



(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)



1-0041638

(51)^{2020.01} C22C 38/00; C21D 8/02; C21D 9/46; (13) B
C22C 38/14; C22C 38/04; C22C 38/06;
C22C 38/12; C21D 6/00; C22C 38/02

(21) 1-2022-02321 (22) 16/12/2020
(86) PCT/IB2020/062004 16/12/2020 (87) WO 2021/124132 24/06/2021
(30) PCT/IB2019/061092 19/12/2019 IB
(45) 25/11/2024 440 (43) 26/09/2022 414
(73) ARCELORMITTAL (LU)
24-26, Boulevard d'Avranches, L-1160 Luxembourg, LUXEMBOURG
(72) PERLADE, Astrid (FR); ZHU, Kangying (CN); JUNG, Coralie (FR); KEGEL,
Frédéric (FR).
(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) TẤM THÉP CÁN NÓNG VÀ Ủ, VÀ TẤM THÉP CÁN NGUỘI TỪ TẤM THÉP NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nóng và ủ có thành phần, tính theo tỷ lệ phần trăm khối lượng, như sau: C: 0,1 - 0,25%, Mn: 3,00 - 5,00%, Si: 0,80 - 1,60%, B: 0,0003 - 0,004%, $S \leq 0,010\%$, $P \leq 0,020\%$, $N \leq 0,008\%$ phần còn lại của thành phần tấm thép này là sắt và các tạp chất không tránh khỏi tạo thành trong quá trình nấu chảy, và có cấu trúc tế vi bao gồm, tính theo tỷ phần bề mặt: nhiều hơn 20% là ferit kết tinh lại, phần còn lại là ferit không kết tinh lại, nhiều hơn 15% ferit kết tinh lại này có cỡ hạt lớn hơn 5 μm và mật độ carbua ở đường biên hạt của ferit kết tinh lại nhỏ hơn 5 carbua trên mỗi 10 μm chiều dài đường biên hạt.

Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nguội thu được bằng cách cán nguội tấm thép cán nóng và ủ nêu trên.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép có độ bền cao, độ dai cao và độ cứng thấp, cũng như 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 giảm khối lượng các loại xe cộ để cải thiện hiệu suất sử dụng nhiên liệu của chúng nhằm bảo vệ môi trường toàn cầu, mà không bỏ qua các yêu cầu về độ an toàn. Để đáp ứng điều này, ngành công nghiệp sản xuất thép phải liên tục phát triển được 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 hướng phát triển nhằm cải thiện các đặc tính cơ học là 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 các loại thép đó có độ giòn kém. Để giải quyết vấn đề này, các nguyên tố như bo được bổ sung. Các loại thép được bổ sung bo như vậy rất dai ở giai đoạn cán nóng nhưng dải thép nóng này rất khó được xử lý tiếp. Cách hiệu quả nhất để làm mềm dải thép nóng này là ủ theo mẻ, nhưng nó sẽ làm mất độ dai.

Ví dụ, công bố đơn US20050199322 bộc lộ tấm thép cacbon cao cán nóng có độ dai và khả năng tạo hình mặt bích tuyệt vời, tấm thép cán nóng này được ủ để làm giảm độ cứng.

Do đó, trong tình trạng kỹ thuật vẫn tồn tại một vấn đề chưa được giải quyết là làm sao để tạo ra được tấm thép cán nóng có độ dai cao, độ cứng thấp, và dễ được xử lý tiếp.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, mục đích của sáng chế là giải quyết vấn đề nêu trên và tạo ra được tấm thép có tổ hợp độ cứng ở mức thấp hơn 300HV và độ dai cao với năng lượng va đập Charpy ở 20°C cao hơn 0,40J/mm².

Mục đích của sáng chế đạt được bằng cách đề xuất tấm thép theo điểm 1 của Yêu cầu bảo hộ. Tấm thép này cũng có thể có các đặc điểm được đề cập trong điểm bất kỳ trong số các điểm từ 2 tới 7 của Yêu cầu bảo hộ. Một mục đích nữa của sáng chế là đề xuất tấm thép theo điểm 8 của 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.

Trong công thức dưới đây, Ms là nhiệt độ bắt đầu mactensit hóa, tức là nhiệt độ mà ở đó austenit bắt đầu chuyển hóa thành mactensit khi làm nguội. Nhiệt độ này có thể được tính theo công thức:

$$Ms = 560 - (30 \cdot \%Mn + 13 \cdot \%Si - 15 \cdot \%Al + 12 \cdot \%Mo) - 600 \cdot (1 - \exp(-0,96 \cdot C))$$

Thành phần của tấm thép theo sáng chế, được biểu thị theo tỷ lệ phần trăm khối lượng, sẽ được mô tả dưới đây.

Tấm thép theo sáng chế có hàm lượng cacbon nằm trong khoảng từ 0,1% tới 0,25%. Với hàm lượng cacbon trên 0,25%, khả năng chịu hàn của tấm thép có thể bị suy giảm. Nếu hàm lượng cacbon thấp hơn 0,1%, thì hợp phần austenit không được làm ổn định tới mức đủ để thu được, sau bước ủ, cấu trúc tế vi mục tiêu. Theo một phương án thực hiện được ưu tiên của sáng chế, hàm lượng cacbon nằm trong khoảng từ 0,15% tới 0,20%.

Hàm lượng mangan nằm trong khoảng từ 3,00% tới 5,00%. Khi hàm lượng này cao hơn 5,00%, thì có nguy cơ là quá trình thiên tích vùng trung tâm sẽ tăng,

gây hại cho độ dai. Hàm lượng thấp nhất được xác định để làm ổn định austenit, nhằm thu được, sau bước ủ, cấu trúc tế vi mục tiêu. Tốt hơn nếu hàm lượng mangan này nằm trong khoảng từ 3,50% tới 5,00%. Theo một phương án thực hiện được ưu tiên của sáng chế, hàm lượng mangan này nằm trong khoảng từ 3,50% tới 4,50%.

Theo sáng chế, hàm lượng silic nằm trong khoảng từ 0,80% tới 1,60%. Khi hàm lượng này cao hơn 1,60%, silic sẽ gây hại cho độ dai. Ngoài ra, các oxit silic hình thành trên bề mặt, làm suy giảm khả năng sơn phủ của thép. Hàm lượng silic ít nhất 0,80% giúp làm ổn định lượng đủ austenit để thu được, sau bước ủ, cấu trúc tế vi theo sáng chế. Theo một phương án thực hiện được ưu tiên của sáng chế, hàm lượng silic nằm trong khoảng từ 1,00% tới 1,60%.

Theo sáng chế, hàm lượng bo nằm trong khoảng từ 0,0003% tới 0,004%. Sự có mặt của bo làm chậm quá trình chuyển pha bainit tới nhiệt độ thấp hơn và bainit tạo thành ở nhiệt độ thấp này có cấu trúc dạng phiến làm tăng độ dai. Khi hàm lượng này cao hơn 0,004%, thì sự tạo thành bocacbua ở đường biên hạt austenit về trước được thúc đẩy, làm cho thép trở nên giòn hơn. Khi hàm lượng này thấp hơn 0,0003%, thì sẽ không có đủ nồng độ B tự do tạo thiên tích ở đường biên hạt austenit về trước để làm tăng độ dai của thép. Theo một phương án thực hiện được ưu tiên của sáng chế, hàm lượng bo nằm trong khoảng từ 0,001% tới 0,003%.

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

Titan có thể được bổ sung với lượng lên tới 0,04% để gia cường kết tụ. Tốt hơn nếu tối thiểu 0,01% 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 0,05% 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 0,0010%.

Molypden có thể tùy ý được bổ sung với lượng lên tới 0,3% để làm giảm sự thiên tích phospho. Khi hàm lượng này cao hơn 0,3%, thì việc bổ sung molypden sẽ tốn kém và không hiệu quả xét về các đặc tính cần thiết.

Nhôm là nguyên tố rất có hiệu quả trong việc khử oxy hóa cho thép trong pha lỏng trong quá trình luyện. Hàm lượng nhôm có thể được bổ sung lên tới tối đa 0,90%, để tránh sự xuất hiện của các thể vùi và để tránh các vấn đề do oxy hóa.

Hàm lượng tối đa được phép của crom là 0,80%, hàm lượng cao hơn dẫn tới hiện tượng bão hòa, và việc bổ sung crom sẽ vừa vô ích vừa tốn kém.

Phần còn lại trong thành phần tấm thép là sắt và các tạp chất tạo thành trong quá trình nấu chảy. 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 ít hơn 0,010% đối với S, ít hơn 0,020% đối với P và ít hơn 0,008% đối với N. Cụ thể, phospho tạo thiên tích ở đường biên hạt và khi hàm lượng phospho cao hơn 0,020%, thì độ dai của thép bị giảm.

Cấu trúc tế vi của tấm thép cán nóng và ủ theo sáng chế sẽ được mô tả dưới đây.

Tấm thép cán nóng và ủ theo sáng chế có cấu trúc tế vi bao gồm, tính theo tỷ phần bề mặt, 20% hoặc nhiều hơn là ferit kết tinh lại, phần còn lại là ferit không kết tinh lại (kể cả 0%), 15% hoặc nhiều hơn ferit kết tinh lại này có cỡ hạt lớn hơn 5 μm , và mật độ carbua ở đường biên hạt của ferit kết tinh lại nhỏ hơn hoặc bằng 5 carbua trên mỗi 10 μm chiều dài đường biên hạt.

Ferit kết tinh lại là các hạt ferit được kết tinh lại trong quá trình ủ bằng nóng. Trong quá trình cán nóng, các hạt austenit được kéo dài, và có hình dạng được gọi là bánh kẹp. Cán nóng tạo ra các sai lệch mạng tinh thể, tích trữ năng lượng. Trong công đoạn ủ, năng lượng tích trữ đó là động lực để hình thành các hạt ferit, với mật độ sai lệch mạng rất thấp bên trong hạt. Khi quá trình kết tinh lại diễn ra, độ cứng của thép giảm dần. Khi tỷ lệ ferit kết tinh lại thấp hơn 20%, thì các đặc tính mục tiêu không đạt được. Theo một phương án thực hiện được ưu tiên của sáng chế, tỷ lệ ferit kết tinh lại nằm trong khoảng từ 40% tới 60%. Theo một phương án thực

hiện được ưu tiên khác của sáng chế, tỷ lệ ferit kết tinh lại nằm trong khoảng từ 80% tới 100%.

Khi 15% hoặc nhiều hơn ferit kết tinh lại này có cỡ hạt lớn hơn 5 μm , thì sẽ đạt được độ cứng thấp.

Ferit kết tinh lại có thể được phân biệt với ferit không kết tinh lại nhờ vào hình thái của nó là dạng đẳng trục. Ferit kết tinh lại được quan sát bằng chế độ điện tử tán xạ ngược (back scattered electron, BSE) trong kính hiển vi điện tử quét (Scanning Electron Microscope, SEM) cho thấy độ tương phản đồng nhất, nhờ mật độ sai lệch mạng thấp.

Phần còn lại trong cấu trúc tế vi là ferit không kết tinh lại, nằm trong khoảng từ 0% (kể cả) và 80%. Phần bainit và mactensit mà không thể kết tinh lại trong quá trình ủ bằng nóng là phần ferit không kết tinh lại.

Mật độ carbua ở đường biên hạt của ferit kết tinh lại ít hơn hoặc bằng 5 carbua trên mỗi 10 μm chiều dài đường biên hạt là để cải thiện độ dai của thép.

Tấm thép cán nóng và ủ theo sáng chế có năng lượng va đập Charpy E ở 20°C cao hơn 0,40J/mm² khi đo theo tiêu chuẩn ISO 148-1:2006 (F) và ISO 148-1:2017(F).

Tấm thép cán nóng và ủ theo sáng chế có độ cứng Vickers ở mức thấp hơn 300HV.

Tấm thép theo sáng chế có thể được sản xuất bởi phương pháp sản xuất thích hợp bất kỳ và 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 bao gồm các bước sau:

Bán sản phẩm có thể được cán nóng với thành phần thép nêu ở phần trên được chuẩn bị. Bán sản phẩm này được nung nóng tới nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1150°C tới 1300°C, để có thể dễ dàng cán nóng, với nhiệt độ cán nóng cuối cùng (final hot rolling temperature, FRT) tùy thuộc vào thành phần hóa học của thép.

Để thu được các đặc tính mục tiêu, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này phải chọn được nhiệt độ cán cuối cùng FRT thúc đẩy quá trình kết tinh lại

của vật liệu nền sau bước ủ băng nóng. Vượt quá giá trị FRT nhất định phụ thuộc trực tiếp vào thành phần hóa học của thép, năng lượng tích trữ sẽ không còn đủ để kết tinh lại ferit sau bước ủ băng nóng. Tốt hơn nếu FRT nằm trong khoảng từ 750°C tới 1000°C. Tốt hơn nữa nếu FRT nằm trong khoảng từ 800°C tới 950°C.

Thép đã cán nóng thép sau đó được làm nguội và được cuộn ở nhiệt độ T_{coil} nằm trong khoảng từ 20°C tới 550°C. Tốt hơn nếu nhiệt độ T_{coil} nằm trong khoảng từ $(M_s - 100^\circ\text{C})$ tới 550°C.

Sau bước cuộn, tấm thép có thể được tẩy gỉ để loại bỏ các thành phần bị oxy hóa.

Tấm thép ở dạng cuộn được ủ tới nhiệt độ ủ T_a thấp hơn A_{c1} . Tấm thép được giữ ở nhiệt độ T_a này trong thời gian lưu giữ t_a nằm trong khoảng từ 0,1 và 100h để làm giảm độ cứng trong khi vẫn duy trì độ dai của tấm thép cán nóng trên 0,4J/mm². Để thu được các đặc tính mục tiêu, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này phải chọn được T_a để tạo thuận lợi cho quá trình kết tinh lại ferit. Việc ủ ở nhiệt độ quá thấp sẽ hạn chế sự kết tinh lại ferit và thúc đẩy sự tạo carbua ở đường biên hạt, làm giảm độ dai của tấm thép. Tốt hơn nếu T_a nằm trong khoảng từ 500°C tới A_{c1} .

Sau bước ủ băng nóng, mật độ carbua ở đường biên hạt ít hơn 5 carbua trên mỗi 10μm chiều dài đường biên hạt, improving độ dai của thép. Tấm thép cán nóng và ủ này sau đó được làm nguội đến nhiệt độ trong phòng.

Tấm thép cán nóng và ủ theo sáng chế có các đặc tính tốt về độ dai và độ cứng để có thể được xử lý tiếp. Ví dụ, tấm thép cán nóng và ủ này sau đó có thể được cán nguội để thu được tấm thép cán nguội có độ dày, ví dụ, nằm trong khoảng từ 0,7 mm tới 3 mm, hoặc tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 0,8 mm tới 2 mm. Tỷ lệ giảm độ dày khi cán nguội tốt hơn là nằm trong khoảng từ 20% tới 80%.

Ví dụ thực hiện sáng chế

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

Ví dụ 1

3 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 theo quy trình có các thông số được nêu trong Bảng 2 dưới đây.

Thành phần thép thử nghiệm được nêu trong bảng sau đây trong đó hàm lượng các nguyên tố được biểu thị theo tỷ lệ phần trăm khối lượng.

Bảng 1: Thành phần thép

Thép	C	Mn	Si	B	S	P	N	Ti	Mo	Al	Ac1, °C	Ms, °C
A	0,18	3,94	1,29	0,0022	0,002	0,01	0,002	0,023	0,19	0,03	640	328
B	0,18	3,85	1,27	0,0024	0,002	0,01	0,003	0,026	0,21	0,6	655	339
C	0,18	3,96	1,48	0,0022	0,002	0,01	0,002	0,024	0,19	0,03	640	325

Thép A-C theo sáng chế.

Nhiệt độ Ac1 được xác định bằng các thử nghiệm đo độ giãn nở và phân tích kim loại học.

Các thép bán sản phẩm, dưới dạng đúc, được nung nóng ở 1200°C trong 1800 giây, được cán nóng và sau đó được cuộn trước khi ủ dải nóng. Các điều kiện cụ thể sau đây được áp dụng:

Bảng 2: Các thông số quy trình

Mẫu thử nghiệm	Thép	FRT, °C	T _{Coil} , °C	Bước ủ	
				Ta, °C	Ta, giờ
1	A	950	450	620	23
2	A	900	450	620	23
3	A	850	450	620	23
4	A	800	450	620	23
5	B	950	450	620	23
6	B	900	450	620	23
7	B	850	450	620	23
8	B	800	450	620	23
9	C	950	450	620	23
10	C	900	450	620	23
11	C	850	450	620	23
12	C	800	450	620	23

Các tấm thép thu được sau khi cán nóng và ủ được phân tích, và các thành phần cấu trúc tế vi và đặc tính cơ học tương ứng thu được được trình bày lần lượt trong Bảng 3 và Bảng 4.

Tỷ lệ phần trăm pha của các cấu trúc tế vi trên tấm thép cán nóng và ủ thu được được xác định như sau:

Bảng 3: Cấu trúc tế vi của tấm thép cán nóng và ủ

Mẫu thử nghiệm	Ferit kết tinh lại, %	Ferit không kết tinh lại, %	Mật độ carbua ở đường biên hạt, số lượng/10 μ m	Ferit kết tinh lại với cỡ >5 μ m, %
1	20	80	5	15
2	40	60	4	30
3	95	5	2	65
4	98	2	1,5	75
<u>5</u>	<u>5</u>	95	<u>6</u>	<u>0</u>
<u>6</u>	<u>10</u>	90	5	<u>1</u>
7	98	2	2	80
8	100	0	2	80
<u>9</u>	<u>5</u>	95	<u>6</u>	<u>0</u>
<u>10</u>	<u>5</u>	95	5	<u>1</u>
<u>11</u>	25	75	5	<u>7</u>
12	80	20	4	40

Các giá trị gạch chân: không phù hợp với sáng chế

Tỷ phần bề mặt được xác định bằng phương pháp sau đây: mẫu thử được cắt từ tấm thép đã được cán nóng và được ủ, được đánh bóng và được tẩm thực bằng thuốc thử đã biết trong lĩnh vực này, để làm lộ ra cấu trúc tế vi. Sau đó, bề mặt mẫu được soi dưới kính hiển vi điện tử quét, ví dụ dưới kính hiển vi điện tử quét có súng phát xạ trường (Scanning Electron Microscope with a Field Emission Gun, FEG-

SEM) với độ phóng đại lớn hơn 5000x, trong cả hai chế độ điện tử thứ cấp lẫn chế độ điện tử tán xạ ngược.

Các đặc tính cơ học của các mẫu thử nghiệm được xác định và tập hợp trong bảng dưới đây:

Bảng 4: Các đặc tính cơ học của tấm thép cán nóng và ủ

Mẫu thử nghiệm	Năng lượng va đập Charpy, J/mm ²	Độ cứng, HV
1	0,40	278
2	0,49	263
3	0,69	211
4	0,70	204
<u>5</u>	<u>0,34</u>	285
<u>6</u>	<u>0,30</u>	293
7	0,69	210
8	0,66	214
<u>9</u>	<u>0,31</u>	296
<u>10</u>	<u>0,28</u>	290
<u>11</u>	<u>0,30</u>	269
12	0,44	221

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

Để thu được các đặc tính mục tiêu, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này phải chọn được nhiệt độ cán cuối cùng FRT để tạo thuận lợi cho sự kết tinh lại chất nền sau bước ủ.

Để thu được tấm thép cán nóng và ủ cuối cùng chứa nhiều hơn 20% ferit kết tinh lại và phần còn lại là ferit không kết tinh lại, các mẫu thử nghiệm đã được cán

cuối cùng với nhiệt độ FRT bằng 800°C, 850°C, 900°C tới 950°C, trước khi được ủ ở nhiệt độ Ta bằng 620°C trong khoảng thời gian ta bằng 23 giờ.

Trong các mẫu thử nghiệm 1-4, thép A được cán nóng với nhiệt độ FRT lần lượt bằng 950°C, 900°C, 850°C tới 800°C. Các mẫu này đáp ứng được tất cả các đặc tính mục tiêu nhờ vào thành phần cụ thể và cấu trúc tế vi của chúng.

Trong các mẫu thử nghiệm 5-8, thép B được cán nóng với nhiệt độ FRT lần lượt bằng 800°C, 850°C, 900°C tới 950°C.

Các mẫu thử nghiệm 5 và 6 được xử lý ở nhiệt độ FRT cao từ 950°C tới 900°C, dẫn tới tỷ lệ ferit kết tinh lại sau bước ủ từ 5% tới 10%, thấp hơn mức mong muốn. Trong các mẫu thử nghiệm 7-8, nhiều hơn 98% ferit được kết tinh lại nhờ nhiệt độ FRT thấp từ 850°C tới 800°C.

Trong các mẫu thử nghiệm 9-12, thép C được cán nóng với nhiệt độ FRT lần lượt bằng 800°C, 850°C, 900°C tới 950°C.

Trong trường hợp này, nhiệt độ FRT cao hơn 900°C ngụ ý cấu trúc tế vi không theo sáng chế. Đối với các mẫu thử nghiệm 9-11, mật độ carbua ở đường biên hạt cao hơn mức mong muốn, dẫn đến độ dai kém của thép.

Ví dụ 2

1 loại thép, có thành phần như được nêu trong Bảng 6, được đúc thành các bán sản phẩm và được gia công thành các tấm thép theo quy trình có các thông số được nêu trong Bảng 7 sau đây.

Bảng 6: Thành phần hóa học

Thép	C	Mn	Si	B	S	P	N	Ti	Nb	Mo	Al	Ac1, °C	Ms, °C
D	0,19	3,86	1,27	0,0021	0,001	0,01	0,003	0,029	0,02	0,20	0,39	650	331

Thép D theo sáng chế.

Các thép bán sản phẩm, dưới dạng đúc, được nung nóng ở 1200°C trong 1800 giây, được cán nóng và sau đó được cuộn trước bước ủ dải nóng. Các điều kiện cụ thể sau đây được áp dụng:

Bảng 7: Các thông số quy trình

Mẫu thử thí nghiệm	Thép	FRT, °C	T _{Coil} , °C	Bước ủ	
				Ta, °C	Ta, giờ
13	D	845	300	594	23
14	D	845	300	605	7
15	D	845	300	619	7
16	D	845	300	633	7
17	D	845	300	648	7

Các tấm thép thu được sau khi cán nóng và ủ được phân tích, và các thành phần cấu trúc tế vi và đặc tính cơ học tương ứng được trình bày lần lượt trong Bảng 8 và Bảng 9.

Tỷ lệ phần trăm pha của các cấu trúc tế vi trên tấm thép cán nóng và ủ thu được được xác định như sau:

Bảng 8: Cấu trúc tế vi của tấm thép cán nóng và ủ

Mẫu thử thí nghiệm	Ferit kết tinh lại, (%)	Ferit không kết tinh lại, %	Mật độ carbua ở đường biên hạt (số lượng/10µm)	Ferit kết tinh lại với cỡ >5 µm (%)
<u>13</u>	<u>5</u>	<u>95</u>	<u>10</u>	<u>0</u>
<u>14</u>	30	70	<u>6</u>	<u>7</u>
15	45	55	3	40
16	55	45	2	48
17	60	40	1,5	50

Các giá trị gạch chân: không phù hợp với sáng chế

Tỷ phần bề mặt được xác định bằng phương pháp sau đây: mẫu thử được cắt từ tấm thép đã được cán nóng và được ủ, được đánh bóng và được tẩm thực bằng thuốc thử đã biết trong lĩnh vực này, để làm lộ ra cấu trúc tế vi. Sau đó, bề mặt mẫu được soi dưới kính hiển vi điện tử quét, ví dụ dưới kính hiển vi điện tử quét có súng phát xạ trường (FEG-SEM) với độ phóng đại lớn hơn 5000x, trong cả hai chế độ điện tử thứ cấp và chế độ điện tử tán xạ ngược.

Các đặc tính cơ học của các mẫu thử nghiệm được xác định và tập hợp trong bảng dưới đây:

Bảng 9: Các đặc tính cơ học của tấm thép cán nóng và ủ

Mẫu thử nghiệm	Năng lượng va đập Charpy, J/mm ²	Độ cứng, HV
<u>13</u>	<u>0,20</u>	<u>324</u>
<u>14</u>	<u>0,26</u>	<u>300</u>
15	0,41	271
16	0,53	235
17	0,56	223

Các giá trị gạch chân: không phù hợp với sáng chế

Các mẫu thử nghiệm 13-17 được cán với nhiệt độ FRT bằng 845°C và bằng cách thay đổi nhiệt độ ủ Ta, để thu được tấm thép ủ cuối cùng chứa nhiều hơn 20% ferit kết tinh lại và phần còn lại là ferit không kết tinh lại, và để hạn chế carbua ở đường biên hạt.

Nếu Ta quá thấp, như trong các mẫu thử nghiệm 13 và 14, thì không có đủ ferit kết tinh lại, và thép sẽ quá cứng. Lượng carbua cao tạo thành ở đường biên hạt sẽ làm giảm độ dai của thép.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép cán nóng và ủ, được làm từ thép có thành phần, tính theo tỷ lệ phần trăm khối lượng như sau:

C: 0,1 - 0,25%

Mn: 3,00 – 5,00%

Si: 0,80 – 1,60%

B: 0,0003 - 0,004%

S $\leq$ 0,010%

P $\leq$ 0,020%

N $\leq$ 0,008%

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

Ti $\leq$ 0,04%

Nb $\leq$ 0,05%

Mo $\leq$ 0,3%

Al $\leq$ 0,90%

Cr $\leq$ 0,80%

phần còn lại của thành phần tấm thép là sắt và các tạp chất không tránh khỏi tạo thành trong quá trình nấu chảy,

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

- 20% hoặc nhiều hơn là ferit kết tinh lại,
- phần còn lại là ferit không kết tinh lại,
- 15% hoặc nhiều hơn ferit kết tinh lại này có cỡ hạt lớn hơn 5 μm ,
- và mật độ carbua ở đường biên hạt của ferit kết tinh lại nhỏ hơn hoặc bằng 5 carbua trên mỗi 10 μm chiều dài đường biên hạt.

2. Tấm thép cán nóng và ủ theo điểm 1, trong đó tỷ lệ ferit kết tinh lại nằm trong khoảng từ 40% tới 60%.
3. Tấm thép cán nóng và ủ theo điểm 1, trong đó tỷ lệ ferit kết tinh lại nằm trong khoảng từ 80% tới 100%.
4. Tấm thép cán nóng và ủ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó hàm lượng mangan nằm trong khoảng từ 3,50% tới 4,50%.
5. Tấm thép cán nóng và ủ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó hàm lượng silic nằm trong khoảng từ 1,00% tới 1,60%.
6. Tấm thép cán nóng và ủ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó tấm thép cán nóng và ủ này có năng lượng va đập Charpy ở 20°C cao hơn 0,40J/mm², khi đo theo tiêu chuẩn ISO 148-1:2006 (F) và ISO 148-1:2017 (F).
7. Tấm thép cán nóng và ủ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó tấm thép cán nóng và ủ này có độ cứng ở mức thấp hơn 300HV.
8. Tấm thép cán nguội thu được bằng cách cán nguội tấm thép cán nóng và ủ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7.