi, đặc tính cơ học và khả năng chịu hàn tương ứng được lần lượt trình bày trong các Bảng 5, 6 và 7.

Tỷ lệ phần trăm pha của các cấu trúc tế vi trong tấm thép cán nguội và ủ thu được, và độ dốc của đường phân bố mangan sau bước ủ thứ nhất và sau bước ủ thứ hai, được xác định.

Tỷ phần bề mặt của các pha trong cấu trúc tế vi được xác định bằng phương pháp sau đây: mẫu thử được cắt từ tấm thép cán nguội và ủ, được đánh bóng và được tẩy thực bằng thuốc thử đã biết trong lĩnh vực này, để làm lộ ra cấu trúc tế vi. Sau đó, bề mặt mẫu được kiểm tra bằng kính hiển vi điện tử quét, ví dụ như kính hiển vi điện tử quét có súng phát xạ trường (FEG-SEM) với độ phóng đại lớn hơn 5.000x, trong chế độ điện tử thứ cấp.

Việc xác định tỷ phần bề mặt ferit được thực hiện bằng cách quan sát dưới SEM sau khi khắc ăn mòn bằng thuốc thử Nital hoặc Picral/Nital.

Việc xác định tỷ phần thể tích austenit dư được thực hiện bằng thiết bị nhiễu xạ tia X.

$[C]_A$ và $[Mn]_A$ tương ứng với hàm lượng cacbon và mangan trong austenit, tính theo tỷ lệ phần trăm khối lượng. Chúng được đo bằng cả thiết bị nhiễu xạ tia X (C%) lẫn thiết bị vi phân tích đầu dò điện tử, với súng phát xạ trường (Mn%).

Bảng 5: Cấu trúc tế vi của tấm thép cán nguội và ủ

Mẫu thử nghiệm	Austenit dư (%)	Ferit (%)	Mactensit phân hóa (%)	$[C]_A$ (% khối lượng)	$[Mn]_A$ (% khối lượng)	$[C]_A^2 \times [Mn]_A / C\%^2 \times Mn\%$	Độ dốc đường phân bố Mn sau bước ủ	
							thứ nhất	thứ hai
1	34	50	16	0,11	10,4	6,0	-17	-17
2	18	25	57	0,15	10,8	11,7	-18	-18
3	32	25	43	0,11	10,5	6,1	-18	-18
4	19	35	46	0,15	8,6	9,3	-52	-50
5	16	35	49	0,17	8,7	12,1	-52	-51

Mẫu thử nghiệm	Austenit dư (%)	Ferit (%)	Mactensit phân hóa (%)	[C] _A (% khối lượng)	[Mn] _A (% khối lượng)	[C] _A ² x [Mn] _A / C% ² x Mn%	Độ dốc đường phân bố Mn sau bước ủ	
							thứ nhất	thứ hai
<u>6</u>	<u>18</u>	20	62	0,15	8,8	<u>9,5</u>	<u>-60</u>	<u>-55</u>
7	50	42	8	0,11	11,7	3,4	-17	-17
8	45	35	20	0,11	11,7	3,4	-18	-18
<u>9</u>	<u>59</u>	35	6	0,09	11,1	<u>2,1</u>	-18	-18
<u>10</u>	<u>58</u>	40	<u>2</u>	0,09	11,1	<u>2,1</u>	-16	-17
<u>11</u>	<u>58</u>	42	<u>0</u>	0,09	11,2	<u>2,2</u>	-17	-17
<u>12</u>	<u>57</u>	38	5	0,09	11,0	<u>2,1</u>	-17	-18
<u>13</u>	52	38	10	0,10	11,0	<u>2,6</u>	-17	-18
<u>14</u>	39	28	33	0,10	10,8	<u>2,6</u>	-19	-19
15	40	50	10	0,13	10,4	4,8	-14	-14
16	42	44	14	0,13	10,4	4,8	-14	-15
17	45	44	11	0,12	10,3	4,1	-14	-14
<u>18</u>	<u>24</u>	30	46	0,18	10,3	<u>9,1</u>	-16	-17
19	31	30	39	0,15	10,0	6,1	-16	-17
20	40	38	22	0,13	10,4	4,8	-15	-18
21	41	15	44	0,12	9,9	3,9	-17	-20
22	40	38	22	0,17	11,6	4,3	-16	-16
23	50	35	15	0,15	11,7	3,4	-16	-16

Các giá trị gạch chân: không tương ứng với sáng chế

Độ không đồng đều của phân bố mangan thu được sau bước ủ tấm thép cán nóng được duy trì tối đa sau cả hai bước ủ tấm thép cán nguội. Điều này có thể thấy từ việc so sánh độ dốc của đường phân bố mangan thu được sau bước ủ tấm thép cán nóng (trong

Bảng 3) và độ dốc của đường phân bố mangan thu được sau bước ủ thứ nhất và bước ủ thứ hai của tấm thép cán nguội này (Bảng 5).

Đặc tính cơ học của các tấm thép cán nguội và ủ thu được được xác định và tập hợp trong bảng dưới đây.

Giới hạn chảy YS, độ bền kéo TS, độ giãn dài tổng TE và độ giãn đồng đều UE được xác định theo tiêu chuẩn ISO 6892-1, phiên bản tháng 10 năm 2009.

Bảng 6: Các đặc tính cơ học của tấm thép cán nguội và ủ

Mẫu thử thí nghiệm	TS (MPa)	UE (%)	TE (%)	YS (MPa)	YS x UE + TS x TE (MPa.%)
1	1116	13,2	16,7	979	31560
2	1071	<u>6,9</u>	<u>6,9</u>	1071	14780
3	1114	13,6	17,7	998	33291
4	1155	<u>8,7</u>	<u>11,1</u>	1105	22434
5	1157	<u>9,9</u>	<u>12,1</u>	1106	24949
6	1133	<u>1,3</u>	<u>5,9</u>	1122	8143
7	1126	15,0	18,2	933	34488
8	1137	13,6	16,7	898	31201
9	1169	<u>11,1</u>	<u>13,8</u>	713	24047
10	1126	<u>11,0</u>	<u>12,8</u>	735	22498
11	1168	<u>11,9</u>	<u>14,5</u>	750	25861
12	1187	<u>11,2</u>	<u>13,2</u>	562	21963
13	1181	<u>10,3</u>	<u>12,4</u>	576	20577
14	1240	<u>6,3</u>	<u>8,5</u>	701	14956
15	1184	14,2	17,3	958	34087
16	1146	14,8	17,9	997	35269
17	1127	16,1	19,2	1040	38382
18	1052	<u>8,1</u>	<u>8,1</u>	1052	17042

Mẫu thử thử nghiệm	TS (MPa)	UE (%)	TE (%)	YS (MPa)	YS x UE + TS x TE (MPa.%)
19	1026	17,6	17,6	1026	36115
20	1096	20,8	24,7	978	47414
21	1040	20,9	26,2	978	47688
22	1162	14,6	18,1	1057	36464
23	1111	15,3	19,3	1061	37676

Các giá trị gạch chân: không đáp ứng các giá trị mục tiêu

Mẫu thử nghiệm 2 được đưa vào bước ủ thứ hai trong thời gian quá ngắn để tạo ra đủ austenit. Trái lại, $t_{2\text{soak}}$ của mẫu thử nghiệm 3 là đủ dài.

Các mẫu thử nghiệm 9 và 10 được đưa vào bước ủ thứ hai trong thời gian quá dài khiến cho quá nhiều austenit được tạo ra với lượng cacbon không đủ, có nghĩa là austenit như vậy sẽ không đủ độ ổn định. Trái lại, $t_{2\text{soak}}$ của mẫu thử nghiệm 8 là đủ ngắn.

Các mẫu thử nghiệm 11 và 12 được đưa vào bước ủ thứ hai có nhiệt độ quá cao và trong thời gian quá dài, khiến cho quá nhiều austenit với lượng cacbon không đủ được tạo ra.

Các mẫu thử nghiệm 13 và 14 được đưa vào bước ủ thứ hai trong thời gian quá dài khiến cho hàm lượng cacbon trong austenit là quá thấp.

Mẫu thử nghiệm 18 được đưa vào bước ủ thứ hai có nhiệt độ quá thấp để tạo ra đủ austenit. Trái lại, $T_{2\text{soak}}$ của mẫu thử nghiệm 19 là đủ cao.

Việc hàn điểm dưới các điều kiện theo tiêu chuẩn ISO 18278-2 được tiến hành trên các tấm thép cán nguội và ủ.

Trong thử nghiệm này, các mẫu thử gồm hai tấm thép được hàn với nhau thành hình chữ thập. Một lực được áp dụng để phá vỡ điểm hàn. Lực này, được gọi là độ bền kéo chéo (cross tensile strength, CTS), được đo bằng daN. Nó phụ thuộc vào đường kính điểm hàn và độ dày của tấm kim loại, tức là độ dày của tấm thép và của lớp mạ kim loại. Từ đó có thể tính được hệ số α là tỷ số giữa giá trị CTS trên tích của đường kính điểm hàn nhân với độ dày của tấm nền. Hệ số này được đo bằng daN/mm².

Khả năng chịu hàn của các tấm thép cán nguội và ủ thu được được xác định và tập hợp trong bảng dưới đây:

Bảng 7: Khả năng chịu hàn của tấm thép cán nguội và ủ

Mẫu thử nghiệm	α (daN/mm ²)	Chỉ số LME
1	60	0,061
2	60	0,061
3	60	0,061
4	60	0,061
5	60	0,061
6	60	0,061
7	68	0,077
8	68	0,077
9	68	0,077
10	68	0,077
11	68	0,077
12	68	0,077
13	68	0,077
14	68	0,077
15	60	0,068
16	60	0,068
17	60	0,068
18	60	0,068
19	60	0,068
20	60	0,068
21	60	0,068
22	63	0,090
23	63	0,090

Chỉ số LME = C% + Si%/4, tính theo % khối lượng.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép cán nguội và ủ, được sản xuất từ thép có thành phần bao gồm, tính theo tỷ lệ phần trăm khối lượng:

C: 0,03 - 0,18%

Mn: 6,0 – 11,0%

Al: 0,2 – 3%

Mo: 0,05 - 0,5%

B: 0,0005 – 0,005%

S $\leq$ 0,010%

P $\leq$ 0,020%

N $\leq$ 0,008%

và tùy ý còn bao gồm một hoặc nhiều nguyên tố sau đây, tính theo tỷ lệ phần trăm khối lượng:

Si $\leq$ 1,20%

Ti $\leq$ 0,050%

Nb $\leq$ 0,050%

Cr $\leq$ 0,5%

V $\leq$ 0,2%

phần còn lại của thành phần thép này là sắt và các tạp chất không tránh khỏi tạo thành trong quá trình tinh luyện,

tấm thép này có cấu trúc tế vi bao gồm, tính theo tỷ phần bề mặt:

- từ 25% đến 55% là austenit dư,
- từ 5% đến 50% là ferit,
- từ 5% đến 70% là mactensit phân hóa

- ít hơn 5% là mactensit mới,
 - hàm lượng cacbon $[C]_A$ và mangan $[Mn]_A$ trong austenit, tính theo tỷ lệ phần trăm khối lượng, thỏa mãn điều kiện giá trị biểu thức $([C]_A^2 \times [Mn]_A) / (C\%^2 \times Mn\%)$ nằm trong khoảng từ 3,0 đến 8,0, trong đó C% và Mn% lần lượt là các giá trị danh định của cacbon và mangan tính theo tỷ lệ % khối lượng, và
 - sự tái phân hóa không đồng đều của mangan đặc trưng bởi sự phân bố mangan với độ dốc của đường cong biểu diễn sự biến thiên của tỷ phần diện tích cộng dồn thu được từ các bản đồ điểm ảnh thể hiện hàm lượng Mn ở các vùng khác nhau của tấm thép ở 1/4 độ dày tính từ bề mặt tấm thép, theo hàm lượng Mn tính theo % khối lượng, lớn hơn hoặc bằng giới hạn dưới -40, trong đó độ dốc này được tính từ điểm biểu diễn 80% tỷ phần diện tích cộng dồn đến điểm biểu diễn 20% tỷ phần diện tích cộng dồn.
2. Tấm thép cán nguội và ủ theo điểm 1, trong đó hàm lượng cacbon nằm trong khoảng từ 0,05% đến 0,15%.
 3. Tấm thép cán nguội và ủ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 hoặc 2, trong đó hàm lượng mangan nằm trong khoảng từ 6,0% đến 9%.
 4. Tấm thép cán nguội và ủ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó hàm lượng nhôm nằm trong khoảng từ 0,7% đến 2,2%.
 5. Tấm thép cán nguội và ủ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó cấu trúc tế vi bao gồm từ 30% đến 50% là austenit dư, từ 5% đến 40% là ferit, từ 8% đến 50% là mactensit phân hóa.
 6. Tấm thép cán nguội và ủ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó tấm thép này có độ bền kéo TS lớn hơn hoặc bằng 1.000 MPa, độ giãn đồng đều UE lớn hơn hoặc bằng 13% và độ giãn dài tổng TE lớn hơn hoặc bằng 16%.
 7. Tấm thép cán nguội và ủ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó tấm thép này có giới hạn chảy YS lớn hơn hoặc bằng 850 MPa.

8. Tấm thép cán nguội và ủ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó YS, UE, TS và TE thỏa mãn biểu thức sau đây:

$$YS \times UE + TS \times TE > 31.000 \text{ MPa.}\%$$

9. Tấm thép cán nguội và ủ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 8, có chỉ số LME nhỏ hơn 0,36, trong đó chỉ số LME được tính theo biểu thức sau đây:

$$\text{chỉ số LME} = C\% + Si\%/4,$$

trong đó C% và Si% lần lượt là tỷ lệ phần trăm khối lượng của cacbon và silic trong tấm thép.

10. Tấm thép cán nguội và ủ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, trong đó thép này có đương lượng cacbon C_{eq} nhỏ hơn 0,4%, trong đó đương lượng cacbon này được xác định theo công thức:

$$C_{eq} = C\% + Si\%/55 + Cr\%/20 + Mn\%/19 - Al\%/18 + 2,2P\% - 3,24B\% \\ - 0,133xMn\%xMo\%$$

trong đó các nguyên tố được biểu thị theo tỷ lệ phần trăm khối lượng.

11. Mỗi hàn điểm điện trở nối hai chi tiết làm từ tấm thép cán nguội và ủ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10, trong đó mỗi hàn điểm điện trở này có giá trị α , là tỷ số giữa giá trị độ bền kéo chéo trên tích của đường kính điểm hàn nhân với độ dày của tấm nền, bằng ít nhất 30 daN/mm^2 .

1/1

FIG.1

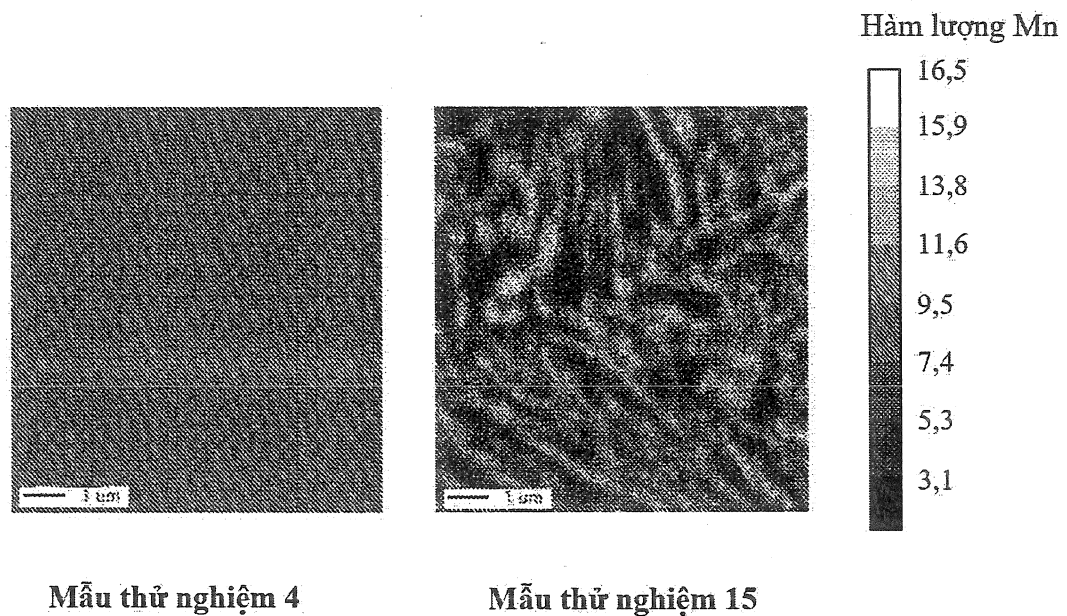


FIG.2

