



(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)



1-0023378

(51)⁷ C22C 38/00; C21D 9/46; C22C 18/04; (13) B
C23C 2/28; C22C 38/58; C23C 2/06;
C23C 2/12; B21B 3/00; C22C 38/06

(21) 1-2014-01291

(22) 28/09/2012

(86) PCT/JP2012/075214 28/09/2012

(87) WO2013/047819A1 04/04/2013

(30) 2011-218040 30/09/2011 JP

(45) 27/04/2020 385

(43) 25/07/2014 316A

(73) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)

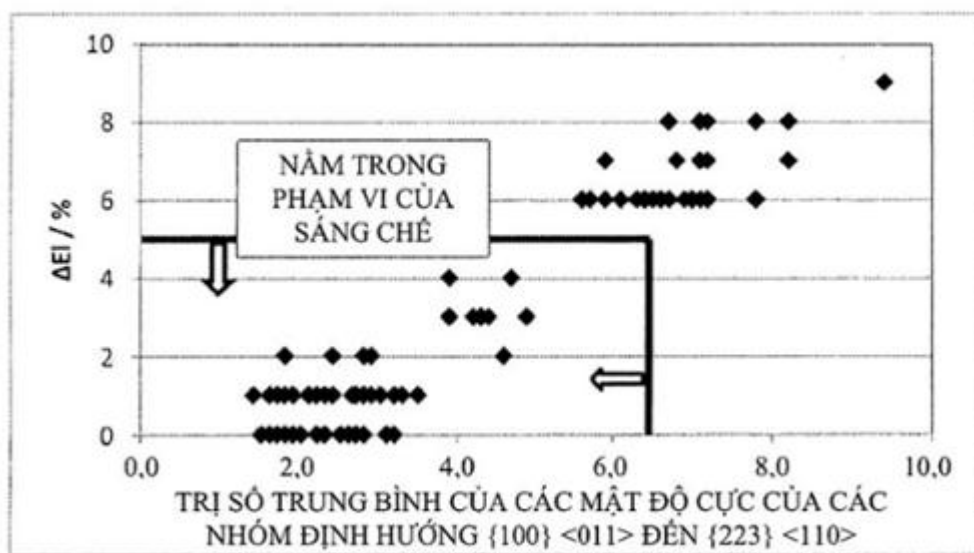
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071, Japan

(72) AZUMA, Masafumi (JP); WAKABAYASHI, Chisato (JP); NOZAKI, Takayuki (JP);
FUJITA, Nobuhiro (JP); TAKAHASHI, Manabu (JP)

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) TẤM THÉP MẠ KẼM NHÚNG NÓNG, TẤM THÉP MẠ KẼM NHÚNG NÓNG
ĐƯỢC HỢP KIM HÓA VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT CÁC TẤM THÉP NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp, khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn là 980MPa hoặc cao hơn. Tấm thép này bao gồm lớp mạ kẽm nhúng nóng được tạo ra trên bề mặt của tấm thép nền. Tấm thép nền chứa, tính theo % khối lượng, C: 0,1 đến 0,40, Si: 0,5 đến 3,0, Mn: 1,5 đến 3,0, O: giới hạn đến 0,006 hoặc nhỏ hơn, P: giới hạn đến 0,04 hoặc nhỏ hơn, S: giới hạn đến 0,01 hoặc nhỏ hơn, Al: giới hạn đến 2,0 hoặc nhỏ hơn, N: giới hạn đến 0,01 hoặc nhỏ hơn, và phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi. Sáng chế cũng đề cập đến tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao và phương pháp sản xuất chúng.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép mạ có độ bền cao và tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao, độ bám dính mạ và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn (TS) bằng 980MPa hoặc cao hơn, tấm thép này đặc biệt thích hợp cho bộ phận cấu trúc, bộ phận tăng bền và bộ phận treo của ô tô.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Việc làm giảm trọng lượng của các bộ phận như bộ phận thanh ngang và bộ phận thanh dọc sườn ô tô được coi là hỗ trợ cho xu hướng làm giảm tiêu thụ nhiên liệu trong những năm gần đây. Về mặt vật liệu, theo quan điểm về đảm bảo độ bền và an toàn khi va đập ngay cả khi được làm mỏng, tấm thép được tạo ra có độ bền cao hơn. Tuy nhiên, khả năng tạo hình của vật liệu giảm xuống khi làm tăng độ bền của nó. Để tạo ra trọng lượng nhẹ hơn cho các bộ phận, cần phải sản xuất ra tấm thép thỏa mãn cả khả năng tạo hình ép lẫn độ bền cao. Cụ thể là, độ dễ uốn thích hợp là yêu cầu cần thiết trong trường hợp tạo ra bộ phận cấu trúc hoặc bộ phận tăng bền của ô tô có hình dạng phức tạp.

Gần đây, để làm thanh nối khung xe ô tô, đã sử dụng chủ yếu tấm thép có độ bền kéo tới hạn bằng 440MPa hoặc 590MPa. Để làm giảm trọng lượng thêm nữa, tốt hơn là cần phải phát triển tấm thép có độ bền cao bằng 980MPa hoặc cao hơn. Cụ thể là, khi tấm thép loại 590MPa được thay thế bằng tấm thép loại 980MPa, cần phải có độ kéo giãn tương đương với loại 590MPa. Do đó, mong muốn phát triển tấm thép loại 980MPa hoặc cao hơn có độ kéo giãn thích hợp.

Đối với tấm thép có độ kéo giãn toàn phần (El) thích hợp trong thử nghiệm độ bền kéo, các tấm thép cấu trúc phức, trong đó ferit mềm dùng ở pha sơ cấp được sử dụng trong cấu trúc tấm thép để đảm bảo độ dễ uốn và austenit dư được phân tán ở pha thứ cấp để đảm bảo độ bền.

Đối với thép thu được bằng cách phân tán austenit dư, thép TRIP (Transformation Induced Plasticity – độ dẻo được tạo ra bởi sự chuyển pha) có sử dụng biến dạng mactensit của austenit dư tại thời điểm gia công dẻo và các ứng dụng của nó đã được mở rộng gần đây.

Cụ thể, thép TRIP có độ kéo giãn tốt hơn so với thép được tăng bền bằng ngưng tụ và thép DP (thép chứa ferit và mactensit) và do đó có thể hy vọng được ứng dụng rộng rãi hơn. Tuy nhiên, vì thép này phải đảm bảo khả năng tạo hình tốt bằng cách sử dụng sự chuyển pha mactensit tại thời điểm tạo hình, nên yêu cầu cần phải sử dụng lượng austenit dư lớn để đảm bảo khả năng tạo hình. Để đảm bảo austenit dư, cần phải bổ sung lượng Si lớn. Ngoài ra, để đảm bảo độ bền bằng 980MPa hoặc cao hơn, xu hướng bổ sung các yếu tố hợp kim với lượng lớn và vân bề mặt phát triển một cách dễ dàng. Cụ thể là, việc phát triển vân bề mặt của các nhóm định hướng $\{100\} \langle 011 \rangle$ đến $\{223\} \langle 110 \rangle$ hoặc vân bề mặt của nhóm định hướng $\{332\} \langle 113 \rangle$ làm tăng cường độ dị hướng vật liệu. Ví dụ, khi so sánh với độ kéo giãn toàn phần trong trường hợp thực hiện thử nghiệm độ bền kéo trên dải thép theo chiều song song với chiều cán, độ kéo giãn toàn phần trong trường hợp thực hiện thử nghiệm độ bền kéo theo chiều thẳng đứng nhỏ hơn nhiều. Do đó, cho dù tấm thép có đặc tính độ kéo giãn tốt theo một chiều và có khả năng tạo hình tốt, vẫn khó có thể áp dụng cho bộ phận có hình dạng phức tạp.

Mặt khác, tấm thép mạ kẽm nhúng nóng và tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có khả năng chống ăn mòn cao đã được biết là tấm thép dùng cho ô tô. Tấm thép được tạo ra có lớp mạ được làm từ kẽm chứa Fe với lượng 15% hoặc nhỏ hơn trên bề mặt của tấm thép để có khả năng chống ăn mòn cao. Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng và tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa được sản xuất trong dây chuyền mạ kẽm nhúng nóng kiểu liên tục (sau đây, còn được gọi là CGL) trong nhiều trường hợp. Trong CGL, tấm thép được khử nhon, sau đó được ủ bằng cách gia nhiệt gián tiếp bằng các ống bức xạ trong điều kiện áp suất giảm có chứa H_2 và N_2 , sau đó được làm nguội xuống tới gần nhiệt độ của bể mạ kẽm và sau đó được nhúng vào trong bể mạ kẽm nhúng nóng. Sau đó, tấm thép được thực hiện xử lý mạ.

Trong trường hợp sản xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa, tấm thép được nhúng vào trong bể mạ kẽm và sau đó lại được gia nhiệt, do đó lớp mạ kẽm được cho thực hiện xử lý hợp kim hóa. Tại thời điểm này, áp suất bên trong buồng đốt là áp suất mà tại đó Fe được khử và tấm thép có thể được sản xuất không cần oxy hóa Fe, do đó nó được sử dụng rộng rãi ở cơ sở sản xuất tấm thép mạ kẽm.

Tuy nhiên, Si được oxy hóa dễ dàng hơn so với Fe và Si oxit được tạo ra trên bề mặt của tấm thép trong khi chuyển sang CGL. Si oxit là nguyên nhân gây ra các khuyết tật khi mạ do khả năng thấm ướt kém với mạ kẽm nhúng nóng. Ngoài ra, vì oxit ức chế phản ứng hợp kim hóa của Fe và kẽm, nên còn tồn tại vấn đề ở chỗ tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa không thể sản xuất được.

Về vấn đề này, phương pháp đạt được cả khả năng tạo hình tốt và đặc tính mạ, cụ thể phương tiện làm cải thiện đặc tính mạ của thép chứa Si với lượng lớn được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 1, trong đó bước ủ được thực hiện một lần, sau đó bước tẩy rửa được thực hiện để loại bỏ oxit trên bề mặt của tấm thép và sau đó bước mạ kẽm nhúng nóng được thực hiện một lần nữa. Tuy nhiên, phương pháp này không thích hợp ở chỗ, phải thực hiện quá trình ủ hai lần và do đó bước tẩy rửa sau khi xử lý nhiệt và bước chuyển sang dây chuyền mạ kẽm sẽ dẫn đến làm tăng đáng kể các quy trình và làm tăng chi phí.

Đối với phương tiện làm cải thiện đặc tính mạ của thép chứa Si, phương pháp khử các oxit Si hoặc Mn bằng cách đưa áp suất bên trong buồng đốt tới áp suất khử đối với các nguyên tố có thể oxy hóa được một cách dễ dàng như Si và Mn hoặc phương pháp khử các oxit tạo ra được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 2. Trong phương pháp này, bước mạ sơ bộ hoặc mài bề mặt được thực hiện đối với vật liệu có đặc tính mạ kém trước khi đưa vào nhúng mạ. Tuy nhiên, khi quy trình mạ sơ bộ hoặc mài bề mặt tăng lên, thì chi phí cũng tăng lên. Ngoài ra, vì tấm thép có độ bền cao thông thường chứa Si và Mn với lượng lớn, thì khó có thể đạt được áp suất có khả năng khử Si trong tấm thép chứa Si với lượng 0,5% trọng lượng hoặc cao hơn, mà là mục đích của sáng chế, và do đó cần phải đầu tư thiết bị lớn, dẫn đến làm tăng chi phí. Ngoài ra, vì oxy được giải phóng ra từ các oxit khử của

Si và Mn làm cho áp suất bên trong buồng đốt chuyển đổi thành áp suất oxy hóa của Si, nên khó có thể làm ổn định được áp suất trong trường hợp thực hiện sản xuất hàng loạt. Kết quả là, cần phải quan tâm vấn đề là, các nhược điểm như khả năng thấm ướt khi mạ không đều hoặc tính không đều khi hợp kim hóa xuất hiện theo chiều dọc hoặc theo chiều rộng của tấm thép.

Đối với phương tiện để đạt được cả độ dễ uốn và đặc tính mạ thích hợp, tài liệu sáng chế 3 bộc lộ phương pháp trong đó bước cán nguội được thực hiện, sau đó bề mặt của tấm thép được thực hiện xử lý mạ sơ bộ bằng các kim loại như Ni, Fe, hoặc Co và được thực hiện xử lý mạ trong khi chuyển sang dây chuyền xử lý nhiệt. Tài liệu này đề cập đến phương pháp mạ sơ bộ các kim loại khó oxy hóa so với Si và Mn, trên lớp bề mặt của tấm thép và phương pháp sản xuất tấm thép không chứa Si và Mn ở lớp bề mặt của tấm thép. Tuy nhiên, ngay cả khi bề mặt của tấm thép được thực hiện xử lý mạ sơ bộ, thì các yếu tố này khuếch tán vào bên trong tấm thép trong quá trình xử lý nhiệt và do đó một lượng lớn mạ sơ bộ cần được thực hiện. Do đó, nảy sinh vấn đề ở chỗ, chi phí tăng lên một cách đáng kể.

Đối với phương tiện giải quyết các vấn đề này, các tài liệu sáng chế từ 4 đến 6 bộc lộ phương pháp trong đó Si oxit không được tạo ra trên bề mặt của tấm thép, nhưng lại được tạo ra ở bên trong tấm thép. Điều này có thể làm tăng lượng oxy tiềm ẩn trong lò và có thể oxy hóa Si bên trong tấm thép để ngăn chặn sự khuếch tán Si ở bề mặt của tấm thép và sự hình thành Si oxit trên bề mặt.

Ngoài ra, các tài liệu sáng chế 7 và 8 không đề cập đến thép TRIP, mà đề cập đến tấm thép mạ kẽm và bộc lộ phương pháp hiệu chỉnh bên trong lò nung tới áp suất áp suất khử tại thời điểm xử lý ủ CGL. Ngoài ra, tài liệu sáng chế 9 bộc lộ phương pháp tạo dòng phun ở tốc độ dòng xác định trước trong bể mạ kẽm để tránh các khuyết tật khi mạ do xỉ bọt.

Tuy nhiên, các kỹ thuật thông thường rất khó có thể tạo ra được đồng thời khả năng chống ăn mòn, độ bền cao và độ dễ uốn.

Các tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: JP 3521851B

Tài liệu sáng chế 2: JP 4-26720A

Tài liệu sáng chế 3: JP 3598087B

Tài liệu sáng chế 4: JP 2004-323970A

Tài liệu sáng chế 5: JP 2004-315960A

Tài liệu sáng chế 6: JP 2008-214752A

Tài liệu sáng chế 7: JP 2011-111674A

Tài liệu sáng chế 8: JP 2009-030159A

Tài liệu sáng chế 9: JP 2008-163388A

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các vấn đề được giải quyết bởi sáng chế

Sáng chế đề xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao và tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao, độ bám dính mạ và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn (TS) bằng 980MPa hoặc cao hơn.

Phương tiện để giải quyết vấn đề

Từ kết quả thu được thông qua nghiên cứu chuyên sâu, để đạt được cả độ bền kéo tới hạn (TS) bằng 980MPa hoặc cao hơn và khả năng tạo hình tốt, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng, điều quan trọng là phải sử dụng một cách đầy đủ Si làm nguyên tố tăng bền và chứa ferit với tỷ lệ 40% hoặc cao hơn, tính theo phần thể tích và austenit dư bằng 8% hoặc cao hơn, tính theo phần thể tích. Ngoài ra, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng, ngay cả trong tấm thép cán nguội chứa một lượng lớn các nguyên tố bổ sung, vẫn có thể sản xuất tấm thép, trong đó độ dị hướng của vật liệu được giảm thiểu và khả năng tạo hình tốt, bằng cách điều chỉnh bước cán thô và cán tinh trong một khoảng hữu hiệu.

Mặt khác, đặc tính mạ và hợp kim hóa thép chứa một lượng lớn Si được bảo đảm bằng cách cho phép kẽm nóng chảy chảy vào bề mạ kẽm với tốc độ từ 10 đến 50m/phút và loại bỏ phản ứng giữa kẽm oxit (xỉ bột) và tấm thép là nguyên nhân gây ra các khuyết tật khi mạ. Trong trường hợp dòng không xuất hiện trong

bề, thì kẽm oxit tinh được kết hợp vào lớp mạ và phản ứng hợp kim hóa được ngăn chặn.

Ngoài ra, cơ chế chi tiết chưa rõ ràng, nhưng khi các oxit Si và Mn cùng tồn tại ở bề mặt của tấm thép, các khuyết tật khi mạ do kẽm oxit và sự trề hợp kim hóa trở nên đáng chú ý hơn vì có ảnh hưởng bất lợi đáng kể lên đặc tính mạ. Việc loại bỏ phản ứng giữa xỉ bột và tấm thép, mà phản ứng này là nguyên nhân gây ra các khuyết tật khi mạ và sự trề hợp kim hóa cũng có tác động quan trọng trong việc tạo thuận lợi cho quá trình hợp kim hóa.

Bằng việc làm cải thiện đặc tính mạ, có thể bổ sung một lượng lớn Si vào tấm thép mạ kẽm nhúng nóng và tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa.

Sáng chế đề xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao và tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn (TS) bằng 980MPa hoặc cao hơn và bản chất sáng chế là như sau.

1. Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn là 980MPa hoặc cao hơn, tấm thép mạ kẽm nhúng nóng bao gồm lớp mạ kẽm nhúng nóng được tạo ra trên bề mặt của tấm thép nền,

trong đó tấm thép nền chứa các nguyên tố sau (tính theo % khối lượng):

C: từ 0,1 đến nhỏ hơn 0,40%;

Si: từ 0,5 đến 3,0%;

Mn: từ 1,5 đến 3,0%;

O: giới hạn đến 0,006% hoặc nhỏ hơn;

P: giới hạn đến 0,04% hoặc nhỏ hơn;

S: giới hạn đến 0,01% hoặc nhỏ hơn;

Al: giới hạn đến 2,0% hoặc nhỏ hơn;

N: giới hạn đến 0,01% hoặc nhỏ hơn; và

phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi,

vi cấu trúc của tấm thép nền chứa ferit với tỷ lệ là 40% hoặc cao hơn, austenit dư với tỷ lệ là 8 đến nhỏ hơn 60%, tính theo phần thể tích, và phần còn lại là bainit hoặc mactensit,

trị số trung bình của mật độ cực của các nhóm định hướng từ $\{100\} \langle 011 \rangle$ đến $\{223\} \langle 110 \rangle$ được thể hiện bởi mỗi định hướng tinh thể $\{100\} \langle 011 \rangle$, $\{116\} \langle 110 \rangle$, $\{114\} \langle 110 \rangle$, $\{113\} \langle 110 \rangle$, $\{112\} \langle 110 \rangle$, $\{335\} \langle 110 \rangle$, và $\{223\} \langle 110 \rangle$ trong khoảng chiều dày tấm từ 5/8 đến 3/8 tính từ bề mặt của tấm thép nền là 6,5 hoặc nhỏ hơn và mật độ cực của định hướng tinh thể $\{332\} \langle 113 \rangle$ là 5,0 hoặc nhỏ hơn, và

lớp mạ kẽm nhúng nóng chứa Fe: với lượng nhỏ hơn 7% khối lượng và phần còn lại bao gồm Zn, Al, và các tạp chất không thể tránh khỏi.

2. Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn là 980MPa hoặc cao hơn theo mục (1), trong đó tấm thép nền còn chứa một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố sau (tính theo % khối lượng):

Cr: từ 0,05 đến 1,0%;

Mo: từ 0,01 đến 1,0%;

Ni: từ 0,05 đến 1,0%;

Cu: từ 0,05 đến 1,0%;

Nb: từ 0,005 đến 0,3%;

Ti: từ 0,005 đến 0,3%;

V: từ 0,005 đến 0,5%; và

B: từ 0,0001 đến 0,01%.

3. Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn là 980MPa hoặc cao hơn theo mục (1), trong đó tấm thép nền còn chứa một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố được lựa chọn từ Ca, Mg, và REM với tổng lượng nằm trong khoảng từ 0,0005 đến 0,04%, tính theo % khối lượng.

4. Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn là 980MPa hoặc cao hơn, tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa bao gồm lớp mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa được tạo ra trên bề mặt của tấm thép nền,

trong đó tấm thép nền chứa các nguyên tố sau (tính theo % khối lượng):

C: từ 0,10 đến nhỏ hơn 0,4%;

Si: từ 0,5 đến 3,0%;

Mn: từ 1,5 đến 3,0%;

O: giới hạn đến 0,006% hoặc nhỏ hơn;

P: giới hạn đến 0,04% hoặc nhỏ hơn;

S: giới hạn đến 0,01% hoặc nhỏ hơn;

Al: giới hạn đến 2,0% hoặc nhỏ hơn;

N: giới hạn đến 0,01% hoặc nhỏ hơn; và

phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi,

vi cấu trúc của tấm thép nền chứa ferit với tỷ lệ là 40% hoặc cao hơn, austenit dư với tỷ lệ là 8 đến nhỏ hơn 60%, tính theo phân thể tích, và phần còn lại là bainit hoặc mactensit,

trị số trung bình của mật độ cực của các nhóm định hướng từ $\{100\} \langle 011 \rangle$ đến $\{223\} \langle 110 \rangle$ được thể hiện bởi mỗi định hướng tinh thể $\{100\} \langle 011 \rangle$, $\{116\} \langle 110 \rangle$, $\{114\} \langle 110 \rangle$, $\{113\} \langle 110 \rangle$, $\{112\} \langle 110 \rangle$, $\{335\} \langle 110 \rangle$, và $\{223\} \langle 110 \rangle$ trong khoảng chiều dày tấm từ 5/8 đến 3/8 tính từ bề mặt của tấm thép nền là 6,5 hoặc nhỏ hơn và mật độ cực của định hướng tinh thể $\{332\} \langle 113 \rangle$ là 5,0 hoặc nhỏ hơn, và

lớp mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa chứa Fe: với lượng nằm trong khoảng từ 7 đến 15% khối lượng và phần còn lại bao gồm Zn, Al, và các tạp chất không thể tránh khỏi.

5. Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn là 980MPa hoặc cao hơn theo mục 4, trong đó tấm thép nền còn chứa một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố sau (tính theo % khối lượng):

Cr: từ 0,05 đến 1,0%;

Mo: từ 0,01 đến 1,0%;

Ni: từ 0,05 đến 1,0%;

Cu: từ 0,05 đến 1,0%;

Nb: từ 0,005 đến 0,3%;

Ti: từ 0,005 đến 0,3%;

V: từ 0,005 đến 0,5%; và

B: từ 0,0001 đến 0,01%.

6. Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn là 980MPa hoặc cao hơn theo mục 4, trong đó tấm thép nền còn chứa một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố được lựa chọn từ Ca, Mg, và REM với tổng lượng nằm trong khoảng từ 0,0005 đến 0,04%, tính theo % khối lượng.

7. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn là 980MPa hoặc cao hơn, phương pháp này bao gồm các bước:

đối với phôi thép là tấm thép nền chứa các nguyên tố sau (tính theo % khối lượng):

C: từ 0,10 đến nhỏ hơn 0,4%;

Si: từ 0,5 đến 3,0%;

Mn: từ 1,5 đến 3,0%;

O: giới hạn đến 0,006% hoặc nhỏ hơn;

P: giới hạn đến 0,04% hoặc nhỏ hơn;

S: giới hạn đến 0,01% hoặc nhỏ hơn;

Al: giới hạn đến 2,0% hoặc nhỏ hơn;

N: giới hạn đến 0,01% hoặc nhỏ hơn; và

phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi,

thực hiện bước cán nóng thứ nhất, trong đó bước cán này làm giảm tiết diện với tỷ lệ là 40% hoặc cao hơn được thực hiện một hoặc nhiều lần ở nhiệt độ khoảng 1000°C hoặc cao hơn và nhiệt độ khoảng 1200°C hoặc thấp hơn;

thiết lập đường kính hạt austenit bằng 200 μ m hoặc nhỏ hơn nhờ bước cán nóng thứ nhất;

thực hiện bước cán nóng thứ hai, trong đó bước cán này làm giảm tiết diện với tỷ lệ là 30% hoặc cao hơn được thực hiện trong một rãnh cán ít nhất một lần ở nhiệt độ nằm trong khoảng $T_1 + 30^\circ\text{C}$ hoặc cao hơn và nằm trong khoảng $T_1 + 200^\circ\text{C}$ hoặc thấp hơn được xác định bằng biểu thức (1) dưới đây;

thiết lập tổng tỷ lệ giảm tiết diện trong bước cán nóng thứ hai là 50% hoặc cao hơn;

thực hiện bước làm giảm tiết diện cuối cùng với tỷ lệ giảm tiết diện là 30% hoặc cao hơn trong bước cán nóng thứ hai và sau đó bắt đầu làm nguội trước khi cán nguội theo cách sao cho thời gian giữ t (giây) thỏa mãn biểu thức (2) dưới đây;

thiết lập tốc độ làm nguội trung bình là $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc cao hơn và mức thay đổi nhiệt độ là khoảng 40°C hoặc cao hơn và 140°C hoặc thấp hơn trong bước làm nguội trước khi cán nguội;

làm nguội ở nhiệt độ bằng 700°C hoặc thấp hơn;

thực hiện bước cán nguội với tỷ lệ giảm tiết diện là 40% hoặc cao hơn và 80% hoặc nhỏ hơn;

gia nhiệt tới nhiệt độ ủ bằng 750°C hoặc cao hơn và 900°C hoặc thấp hơn và sau đó ủ trong dây chuyền mạ kẽm nhúng nóng liên tục;

làm nguội xuống 500°C từ nhiệt độ ủ với tốc độ nằm trong khoảng từ 0,1 đến $200^{\circ}\text{C}/\text{giây}$; và

thực hiện bước mạ kẽm nhúng nóng sau khi giữ trong thời gian từ 10 đến 1000 giây ở nhiệt độ nằm trong khoảng giữa 500 và 350°C ,

$T1 (^{\circ}\text{C}) = 850 + 10 \times (C + N) \times Mn + 350 \times Nb + 250 \times Ti + 40 \times B + 10 \times Cr + 100 \times Mo + 100 \times V$ (biểu thức (1))

trong đó mỗi nguyên tố trong số C, N, Mn, Nb, Ti, B, Cr, Mo, và V biểu thị hàm lượng của mỗi nguyên tố (% khối lượng, Ti, B, Cr, Mo, và V được tính là bằng 0 khi không được chứa)

$t \leq 2,5 \times t1$ (biểu thức (2))

trong đó $t1$ thu được bởi biểu thức (3) dưới đây

$t1 = 0,001 \times ((Tf - T1) \times P1/100)^2 - 0,109 \times ((Tf - T1) \times P1/100) + 3,1$ (biểu thức (3))

trong đó ở biểu thức (3) nêu trên, Tf biểu thị nhiệt độ của phôi thép thu được sau bước làm giảm tiết diện cuối cùng với tỷ lệ giảm tiết diện là 30% hoặc cao hơn, và $P1$ biểu thị tỷ lệ giảm tiết diện của bước làm giảm tiết diện cuối cùng bằng 30% hoặc cao hơn.

8. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn là 980MPa

hoặc cao hơn theo theo mục 7, trong đó tổng tỷ lệ giảm tiết diện ở nhiệt độ nhỏ hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ là 30% hoặc nhỏ hơn.

9. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn là 980MPa hoặc cao hơn theo theo mục 7, trong đó trong trường hợp gia nhiệt đến nhiệt độ ủ trong dây chuyền mạ kẽm nhúng nóng liên tục, thì tốc độ gia nhiệt trung bình ở nhiệt độ trong phòng hoặc cao hơn và ở nhiệt độ 650°C hoặc thấp hơn được thiết lập tới HR1 ($^{\circ}\text{C}/\text{giây}$) được thể hiện bằng biểu thức (4) dưới đây, và tốc độ gia nhiệt trung bình từ nhiệt độ hơn 650°C đến nhiệt độ ủ được thiết lập tới HR2 ($^{\circ}\text{C}/\text{giây}$) được thể hiện bằng biểu thức (5) dưới đây

$$\text{HR1} \geq 0,3 \text{ (biểu thức (4))}$$

$$\text{HR2} \leq 0,5 \times \text{HR1} \text{ (biểu thức (5))}.$$

10. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn là 980MPa hoặc cao hơn theo theo mục 7, trong đó khi bước mạ kẽm nhúng nóng được thực hiện, thì nhiệt độ của tấm thép nền nằm trong khoảng (nhiệt độ của bể mạ kẽm nhúng nóng - 40°C hoặc cao hơn và (nhiệt độ của bể mạ kẽm nhúng nóng + 50°C hoặc thấp hơn.

11. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn là 980MPa hoặc cao hơn theo theo mục 7, trong đó tốc độ dòng bằng 10m/phút hoặc nhanh hơn và bằng 50m/phút hoặc chậm hơn được tạo ra trong bể mạ kẽm khi bước mạ kẽm nhúng nóng được thực hiện.

12. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn là 980MPa hoặc cao hơn, phương pháp này bao gồm các bước:

đối với phôi thép là tấm thép nền chứa các nguyên tố sau (tính theo % khối lượng):

C: từ 0,10 đến nhỏ hơn 0,4%;

Si: từ 0,5 đến 3,0%;

Mn: từ 1,5 đến 3,0%;

O: giới hạn đến 0,006% hoặc nhỏ hơn;

P: giới hạn đến 0,04% hoặc nhỏ hơn;

S: giới hạn đến 0,01% hoặc nhỏ hơn;

Al: giới hạn đến 2,0% hoặc nhỏ hơn;

N: giới hạn đến 0,01% hoặc nhỏ hơn; và

phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi,

thực hiện bước cán nóng thứ nhất, trong đó bước cán này làm giảm tiết diện với tỷ lệ là 40% hoặc cao hơn được thực hiện một hoặc nhiều lần ở nhiệt độ khoảng 1000°C hoặc cao hơn và nhiệt độ khoảng 1200°C hoặc thấp hơn;

thiết lập đường kính hạt austenit bằng 200μm hoặc nhỏ hơn nhờ bước cán nóng thứ nhất;

thực hiện bước cán nóng thứ hai, trong đó bước cán này làm giảm tiết diện với tỷ lệ là 30% hoặc cao hơn được thực hiện trong một rãnh cán ít nhất một lần ở nhiệt độ nằm trong khoảng $T_1 + 30^\circ\text{C}$ hoặc cao hơn và nằm trong khoảng $T_1 + 200^\circ\text{C}$ hoặc thấp hơn được xác định bằng biểu thức (1) dưới đây;

thiết lập tổng tỷ lệ giảm tiết diện trong bước cán nóng thứ hai là 50% hoặc cao hơn;

thực hiện bước làm giảm tiết diện cuối cùng với tỷ lệ giảm tiết diện là 30% hoặc cao hơn trong bước cán nóng thứ hai và sau đó bắt đầu làm nguội trước khi cán nguội theo cách sao cho thời gian giữ t (giây) thỏa mãn biểu thức (2) dưới đây;

thiết lập tốc độ làm nguội trung bình là 50°C/giây hoặc cao hơn và mức thay đổi nhiệt độ là khoảng 40°C hoặc cao hơn và 140°C hoặc thấp hơn trong bước làm nguội trước khi cán nguội;

làm nguội ở nhiệt độ bằng 700°C hoặc thấp hơn;

thực hiện bước cán nguội với tỷ lệ giảm tiết diện là 40% hoặc cao hơn và 80% hoặc nhỏ hơn;

gia nhiệt tới nhiệt độ ủ bằng 750°C hoặc cao hơn và 900°C hoặc thấp hơn và sau đó ủ trong dây chuyền mạ kẽm nhúng nóng liên tục;

làm nguội xuống 500°C từ nhiệt độ ủ với tốc độ nằm trong khoảng từ 0,1 đến 200°C/giây;

thực hiện bước mạ kẽm nhúng nóng sau khi giữ trong thời gian từ 10 đến 1000 giây ở nhiệt độ nằm trong khoảng giữa 500 và 350°C; và

thực hiện xử lý hợp kim hóa ở nhiệt độ 460°C hoặc cao hơn,

$$T1 (^{\circ}\text{C}) = 850 + 10 \times (C + N) \times Mn + 350 \times Nb + 250 \times Ti + 40 \times B + 10 \times Cr + 100 \times Mo + 100 \times V \text{ (biểu thức (1))}$$

trong đó mỗi nguyên tố trong số C, N, Mn, Nb, Ti, B, Cr, Mo, và V biểu thị hàm lượng của mỗi nguyên tố (% khối lượng, Ti, B, Cr, Mo, và V được tính là bằng 0 khi không được chứa)

$$t \leq 2,5 \times t1 \text{ (biểu thức (2))}$$

trong đó t1 thu được bởi biểu thức (3) dưới đây

$$t1 = 0,001 \times ((Tf - T1) \times P1/100)^2 - 0,109 \times ((Tf - T1) \times P1/100) + 3,1 \text{ (biểu thức (3))}$$

trong đó ở biểu thức (3) nêu trên, Tf biểu thị nhiệt độ của phôi thép thu được sau bước làm giảm tiết diện cuối cùng với tỷ lệ giảm tiết diện là 30% hoặc cao hơn, và P1 biểu thị tỷ lệ giảm tiết diện của bước làm giảm tiết diện cuối cùng bằng 30% hoặc cao hơn.

13. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn là 980MPa hoặc cao hơn theo mục 12, trong đó tổng tỷ lệ giảm tiết diện ở nhiệt độ nhỏ hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ là 30% hoặc nhỏ hơn.

14. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn là 980MPa hoặc cao hơn theo mục 12, trong đó trong trường hợp gia nhiệt đến nhiệt độ ủ trong dây chuyền mạ kẽm nhúng nóng liên tục, thì tốc độ gia nhiệt trung bình ở nhiệt độ trong phòng hoặc cao hơn và ở nhiệt độ 650°C hoặc thấp hơn được thiết lập tới HR1 ($^{\circ}\text{C}/\text{giây}$) được thể hiện bằng biểu thức (4) dưới đây, và tốc độ gia nhiệt trung bình từ nhiệt độ hơn 650°C đến nhiệt độ ủ được thiết lập tới HR2 ($^{\circ}\text{C}/\text{giây}$) được thể hiện bằng biểu thức (5) dưới đây

$$HR1 \geq 0,3 \text{ (biểu thức (4))}$$

$$HR2 \leq 0,5 \times HR1 \text{ (biểu thức (5)).}$$

15. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn là 980MPa hoặc cao hơn theo mục 12, trong đó khi bước mạ kẽm nhúng nóng được thực hiện, thì nhiệt độ của tấm thép nền nằm trong khoảng (nhiệt độ của bể mạ kẽm nhúng nóng - 40)°C hoặc cao hơn và (nhiệt độ của bể mạ kẽm nhúng nóng + 50)°C hoặc thấp hơn.

16. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn là 980MPa hoặc cao hơn theo mục 12, trong đó tốc độ dòng chảy bằng 10m/phút hoặc nhanh hơn và bằng 50m/phút hoặc chậm hơn được tạo ra trong bể mạ kẽm khi bước mạ kẽm nhúng nóng được thực hiện.

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao và tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn (TS) bằng 980MPa hoặc cao hơn, thích hợp đối với bộ phận cấu trúc, bộ phận tăng bền và bộ phận treo của ô tô, được tạo ra với chi phí thấp.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là đồ thị minh họa mối tương quan giữa ΔE_I và trị số trung bình của mật độ cực của các nhóm định hướng từ $\{100\} \langle 011 \rangle$ đến $\{223\} \langle 110 \rangle$.

Fig.2 là đồ thị minh họa mối tương quan giữa ΔE_I và mật độ cực của nhóm định hướng $\{332\} \langle 113 \rangle$.

Fig.3 là hình vẽ dạng đồ thị giải thích của dây chuyền cán nóng liên tục.

Mô tả chi tiết sáng chế

Từ kết quả thu được thông qua nghiên cứu tích cực về tấm thép mạ kẽm nhúng nóng và tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa để giải quyết các vấn đề nêu trên, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng, thép có độ bền kéo tới hạn là 980MPa hoặc cao hơn và khả năng tạo hình tốt khi pha sơ cấp của vi cấu trúc của tấm thép nền là ferit và austenit dư được chứa trong đó. Ngoài ra, các tác

giả sáng chế đã phát hiện ra rằng, ngay cả trong tấm thép chứa một lượng lớn Si và Mn, có thể sản xuất tấm thép cán nguội có độ dị hướng vật liệu thấp bằng cách thiết lập các điều kiện cán nóng trong một khoảng hữu hiệu. Ngoài ra, ngay cả trong tấm thép chứa một lượng lớn Si, khả năng thấm ướt khi mạ và hợp kim hóa được đảm bảo bằng cách cho phép kẽm nóng chảy chảy vào bề mặt mạ kẽm.

Sau đây, sáng chế sẽ được mô tả chi tiết.

Định hướng tinh thể của tấm thép nền

Trị số trung bình của mật độ cực của các nhóm định hướng từ $\{100\} \langle 011 \rangle$ đến $\{223\} \langle 110 \rangle$ và mật độ cực của định hướng tinh thể $\{332\} \langle 113 \rangle$, trong khoảng chiều dày tấm từ 5/8 đến 3/8 từ bề mặt của tấm thép nền là các trị số đặc trưng rất quan trọng theo sáng chế. Như được minh họa trên Fig.1, trong trường hợp tính toán mật độ cực của mỗi định hướng bằng cách thực hiện nhiễu xạ tia X trong khoảng chiều dày tấm từ 5/8 đến 3/8 tính từ bề mặt của tấm thép nền, khi trị số trung bình của mật độ cực của các nhóm định hướng từ $\{100\} \langle 011 \rangle$ đến $\{223\} \langle 110 \rangle$ bằng 6,5 hoặc nhỏ hơn, tấm thép có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt thu được. Trị số trung bình của các nhóm định hướng từ $\{100\} \langle 011 \rangle$ đến $\{223\} \langle 110 \rangle$ tốt hơn là bằng 4,0 hoặc nhỏ hơn.

Các định hướng bao gồm trong các nhóm định hướng từ $\{100\} \langle 011 \rangle$ đến $\{223\} \langle 110 \rangle$ là $\{100\} \langle 011 \rangle$, $\{116\} \langle 110 \rangle$, $\{114\} \langle 110 \rangle$, $\{113\} \langle 110 \rangle$, $\{112\} \langle 110 \rangle$, $\{335\} \langle 110 \rangle$, và $\{223\} \langle 110 \rangle$.

Tấm thép có độ dị hướng vật liệu cao có nghĩa là tấm thép trong đó $\Delta El [= (L-El) - (C-El)]$, được xác định bởi sự chênh lệch giữa độ kéo giãn toàn phần (L-El) trong trường hợp thực hiện thử nghiệm độ bền kéo theo chiều song song với chiều cán và độ kéo giãn toàn phần (C-El) trong trường hợp thực hiện thử nghiệm độ bền kéo theo chiều vuông góc với chiều cán, lớn hơn 5%. Tấm thép chứa một lượng lớn các nguyên tố hợp kim hóa có độ dị hướng cao do phát triển cấu trúc vân và đặc biệt là có C-El nhỏ. Do đó, cho dù L-El tuyệt vời, khó có thể ứng dụng tấm thép này cho các bộ phận được gia công trên máy móc theo các chiều khác nhau.

Theo sáng chế, ΔEl là nhỏ hơn 5%, tuy nhiên ngay cả sự chênh lệch về độ kéo giãn toàn phần là nhỏ hơn -5%, thì độ dị hướng vật liệu vẫn trở nên cao để

trệch khỏi phạm vi bảo hộ của sáng chế. Tuy nhiên, thông thường, phạm vi mô tả trên đây được cân nhắc từ thực tiễn là cấu trúc vân phát triển và C-El giảm xuống. Tốt hơn là ΔEl bằng 3% hoặc nhỏ hơn.

Mật độ cực đồng nghĩa với tỷ lệ mật độ ngẫu nhiên tia X. Mật độ cực (tỷ lệ mật độ ngẫu nhiên tia X) là trị số thu được bằng cách đo các mật độ tia X của mẫu tiêu chuẩn không có tích lũy về định hướng đặc trưng và mẫu thử nghiệm sử dụng phương pháp nhiễu xạ tia X hoặc phương pháp tương tự trong cùng điều kiện tương tự và bằng cách lấy mật độ tia X của mẫu tiêu chuẩn chia cho mật độ tia X của mẫu thử nghiệm. Mật độ cực được đo nhờ sử dụng phương pháp nhiễu xạ tia X, EBSD (Electron Back Scattering Diffraction-nhiễu xạ điện tử tán xạ ngược) hoặc phương pháp tương tự. Ngoài ra, mật độ cực có thể được đo bằng phương pháp EBSD (Electron Back Scattering Pattern-mẫu điện tử tán xạ ngược) hoặc phương pháp ECP (Electron Channeling Pattern-mẫu tạo kênh điện tử). Mật độ cực có thể thu được từ cấu trúc ba chiều được tính toán bằng phương pháp vector dựa vào đồ thị cực của $\{110\}$ hoặc có thể thu được từ cấu trúc ba chiều được tính toán bằng phương pháp khai triển hàng loạt nhờ sử dụng nhiễu (tốt hơn là ba hoặc nhiều hơn) đồ thị cực của $\{110\}$, $\{100\}$, $\{211\}$, và $\{310\}$.

Ví dụ, đối với mật độ cực của mỗi định hướng tinh thể, mỗi mật độ trong số (001) $[1-10]$, (116) $[1-10]$, (114) $[1-10]$, (113) $[1-10]$, (112) $[1-10]$, (335) $[1-10]$, và (223) $[1-10]$ tại mặt cắt ngang có $\phi 2 = 45^\circ$ trong cấu trúc ba chiều (ODF) có thể được sử dụng đúng như vậy.

Trị số trung bình của mật độ cực của các nhóm định hướng từ $\{100\} \langle 011 \rangle$ đến $\{223\} \langle 110 \rangle$ là trung bình cộng về mật độ cực của mỗi định hướng. Khi tất cả các mật độ của các định hướng này không thu được, trung bình cộng về mật độ cực của mỗi định hướng $\{100\} \langle 011 \rangle$, $\{116\} \langle 110 \rangle$, $\{114\} \langle 110 \rangle$, $\{112\} \langle 110 \rangle$, hoặc $\{223\} \langle 110 \rangle$ có thể được sử dụng làm trị số thay thế.

Tương tự, như được minh họa trên Fig.2, mật độ cực của định hướng tinh thể $\{332\} \langle 113 \rangle$ trong khoảng chiều dày tám từ 5/8 đến 3/8 tính từ bề mặt của tấm thép nền cần phải là 5,0 hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là mật độ cực có thể bằng 3,0 hoặc nhỏ hơn. Khi mật độ cực của định hướng tinh thể $\{332\} \langle 113 \rangle$ là 5,0 hoặc

nhỏ hơn, ΔE_l bằng 5% hoặc nhỏ hơn và tấm thép thỏa mãn hệ thức (độ bền kéo tới hạn $\times$ độ kéo giãn toàn phần $\geq 16000\text{MPa} \times \%$) được tạo ra.

Mẫu để cho thực hiện nhiều xạ tia X có thể được xác định trong khi hiệu chỉnh mẫu bằng phương pháp nêu trên theo cách sao cho tấm thép làm giảm về độ dày tình từ bề mặt tới độ dày tấm định trước bằng cách đánh bóng cơ học hoặc cách tương tự, sau đó độ biến dạng được loại bỏ bằng cách đánh bóng hóa học, đánh bóng điện phân hoặc tương tự, và mặt phẳng thích hợp trở thành mặt phẳng xác định trong khoảng chiều dày tấm nằm trong khoảng từ 3/8 đến 5/8.

Dĩ nhiên là, khi giới hạn liên quan đến mật độ tia X mô tả trên đây được thỏa mãn không những chỉ gần phần trung tâm của độ dày tấm, mà còn ở nhiều phần dày nhất có thể, thì độ dị hướng vật liệu trở nên nhỏ hơn nữa. Tuy nhiên, phạm vi từ 3/8 đến 5/8 tính từ bề mặt của tấm thép được đo khiến cho có thể thể hiện các đặc tính vật liệu của toàn bộ tấm thép nói chung. Do đó, phạm vi từ 5/8 đến 3/8 về độ dày tấm được xác định làm phạm vi đo.

Ngoài ra, định hướng tinh thể thể hiện bằng $\{hkl\} \langle uvw \rangle$ có nghĩa là chiều bình thường của mặt phẳng tấm thép là song song với $\langle hkl \rangle$ và chiều cán là song song với $\langle uvw \rangle$. Về định hướng tinh thể, bình thường, các định hướng vuông góc với mặt phẳng tấm được thể hiện bằng $[hkl]$ hoặc $\{hkl\}$ và các định hướng song song với chiều cán được thể hiện bằng (uvw) hoặc $\langle uvw \rangle$. $\{hkl\}$ và $\langle uvw \rangle$ là thuật ngữ chung cho các mặt phẳng tương đương, $[hkl]$ và (uvw) thể hiện các mặt phẳng tinh thể riêng biệt. Tức là, vì cấu trúc lập phương tâm khối được áp dụng cho sáng chế, ví dụ, các mặt phẳng (111), (-111), (1-11), (11-1), (-1-11), (-11-1), (1-1-1), và (-1-1-1) là tương đương và không thể phân biệt được lẫn nhau. Trong trường hợp như vậy, các định hướng này được gọi chung là $\{111\}$. Vì sự thể hiện ODF cũng được sử dụng để thể hiện các định hướng của các cấu trúc tinh thể đối xứng thấp khác, nên các định hướng riêng biệt được thể hiện chung bằng $[hkl]$ (uvw) , tuy nhiên theo sáng chế, $[hkl]$ (uvw) và $\{hkl\} \langle uvw \rangle$ là đồng nghĩa với nhau. Việc đo định hướng tinh thể bằng tia X được thực hiện theo phương pháp được bộc lộ, ví dụ trong tài liệu “Cullity, Theory of X diffraction” (phát hành năm 1986, được dịch bởi MATSUMURA, Gentaro, do AGNE Inc. công bố) ở các trang từ 274 đến 296.

Theo sáng chế, độ dị hướng được lượng tính nhờ sử dụng độ kéo giãn toàn phần trong thử nghiệm độ bền kéo, tuy nhiên độ dị hướng tương tự cũng xuất hiện trong tấm thép, trong đó cấu trúc vân được phát triển, đối với độ kéo giãn đồng nhất hoặc khả năng uốn. Do đó, trong tấm thép theo sáng chế, độ dị hướng của khả năng uốn hoặc độ kéo giãn đồng nhất cũng nhỏ.

Theo sáng chế, khả năng tạo hình tốt có nghĩa là tấm thép thỏa mãn hệ thức (độ bền kéo tới hạn $\times$ độ kéo giãn toàn phần (C-El) $\geq 16000\text{MPa}\cdot\%$) thể hiện bằng tích số của độ bền kéo tới hạn và độ kéo giãn toàn phần theo chiều vuông góc với chiều cán. Khả năng tạo hình tốt hơn là bằng $18000\text{MPa}\cdot\%$ hoặc cao hơn và tốt hơn nữa là bằng $20000\text{MPa}\cdot\%$ hoặc cao hơn.

Vì cấu trúc của tấm thép nền

Tiếp theo, vì cấu trúc của tấm thép nền sẽ được mô tả.

Theo sáng chế, tấm thép nền được tạo ra sao cho pha sơ cấp là ferit bằng 40% hoặc cao hơn, tính theo phần thể tích và austenit dư được phân tán với 8% hoặc cao hơn và nhỏ hơn 60% tính theo phần thể tích để đảm bảo độ bền kéo tới hạn là 980MPa hoặc cao hơn và khả năng tạo hình tốt. Do đó, cần phải chứa austenit dư. Ngoài ra, pha ferit có thể ở dạng ferit hình kim ngoài ferit hình đa giác.

Bằng cách sử dụng pha sơ cấp là ferit, ferit độ dễ uốn cao trở thành pha sơ cấp, và do đó độ dễ uốn được cải thiện. Bằng cách chứa austenit dư làm pha thứ cấp, sự tăng bền cao và sự cải thiện hơn nữa về độ dễ uốn đạt được đồng thời. Khi austenit dư nhỏ hơn 8% tính theo phần thể tích, vì khó có thể đạt được hiệu quả, nên giới hạn dưới của austenit dư là 8%. Cấu trúc bainit chắc chắn phải được chứa để làm ổn định austenit dư. Để đạt được sự tăng bền thêm nữa, mactensit có thể được chứa. Ngoài ra, khi tỷ lệ thể tích nhỏ hơn 10%, cấu trúc peclit có thể được chứa.

Ngoài ra, mỗi pha của các vi cấu trúc như cấu trúc ferit, mactensit, bainit, austenit, peclit, và cấu trúc dư có thể được nhận diện và vị trí và tỷ lệ thể tích của chúng có thể được quan sát và xác định một cách định lượng sử dụng kính hiển vi quang học có độ phóng đại 1000 lần và kính hiển vi điện tử quét truyền qua có độ phóng đại từ 1000 lần đến 100000 lần sau khi mặt cắt ngang của tấm thép theo

chiều cán hoặc mặt cắt ngang theo chiều vuông góc của chiều cán được khắc ăn mòn sử dụng chất phản ứng Nital và chất phản ứng được bọc lộ trong tài liệu JP 59-219473A. Phần diện tích của mỗi cấu trúc có thể thu được bằng cách quan sát mỗi 20 trường hoặc nhiều hơn và áp dụng phương pháp đếm điểm hoặc phân tích ảnh. Sau đó, phần diện tích thu được được xác định là tỷ lệ thể tích của mỗi cấu trúc.

Thành phần hóa học của tấm thép nền

Tiếp theo, các lý do giới hạn lượng thành phần sẽ được mô tả. Ngoài ra, % có nghĩa là % theo khối lượng. Theo sáng chế, tấm thép nền chứa, tính theo % khối lượng, C: từ 0,1 đến nhỏ hơn 0,40%, Si: từ 0,5 đến 3,0%, và Mn: từ 1,5 đến 3,0%, O: giới hạn đến 0,006% hoặc nhỏ hơn, P: giới hạn đến 0,04% hoặc nhỏ hơn, S: giới hạn đến 0,01% hoặc nhỏ hơn, Al: giới hạn đến 2,0% hoặc nhỏ hơn, N: giới hạn đến 0,01% hoặc nhỏ hơn, và phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi.

C: C là nguyên tố có thể làm tăng độ bền của tấm thép. Tuy nhiên, khi hàm lượng nhỏ hơn 0,1%, thì khó có thể đạt được cả độ bền kéo bằng 980MPa hoặc cao hơn và khả năng gia công. Mặt khác, khi hàm lượng lớn hơn 0,40%, thì khó có thể đảm bảo được khả năng hàn điểm. Vì lý do này, phạm vi được giới hạn nằm trong khoảng từ 0,1 đến 0,40% hoặc nhỏ hơn.

Si: Si là nguyên tố tăng bền và hữu hiệu trong việc làm tăng độ bền của tấm thép. Việc bổ sung là cần thiết do ngăn chặn sự lắng đọng của xementit và góp phần vào việc làm ổn định austenit dư. Tuy nhiên, khi hàm lượng nhỏ hơn 0,5%, tác dụng tăng bền cao là thấp. Mặt khác, khi hàm lượng lớn hơn 3,0%, khả năng gia công bị giảm xuống. Do đó, hàm lượng của Si được giới hạn trong khoảng từ 0,5 đến 3,0%.

Mn: Mn là nguyên tố tăng bền và hữu hiệu trong việc làm tăng độ bền của tấm thép. Tuy nhiên, khi hàm lượng nhỏ hơn 1,5%, thì khó có thể đạt được độ bền kéo bằng 980MPa hoặc cao hơn. Trái lại, khi hàm lượng là lượng lớn, tạo thuận lợi cho sự đồng phân ly cùng với P và S và dẫn tới sự suy giảm đáng kể về khả năng gia công, và do đó giới hạn trên là 3,0%. Tốt hơn nữa là, phạm vi nằm trong khoảng từ 2,0 đến 2,7%.

O: O tạo ra các oxit gây ra sự suy giảm về khả năng uốn và khả năng mở rộng lỗ, và do đó cần phải giới hạn lượng bổ sung. Cụ thể là, các oxit thường tồn tại ở dạng chất lẫn, và khi các chất này tồn tại ở mép đục lỗ hoặc ở mặt cắt ngang, khi đó các vết khía bề mặt hoặc các vết rỗ thô có thể hình thành tại bề mặt mép. Do đó, sự tập trung ứng suất có xu hướng xuất hiện trong gia công mở rộng lỗ hoặc gia công biến dạng lớn, sau đó có thể tác động như là yếu tố phát sinh hình thành vết nứt; do đó, xuất hiện sự suy giảm đáng kể về khả năng mở rộng lỗ và khả năng uốn. Khi hàm lượng O lớn hơn 0,006%, khi đó các khuynh hướng này trở nên đáng kể, và do đó giới hạn trên của hàm lượng O là 0,006% hoặc nhỏ hơn. Khi hàm lượng nhỏ hơn 0,0001%, chi phí gia tăng quá cao và do đó không thích hợp về mặt kinh tế. Do đó, trị số này là giới hạn dưới thực tế.

P: P có xu hướng phân ly ở phần trung tâm của độ dày của tấm thép và khiến cho vùng hàn trở nên giòn. Khi hàm lượng lớn hơn 0,04%, tình giòn của vùng hàn trở nên đáng kể hơn, do đó phạm vi thích hợp được giới hạn đến 0,04% hoặc nhỏ hơn. Trị số giới hạn dưới của P không được xác định một cách cụ thể, tuy nhiên khi giới hạn dưới nhỏ hơn 0,0001%, sẽ bất lợi về mặt kinh tế, do đó trị số này tốt hơn là được thiết lập tới trị số giới hạn dưới.

S: S gây ra tác dụng bất lợi lên khả năng hàn và lên khả năng sản xuất tại thời điểm đúc và cán nóng. Vì lý do này, trị số giới hạn trên nên là 0,01% hoặc nhỏ hơn. Trị số giới hạn dưới của S không được xác định một cách cụ thể, tuy nhiên khi giới hạn dưới nhỏ hơn 0,0001%, sẽ bất lợi về mặt kinh tế, do đó trị số này tốt hơn là được thiết lập tới trị số giới hạn dưới. Vì S kết hợp với Mn để tạo ra MnS thô, chất này làm suy giảm khả năng uốn và khả năng mở rộng lỗ, hàm lượng của S cần phải làm giảm càng nhiều càng tốt.

Al: Al thúc đẩy sự hình thành ferit, chất này làm cải thiện độ dễ uốn, và do đó có thể được bổ sung. Ngoài ra, Al cũng có thể hoạt động như chất khử oxy. Tuy nhiên, việc bổ sung quá mức làm tăng lượng chất lẫn thô gốc Al, điều này có thể gây ra sự suy giảm về khả năng mở rộng lỗ cũng như các khuyết tật trên bề mặt. Vì lý do này, giới hạn trên để bổ sung Al là 2,0%. Tốt hơn là giới hạn trên bằng 0,05% hoặc nhỏ hơn. Giới hạn dưới không bị giới hạn một cách cụ thể, tuy

nhiên khó có thể được thiết lập nhỏ hơn 0,0005%, do đó trị số này là giới hạn dưới thực tế.

N: N tạo ra các nitro hóa thô và gây ra sự suy giảm về khả năng uốn và khả năng mở rộng lỗ, do đó cần phải giới hạn lượng bổ sung. Điều này là vì khi hàm lượng của N lớn hơn 0,01%, khuynh hướng nêu trên trở nên đáng kể hơn, do đó hàm lượng của N nằm trong khoảng 0,01% hoặc nhỏ hơn. Ngoài ra, điều này khiến gây ra các lỗ rỗ tại thời điểm hàn, do đó lượng này càng ít càng tốt. Hiệu quả của sáng chế được thể hiện, mà không cần giới hạn một cách cụ thể giới hạn dưới, tuy nhiên khi hàm lượng của N nhỏ hơn 0,0005%, chi phí sản xuất gia tăng một cách đáng kể, do đó trị số này là giới hạn dưới thực tế.

Theo sáng chế, tấm thép nền có thể chứa thêm bất kỳ một hoặc hai hoặc nhiều trong số các nguyên tố sau, mà thông thường được sử dụng, ví dụ, để tăng cường độ bền.

Mo: Mo là nguyên tố tăng bền và rất quan trọng để làm cải thiện độ thấm tôi. Tuy nhiên, khi hàm lượng nhỏ hơn 0,01%, các tác dụng này có thể không đạt được, do đó trị số giới hạn dưới là 0,01%. Trái lại, khi hàm lượng lớn hơn 1%, gây ra tác dụng bất lợi lên khả năng sản xuất tại thời điểm sản xuất và cán nóng, do đó trị số giới hạn trên là 1%.

Cr: Cr là nguyên tố tăng bền và rất quan trọng để làm cải thiện độ thấm tôi. Tuy nhiên, khi hàm lượng nhỏ hơn 0,05%, các tác dụng này có thể không đạt được, do đó trị số giới hạn dưới là 0,05%. Trái lại, khi hàm lượng lớn hơn 1%, gây ra tác dụng bất lợi lên khả năng sản xuất tại thời điểm sản xuất và cán nóng, do đó trị số giới hạn trên là 1%.

Ni: Ni là nguyên tố tăng bền và rất quan trọng để làm cải thiện độ thấm tôi. Tuy nhiên, khi hàm lượng nhỏ hơn 0,05%, các tác dụng này có thể không đạt được, do đó trị số giới hạn dưới là 0,05%. Trái lại, khi hàm lượng lớn hơn 1%, gây ra tác dụng bất lợi lên khả năng sản xuất tại thời điểm sản xuất và cán nóng, do đó trị số giới hạn trên là 1%. Ngoài ra, nó có thể được bổ sung để làm cải thiện khả năng thấm ướt và thúc đẩy phản ứng hợp kim hóa.

Cu: Cu là nguyên tố tăng bền và rất quan trọng để làm cải thiện độ thấm tôi. Tuy nhiên, khi hàm lượng nhỏ hơn 0,05%, các tác dụng này có thể không đạt

được, do đó trị số giới hạn dưới là 0,05%. Trái lại, khi hàm lượng lớn hơn 1%, gây ra tác dụng bất lợi lên khả năng sản xuất tại thời điểm sản xuất và cán nóng, do đó trị số giới hạn trên là 1%. Ngoài ra, nó có thể được bổ sung để làm cải thiện khả năng thấm ướt và thúc đẩy phản ứng hợp kim hóa.

B hữu hiệu để tăng cường biên hạt và tăng bền thép nhờ bổ sung 0,0001% khối lượng hoặc cao hơn, tuy nhiên khi lượng bổ sung này lớn hơn 0,01% khối lượng, không những chỉ hiệu quả bổ sung trở nên bão hòa, mà khả năng sản xuất tại thời điểm cán nóng cũng giảm xuống, do đó giới hạn trên này là 0,01%.

Ti: Ti là nguyên tố tăng bền. Nó giúp làm tăng độ bền của tấm thép bằng cách tăng cường kết tủa, tăng cường làm mịn hạt do ức chế sự gia tăng các hạt tinh thể ferit, và tăng cường dịch chuyển do ngăn chặn sự tái kết tinh. Khi lượng bổ sung nhỏ hơn 0,005%, các tác dụng này có thể không đạt được, do đó trị số giới hạn dưới là 0,005%. Khi hàm lượng lớn hơn 0,3%, sự kết tủa cacbonitrit tăng lên và khả năng tạo hình có xu hướng bị suy giảm, do đó giới hạn trên là 0,3%.

Nb: Nb là nguyên tố tăng bền. Nó giúp làm tăng độ bền của tấm thép thông qua việc tăng cường kết tủa, tăng cường làm mịn hạt do ức chế sự gia tăng các hạt tinh thể ferit, và tăng cường dịch chuyển do ngăn chặn sự tái kết tinh. Khi lượng bổ sung nhỏ hơn 0,005%, các tác dụng này có thể không đạt được, do đó trị số giới hạn dưới là 0,005%. Khi hàm lượng lớn hơn 0,3%, sự kết tủa cacbonitrit tăng lên và khả năng tạo hình có xu hướng bị suy giảm, do đó giới hạn trên là 0,3%.

V: V là nguyên tố tăng bền. Nó giúp làm tăng độ bền của tấm thép thông qua việc tăng cường kết tủa, tăng cường làm mịn hạt do ức chế sự gia tăng các hạt tinh thể ferit, và tăng cường dịch chuyển do ngăn chặn sự tái kết tinh. Khi lượng bổ sung nhỏ hơn 0,005%, các tác dụng này có thể không đạt được, do đó trị số giới hạn dưới là 0,005%. Khi hàm lượng lớn hơn 0,5%, sự kết tủa cacbonitrit tăng lên và khả năng tạo hình có xu hướng bị suy giảm, do đó giới hạn trên là 0,5%.

Một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố được lựa chọn từ Ca, Mg, và REM có thể được bổ sung với tổng lượng nằm trong khoảng từ 0,0005 đến 0,04%. Ca, Mg, và REM là các nguyên tố được sử dụng để khử oxy và một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố tốt hơn là được chứa với tổng lượng bằng 0,0005% hoặc cao hơn. REM để chỉ kim loại đất hiếm. Tuy nhiên, khi hàm tổng lượng lớn hơn 0,04%, có thể

gây ra sự suy giảm về khả năng tạo hình. Do đó, tổng hàm lượng của các nguyên tố nên nằm trong khoảng từ 0,0005 đến 0,04%. Ngoài ra, theo sáng chế, REM thông thường được bổ sung ở dạng hợp kim của kim loại đất hiếm, dạng này ngoài La và Ce cũng có thể chứa các thành phần dòng lantanit kết hợp khác. Các hiệu quả của sáng chế được thể hiện ngay cả khi các thành phần dòng lantanit không phải La và Ce được chứa làm tạp chất không thể tránh khỏi. Tuy nhiên, các hiệu quả của sáng chế được thể hiện ngay cả khi các kim loại như La và Ce được bổ sung.

Thành phần hóa học của lớp mạ kẽm nhúng nóng và lớp mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa

Theo sáng chế, lớp mạ kẽm nhúng nóng được tạo ra trên bề mặt của tấm thép nền chứa nhỏ hơn 7% khối lượng Fe, phần còn lại là Zn, Al, và các tạp chất không thể tránh khỏi. Ngoài ra, lớp mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa chứa từ 7 đến 15% khối lượng Fe, và phần còn lại là Zn, Al, và các tạp chất không thể tránh khỏi. Ngoài ra, khi tấm thép nền được thực hiện xử lý mạ kẽm nhúng nóng bằng cách nhúng vào bể mạ kẽm nhúng nóng, lớp mạ kẽm nhúng nóng chứa nhỏ hơn 7% khối lượng Fe được tạo ra trên bề mặt của tấm thép nền. Ngoài ra, sau khi xử lý mạ kẽm, khi việc xử lý hợp kim hóa được thực hiện tiếp theo, lớp mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa chứa từ 7 đến 15% khối lượng Fe được tạo ra trên bề mặt của tấm thép nền.

Tùy thuộc vào sự có mặt hoặc không có bước xử lý hợp kim hóa, lớp mạ kẽm được tạo ra từ kẽm hoặc hợp kim của Fe-kẽm. Kẽm oxit có thể được chứa ở bề mặt của lớp mạ kẽm, tuy nhiên khi hàm lượng (%) của Fe được chứa ở lớp mạ kẽm nằm trong phạm vi theo sáng chế, hiệu quả của sáng chế có thể thu được. Ngoài ra, vì tấm thép nền theo sáng chế chứa Si, Mn, hoặc Al, cho dù oxit được tạo ra trong khi ủ có thể tồn tại ở đường biên giữa tấm thép nền và lớp mạ kẽm hoặc tồn tại ở lớp mạ kẽm, thì hiệu quả của sáng chế vẫn được thể hiện trong trường hợp này.

Trong trường hợp khả năng hàn điểm và đặc tính phủ là cần thiết, có thể làm cải thiện các đặc tính này bằng cách tạo ra lớp mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa chứa từ 7 đến 15% khối lượng Fe trên bề mặt của tấm thép nền. Cụ thể

là, khi tấm thép nền được cho thực hiện xử lý hợp kim hóa sau khi đang được nhúng trong bể mạ kẽm, Fe được kết hợp vào lớp mạ kẽm, và do đó tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao, đặc tính phủ và khả năng hàn điểm thích hợp có thể thu được. Khi hàm lượng Fe sau khi xử lý hợp kim hóa nhỏ hơn 7% khối lượng, khả năng hàn điểm trở nên không đầy đủ. Mặt khác, khi hàm lượng Fe lớn hơn 15% khối lượng, việc bám dính của bản thân lớp mạ kẽm bị suy giảm, và lớp mạ kẽm bị vỡ và gãy và rơi ra trong quá trình gia công, do đó gây ra các vết xước khi hình thành bằng cách kết dính vào khuôn. Do đó, hàm lượng Fe được chứa ở lớp mạ kẽm trong quá trình xử lý hợp kim hóa nằm trong khoảng từ 7 đến 15% khối lượng.

Ngoài ra, trong trường hợp trong đó bước xử lý hợp kim hóa không được thực hiện, ngay cả khi hàm lượng Fe được chứa ở lớp mạ kẽm nhỏ hơn 7% khối lượng, thì khả năng chống ăn mòn, khả năng tạo hình, và khả năng mở rộng lỗ, mà đây là những hiệu quả thu được bởi quá trình hợp kim hóa, là thích hợp ngoại trừ việc hàn điểm.

Ngoài ra, lớp mạ kẽm có thể chứa Al, Mg, Mn, Si, Cr, Ni, Cu hoặc nguyên tố tương tự ngoài Fe.

Để xác định hàm lượng Fe và Al được chứa ở lớp mạ kẽm, phương pháp hòa tan lớp mạ kẽm với axit và phân tích theo phương thức hóa học dung dịch hòa tan có thể được sử dụng. Ví dụ, đối với tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa được cắt theo kích thước 30mm x 40mm, duy nhất lớp mạ kẽm được hòa tan trong khi ngăn chặn sự rửa giải tấm thép nền bằng dung dịch nước HCl 5% có bổ sung chất ức chế. Sau đó, hàm lượng Fe và Al được định lượng nhờ sử dụng cường độ tín hiệu thu được bằng phân tích phát xạ ICP của dung dịch hòa tan và đường cong hiệu chỉnh được điều chế từ các dung dịch đã biết nồng độ. Ngoài ra, khi xem xét độ sai lệch đo được của các mẫu, trị số trung bình được sử dụng thu được bằng cách đo ít nhất 3 mẫu, mà được cắt từ cùng tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa.

Lượng phủ khi mạ không bị giới hạn một cách cụ thể, tuy nhiên tốt hơn là 5g/m² hoặc cao hơn về lượng phủ trên một bề mặt của tấm thép nền theo quan

điểm về khả năng chống ăn mòn. Ngoài ra, lượng phủ trên một bề mặt tốt hơn là không cao hơn 100g/m^2 xét về việc bảo đảm độ bám dính mạ.

Phương pháp sản xuất tấm thép

Để thu được tấm thép có độ dị hướng vật liệu thấp bằng 980MPa hoặc cao hơn theo sáng chế, điều quan trọng là phải tạo ra tấm thép trong đó sự hình thành cấu trúc vân riêng biệt được ngăn chặn. Sau đây, chi tiết về các điều kiện sản xuất sẽ được mô tả để thỏa mãn đồng thời các yếu tố này.

Phương pháp sản xuất trước khi cán nóng không bị giới hạn một cách cụ thể. Tức là, sau khi đun nóng chảy bằng lò đứng, lò điện, hoặc lò tương tự, bước tinh luyện thứ cấp có thể được thực hiện theo cách khác nhau, và sau đó bước đúc có thể được thực hiện bằng phương pháp đúc liên tục thông thường, hoặc bằng phương pháp đúc thép thổi, hoặc ngoài ra bằng phương pháp đúc tấm mỏng, hoặc phương pháp tương tự. Trong trường hợp đúc liên tục, có thể là tấm đúc liên tục ngay khi được làm nguội xuống nhiệt độ thấp và khi đó lại được gia nhiệt để sau đó được cho thực hiện cán nóng, hoặc cũng có thể là, tấm đúc liên tục được cho thực hiện cán nóng một cách liên tục. Phế liệu thải cũng có thể được sử dụng cho vật liệu thô của thép.

Cán nóng lần thứ nhất

Tấm lấy ra từ lò gia nhiệt được cho thực hiện quá trình cán thô là cán nóng lần thứ nhất để được cán thô, và bằng cách đó thu được thanh thô. Tấm thép theo sáng chế cần phải thỏa mãn các yêu cầu sau. Trước tiên, đường kính hạt austenit sau khi cán thô, cụ thể là đường kính hạt austenit trước khi cán tinh là yêu cầu quan trọng. Đường kính hạt austenit trước khi cán tinh tốt hơn là nhỏ, và đường kính hạt austenit bằng $200\mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn góp phần đáng kể vào việc tạo cho hạt tinh thể mịn và sự đồng nhất của hạt tinh thể.

Để thu được đường kính hạt austenit bằng $200\mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn trước khi cán tinh, cần thiết phải thực hiện bước cán này làm giảm tiết diện với tỷ lệ là 40% hoặc cao hơn, một hoặc nhiều lần trong bước cán thô ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1000 đến 1200°C .

Đường kính hạt austenit trước khi cán tinh tốt hơn là bằng $160\mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn hoặc $100\mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn, và để thu được đường kính hạt này, bước cán với

40% hoặc cao hơn được thực hiện hai hoặc nhiều lần. Tuy nhiên, trong bước cán thô, khi tỷ lệ giảm tiết diện cao hơn 70% hoặc bước cán được thực hiện nhiều hơn 10 lần, cần quan tâm rằng, nhiệt độ cán giảm xuống hoặc gỉ căn được sinh ra quá mức.

Giả sử rằng, biên hạt austenit sau khi cán thô (cụ thể là, trước khi cán tinh) hoạt động như là một trong số các nhân tái kết tinh trong quá trình cán tinh. Đường kính hạt austenit sau khi cán thô được khẳng định theo cách sao cho miếng tấm thép trước khi thực hiện cán tinh được tôi càng nhiều càng tốt, (ví dụ, được làm nguội với tốc độ $10^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc nhanh hơn), và mặt cắt ngang của miếng tấm thép được khắc ăn mòn để khiến cho các biên hạt austenit xuất hiện, và các biên hạt austenit được quan sát bằng kính hiển vi quang học. Về điểm này, với độ phóng đại 50 hoặc cao hơn, đường kính hạt austenit của 20 trường quan sát hoặc nhiều hơn được đo bằng phương pháp phân tích ảnh hoặc phương pháp đếm điểm. Cán nóng lần thứ hai

Sau khi quá trình cán thô (cán nóng lần thứ nhất) được hoàn thành, quá trình cán tinh là cán nóng lần thứ hai được khởi đầu. Thời gian duy trì thời điểm hoàn thành quá trình cán thô và khởi đầu quá trình cán tinh tốt hơn là được thiết lập là 150 giây hoặc ngắn hơn.

Trong quá trình cán tinh (cán nóng lần thứ hai), nhiệt độ khởi đầu cán tinh tốt hơn là được thiết lập là 1000°C hoặc cao hơn. Khi nhiệt độ khởi đầu cán tinh nhỏ hơn 1000°C , tại mỗi rãnh cán tinh, nhiệt độ cán để áp dụng cho thanh thô cần được cán được giảm xuống, việc giảm được thực hiện ở vùng nhiệt độ không tái kết tinh, vãn phát triển, và do đó độ đẳng hướng suy giảm.

Một cách ngẫu nhiên, giới hạn trên của nhiệt độ khởi đầu cán tinh không bị giới hạn một cách cụ thể. Tuy nhiên, khi giới hạn này là 1150°C hoặc cao hơn, chỗ phòng là điểm khởi đầu của gỉ dạng vảy bám chắc xuất hiện giữa sắt trụ của tấm thép và gỉ bề mặt trước khi cán tinh và giữa các rãnh cán, và do đó nhiệt độ khởi đầu cán tinh tốt hơn là nhỏ hơn 1150°C .

Trong bước cán tinh, nhiệt độ xác định bởi thành phần hóa học của tấm thép được thiết lập tới T_1 , và ở nhiệt độ nằm trong khoảng $T_1 + 30^{\circ}\text{C}$ hoặc cao hơn và nằm trong khoảng $T_1 + 200^{\circ}\text{C}$ hoặc thấp hơn, bước cán này làm giảm tiết

diện với tỷ lệ là 30% hoặc cao hơn được thực hiện trong một rãnh cán ít nhất một lần. Ngoài ra, trong quá trình cán cuối cùng, tổng tỷ lệ giảm tiết diện được thiết lập tới 50% hoặc cao hơn. Bằng cách thỏa mãn điều kiện này, trong khoảng từ 5/8 đến 3/8 về độ dày tấm từ bề mặt của tấm thép, trị số trung bình của mật độ cực của các nhóm định hướng từ $\{100\} \langle 011 \rangle$ đến $\{223\} \langle 110 \rangle$ là 6,5 hoặc nhỏ hơn và mật độ cực của định hướng tinh thể $\{332\} \langle 113 \rangle$ là 5,0 hoặc nhỏ hơn. Do đó, tấm thép có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp có thể thu được.

Trong đó T1 là nhiệt độ được tính toán bằng biểu thức (1) dưới đây

$$T1 (^{\circ}\text{C}) = 850 + 10 \times (C + N) \times Mn + 350 \times Nb + 250 \times Ti + 40 \times B + 10 \times Cr + 100 \times Mo + 100 \times V \text{ (biểu thức (1))}.$$

Mỗi nguyên tố trong số C, N, Mn, Nb, Ti, B, Cr, Mo, và V biểu thị hàm lượng của mỗi nguyên tố (% khối lượng). Ngoài ra, Ti, B, Cr, Mo, và V được tính là bằng 0 khi không được chứa.

Sự giảm tiết diện lớn ở nhiệt độ nằm trong khoảng $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ hoặc cao hơn và $T1 + 150^{\circ}\text{C}$ hoặc thấp hơn và sự giảm tiết diện nhỏ ở nhiệt độ tương đương hoặc cao hơn so với T1 và nhỏ hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ sau đó thiết lập trị số trung bình của mật độ cực của các nhóm định hướng từ $\{100\} \langle 011 \rangle$ đến $\{223\} \langle 110 \rangle$ và mật độ cực của định hướng tinh thể $\{332\} \langle 113 \rangle$ trong khoảng từ 5/8 đến 3/8 về độ dày tấm từ bề mặt của tấm thép, và bằng cách đó độ dị hướng vật liệu của sản phẩm cuối cùng được cải thiện đáng kể, như được chỉ dẫn trong các bảng 2 và 3 của ví dụ được mô tả sau.

Chính nhiệt độ T1 này thu được theo kinh nghiệm. Các tác giả sáng chế hiểu dựa trên kinh nghiệm thông qua các thực nghiệm rằng, quá trình tái kết tinh ở vùng austenit của mỗi thép được đẩy nhanh dựa vào nhiệt độ T1. Để đạt được tính đồng nhất vật liệu tốt hơn, điều quan trọng là biến dạng tích lũy thông qua sự giảm tiết diện lớn, và tổng tỷ lệ giảm tiết diện bằng 50% hoặc cao hơn là cần thiết trong quá trình cán cuối cùng. Ngoài ra, tốt hơn là thiết lập tỷ lệ giảm tiết diện ở mức 70% hoặc cao hơn, và mặt khác, khi tỷ lệ giảm tiết diện cao hơn 90% được thực hiện, việc đảm bảo nhiệt độ và tải trọng cán dư là như kết quả bổ sung.

Khi tổng tỷ lệ giảm tiết diện ở nhiệt độ nằm trong khoảng $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ hoặc cao hơn và nằm trong khoảng $T1 + 200^{\circ}\text{C}$ hoặc thấp hơn nhỏ hơn 50%, biến dạng

cán tích lũy trong quá trình cán nóng là không đủ và sự tái kết tinh của austenit không tiến triển một cách đầy đủ. Do đó, vân phát triển và độ đẳng hướng suy giảm. Khi tổng tỷ lệ giảm tiết diện bằng 70% hoặc cao hơn, độ đẳng hướng đầy đủ có thể thu được cho dù những biến thiên do sự dao động nhiệt độ hoặc tương tự được cân nhắc xem xét. Mặt khác, khi tổng tỷ lệ giảm tiết diện lớn hơn 90%, thì khó có thể có được khoảng nhiệt độ $T1 + 200^{\circ}\text{C}$ hoặc thấp hơn do sự sinh nhiệt khi gia công, và ngoài ra tải trọng cán gia tăng gây ra nguy cơ ở chỗ, bước cán trở nên khó thực hiện.

Trong bước cán tinh, để thúc đẩy quá trình tái kết tinh đồng nhất gây ra bởi sự giải phóng biến dạng tích lũy, bước cán này làm giảm tiết diện với tỷ lệ là 30% hoặc cao hơn được thực hiện trong một rãnh cán ít nhất một lần ở nhiệt độ nằm trong khoảng $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ hoặc cao hơn và nằm trong khoảng $T1 + 200^{\circ}\text{C}$ hoặc thấp hơn.

Một cách ngẫu nhiên, để đẩy nhanh quá trình tái kết tinh đồng nhất thông qua việc giải phóng biến dạng tích lũy, cần phải ngăn chặn càng nhiều càng tốt lượng gia công ở nhiệt độ nằm trong khoảng nhỏ hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ sau khi sự giảm tiết diện lớn ở nhiệt độ $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ hoặc cao hơn và nằm trong khoảng $T1 + 200^{\circ}\text{C}$ hoặc thấp hơn. Vì lý do này, tỷ lệ giảm tiết diện ở nhiệt độ nhỏ hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ tốt hơn là 30% hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là tỷ lệ giảm tiết diện bằng 10% hoặc cao hơn xét về sự cải thiện hình dạng tấm, tuy nhiên tốt hơn là tỷ lệ giảm tiết diện bằng 0% trong trường hợp mà khả năng mở rộng lỗ được chú trọng hơn. Ngoài ra, khi tỷ lệ giảm tiết diện ở nhiệt độ nhỏ hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ là lớn, các hạt austenit tái kết tinh được giãn ra, và khi thời gian duy trì sau khi cán tinh ngắn, quá trình tái kết tinh không thực hiện một cách đầy đủ, và độ dị hướng vật liệu trở nên cao. Tức là, trong các điều kiện sản xuất theo sáng chế, khi austenit tái kết tinh thích hợp và đồng nhất trong quá trình cán cuối cùng, cấu trúc của sản phẩm được kiểm soát và độ dị hướng vật liệu được cải thiện.

Tỷ lệ cán có thể thu được thông qua sự thực hiện thực tiễn hoặc tính toán từ tải trọng cán, số đo độ dày tấm, hoặc/và tương tự. Nhiệt độ có thể được đo thực tế bằng nhiệt kế giữa các giá, hoặc có thể thu được bằng mô phỏng tính toán trong

khi xem xét sự sinh nhiệt khi gia công từ tốc độ tuyến tính, tỷ lệ giảm tiết diện hoặc tương tự. Theo cách khác, có thể thu được cả hai trong số chúng.

Quá trình cán nóng (cán nóng lần thứ nhất và cán nóng lần thứ hai) thực hiện như được mô tả trên đây được hoàn thành ở nhiệt độ chuyển hóa A_{r3} hoặc cao hơn. Khi quá trình cán nóng được hoàn thành ở nhiệt độ A_{r3} hoặc nhỏ hơn, quá trình cán nóng trở thành cán ở vùng hai pha của austenit và ferit, và sự tích lũy ở các nhóm định hướng từ $\{100\} \langle 011 \rangle$ đến $\{223\} \langle 110 \rangle$ trở nên lớn. Do đó, độ dị hướng vật liệu được thúc đẩy.

Làm nguội trước khi cán nguội

Sau khi bước làm giảm tiết diện cuối cùng với tỷ lệ giảm tiết diện là 30% hoặc cao hơn được thực hiện trong quá trình cán cuối cùng, việc làm nguội trước khi cán nguội được khởi đầu theo cách sao cho thời gian giữ t giây thỏa mãn biểu thức (2) dưới đây

$$t \leq 2,5 \times t_1 \text{ (biểu thức (2))}$$

trong đó t_1 thu được bởi biểu thức (3) dưới đây

$$t_1 = 0,001 \times ((T_f - T_1) \times P_1/100)^2 - 0,109 \times ((T_f - T_1) \times P_1/100) + 3,1 \text{ (biểu thức (3))}$$

ở đây trong biểu thức (3) nêu trên, T_f biểu thị nhiệt độ của phôi thép thu được sau bước làm giảm tiết diện cuối cùng với tỷ lệ giảm tiết diện là 30% hoặc cao hơn, và P_1 biểu thị tỷ lệ giảm tiết diện của bước làm giảm tiết diện cuối cùng ở mức 30% hoặc cao hơn.

Một cách ngẫu nhiên, “bước làm giảm tiết diện cuối cùng với tỷ lệ giảm tiết diện là 30% hoặc cao hơn” để chỉ bước cán thực hiện sau cùng trong các quá trình cán, mà tỷ lệ giảm tiết diện của bước này chiếm 30% hoặc cao hơn trong số các quá trình cán ở nhiều rãnh cán được thực hiện trong quá trình cán cuối cùng. Ví dụ, trong các quá trình cán ở nhiều rãnh cán được thực hiện trong quá trình cán cuối cùng, khi tỷ lệ giảm tiết diện của quá trình cán được thực hiện ở giai đoạn cuối cùng là 30% hoặc cao hơn, quá trình cán được thực hiện ở giai đoạn cuối cùng là “bước làm giảm tiết diện cuối cùng với tỷ lệ giảm tiết diện là 30% hoặc cao hơn”. Ngoài ra, trong các quá trình cán ở nhiều rãnh cán được thực hiện trong quá trình cán cuối cùng, khi tỷ lệ giảm tiết diện của quá trình cán được thực hiện

trước giai đoạn cuối cùng là 30% hoặc cao hơn và sau quá trình cán được thực hiện trước giai đoạn cuối cùng (bước cán này làm giảm tiết diện với tỷ lệ là 30% hoặc cao hơn) được thực hiện, bước cán, mà tỷ lệ giảm tiết diện của bước này là 30% hoặc cao hơn không được thực hiện, quá trình cán được thực hiện trước giai đoạn cuối cùng (bước cán này làm giảm tiết diện với tỷ lệ là 30% hoặc cao hơn) là “bước làm giảm tiết diện cuối cùng với tỷ lệ giảm tiết diện là 30% hoặc cao hơn”.

Trong bước cán tinh, sau khi bước làm giảm tiết diện cuối cùng với tỷ lệ giảm tiết diện là 30% hoặc cao hơn được thực hiện, thời gian giữ t giây cho tới khi bước làm nguội trước khi cán nguội được khởi đầu ảnh hưởng nhiều đến đường kính hạt austenit và ảnh hưởng nhiều đến cấu trúc sau khi cán nguội và ủ. Khi thời gian giữ t lớn hơn $t_1 \times 2,5$, tính xù xì của hạt phát triển và độ kéo giãn giảm thiểu đáng kể.

Thời gian giữ t giây còn thỏa mãn biểu thức (2a) dưới đây, nhờ đó có thể ngăn chặn tốt hơn sự phát triển của các hạt tinh thể. Do đó, cho dù quá trình tái kết tinh không tiến triển một cách đầy đủ, vẫn có thể làm cải thiện một cách đầy đủ độ kéo giãn của tấm thép và đồng thời làm cải thiện được đặc tính môi.

$t < t_1 \dots$ biểu thức (2a)

Đồng thời, thời gian giữ t giây còn thỏa mãn biểu thức (2b) dưới đây, và do đó quá trình tái kết tinh tiến triển một cách đầy đủ và các định hướng tinh thể sắp xếp ngẫu nhiên. Do đó, có thể làm cải thiện một cách đầy đủ độ kéo giãn của tấm thép và đồng thời làm cải thiện nhiều về độ đẳng hướng.

$t_1 \leq t \leq t_1 \times 2,5 \dots$ biểu thức (2b)

Ở đây, như được minh họa trên Fig.3, trên dây chuyền cán nóng liên tục 1, phôi thép (tấm) được gia nhiệt tới nhiệt độ xác định trước trong lò nung lần lượt được cán ở bộ phận cán thô 2 và ở bộ phận cán tinh 3 để trở thành tấm thép cán nóng 4 có độ dày xác định trước, và tấm thép cán nóng 4 được thực hiện trên bàn lệch tâm 5. Trong phương pháp sản xuất theo sáng chế, trong quá trình cán thô (cán nóng lần thứ nhất) được thực hiện ở bộ phận cán thô 2, bước cán này làm giảm tiết diện với tỷ lệ là 40% hoặc cao hơn được thực hiện trên phôi thép (tấm)

một hoặc nhiều lần ở nhiệt độ khoảng 1000°C hoặc cao hơn và nhiệt độ khoảng 1200°C hoặc thấp hơn.

Thanh thép thô được cán tới độ dày xác định trước ở bộ phận cán thô 2 theo cách này sau đó được cán tinh (được cho thực hiện bước cán nóng thứ hai) qua nhiều giá cán 6 của bộ phận cán tinh 3 thành tấm thép cán nóng 4. Sau đó, ở bộ phận cán tinh 3, bước cán này làm giảm tiết diện với tỷ lệ là 30% hoặc cao hơn được thực hiện trong một rãnh cán ít nhất một lần ở nhiệt độ nằm trong khoảng $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ hoặc cao hơn và nằm trong khoảng $T1 + 200^{\circ}\text{C}$ hoặc thấp hơn. Ngoài ra, ở bộ phận cán tinh 3, tổng tỷ lệ giảm tiết diện trở thành 50% hoặc cao hơn.

Ngoài ra, trong quá trình cán cuối cùng, sau khi bước làm giảm tiết diện cuối cùng với tỷ lệ giảm tiết diện là 30% hoặc cao hơn được thực hiện, bước làm nguội trước khi cán nguội được khởi đầu theo cách sao cho thời gian giữ t giây thỏa mãn biểu thức (2) nêu trên hoặc biểu thức (2a) hoặc (2b) nêu trên. Việc khởi đầu bước cán này trước khi bước cán nguội được thực hiện bởi các khe làm nguội giữa các giá 10 bố trí ở giữa 2 giá cán 6 tương ứng của bộ phận cán tinh 3, hoặc các khe làm nguội 11 được bố trí ở bàn lệch tâm 5.

Ví dụ, khi bước làm giảm tiết diện cuối cùng với tỷ lệ giảm tiết diện là 30% hoặc cao hơn được thực hiện chỉ duy nhất tại giá cán 6 được bố trí ở giàn phía trước của bộ phận cán tinh 3 (ở phía bên trái trên Fig.3, về phía đầu dòng của quá trình cán) và bước cán, mà tỷ lệ giảm tiết diện của bước này là 30% hoặc cao hơn không được thực hiện tại giá cán 6 được bố trí ở giàn phía sau của bộ phận cán tinh 3 (ở phía bên phải trên Fig.3, về phía cuối dòng của quy trình cán), khi khởi đầu bước làm nguội trước khi cán nguội được thực hiện ở các khe làm nguội 11 được bố trí ở bàn lệch tâm 5, đôi khi gây ra trường hợp trong đó thời gian giữ t giây không thỏa mãn biểu thức (2) hoặc các biểu thức (2a) và (2b) nêu trên. Trong trường hợp như vậy, bước làm nguội trước khi cán nguội được khởi đầu bởi các khe làm nguội giữa các giá 10 bố trí ở giữa 2 giá cán 6 tương ứng của bộ phận cán tinh 3.

Ngoài ra, ví dụ, khi bước làm giảm tiết diện cuối cùng với tỷ lệ giảm tiết diện là 30% hoặc cao hơn được thực hiện tại giá cán 6 được bố trí ở giàn phía sau của bộ phận cán tinh 3 (ở phía bên phải trên Fig.3, về phía cuối dòng của quy trình

cán), cho dù sự khởi đầu bước làm nguội trước khi cán nguội được thực hiện bởi các khe làm nguội 11 được bố trí ở bàn lệch tâm 5, đôi khi gặp trường hợp trong đó thời gian giữ t giây có thể thỏa mãn biểu thức (2) hoặc các biểu thức (2a) và (2b) nêu trên. Trong trường hợp như vậy, bước làm nguội trước khi cán nguội cũng có thể được khởi đầu bởi các khe làm nguội 11 được bố trí ở bàn lệch tâm 5. Đương nhiên, miễn là bước làm giảm tiết diện cuối cùng với tỷ lệ giảm tiết diện là 30% hoặc cao hơn được hoàn thành, việc làm nguội lần đầu trước khi cán nguội cũng có thể được khởi đầu bởi các khe làm nguội giữa các giá 10 bố trí ở giữa 2 giá cán 6 tương ứng của bộ phận cán tinh 3.

Sau đó, trong bước làm nguội trước khi cán nguội này, bước làm nguội, mà với tốc độ làm nguội trung bình bằng $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc cao hơn, mức thay đổi nhiệt độ (sự giảm nhiệt độ) trở thành 40°C hoặc cao hơn và 140°C hoặc thấp hơn, được thực hiện.

Khi mức thay đổi nhiệt độ nhỏ hơn 40°C , các hạt austenit tái kết tinh lớn lên và tính bền nhiệt độ thấp suy giảm. Mức thay đổi nhiệt độ được thiết lập tới 40°C hoặc cao hơn, bằng cách đó khiến cho có thể ngăn chặn sự lớn lên của các hạt austenit. Khi mức thay đổi nhiệt độ nhỏ hơn 40°C , không thể đạt được. Mặt khác, khi mức thay đổi nhiệt độ lớn hơn 140°C , quá trình tái kết tinh trở nên không đầy đủ khiến cho khó có thể đạt được cấu trúc ngẫu nhiên đích. Ngoài ra, pha ferit hữu hiệu đối với độ kéo giãn cũng không đạt được một cách dễ dàng và độ cứng của pha ferit trở nên cao, và do đó khả năng tạo hình cũng suy giảm. Ngoài ra, khi mức thay đổi nhiệt độ lớn hơn 140°C , có thể sẽ gây ra sự lớn hơn/nhỏ hơn nhiệt độ điểm chuyển hóa Ar_3 . Trong trường hợp này, ngay cả bằng sự chuyển hóa từ austenit tái kết tinh, là kết quả của sự thiết lập lựa chọn khác nhau, cấu trúc được tạo ra và do đó độ đẳng hướng giảm.

Khi tốc độ làm nguội trung bình trong bước làm nguội trước khi cán nguội nhỏ hơn $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, như dự tính, các hạt austenit tái kết tinh lớn lên và tính bền nhiệt độ thấp suy giảm. Giới hạn trên của tốc độ làm nguội trung bình không được xác định cụ thể, tuy nhiên theo quan điểm về hình dạng tấm thép, tốc độ $200^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc nhỏ hơn được xem là thích hợp.

Ngoài ra, như đã được mô tả trên đây, để thúc đẩy quá trình tái kết tinh đồng nhất, tốt hơn là lượng gia công ở nhiệt độ nhỏ hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ càng nhỏ càng tốt và tỷ lệ giảm tiết diện ở nhiệt độ nhỏ hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ bằng 30% hoặc nhỏ hơn. Ví dụ, ở bộ phận cán tinh 3 của dây chuyển cán nóng liên tục 1 được minh họa trên Fig.3, khi chuyển qua một hoặc hai hoặc nhiều giá cán 6 bố trí ở giàn phía trước (phía bên trái trên Fig.3, về phía đầu dòng của quá trình cán), tấm thép ở nhiệt độ nằm trong khoảng $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ hoặc cao hơn và nằm trong khoảng $T1 + 200^{\circ}\text{C}$ hoặc thấp hơn, và khi chuyển qua một hoặc hai hoặc nhiều giá cán 6 bố trí ở giàn phía sau (phía bên phải trên Fig.3, về phía cuối dòng của quy trình cán), tấm thép ở nhiệt độ nằm trong khoảng nhỏ hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$. Khi chuyển qua một hoặc hai hoặc nhiều giá cán 6 bố trí ở giàn phía sau (phía bên phải trên Fig.3, về phía cuối dòng của quy trình cán), bước làm giảm tiết diện không được thực hiện, hoặc cho dù bước làm giảm tiết diện được thực hiện, tổng cộng tỷ lệ giảm tiết diện ở nhiệt độ nhỏ hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ tốt hơn là bằng 30% hoặc nhỏ hơn. Theo quan điểm về tính chính xác của độ dày tấm và hình dạng tấm, tổng cộng tỷ lệ giảm tiết diện ở nhiệt độ nhỏ hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ tốt hơn là bằng 10% hoặc nhỏ hơn. Trong trường hợp yêu cầu độ thẳng hướng cao hơn, tỷ lệ giảm tiết diện ở nhiệt độ nhỏ hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ tốt hơn là bằng 0%.

Trong phương pháp sản xuất theo sáng chế, tốc độ cán không bị giới hạn một cách cụ thể. Tuy nhiên, khi tốc độ cán ở phía giá cuối cùng của quá trình cán tinh nhỏ hơn 400 mpm, các hạt γ lớn lên trở thành không gia công được, các vùng trong đó ferit có thể được kết tủa để đạt được độ dễ uốn làm giảm, và do đó độ dễ uốn có thể suy giảm. Cho dù giới hạn trên của tốc độ cán không bị giới hạn một cách cụ thể, hiệu quả của sáng chế vẫn có thể thu được, tuy nhiên thực tiễn là tốc độ cán bằng 1800 mpm hoặc nhỏ hơn do hạn chế về phương tiện. Do đó, trong quá trình cán cuối cùng, tốc độ cán tốt hơn là bằng 400 mpm hoặc cao hơn và 1800 mpm hoặc nhỏ hơn. Ngoài ra, trong quá trình cán nóng, cán tinh có thể được thực hiện liên tục bằng cách nổi thanh thép (thanh thép thô) sau khi cán thô. Tại thời điểm này, thanh thép thô khi được cuộn thành dạng cuộn và được bảo quản bên trong vỏ bọc có chức năng cách nhiệt khi cần thiết. Sau đó, thanh thép thô có thể được nổi liền sau khi lại được cuộn lại.

Cuộn

Sau khi thu được theo cách này, tấm thép cán nóng có thể được cuộn lại ở nhiệt độ 700°C hoặc thấp hơn. Khi nhiệt độ cuộn lớn hơn 700°C, ferit thô hoặc cấu trúc peclit xuất hiện trong cấu trúc cán nóng và tính không đồng nhất về cấu trúc sau khi ủ tăng lên. Do đó, độ dị hướng vật liệu của sản phẩm cuối cùng gia tăng. Ngoài ra, khi tấm thép cán nóng được cuộn ở nhiệt độ lớn hơn 700°C, độ dày của oxit được tạo ra trên bề mặt của tấm thép gia tăng quá mức và khó có thể thực hiện bước tẩy gỉ. Cho dù giới hạn dưới của nhiệt độ cuộn không được xác định cụ thể, thì các hiệu quả của sáng chế vẫn được thể hiện. Tuy nhiên, vì xét về mặt kỹ thuật, khó có thể cuộn ở nhiệt độ trong phòng hoặc nhỏ hơn, nên nhiệt độ trong phòng là giới hạn dưới thực tế.

Tẩy gỉ

Bước tẩy gỉ được thực hiện trên tấm thép cán nóng được chuẩn bị theo cách này. Bước tẩy gỉ là quá trình quan trọng để loại bỏ oxit trên bề mặt của tấm thép nền và để làm cải thiện đặc tính mạ. Ngoài ra, bước tẩy gỉ có thể được thực hiện một hoặc nhiều lần.

Cán nguội

Tiếp theo, bước cán nguội được thực hiện trên tấm thép được cán nóng sau bước tẩy gỉ với tỷ lệ giảm tiết diện nằm trong khoảng từ 40 đến 80%. Trong trường hợp, mà tỷ lệ giảm tiết diện nhỏ hơn 40%, thì khó có thể duy trì được hình dạng dẹt. Ngoài ra, trong trường hợp này, vì độ dễ uốn của sản phẩm cuối cùng bị suy giảm, nên giới hạn dưới của tỷ lệ giảm tiết diện là 40%. Mặt khác, khi bước cán nguội được thực hiện với tỷ lệ giảm tiết diện lớn hơn 80%, tải trọng cán nguội lớn quá mức và khó có thể thực hiện được bước cán nguội. Vì lý do này, giới hạn trên của tỷ lệ giảm tiết diện là 80%. Tốt hơn nữa là, tỷ lệ giảm tiết diện nằm trong khoảng từ 45 đến 70%. Các hiệu quả của sáng chế có thể được thể hiện, mà không cần xác định một cách cụ thể số lượng rãnh cán và tỷ lệ giảm tiết diện của mỗi rãnh.

Mạ kẽm nhúng nóng

Sau khi cán nguội, tấm thép nền được cho thực hiện bước mạ kẽm nhúng nóng thông qua dây chuyền mạ kẽm nhúng nóng liên tục (CGL).

Bước ủ

Tấm thép (tấm thép nền) đã được cho thực hiện cán nguội sau đó được gia nhiệt tới nhiệt độ ủ nằm trong khoảng từ 750 đến 900°C trong dây chuyền mạ kẽm nhúng nóng liên tục. Khi nhiệt độ ủ nhỏ hơn 750°C, sự rắn lại của cacbua được hình thành trong quá trình cán nóng đòi hỏi thời gian dài, toàn bộ hoặc một phần cacbua còn giữ nguyên, và do đó khó có thể đảm bảo được độ bền bằng 980MPa hoặc cao hơn. Vì lý do này, giới hạn dưới của nhiệt độ ủ là 750°C. Mặt khác, khi việc gia nhiệt tới nhiệt độ cao quá mức dẫn tới làm tăng chi phí, về mặt kinh tế là không thuận lợi và hình dạng tấm trở nên xấu hoặc tuổi thọ của cuộn giảm. Do đó, giới hạn trên của nhiệt độ ủ là 900°C. Thời gian duy trì ở nhiệt độ ủ không bị giới hạn một cách cụ thể, tuy nhiên việc xử lý nhiệt tốt hơn là được thực hiện trong thời gian 10 giây hoặc lâu hơn để hòa tan cacbua. Mặt khác, khi thời gian xử lý nhiệt trở nên lâu hơn 600 giây, thì sẽ dẫn đến làm tăng chi phí, không thuận lợi về mặt kinh tế. Các hiệu quả của sáng chế có thể được thể hiện bởi cách thực hiện duy trì đẳng nhiệt ở nhiệt độ ủ nằm trong khoảng từ 750 đến 900°C và thậm chí bằng cách khởi đầu làm nguội ngay sau khi tấm thép đạt tới nhiệt độ cực đại bằng cách thực hiện gradien nhiệt.

Khi gia nhiệt tấm thép nền tới nhiệt độ ủ, tốc độ gia nhiệt trung bình từ nhiệt độ trong phòng hoặc cao hơn đến nhiệt độ 650°C hoặc thấp hơn được thiết lập tới HR1 (°C/giây) được thể hiện bằng biểu thức (4) dưới đây, và tốc độ gia nhiệt trung bình từ nhiệt độ hơn 650°C đến nhiệt độ ủ được thiết lập tới HR2 (°C/giây) được thể hiện bằng biểu thức (5) dưới đây

$$HR1 \geq 0,3 \text{ (biểu thức (4))}$$

$$HR2 \leq 0,5 \times HR1 \text{ (biểu thức (5)).}$$

Bước cán nóng được thực hiện trong điều kiện mô tả trên đây, và ngoài ra việc làm nguội trước khi cán nguội được thực hiện. Do đó, cả việc tinh chế các hạt tinh thể và sự ngẫu nhiên hóa của các định hướng tinh thể có thể đạt được. Tuy nhiên, với bước cán nguội được thực hiện sau đó, vân đậm phát triển và vân trở nên có thể giữ nguyên trong tấm thép. Do đó, độ đẳng hướng của tấm thép suy giảm. Do vậy, tốt hơn là làm cho vân xuất hiện bởi việc cán nguội biến mất càng nhiều càng tốt bằng cách thực hiện một cách thích hợp bước gia nhiệt thực hiện

sau bước cán nguội. Vì lý do này, cần phải chia tốc độ gia nhiệt trung bình của bước gia nhiệt thành 2 giai đoạn, thể hiện bằng các biểu thức (4) và (5) nêu trên.

Lý do chi tiết vì sao vân và các đặc tính của tấm thép nền được cải thiện nhờ bởi sự gia nhiệt 2 giai đoạn còn chưa rõ ràng, nhưng hiệu quả này được xem là có liên quan với sự phục hồi dịch chuyển và sự tái kết tinh đưa vào tại thời điểm cán nguội. Tức là, lực truyền của quá trình tái kết tinh xuất hiện ở tấm thép do gia nhiệt được tích lũy trong tấm thép bởi quá trình cán nguội. Khi tốc độ gia nhiệt trung bình HR1 ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ nhiệt độ trong phòng hoặc cao hơn đến nhiệt độ 650°C hoặc thấp hơn là nhỏ, sự dịch chuyển đưa vào bởi quá trình cán nguội thu hồi lại và quá trình tái kết tinh không xuất hiện. Do đó, vân phát triển tại thời điểm cán nguội giữ nguyên như vậy và các đặc tính như độ đẳng hướng bị suy giảm. Khi tốc độ gia nhiệt trung bình HR1 ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ nhiệt độ trong phòng hoặc cao hơn đến nhiệt độ 650°C hoặc thấp hơn là nhỏ hơn 0,3°C/giây, sự dịch chuyển đưa vào bởi quá trình cán nguội thu hồi, dẫn đến vân đậm tạo ra tại thời điểm cán nguội vẫn giữ nguyên. Do đó, cần phải thiết lập tốc độ gia nhiệt trung bình HR1 ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ nhiệt độ trong phòng hoặc cao hơn đến nhiệt độ 650°C hoặc thấp hơn tới 0,3 (°C/giây) hoặc cao hơn. Khi tốc độ gia nhiệt trung bình HR1 là 0,3 (°C/giây) hoặc cao hơn, có thể gây ra tái kết tinh từ ferit (sự phục hồi dịch chuyển là chậm) có mật độ dịch chuyển lớn, các hạt tái kết tinh có các định hướng tinh thể khác nhau được tạo ra, vân được sắp xếp ngẫu nhiên, và do đó độ dị hướng giảm. Ngoài ra, khi tốc độ gia nhiệt lớn hơn 100 (°C/giây), việc đầu tư phương tiện trở nên quá mức, và do đó không thuận lợi về mặt kinh tế. Do đó, giới hạn trên của tốc độ gia nhiệt trung bình HR1 thực tế là 100 (°C/giây).

Mặt khác, khi tốc độ gia nhiệt trung bình HR2 từ nhiệt độ hơn 650°C đến nhiệt độ ủ là lớn, ferit tồn tại trong tấm thép sau khi cán nguội không tái kết tinh và ferit không tái kết tinh ở trạng thái đang gia công vẫn giữ nguyên. Cụ thể là, khi thép chứa C lớn hơn 0,1% được gia nhiệt tới vùng 2 pha của ferit và austenit, austenit tạo ra ngăn chặn sự phát triển của ferit tái kết tinh, và do đó ferit không tái kết tinh trở nên có thể giữ nguyên. Ferit không tái kết tinh này có vân đậm, do đó ảnh hưởng bất lợi đến độ đẳng hướng, và ferit không tái kết tinh này chứa

nhiều sự biến vị do đó gây suy giảm nhiều độ dễ uốn. Vì lý do này, ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ nhiệt độ hơn 650°C đến nhiệt độ ủ, tốc độ gia nhiệt trung bình HR2 cần phải là $0,5 \times \text{HR1}$ ($^{\circ}\text{C}/\text{giây}$) hoặc nhỏ hơn. Khi tốc độ gia nhiệt trung bình HR2 lớn hơn $0,5 \times \text{HR1}$ ($^{\circ}\text{C}/\text{giây}$), cacbua trở thành austenit trước khi tái kết tinh, và các hạt austenit tạo ra làm chậm sự phát triển của các hạt tái kết tinh. Do đó, vẫn ở trạng thái đang cán nguội giữ nguyên, và do đó độ dị hướng tăng lên.

Từ kết quả thu được bởi nghiên cứu chuyên sâu mối tương quan giữa các điều kiện sản xuất và mặt gia công chi tiết, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng, sự bố trí mặt gia công và sự giảm thiểu độ dị hướng có thể đạt được khi HR1 gấp hai lần hoặc cao hơn so với HR2. Khó có thể đạt được sự bố trí ngẫu nhiên mặt gia công bằng cách thiết lập tốc độ gia nhiệt như vậy bằng cách ủ thông thường, trong đó tốc độ gia nhiệt là cố định.

Làm nguội sau khi ủ

Sau khi được cho thực hiện ủ, tấm thép nền được làm nguội xuống 500°C từ nhiệt độ ủ với tốc độ làm nguội trung bình từ $0,1$ đến $200^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Khi tốc độ làm nguội trung bình chậm hơn $0,1^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, năng suất bị ảnh hưởng lớn. Mặt khác, khi tốc độ làm nguội nhanh quá mức, chi phí sản xuất tăng lên. Do đó, giới hạn trên của tốc độ làm nguội trung bình là $200^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Ngoài ra, tốc độ làm nguội ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 650 đến 500°C tốt hơn là nằm trong khoảng từ 3 đến $200^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Khi tốc độ làm nguội là rất thấp, cấu trúc austenit được chuyển dạng thành cấu trúc pearlit trong quá trình làm nguội. Vì khó có thể đảm bảo được austenit bằng 8% hoặc cao hơn, tính theo phần thể tích, nên tốc độ làm nguội tốt hơn là $3^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc nhanh hơn. Ví dụ về phương pháp làm nguội có thể bao gồm làm nguội trực, làm nguội bằng khí, làm nguội bằng nước, và bất kỳ sự kết hợp nào của các phương pháp làm nguội này.

Duy trì nhiệt độ

Sau đó, nhiệt độ được duy trì giữa 500 và 350°C trong thời gian từ 10 đến 1000 giây. Trong quá trình duy trì nhiệt độ, sự chuyển hóa bainit xuất hiện và austenit dư được ổn định. Lý do tại sao giới hạn trên của nhiệt độ duy trì được thiết lập tới 500°C đó là vì sự chuyển hóa bainit xuất hiện ở nhiệt độ này hoặc nhỏ

hơn. Mặt khác, khi nhiệt độ được duy trì ở khoảng nhiệt độ nhỏ hơn 350°C , sẽ mất nhiều thời để sự chuyển hóa bainit xuất hiện, các phương tiện bị quá tải, và do đó năng suất bị giảm xuống. Do đó, nhiệt độ duy trì nằm trong khoảng từ 500 đến 350°C . Giới hạn dưới của thời gian duy trì là 10 giây. Lý do đó là vì sự chuyển hóa bainit không tiến triển một cách đầy đủ ở thời gian duy trì dưới 10 giây, austenit dư không được ổn định, và khả năng tạo hình tốt không đạt được. Mặt khác, thời gian duy trì lớn hơn 1000 giây làm giảm năng suất. Ngoài ra, thời gian duy trì không những chỉ dẫn thời gian duy trì đẳng nhiệt, mà còn bao gồm dự dịch chuyển nguội và sự gia nhiệt ở khoảng nhiệt độ này.

Mạ kẽm nhúng nóng và mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa

Tấm thép cán nguội (tấm thép nền) sản xuất theo cách này sau đó được nhúng vào bể mạ kẽm nhúng nóng và được thực hiện xử lý mạ kẽm nhúng nóng, sao cho tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao theo sáng chế được tạo ra. Ngoài ra, sau khi xử lý mạ kẽm, khi việc xử lý hợp kim hóa được thực hiện tiếp theo, tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao theo sáng chế được tạo ra.

Tốt hơn là, nhiệt độ của tấm thép nền cần được nhúng trong bể mạ kẽm nhúng nóng nằm trong khoảng từ nhiệt độ dưới 40°C so với nhiệt độ của bể mạ kẽm nhúng nóng đến nhiệt độ cao hơn 50°C so với nhiệt độ của bể mạ kẽm nhúng nóng. Khi nhiệt độ của tấm thép nền cần được nhúng nhỏ hơn “nhiệt độ của bể mạ kẽm nhúng nóng - 40 ” ($^{\circ}\text{C}$), sự mất nhiệt khi nhúng vào bể mạ kẽm trở nên nhiều hơn và một phần kẽm nóng chảy được hóa rắn, do đó dẫn đến ảnh hưởng đến hình dạng mạ bên ngoài trong một số trường hợp. Trước khi được nhúng vào bể mạ kẽm, tấm thép nền có thể được nhúng để tái gia nhiệt tấm đến nhiệt độ của (nhiệt độ của bể mạ kẽm nhúng nóng - 40) ($^{\circ}\text{C}$) hoặc cao hơn. Ngoài ra, khi nhiệt độ của tấm thép nền cao hơn “nhiệt độ của bể mạ kẽm nhúng nóng + 50 ” ($^{\circ}\text{C}$), có thể gây ra các vấn đề về vận hành kết hợp với sự gia tăng nhiệt độ của bể mạ kẽm.

Ngoài ra, việc xử lý hợp kim hóa của lớp mạ kẽm được thực hiện ở nhiệt độ 460°C hoặc cao hơn. Khi nhiệt độ xử lý hợp kim hóa nhỏ hơn 460°C , tiến trình hợp kim hóa bị chậm lại và năng suất bị giảm xuống. Giới hạn trên không bị giới hạn một cách cụ thể, tuy nhiên khi nhiệt độ xử lý hợp kim hóa cao hơn 600°C ,

cacbua được tạo ra và tỷ lệ thể tích của cấu trúc cứng (mactensit, bainit, austenit dư) giảm xuống, khiến cho khó có thể đảm bảo được độ dễ uốn thích hợp. Do đó, giới hạn trên thực tế là 600°C.

Để ngăn chặn các khuyết tật khi mạ và thúc đẩy sự hợp kim, tốt hơn là dòng phun được cung cấp với tốc độ 10m/phút hoặc nhanh hơn và 50m/phút hoặc chậm hơn trong bể mạ kẽm. Xi bốt, xỉ này là màng oxit của Zn hoặc Al, được nổi trên bề mặt của bể mạ kẽm. Khi màng oxit giữ nguyên trên bề mặt của tấm thép nền với lượng lớn, xỉ bốt kết dính với bề mặt của tấm thép nền tại thời điểm nhúng vào bể mạ kẽm và các khuyết tật khi mạ dễ dàng xuất hiện. Ngoài ra, xỉ bốt kết dính vào tấm thép không chỉ gây ra các khuyết tật khi mạ, mà còn gây ra sự trở hợp kim hóa.

Đặc tính này đặc biệt đáng kể trong tấm thép chứa nhiều Si và Mn. Cơ chế chi tiết chưa rõ ràng, nhưng có thể cho rằng các khuyết tật khi mạ và sự trở hợp kim hóa được tạo thuận lợi dễ dàng bởi phản ứng giữa oxit của Si và Mn, các chất này được tạo ra trên bề mặt của tấm thép nền, và xỉ bốt cũng là oxit. Lý do của việc thiết lập tốc độ dòng của dòng phun ở 10m/phút hoặc nhanh hơn và 50m/phút hoặc chậm hơn đó là vì hiệu quả ngăn chặn khuyết tật khi mạ do dòng phun không thể đạt được ở tốc độ dòng chậm hơn 10m/phút. Lý do của việc thiết lập tốc độ dòng ở 50m/phút hoặc chậm hơn đó là vì hiệu quả ngăn chặn khuyết tật khi mạ được đầy đủ và chi phí cao do việc đầu tư phương tiện quá mức cũng tránh được.

Mục đích của việc thiết lập tốc độ dòng của kẽm nóng chảy trong bể ở 10m/phút hoặc nhanh hơn và 50m/phút hoặc chậm hơn để ngăn chặn sự kết dính của xỉ lên bề mặt của tấm thép nền. Vì lý do này, điều quan trọng tốt hơn là tốc độ dòng nằm trong khoảng nêu trên cho tới độ dày của tấm thép nền được nhúng vào trong bể mạ kẽm. Trong khi đó, cặn gỉ có thể được lắng ở đáy của bể mạ kẽm trong một số trường hợp. Trong trường hợp này, khi kẽm nóng chảy gần đáy bể chảy thành dòng, gia tăng lo ngại rằng cặn gỉ kết dính vào bề mặt của tấm thép nền do cặn lắng bắn tung tóe. Do đó, tốc độ dòng tốt hơn là được thiết lập trong khoảng từ bề mặt của bể mạ kẽm đến độ dày của tấm thép nền được nhúng vào trong bể mạ kẽm. Kích thước của bể mạ kẽm có thể có chiều rộng bất kỳ miễn là tấm thép nền có thể nhúng được trong đó, tuy nhiên kích cỡ của tấm thép cho mặt

ngoài của ô tô thông thường có chiều rộng lên tới 2m. Kích cỡ của bề mạ kẽm có thể hoàn toàn lớn hơn kích cỡ nêu trên. Vì cặn gỉ được lắng trên đáy của bề mạ kẽm, kẽm lưu thông trong bể khi tấm thép chuyển qua, và do đó quan ngại rằng, cặn gỉ kết dính vào bề mặt của tấm thép nên do cặn gỉ bắn tung tóe. Do đó, độ sâu của bể tốt hơn là lớn.

Ngoài ra, bề mạ kẽm có thể chứa Fe, Al, Mg, Mn, Si, Cr và nguyên tố tương tự ngoài kẽm tinh khiết.

Ngoài ra, để làm cải thiện hơn nữa độ bám dính mạ, trước khi tôi trong dây chuyền mạ kẽm nhúng nóng liên tục, tấm thép nên có thể được thực hiện xử lý mạ kim loại sử dụng vật liệu gồm một hoặc nhiều trong số Ni, Cu, Co, hoặc Fe. Ngoài ra, ví dụ về xử lý mạ kim loại bao gồm phương pháp sendimir gồm các bước “khử mỡ, tẩy gỉ, sau đó gia nhiệt trong điều kiện áp suất không oxy hóa, ủ trong điều kiện áp suất giảm chứa H_2 và N_2 , sau đó làm nguội tới gần nhiệt độ của bề mạ kẽm, và nhúng trong bề mạ kẽm”, phương pháp lò khử toàn phần gồm các bước “hiệu chỉnh áp suất tại thời điểm ủ để trước tiên oxy hóa bề mặt của tấm thép, sau đó sử dụng bước làm giảm tiết diện để thực hiện làm sạch trước khi mạ kim loại, và nhúng trong bề mạ kẽm”, hoặc phương pháp dòng gồm các bước “khử mỡ và tẩy gỉ tấm thép, sau đó sử dụng amoni clorua hoặc chất tương tự để xử lý dòng, sau đó nhúng trong bề mạ kẽm”. Tuy nhiên, sáng chế có thể được thể hiện ngay cả khi việc xử lý được thực hiện trong điều kiện bất kỳ.

Ngoài ra, trong trường hợp sản xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa, hàm lượng Al hiệu quả trong bề mạ kẽm tốt hơn là được kiểm soát nằm trong khoảng từ 0,05 đến 0,500% khối lượng để kiểm soát các đặc tính của lớp mạ kẽm. Ở đây, hàm lượng Al hiệu quả trong bề mạ kẽm là trị số thu được bằng cách lấy hàm lượng Al trong bề mạ kẽm từ đi hàm lượng Fe trong bề mạ kẽm.

Khi hàm lượng Al hiệu quả nhỏ hơn 0,05% khối lượng, cặn gỉ xuất hiện nhiều và bề ngoài thích hợp không thể đạt được. Mặt khác, hàm lượng Al hiệu quả cao hơn 0,500% khối lượng, quá trình hợp kim hóa bị chậm lại và năng suất bị giảm xuống. Vì lý do này, giới hạn trên của hàm lượng Al hiệu quả trong bề mạ kẽm tốt hơn là 0,500% khối lượng.

Ngoài ra, khi quá trình hợp kim hóa được thực hiện ở nhiệt độ thấp, việc xử lý hợp kim hóa có thể được sử dụng để tạo điều kiện thuận lợi cho sự chuyển hóa bainit.

Trong khi đó, để làm cải thiện đặc tính phủ và khả năng hàn, bề mặt của tấm thép mạ kẽm nhúng nóng và tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa theo sáng chế được cho thực hiện mạ kim loại lớp trên cùng và thực hiện các xử lý khác, ví dụ, xử lý mạ crom, xử lý phosphat, xử lý làm cải thiện độ trơn, xử lý làm cải thiện khả năng hàn hoặc xử lý tương tự.

Ngoài ra, tấm thép mạ kẽm nhúng nóng và tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa theo sáng chế có thể còn được thực hiện cán phẳng. Tỷ lệ giảm tiết diện của bước cán phẳng tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,1 đến 1,5%. Khi tỷ lệ giảm tiết diện nhỏ hơn 0,1%, hiệu quả không cao và việc kiểm soát cũng khó khăn. Khi tỷ lệ giảm tiết diện cao hơn 1,5%, năng suất giảm một cách đáng kể. Bước cán phẳng có thể được thực hiện nội tuyến hoặc ngoại tuyến. Ngoài ra, cán phẳng với tỷ lệ giảm tiết diện dự tính có thể được thực hiện một hoặc nhiều lần.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sáng chế bây giờ sẽ được mô tả chi tiết thông qua các ví dụ. Một cách ngẫu nhiên, điều kiện trong phần ví dụ là các ví dụ điều kiện sử dụng để khẳng định khả năng ứng dụng và các hiệu quả của sáng chế, và sáng chế không bị giới hạn bởi các ví dụ điều kiện này. Sáng chế có thể sử dụng các điều kiện khác miễn là đạt được mục đích theo sáng chế, mà không đi trệch khỏi phạm vi bảo hộ của sáng chế. Thành phần hóa học của các thép riêng biệt được sử dụng trong phần ví dụ được minh họa trong bảng 1. Các điều kiện sản xuất riêng biệt được minh họa trong các bảng 2 và 3. Ngoài ra, các đặc tính cấu trúc thành phần và cơ học của từng loại thép riêng biệt trong các điều kiện sản xuất trong bảng 2 được minh họa trong bảng 4. Một cách ngẫu nhiên, những đường gạch chân trong mỗi bảng chỉ ra rằng trị số số nằm ngoài khoảng theo sáng chế hoặc nằm ngoài khoảng được ưu tiên theo sáng chế.

Các kết quả kiểm tra sẽ được mô tả sử dụng các thép theo sáng chế "từ A đến S" và sử dụng các thép so sánh "từ a đến d" có thành phần được minh họa

trong bảng 1. Một cách ngẫu nhiên, trong bảng 1, mỗi trị số số của thành phần hóa học biểu thị % khối lượng. Trong các bảng từ 2 đến 4, các chữ cái tiếng anh từ A đến U và các chữ cái tiếng anh từ a đến g được gán với các kiểu thép lần lượt biểu thị thành phần của các thép theo sáng chế từ A đến U và các thép so sánh từ a đến g trong bảng 1.

Các thép này (các thép theo sáng chế từ A đến S và các thép so sánh từ a đến d) được gia nhiệt tới nhiệt độ 1200°C và sau đó được cho thực hiện cán nóng trong các điều kiện được nêu trong bảng 2, và sau đó, bước cán nóng được hoàn thành ở nhiệt độ chuyển hóa Ar3 hoặc cao hơn.

Trong quá trình cán nóng, trước tiên, khi cán thô ở dạng cán nóng lần thứ nhất, bước cán được thực hiện một hoặc nhiều lần với tỷ lệ giảm tiết diện 40% hoặc cao hơn ở nhiệt độ khoảng 1000°C hoặc cao hơn và nhiệt độ khoảng 1200°C hoặc thấp hơn. Tuy nhiên, đối với các kiểu thép A2, C2, E2, J2, và O2, khi cán thô, bước cán với tỷ lệ giảm tiết diện 40% hoặc cao hơn trong một rãnh cán không được thực hiện. Khi cán thô, số lần thu nhỏ với tỷ lệ giảm tiết diện 40% hoặc cao hơn, mỗi tỷ lệ giảm tiết diện (%), và đường kính hạt austenit (μm) sau khi cán thô (trước khi cán tinh) được nêu trong bảng 2. Ngoài ra, nhiệt độ T1 (°C) của từng loại thép riêng biệt được nêu trong bảng 2.

Sau khi bước cán thô được hoàn thành, bước cán tinh ở dạng cán nóng lần thứ hai được thực hiện. Trong quá trình cán cuối cùng, bước cán này làm giảm tiết diện với tỷ lệ là 30% hoặc cao hơn được thực hiện trong một rãnh cán ít nhất một lần ở nhiệt độ nằm trong khoảng $T1 + 30^\circ\text{C}$ hoặc cao hơn và nằm trong khoảng $T1 + 200^\circ\text{C}$ hoặc thấp hơn, và ở nhiệt độ nằm trong khoảng nhỏ hơn $T1 + 30^\circ\text{C}$, tổng tỷ lệ giảm tiết diện được điều chỉnh ở 30% hoặc nhỏ hơn. Một cách ngẫu nhiên, trong quá trình cán cuối cùng, bước cán này làm giảm tiết diện với tỷ lệ là 30% hoặc cao hơn trong một rãnh cán được thực hiện ở rãnh cán cuối cùng ở nhiệt độ nằm trong khoảng $T1 + 30^\circ\text{C}$ hoặc cao hơn và nằm trong khoảng $T1 + 200^\circ\text{C}$ hoặc thấp hơn.

Tuy nhiên, đối với các kiểu thép C3, E3, J3, và O3, bước cán này làm giảm tiết diện với tỷ lệ là 30% hoặc cao hơn không được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng $T1 + 30^\circ\text{C}$ hoặc cao hơn và nằm trong khoảng $T1 + 200^\circ\text{C}$ hoặc thấp hơn.

Ngoài ra, đối với các kiểu thép A4 và C4, tổng tỷ lệ giảm tiết diện ở nhiệt độ nằm trong khoảng nhỏ hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ là cao hơn 30%.

Ngoài ra, trong quá trình cán cuối cùng, tổng tỷ lệ giảm tiết diện được thiết lập ở 50% hoặc cao hơn. Tuy nhiên, đối với các kiểu thép A3, C3, E3, J3, và O3, tổng tỷ lệ giảm tiết diện ở nhiệt độ nằm trong khoảng $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ hoặc cao hơn và nằm trong khoảng $T1 + 200^{\circ}\text{C}$ hoặc thấp hơn là nhỏ hơn 50%.

Bảng 2 thể hiện tổng tỷ lệ giảm tiết diện (%) ở nhiệt độ nằm trong khoảng $T1 + 200^{\circ}\text{C}$ hoặc thấp hơn, nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$) sau khi làm giảm tiết diện ở rãnh làm giảm tiết diện cuối cùng ở nhiệt độ nằm trong khoảng $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ hoặc cao hơn, và $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ hoặc cao hơn và nằm trong khoảng $T1 + 200^{\circ}\text{C}$ hoặc thấp hơn, và P1: tỷ lệ giảm tiết diện của bước làm giảm tiết diện cuối cùng 30% hoặc cao hơn (tỷ lệ giảm tiết diện trong rãnh làm giảm tiết diện cuối cùng ở nhiệt độ nằm trong khoảng $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ hoặc cao hơn và nằm trong khoảng $T1 + 200^{\circ}\text{C}$ hoặc thấp hơn) (%), trong quá trình cán cuối cùng. Ngoài ra, bảng 2 thể hiện tỷ lệ giảm tiết diện (%) tại thời điểm thu nhỏ ở nhiệt độ nằm trong khoảng nhỏ hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ trong quá trình cán cuối cùng.

Sau khi bước làm giảm tiết diện cuối cùng ở nhiệt độ nằm trong khoảng $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ hoặc cao hơn và nằm trong khoảng $T1 + 200^{\circ}\text{C}$ hoặc thấp hơn được thực hiện trong quá trình cán cuối cùng, việc làm nguội trước khi bước cán nguội được khởi đầu trước khi thời gian giữ t (giây) trôi qua $2,5 \times t1$. Trong bước làm nguội trước khi cán nguội, tốc độ làm nguội trung bình được thiết lập ở $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc cao hơn. Ngoài ra, mức thay đổi nhiệt độ (lượng nhiệt độ được làm nguội) trong bước làm nguội trước khi cán nguội được điều chỉnh là khoảng 40°C hoặc cao hơn và 140°C hoặc thấp hơn.

Tuy nhiên, đối với các kiểu thép A6, C4, E4, J4, và O3, bước làm nguội trước khi cán nguội (sau khi cán nóng-cán tinh-làm nguội) được khởi đầu sau khi thời gian giữ t (giây) trôi qua $2,5 \times t1$ từ bước làm giảm tiết diện cuối cùng ở nhiệt độ nằm trong khoảng $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ hoặc cao hơn và nằm trong khoảng $T1 + 200^{\circ}\text{C}$ hoặc thấp hơn trong quá trình cán cuối cùng. Đối với các kiểu thép A22, C16, E12, và E13, mức thay đổi nhiệt độ (sau khi lượng cán nóng-cán tinh-làm nguội) trong bước làm nguội trước khi cán nguội là dưới 40°C , và đối với các kiểu thép

A21, C15, và E11, mức thay đổi nhiệt độ (sau khi lượng cán nóng-cán tinh-làm nguội) trong bước làm nguội trước khi cán nguội là cao hơn 140°C. Đối với các kiểu thép A22, C16, và E13, tốc độ làm nguội trung bình (sau tỷ lệ cán nóng-cán tinh-làm nguội) trong bước làm nguội trước khi cán nguội là nhỏ hơn 50°C/giây.

Bảng 2 thể hiện t_1 (giây) của mỗi loại thép, thời gian giữ t (giây) từ bước làm giảm tiết diện cuối cùng ở nhiệt độ nằm trong khoảng $T_1 + 30^\circ\text{C}$ hoặc cao hơn và nằm trong khoảng $T_1 + 200^\circ\text{C}$ hoặc thấp hơn tới khi khởi đầu bước làm nguội trước khi cán nguội trong quá trình cán cuối cùng, t/t_1 , mức thay đổi nhiệt độ (lượng làm nguội) ($^\circ\text{C}$) trong quá trình làm nguội trước khi cán nguội, và tốc độ làm nguội trung bình ($^\circ\text{C}/\text{giây}$) trong quá trình làm nguội trước khi cán nguội.

Sau quá trình làm nguội trước khi cán nguội, bước làm nguội được thực hiện ở nhiệt độ 700°C hoặc thấp hơn, và thu được các tấm cán nóng ban đầu mỗi tấm có độ dày nằm trong khoảng từ 2 đến 4,5mm.

Tuy nhiên, đối với các kiểu thép A7 và C8, nhiệt độ cuộn cao hơn 700°C. Đối với mỗi kiểu thép, nhiệt độ kết thúc làm nguội (nhiệt độ làm nguội) ($^\circ\text{C}$) của bước làm nguội trước khi cán nguội được thể hiện trong bảng 2.

Tiếp theo, các tấm cán nóng ban đầu được tẩy rửa và sau đó được cho thực hiện cán nguội với tỷ lệ giảm tiết diện là 40% hoặc cao hơn và 80% hoặc nhỏ hơn sao cho độ dày sau khi cán nguội trở thành 1,2mm. Tuy nhiên, đối với các kiểu thép A17, E9, và J15, tỷ lệ giảm tiết diện của cán nguội là nhỏ hơn 40%. Trong quá trình cán nguội, tỷ lệ giảm tiết diện của mỗi kiểu thép được nêu trong bảng 3. Ngoài ra, khi tỷ lệ giảm tiết diện của quá trình cán nguội là 80%, tải trọng cán trở nên quá cao và do đó quá trình cán nguội có thể không được thực hiện tới độ dày tấm định trước. Do đó, giới hạn trên thực tế của tỷ lệ giảm tiết diện là 80%.

Sau đó, tấm cán nóng (tấm thép nền) được cho thực hiện xử lý nhiệt và xử lý mạ kẽm nhúng nóng trong dây chuyền mạ kẽm nhúng nóng liên tục.

Trong dây chuyền mạ kẽm nhúng nóng liên tục, trước tiên, tấm cán nóng được gia nhiệt tới nhiệt độ nằm trong khoảng 750 hoặc cao hơn và 900°C hoặc thấp hơn, được duy trì trong thời gian 10 giây hoặc lâu hơn và 600 giây hoặc nhỏ hơn trong khoảng nhiệt độ, và sau đó được cho thực hiện xử lý ủ. Ngoài ra, khi việc gia nhiệt được thực hiện tới nhiệt độ nằm trong khoảng từ 750 đến 900°C,

tốc độ gia nhiệt trung bình HR1 ($^{\circ}\text{C}/\text{giây}$) của nhiệt độ trong phòng hoặc cao hơn và ở nhiệt độ 650°C hoặc thấp hơn được điều chỉnh ở 0,3 hoặc cao hơn ($\text{HR1} \geq 0,3$), và tốc độ gia nhiệt trung bình HR2 ($^{\circ}\text{C}/\text{giây}$) từ trên 650°C đến 750 đến 900°C được điều chỉnh ở $0,5 \times \text{HR1}$ hoặc nhỏ hơn ($\text{HR2} \leq 0,5 \times \text{HR1}$). Bảng 3 thể hiện nhiệt độ gia nhiệt (nhiệt độ ủ), thời gian duy trì gia nhiệt (thời gian tới khi bắt đầu làm nguội lần đầu sau cán nguội) (giây), và tốc độ gia nhiệt trung bình HR1 và HR2 ($^{\circ}\text{C}/\text{giây}$) của mỗi kiểu thép.

Tuy nhiên, đối với kiểu thép A20, nhiệt độ ủ cao hơn 900°C . Đối với các kiểu thép A7, C4, E5, J5, và O4, nhiệt độ ủ là nhỏ hơn 750°C . Đối với các kiểu thép C3, E6, và J5, thời gian duy trì là dưới 1 giây. Đối với các kiểu thép A18 và C13, thời gian duy trì lớn hơn 600 giây. Ngoài ra, đối với kiểu thép C12, tốc độ gia nhiệt trung bình HR1 là dưới 0,3 ($^{\circ}\text{C}/\text{giây}$). Đối với các kiểu thép A12, A13, A15, A15, C3, C4, C9, C11, J10, J11, J13, J14, và O10, tốc độ gia nhiệt trung bình HR2 ($^{\circ}\text{C}/\text{giây}$) lớn hơn $0,5 \times \text{HR1}$.

Sau khi ủ, quá trình làm nguội được thực hiện từ nhiệt độ ủ tới 500°C với tốc độ làm nguội trung bình nằm trong khoảng từ 0,1 đến $200^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Đối với các kiểu thép A19 và C13, tốc độ làm nguội trung bình là dưới $0,1^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Tốc độ làm nguội trung bình ($^{\circ}\text{C}/\text{giây}$) của mỗi tấm thép được nêu trong bảng 3.

Sau khi xử lý làm nguội, việc duy trì được thực hiện trong khoảng nhiệt độ giữa 500 và 350°C trong thời gian từ 10 đến 1000 giây. Thời gian duy trì của mỗi tấm thép được nêu trong bảng 3. Tuy nhiên, đối với các tấm thép A8, C5, J6, và O5, thời gian duy trì là nhỏ hơn 10 giây.

Sau đó, tấm thép nền được nhúng trong bể mạ kẽm nhúng nóng được kiểm soát ở điều kiện xác định trước và sau đó được làm nguội xuống nhiệt độ trong phòng. Nhiệt độ của bể mạ kẽm được quản lý ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 440 đến 470°C . Ngoài ra, khi bước mạ kẽm nhúng nóng được thực hiện, nhiệt độ của tấm thép nền nằm trong khoảng (nhiệt độ của bể mạ kẽm nhúng nóng - 40) $^{\circ}\text{C}$ hoặc cao hơn và (nhiệt độ của bể mạ kẽm nhúng nóng + 50) $^{\circ}\text{C}$ hoặc thấp hơn. Hàm lượng Al hiệu quả trong bể mạ kẽm nhúng nóng nằm trong khoảng từ 0,09 đến 0,17% khối lượng. Sau khi được nhúng trong bể mạ kẽm nhúng nóng, phần tấm thép được cho thực hiện xử lý hợp kim hóa ở nhiệt độ 460°C hoặc cao hơn

và 600°C hoặc thấp hơn và sau đó được làm nguội xuống nhiệt độ trong phòng. Tại thời điểm này, trọng lượng trên đơn vị diện tích là cứ mỗi 35g/m² trên cả hai mặt. sau cùng, tấm thép thu được được cho thực hiện cán phẳng với tỷ lệ giảm tiết diện là 0,4%.

Để ngăn chặn sự mạ kim loại và thúc đẩy sự hợp kim, dòng phun 10m/phút hoặc nhanh hơn và 50m/phút hoặc chậm hơn được cung cấp trong bể mạ kẽm. Bảng 3 thể hiện tốc độ (m/phút) của dòng phun được cung cấp trong bể mạ kẽm và nhiệt độ xử lý hợp kim hóa tại thời điểm thực hiện bước mạ kẽm nhúng nóng ở mỗi thép. Tuy nhiên, đối với các kiểu thép A9, C5, C8, E7, J7, và O6, tốc độ của dòng phun được cung cấp trong bể mạ kẽm nhỏ hơn 10m/phút. Ngoài ra, đối với các kiểu thép A11, C8, E9, J9, và O9, nhiệt độ xử lý hợp kim hóa lớn hơn 600°C.

Bảng 4 thể hiện trị số trung bình của mật độ cực của các nhóm định hướng từ {100} <011> đến {223} <110> và mật độ cực của định hướng tinh thể {332} <113> trong khoảng chiều dày tấm từ 5/8 đến 3/8 tính từ bề mặt tấm thép của mỗi kiểu thép, và các phần khối lượng (các phần cấu trúc) (%) của ferit, bainit, austenit dư, mactensit, và peclit trong cấu trúc kim loại của mỗi kiểu thép. Ngoài ra, mỗi tỷ lệ thể tích (các phần cấu trúc) được đánh giá bởi phần cấu trúc trước khi cán phẳng. Ngoài ra, bảng 4 thể hiện, ở dạng các đặc tính cơ học của mỗi kiểu thép, độ bền kéo TS (MPa), độ kéo giãn (L-El), sự chênh lệch về độ kéo giãn (ΔEl), đối trọng ($TS \times El$) độ bền (TS) - độ kéo giãn toàn phần (C-El). Ngoài ra, sự có mặt hoặc không có các khuyết tật khi mạ, hàm lượng Fe (% khối lượng) của lớp mạ kẽm nhúng nóng, và hàm lượng Fe (% khối lượng) của lớp mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa cũng được thể hiện.

Thử nghiệm độ bền kéo được thực hiện bằng cách lấy mẫu miếng thử nghiệm JIS số 5 từ tấm thép có độ dày 1,2mm theo chiều vuông góc và song song với chiều cán để đánh giá các đặc tính kéo. Sự chênh lệch (ΔEl) giữa độ kéo giãn (L-El) trong trường hợp thực hiện thử nghiệm độ bền kéo theo chiều song song với chiều cán và độ kéo giãn (C-El) trong trường hợp thực hiện thử nghiệm độ bền kéo theo chiều vuông góc với chiều cán được tính toán từ trị số độ kéo giãn thu được. Thử nghiệm độ bền kéo được thực hiện trên mỗi trong số 5 miếng thử

nghiệm và trị số trung bình của các trị số thu được, do đó độ kéo giãn và TS được tính toán từ trị số trung bình. Ngoài ra, đối với tấm thép có độ dị hướng vật liệu cao, có khuynh hướng là trị số độ kéo giãn bị thay đổi. Thép có đối trọng ($TS \times El$) của độ bền (TS) - độ kéo giãn toàn phần (C-El) lớn hơn 16000 (MPa·%) được xác định là tấm thép có độ bền cao, khả năng tạo hình tốt.

Đặc tính mạ và phản ứng hợp kim hóa lần lượt được đánh giá như sau.

○: Không có khuyết tật khi mạ.

△: Một số khuyết tật khi mạ.

×: Nhiều khuyết tật khi mạ.

Đặc tính kéo, đặc tính mạ, và hàm lượng (%) của Fe được chứa ở lớp mạ kẽm được xác định như nêu trong bảng 4. Có thể thấy rằng, tất cả các tấm thép theo sáng chế đều tuyệt vời về cả khả năng tạo hình và đặc tính mạ.

Bảng 1

Thành phần hóa học (% khối lượng)

	T1 (°C)	C	Si	Mn	P	S	N	Al	Ti	Nb	B	Mg	Rem	Ca	Mo	Cr	Cu	Ni	V	Lưu ý
A	854	0,198	1,48	2,24	0,009	0,0032	0,0028	0,033	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0			0	Thép theo sáng chế
B	853	0,139	1,97	2,42	0,011	0,0029	0,0021	0,021	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0			0	Thép theo sáng chế
C	855	0,231	1,19	2,32	0,008	0,0024	0,0019	0,319	0,000	0,000	0	0	0	0,004	0	0			0	Thép theo sáng chế
D	855	0,220	0,56	2,03	0,008	0,0022	0,0027	0,980	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0			0	Thép theo sáng chế
E	856	0,245	1,52	2,34	0,014	0,0019	0,0026	0,006	0,000	0,000	0	0	0,007	0	0	0			0	Thép theo sáng chế
F	856	0,272	1,82	2,04	0,010	0,0042	0,0021	0,023	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0		0,59	0	Thép theo sáng chế
G	857	0,263	1,86	2,19	0,009	0,0039	0,0020	0,026	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,12			0	Thép theo sáng chế
H	862	0,219	1,56	2,26	0,006	0,0035	0,0016	0,028	0,030	0,000	0	0	0	0	0	0			0	Thép theo sáng chế
I	866	0,195	1,42	2,30	0,010	0,0036	0,0013	0,026	0,000	0,032	0	0	0	0	0	0			0	Thép theo sáng chế
J	865	0,199	1,49	2,31	0,014	0,0019	0,0033	0,027	0,042	0,000	0,0022	0	0	0	0	0			0	Thép theo sáng chế
K	856	0,249	1,86	2,29	0,019	0,0008	0,0045	0,024	0,000	0,000	0	0,005	0	0	0	0			0	Thép theo sáng chế
L	859	0,242	1,99	2,02	0,011	0,0023	0,0021	0,026	0,000	0,000	0	0	0	0	0,04	0			0	Thép theo sáng chế
M	862	0,266	1,72	2,33	0,008	0,0027	0,0027	0,028	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0			0,056	Thép theo sáng chế
N	874	0,275	1,76	2,03	0,019	0,0041	0,0021	0,712	0,032	0,011	0,0011	0	0	0	0	0,68			0	Thép theo sáng chế
O	857	0,298	1,75	2,37	0,011	0,0009	0,0017	0,016	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0			0	Thép theo sáng chế
P	856	0,304	1,54	2,03	0,009	0,0010	0,0019	0,457	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0	0,45	0,19	0	Thép theo sáng chế

Q	860	0,329	0,98	2,89	0,013	0,0025	0,0022	0,004	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,005	0	0	Thép theo sáng chế
R	891	0,273	1,56	1,89	0,012	0,0013	0,0023	0,032	0,000	0,000	0	0	0	0	0,36	0	0	0	Thép theo sáng chế
S	857	0,385	1,19	1,92	0,011	0,0027	0,0034	0,005	0,000	0,000	0	0	0,004	0	0	0	0	0	Thép theo sáng chế
a	866	0,623	1,19	2,56	0,012	0,0008	0,0022	0,024	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0	0	0	Thép so sánh
b	851	0,071	0,55	1,95	0,009	0,0033	0,0025	0,021	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0	0	0	Thép so sánh
c	853	0,185	0,23	1,76	0,019	0,0026	0,0011	0,016	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0	0	0	Thép so sánh
d	852	0,176	0,54	1,22	0,033	0,0016	0,0009	0,024	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0	0	0	Thép so sánh

Bảng 2

Kiểu thép	T1 (°C)	Số bước làm giảm tiết diện với tỷ lệ 40% hoặc cao hơn ở nhiệt độ 1000°C hoặc cao hơn và ở nhiệt độ 1200°C hoặc thấp hơn	Tỷ lệ giảm tiết diện là 40% hoặc cao hơn ở nhiệt độ 1000°C hoặc cao hơn và ở nhiệt độ 1200°C hoặc thấp hơn	Đường kính hạt austenit sau khi cán thô (mm)	Tỷ lệ giảm tiết diện ở nhiệt độ T1 + 30°C hoặc cao hơn và ở nhiệt độ T1 + 200°C hoặc thấp hơn (%)	Tf: Nhiệt độ sau bước làm giảm tiết diện cuối cùng bằng 30% hoặc cao hơn (°C)	P1: Tỷ lệ giảm tiết diện của bước làm giảm tiết diện cuối cùng bằng 30% hoặc cao hơn (%)	Tỷ lệ giảm tiết diện ở nhiệt độ từ T1 đến thấp hơn T1 + 30°C (%)	t1	2,5×t1	t: thời gian giữ (s)	t/t1	Tốc độ làm nguội sau cán nóng-cán tinh (°C/giây)	Lượng làm nguội sau cán nóng-cán tinh (°C)	Nhiệt độ cuộn (°C)
A1	854	2	45/45	160	85	984	45	0	0,14	0,36	0,30	2,11	60	60	620
A2	854	0	*1	230	80	923	40	0	0,86	2,16	1,50	1,74	50	80	630
A3	854	2	45/45	130	35	942	30	0	0,93	2,32	0,60	0,65	80	80	620
A4	854	2	45/45	140	80	899	40	45	1,48	3,69	1,10	0,74	120	80	650
A5	854	1	50	120	80	826	40	0	4,47	11,18	0,80	0,18	160	100	520
A6	854	1	50	110	80	912	40	0	1,12	2,80	10,00	8,91	80	140	560
A7	854	1	50	120	80	906	40	10	1,28	3,20	2,00	1,56	90	60	675
A8	854	2	45/45	130	80	912	40	0	1,12	2,80	0,50	0,45	60	80	480
A9	854	2	45/45	150	80	895	40	0	1,60	3,99	0,60	0,38	70	100	620
A10	854	2	45/45	140	80	920	40	0	0,93	2,33	1,00	1,07	50	70	590
A11	854	2	45/45	140	80	950	40	10	0,40	0,99	0,90	2,28	80	40	630
A12	854	2	45/45	160	80	872	40	0	2,39	5,96	0,30	0,13	120	60	590
A13	854	2	45/45	160	80	890	40	0	1,75	4,38	0,30	0,17	190	100	600
A14	854	2	45/45	160	80	893	40	0	1,66	4,15	1,50	0,90	200	120	610
A15	854	2	45/45	160	80	905	40	0	1,31	3,27	2,40	1,84	160	140	590
A16	854	2	45/45	160	80	899	40	0	1,48	3,69	0,90	0,61	150	100	580
A17	854	2	45/45	160	80	904	40	0	1,33	3,33	1,50	1,12	100	80	630
A18	854	2	45/45	165	80	905	40	0	1,31	3,27	2,40	1,84	80	80	600

A19	854	2	45/45	160	80	899	40	0	1,48	3,69	1,20	0,81	60	60	590
A20	854	2	45/45	170	80	904	40	0	1,33	3,33	1,50	1,12	70	40	590
A21	854	2	45/45	170	80	889	40	0	1,79	4,47	0,60	0,34	160	210	550
A22	854	2	45/45	170	80	972	40	0	0,19	0,46	0,30	1,61	3	25	600
B1	853	2	45/45	150	75	935	40	0	0,60	1,51	0,60	1,00	50	50	620
C1	855	2	45/45	140	85	966	45	0	0,15	0,38	0,35	2,31	80	70	600
C2	855	0	*1	250	80	850	40	0	3,34	8,35	1,00	0,30	90	80	620
C3	855	2	45/45	150	20	862	30	0	2,89	7,22	0,80	0,28	130	110	590
C4	855	2	45/45	160	80	823	40	70	4,68	11,70	15,00	3,20	80	80	600
C5	855	2	45/45	160	80	895	30	0	1,95	4,87	1,00	0,51	90	50	590
C6	855	2	45/45	150	80	905	45	0	1,17	2,91	0,80	0,69	100	50	620
C7	855	1	50	130	80	878	40	0	2,20	5,49	0,50	0,23	70	60	640
C8	855	1	50	120	80	942	30	0	0,94	2,36	1,00	1,06	110	80	720
C9	855	2	45/45	140	80	923	40	15	0,88	2,21	0,60	0,68	100	100	565
C10	855	2	45/45	140	80	895	40	0	1,62	4,06	1,20	0,74	120	90	580
C11	855	2	45/45	140	80	900	40	0	1,47	3,68	0,60	0,41	100	70	600
C12	855	2	45/45	140	80	913	40	0	1,12	2,80	0,60	0,54	80	60	590
C13	855	2	45/45	150	80	893	40	0	1,69	4,22	0,60	0,36	110	50	620
C14	855	2	45/45	140	80	924	30	0	1,28	3,20	0,60	0,47	80	40	600
C15	855	2	45/45	140	80	886	30	0	2,18	5,46	0,50	0,23	80	190	520
C16	855	2	45/45	140	80	956	30	0	0,72	1,80	1,30	1,80	5	10	610
D1	855	1	50	120	85	963	40	0	0,26	0,64	0,49	1,91	70	120	590
D2	855	2	45/45	120	80	932	40	0	0,68	1,71	0,60	0,88	60	90	580
E1	856	2	45/45	150	80	908	45	0	1,09	2,73	1,00	0,92	170	80	620
E2	856	0	*1	290	80	911	40	0	1,18	2,95	0,30	0,25	80	90	630
E3	856	1	50	160	20	905	35	10	1,52	3,80	0,50	0,33	90	80	620
E4	856	2	45/45	150	80	895	40	0	1,64	4,09	16,00	9,78	120	40	600
E5	856	2	45/45	140	80	905	40	10	1,34	3,36	1,00	0,75	160	60	590
E6	856	2	45/45	120	80	921	45	0	0,76	1,91	0,40	0,52	130	80	620
E7	856	2	45/45	130	80	906	40	0	1,31	3,29	0,40	0,30	80	90	630

E8	856	2		45/45	120	80	897	40	0	1,58	3,94	0,60	0,38	70	50	580
E9	856	2		45/45	130	80	920	40	0	0,96	2,40	0,60	0,62	90	70	590
E10	856	2		45/45	120	80	915	40	0	1,08	2,70	0,60	0,56	90	120	610
E11	856	2		45/45	120	80	890	30	0	2,09	5,22	0,80	0,38	120	230	640
E12	856	2		45/45	120	80	942	40	0	0,53	1,33	1,30	2,45	50	20	590
E13	856	2		45/45	120	80	983	40	0	0,14	0,36	0,60	4,20	5	20	610
F1	856	2		45/45	140	95	916	40	0	1,05	2,63	0,80	0,76	120	130	630
F2	856	2		45/45	150	80	932	40	0	0,70	1,76	0,40	0,57	110	100	620
G1	857	3		40/40/40	160	90	926	45	0	0,68	1,70	1,20	1,77	80	100	590
G2	857	2		45/45	160	80	930	40	0	0,77	1,92	0,40	0,52	130	80	620
H1	862	2		45/45	150	85	942	40	20	0,64	1,61	0,60	0,93	160	90	630
H3	862	2		45/45	140	85	895	40	0	1,85	4,63	0,30	0,16	120	80	650
I1	866	2		45/45	150	80	936	40	0	0,83	2,06	0,70	0,85	80	60	630
I2	866	2		45/45	150	80	934	45	0	0,69	1,74	0,30	0,43	60	110	650
J1	865	3		40/40/40	160	80	955	35	0	0,66	1,66	1,10	1,66	80	70	590
J2	865	0		*	230	85	940	40	20	0,74	1,84	0,60	0,82	110	80	600
J3	865	1		50	150	15	955	30	0	0,89	2,23	0,40	0,45	100	90	620
J4	865	1		50	130	85	934	35	0	1,06	2,64	4,40	4,16	130	70	630
J5	865	1		50	120	85	945	35	0	0,84	2,09	0,50	0,60	80	100	590
J6	865	2		45/45	160	85	926	40	20	1,04	2,61	1,00	0,96	60	120	580
J7	865	2		45/45	150	85	943	40	10	0,68	1,69	0,60	0,89	70	80	600
J8	865	2		45/45	140	85	930	40	0	0,95	2,37	0,80	0,84	50	90	620
J9	865	2		45/45	130	85	925	40	20	1,07	2,67	1,20	1,13	60	120	620
J10	865	2		45/45	160	80	960	40	0	0,41	1,01	1,60	3,95	90	100	510
J11	865	2		45/45	160	80	960	40	0	0,41	1,01	1,00	2,47	120	80	550
J12	865	2		45/45	160	80	965	40	0	0,34	0,86	1,10	3,21	100	60	590
J13	865	2		45/45	160	80	950	40	0	0,55	1,39	1,10	1,98	90	60	570
J14	865	2		45/45	150	80	945	40	0	0,64	1,60	1,10	1,72	150	90	490
J15	865	2		45/45	160	80	945	40	0	0,64	1,60	1,10	1,72	160	70	580
K1	856	3		40/40/40	150	75	921	40	0	0,94	2,34	0,80	0,85	80	60	550

L1	859	2	45/45	120	90	944	45	0	0,39	0,98	0,60	1,53	60	80	520
M1	862	1	50	130	85	908	40	10	1,43	3,57	0,50	0,35	50	40	480
N1	874	2	45/45	130	80	906	45	0	1,75	4,37	0,80	0,46	160	120	620
O1	857	2	45/45	160	75	922	45	0	0,77	1,92	1,00	1,30	50	90	620
O2	857	0	*1	250	85	915	45	0	0,94	2,35	0,60	0,64	170	90	480
O3	857	1	50	130	20	823	30	0	4,32	10,80	16,00	3,70	60	70	590
O4	857	1	50	140	80	905	40	0	1,38	3,45	1,00	0,73	80	60	590
O5	857	1	50	150	80	892	45	0	1,63	4,09	0,40	0,24	90	140	560
O6	857	2	45/45	160	80	904	45	0	1,25	3,11	0,50	0,40	110	130	570
O7	857	2	45/45	140	75	906	40	0	1,35	3,38	2,10	1,55	120	100	570
O8	857	2	45/45	120	75	910	40	0	1,24	3,10	0,60	0,48	80	80	580
O9	857	2	45/45	130	80	910	45	0	1,07	2,68	0,30	0,28	60	70	610
O10	857	2	45/45	160	75	920	40	0	0,99	2,48	1,00	1,01	60	90	580
O11	857	2	45/45	160	75	900	40	0	1,52	3,81	0,60	0,39	120	120	600
O12	857	2	45/45	160	75	893	40	0	1,74	4,35	0,60	0,34	180	70	600
P1	856	2	45/45	160	60	930	40	0	0,75	1,88	0,20	0,27	200	60	590
Q1	860	2	45/45	140	80	940	45	0	0,46	1,16	0,30	0,65	60	40	580
R1	891	1	50	150	90	925	40	0	1,81	4,52	0,90	0,50	80	90	430
S1	857	2	45/45	120	70	906	40	0	1,36	3,40	1,10	0,81	60	140	540
a1	866	2	45/45	160	50	899	45	0	1,70	4,26	0,40	0,24	80	80	680
b1	851	1	50	150	80	924	40	0	0,78	1,95	0,60	0,77	60	60	430
c1	853	2	45/45	120	75	905	40	0	1,27	3,18	0,90	0,71	70	80	620
d1	852	2	45/45	160	90	923	40	0	0,81	2,04	1,10	1,35	60	70	580

Phản gạch chân thể hiện rằng trị số nằm ngoài phạm vi của sáng chế này,

*1: thể hiện các trường hợp trong đó tỷ lệ giảm tiết diện là 40% hoặc cao hơn không được thực hiện ở nhiệt độ 1000°C hoặc cao hơn.

Bảng 3

Kiểu thép	Tốc độ cán nguội (%)	Tốc độ gia nhiệt trung bình nằm trong khoảng nhiệt độ 650°C hoặc cao hơn : HR1 (°C/giây)	Tốc độ gia nhiệt trung bình nằm trong khoảng nhiệt độ từ trên 650°C đến nhiệt độ ủ: HR2 (°C/giây)	Thời gian duy trì trong khi ủ (°C)	Thời gian duy trì trong khi ủ (giờ)	Tốc độ làm nguội trung bình từ nhiệt độ ủ xuống 500°C (°C/giây)	Thời gian duy trì ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 350 đến 500°C (°C/giây)	Tốc độ dòng phun trong bể mạ kẽm (m/phút)	Nhiệt độ hợp kim hóa (°C)
A1	60	5,50	2,20	820	90	4	35	20	-*2
A2	60	5,50	2,20	820	90	4	30	20	-*2
A3	60	5,50	2,20	820	80	4	30	20	-*2
A4	60	5,50	2,20	810	60	4	60	20	-*2
A5	60	5,50	2,20	800	90	4	30	20	-*2
A6	60	5,50	2,20	800	60	4	90	20	-*2
A7	73	5,50	1,40	720	60	4	30	20	-*2
A8	40	5,50	2,20	800	60	4	5	20	-*2
A9	50	5,50	2,20	810	60	4	30	4	-*2
A10	73	5,50	2,20	820	60	4	20	25	540
A11	60	5,50	2,20	800	60	4	30	35	620
A12	60	5,50	10,00	810	90	4	30	20	490
A13	60	5,50	5,50	810	90	4	30	20	490
A14	60	5,50	1,00	820	90	4	30	20	500
A15	60	2,20	2,20	810	90	4	30	20	490
A16	60	1,10	2,20	820	90	4	30	20	500
A17	20	5,50	1,00	820	120	4	30	15	510
A18	60	0,20	0,08	810	2500	4	50	20	520
A19	60	5,50	1,00	820	90	0,1	50	20	490
A20	60	5,50	1,00	940	120	4	60	20	580
A21	60	5,50	1,00	800	90	4	60	20	500
A22	60	5,50	1,00	810	90	4	30	20	540

B1	40	5,50	2,20	800	30	4	30	20	-*2
C1	60	5,50	2,20	820	60	4	30	20	-*2
C2	60	5,50	2,20	800	60	5	30	20	-*2
C3	60	5,50	5,50	760	5	10	180	20	-*2
C4	60	5,50	5,50	710	60	4	30	20	-*2
C5	60	5,50	2,20	820	60	4	5	3	-*2
C6	60	5,50	2,20	840	60	4	120	12	490
C7	60	5,50	2,20	820	60	4	45	15	540
C8	60	5,50	2,20	820	60	4	45	2	630
C9	60	2,40	12,60	810	60	4	30	20	490
C10	60	5,50	1,60	810	60	4	30	20	490
C11	60	10,60	10,60	810	60	4	30	20	500
C12	60	0,24	0,08	820	90	4	50	15	490
C13	60	5,50	2,20	810	1300	0,1	50	20	510
C14	60	5,50	2,20	930	120	4	50	20	570
C15	60	5,50	2,20	790	60	4	30	15	520
C16		5,50	2,20	810	200	1	60	15	560
D1	60	5,50	2,20	850	50	5	60	15	-*2
D2	60	5,50	2,20	840	60	7	30	10	510
E1	60	5,50	2,20	820	60	4	240	20	-*2
E2	50	5,50	2,20	820	60	2	15	10	-*2
E3	50	5,50	2,20	840	60	3	30	15	-*2
E4	50	5,50	2,20	800	60	3	30	15	-*2
E5	50	5,50	2,20	730	60	1	30	20	-*2
E6	50	5,50	2,20	770	5	1	20	20	-*2
E7	50	5,50	2,20	830	60	1	60	7	-*2
E8	40	5,50	2,20	860	30	1	70	15	560
E9	40	5,50	2,20	800	30	2	300	10	620
E10	20	5,50	2,20	810	90	2	60	10	510
E11	40	5,50	2,20	820	60	4	30	20	490

E12	40	5,50	2,20	810	130	4	40	15	520
E13	40	5,50	2,20	820	60	4	80	20	550
F1	60	5,50	2,20	780	90	3	30	20	*2
F2	50	5,50	2,20	790	60	1	60	45	510
G1	50	5,50	2,20	790	60	2	30	25	*2
G2	50	5,50	2,20	790	90	1	70	20	520
H1	55	5,50	2,20	800	30	2	30	35	*2
H3	50	5,50	2,20	790	80	1	70	45	530
I1	60	5,50	2,20	790	50	2	30	20	*2
I2	60	5,50	2,20	800	45	1	70	30	530
J1	60	3,80	1,40	820	60	2	30	20	*2
J2	50	3,80	1,40	780	90	1	60	15	*2
J3	50	3,80	1,40	780	90	1	60	20	*2
J4	50	3,80	1,40	790	90	1	30	25	*2
J5	50	3,80	1,40	720	5	2	30	20	*2
J6	50	3,80	1,40	800	90	2	4	20	*2
J7	50	3,80	1,40	800	90	1	30	3	*2
J8	50	3,80	1,40	780	90	1	30	20	490
J9	50	3,80	1,40	790	90	1	30	25	640
J10	50	3,80	5,00	800	90	1	30	20	500
J11	50	3,80	3,80	800	90	1	30	20	490
J12	50	3,80	0,80	810	90	1	30	20	480
J13	50	2,20	2,20	800	90	1	30	20	490
J14	50	1,00	2,20	810	90	1	30	20	470
J15	20	3,80	0,80	810	90	1	30	20	520
K1	60	5,50	2,20	800	40	2	60	10	*2
L1	60	5,50	2,20	840	30	2	300	20	*2
M1	60	5,50	2,20	820	50	2	30	15	*2
N1	40	5,50	2,20	810	50	2	30	20	*2
O1	40	5,50	2,20	830	60	2	30	10	*2

O2	40	5,50	2,20	810	90	1	30	20	-*2
O3	50	5,50	2,20	790	90	2	30	20	-*2
O4	50	5,50	2,20	<u>690</u>	90	1	30	20	-*2
O5	50	5,50	2,20	810	90	2	4	20	-*2
O6	60	5,50	2,20	810	90	2	30	5	-*2
O7	60	5,50	2,20	810	90	2	60	45	490
O8	60	5,50	2,20	800	90	2	30	20	530
O9	60	5,50	2,20	800	90	2	30	15	<u>640</u>
O10	50	<u>5,50</u>	<u>10,00</u>	800	90	1	30	20	490
O11	50	1,00	2,20	790	120	1	30	20	480
O12	50	5,50	2,20	<u>930</u>	90	2	30	20	490
P1	40	5,50	2,20	800	30	2	30	20	-*2
Q1	50	5,50	2,20	790	50	2	30	20	-*2
R1	50	5,50	2,20	830	60	2	60	40	-*2
S1	50	5,50	2,20	820	30	2	240	20	-*2
a1	40	5,50	2,20	820	50	2	30	30	-*2
b1	73	5,50	2,20	800	30	16	30	20	-*2
c1	50	5,50	2,20	810	60	2	30	20	-*2
d1	60	5,50	2,20	790	30	2	30	20	-*2

Phần gạch chân thể hiện rằng trị số nằm ngoài phạm vi của sáng chế này,

*2: thể hiện các trường hợp trong đó quá trình xử lý hợp kim hóa không được thực hiện.

Bảng 4

Kiểu thép	Mức độ phản cực của các nhóm định hướng từ {100} <011> đến {223} <110>	Mức độ phân cực của {332} <113>	F (%)	B (%)	Phần dư γ (%)	M (%)	P (%)	TS (MPa)	C-EI (%)	ΔEI (%)	TS $\times$ EL	Khuyết tật khi mạ kẽm	Fe% (% khối lượng)	Tấm thép	Lưu ý
A1	2,6	2,5	52	26	19	3	0	1035	24	1	25044	o	1,3	GI	Thép theo sáng chế
A2	<u>7,1</u>	<u>5,6</u>	53	24	21	2	0	995	18	<u>7</u>	17910	o	2,0	GI	Thép so sánh
A3	<u>6,7</u>	<u>6,2</u>	56	21	20	3	0	990	17	<u>6</u>	16830	o	1,4	GI	Thép so sánh
A4	<u>6,6</u>	<u>6,2</u>	55	21	22	2	0	1020	18	<u>6</u>	18360	o	2,1	GI	Thép so sánh
A5	<u>6,8</u>	<u>5,8</u>	52	24	19	5	0	1005	16	<u>7</u>	16080	o	1,9	GI	Thép so sánh
A6	<u>7,2</u>	<u>5,9</u>	53	27	20	0	0	980	17	<u>8</u>	16660	o	2,3	GI	Thép so sánh
A7	2,1	2,1	100*1	0	0	0	0	724	18	1	13032	o	2,1	GI	Thép so sánh
A8	2,2	1,9	54	22	21	3	0	1075	13	1	13975	o	2,2	GI	Thép so sánh
A9	1,9	3,2	53	25	20	2	0	995	24	0	23880	$\times$	1,7	GI	Thép so sánh
A10	2,3	2,2	53	25	21	1	0	995	23	1	22885	o	11,6	GA	Thép theo sáng chế
A11	2,3	2,3	53	25	0	0	22	980	21	0	20580	o	18,9	GA	Thép so sánh
A12	<u>7,2</u>	<u>5,9</u>	53	27	18	2	0	1026	22	<u>7</u>	22572	o	10,2	GA	Thép so sánh
A13	<u>6,3</u>	<u>5,4</u>	52	28	19	1	0	1028	21	<u>6</u>	21588	o	10,4	GA	Thép so sánh
A14	1,9	1,4	54	27	18	1	0	1008	24	0	24192	o	9,6	GA	Thép theo sáng chế
A15	<u>5,7</u>	<u>5,2</u>	53	28	17	2	0	1025	22	<u>6</u>	22550	o	10,7	GA	Thép so sánh
A16	<u>6,1</u>	<u>5,7</u>	53	27	18	2	0	1030	22	<u>6</u>	22660	o	10,3	GA	Thép so sánh
A17	<u>6,3</u>	<u>5,2</u>	52	28	18	2	0	1038	15	<u>6</u>	15570	o	10,5	GA	Thép so sánh
A18	1,4	1,3	50	27	9	13	0	934	23	1	21482	o	11,2	GA	Thép so sánh
A19	2,1	2,0	79	0	<u>2</u>	0	<u>19</u>	842	21	1	17682	o	9,8	GA	Thép so sánh

A20	1,9	1,6	0	57	9	26	8	1078	7	0	7546	o	9,9	GA	<u>Thép so sánh</u>
A21	<u>5,6</u>	<u>5,4</u>	53	31	13	3	0	1045	21	<u>6</u>	21945	o	10,9	GA	<u>Thép so sánh</u>
A22	2,3	1,6	54	35	9	2	0	1021	13	1	13273	o	13,4	GA	<u>Thép so sánh</u>
B1	2,1	2,6	55	25	19	1	0	1010	23	1	23230	o	2,3	GI	<u>Thép theo sáng chế</u>
C1	3,0	2,5	53	27	19	1	0	1000	24	1	24000	o	2,2	GI	<u>Thép theo sáng chế</u>
C2	<u>6,8</u>	<u>6,2</u>	57	22	21	0	0	995	18	<u>7</u>	17910	o	1,9	GI	<u>Thép so sánh</u>
C3	<u>7,0</u>	<u>5,9</u>	74*1	14	12	0	0	<u>785</u>	17	<u>6</u>	13345	o	2,2	GI	<u>Thép so sánh</u>
C4	<u>6,9</u>	<u>6,0</u>	100*1	0	<u>0</u>	0	0	<u>705</u>	17	<u>6</u>	11985	o	2,0	GI	<u>Thép so sánh</u>
C5	2,9	1,9	54	10	18	18	0	1105	14	1	15470	x	1,6	GI	<u>Thép so sánh</u>
C6	2,2	2,4	53	23	23	1	0	995	22	0	21890	o	9,8	GA	<u>Thép theo sáng chế</u>
C7	2,6	2,1	55	20	17	5	3	1035	19	0	19665	o	12,2	GA	<u>Thép theo sáng chế</u>
C8	2,8	2,1	56	22	<u>0</u>	0	22	875	16	1	14000	x	6,5	GA	<u>Thép so sánh</u>
C9	<u>6,4</u>	<u>6,7</u>	56	23	19	2	0	1052	19	<u>6</u>	19988	o	10,4	GA	<u>Thép so sánh</u>
C10	1,7	1,3	55	24	20	1	0	1008	22	1	22176	o	10,7	GA	<u>Thép theo sáng chế</u>
C11	<u>7,8</u>	<u>6,9</u>	56	23	20	1	0	1098	19	<u>8</u>	20862	o	11,3	GA	<u>Thép so sánh</u>
C12	1,5	1,3	51	22	16	11	0	916	19	0	17404	o	10,3	GA	<u>Thép so sánh</u>
C13	1,8	1,5	76	5	3	0	16	<u>819</u>	20	1	16380	o	10,9	GA	<u>Thép so sánh</u>
C14	1,6	1,4	0	57	9	34	0	1016	8	0	8128	o	8,3	GA	<u>Thép so sánh</u>
C15	5,9	5,2	59	26	13	2	0	1086	17	<u>7</u>	18462	o	9,8	GA	<u>Thép so sánh</u>
C16	1,6	1,3	52	35	10	3	0	994	14	0	13916	o	12,9	GA	<u>Thép so sánh</u>
D1	2,6	3,2	54	25	21	0	0	985	26	0	25610	o	1,7	GI	<u>Thép theo sáng chế</u>
D2	2,4	2,7	53	26	21	0	0	990	25	1	24750	o	10,6	GA	<u>Thép theo sáng chế</u>
E1	3,2	2,4	46	28	26	0	0	1180	19	1	22420	o	2,3	GI	<u>Thép theo sáng chế</u>
E2	<u>6,9</u>	<u>6,2</u>	47	24	26	3	0	1245	12	<u>6</u>	14940	o	1,9	GI	<u>Thép so sánh</u>

E3	<u>7,2</u>	<u>6,3</u>	48	23	27	2	0	1235	11	<u>6</u>	<u>13585</u>	o	1,5	GI	<u>Thép so sánh</u>
E4	<u>6,7</u>	<u>6,1</u>	46	25	26	3	0	1230	9	<u>8</u>	<u>11070</u>	o	1,8	GI	<u>Thép so sánh</u>
E5	2,3	2,4	100*1	0	<u>0</u>	0	0	745	16	0	<u>11920</u>	o	2,2	GI	<u>Thép so sánh</u>
E6	3,2	1,9	88*1	4	<u>0</u>	8	0	885	13	0	<u>11505</u>	o	2,7	GI	<u>Thép so sánh</u>
E7	2,7	2,6	48	21	21	10	0	1125	15	0	<u>16875</u>	<u>Δ</u>	0,7	GI	<u>Thép so sánh</u>
E8	2,5	2,2	46	25	25	3	1	1180	16	0	18880	o	10,6	GA	Thép theo sáng chế
E9	2,7	2,0	49	29	<u>0</u>	0	22	810	16	1	<u>12960</u>	o	<u>18,4</u>	GA	<u>Thép so sánh</u>
E10	<u>5,9</u>	<u>5,3</u>	48	24	26	2	0	1256	11	<u>6</u>	<u>13816</u>	o	8,8	GA	<u>Thép so sánh</u>
E11	6,4	5,9	49	29	18	4	0	1289	12	<u>6</u>	<u>15468</u>	o	10,8	GA	<u>Thép so sánh</u>
E12	2,9	2,3	52	28	18	2	0	1098	12	<u>2</u>	<u>13176</u>	o	9,1	GA	<u>Thép so sánh</u>
E13	2,4	1,9	47	26	24	3	0	1003	13	<u>2</u>	<u>13039</u>	o	13,3	GA	<u>Thép so sánh</u>
F1	2,8	2,5	48	22	26	4	0	1220	18	0	21960	o	2,4	GI	Thép theo sáng chế
F2	3,2	2,9	50	24	22	4	0	1215	17	0	20655	o	12,2	GA	Thép theo sáng chế
G1	2,1	1,9	48	25	26	1	0	1190	18	1	21420	o	2,1	GI	Thép theo sáng chế
G2	2,7	3,1	47	23	26	4	0	1220	16	1	19520	o	9,6	GA	Thép theo sáng chế
H1	4,2	3,8	46	26	27	1	0	1200	15	3	18000	o	1,7	GI	Thép theo sáng chế
H2	4,7	4,0	48	25	24	3	0	1220	14	4	17080	o	9,8	GA	Thép theo sáng chế
I1	4,6	3,9	49	23	27	1	0	1230	15	2	18450	o	2,4	GI	Thép theo sáng chế
I2	4,3	4,4	52	24	19	5	0	1245	15	3	18675	o	10,8	GA	Thép theo sáng chế
J1	3,9	4,1	47	29	22	2	0	1205	17	3	20485	o	1,7	GI	Thép theo sáng chế
J2	<u>8,2</u>	<u>6,6</u>	48	30	21	1	0	1195	13	<u>8</u>	<u>15535</u>	o	1,6	GI	<u>Thép so sánh</u>
J3	<u>7,2</u>	<u>6,4</u>	50	28	20	2	0	1215	12	<u>7</u>	<u>14580</u>	o	2,3	GI	<u>Thép so sánh</u>

J4	7,8	6,3	46	30	21	3	0	1200	13	6	15600	o	2,5	GI	Thép so sánh
J5	3,9	3,9	48	27	22	3	0	1225	12	4	14700	o	1,9	GI	Thép so sánh
J6	4,9	4,3	48	13	7	32	0	1345	9	3	12105	o	2,3	GI	Thép so sánh
J7	4,4	4,5	47	31	20	2	0	1215	15	3	18225	x	2,4	GI	Thép so sánh
J8	3,9	3,8	46	30	21	3	0	1205	16	4	19280	o	9,8	GA	Thép theo sáng chế
J9	4,3	3,6	47	23	0	2	30	910	16	3	14560	o	17,4	GA	Thép so sánh
J10	9,4	7,5	46	32	20	2	0	1299	14	9	18186	o	10,9	GA	Thép so sánh
J11	8,2	6,8	47	31	21	1	0	1258	15	8	18870	o	10,5	GA	Thép so sánh
J12	2,8	2,1	46	32	20	2	0	1186	17	2	20162	o	10,4	GA	Thép theo sáng chế
J13	6,8	6,5	47	30	22	1	0	1245	15	7	18675	o	10,3	GA	Thép so sánh
J14	6,1	5,3	47	31	21	1	0	1234	14	6	17276	o	8,8	GA	Thép so sánh
J15	7,1	5,5	46	30	22	2	0	1306	8	8	10448	o	9,3	GA	Thép so sánh
K1	2,7	1,0	46	26	25	3	0	1210	15	0	18150	o	2,1	GI	Thép theo sáng chế
L1	2,1	2,8	47	29	24	0	0	1180	17	1	20060	o	1,9	GI	Thép theo sáng chế
M1	2,0	2,1	46	26	25	3	0	1215	15	0	18225	o	2,2	GI	Thép theo sáng chế
N1	1,6	2,2	48	25	23	4	0	1225	14	1	17150	o	2,7	GI	Thép theo sáng chế
O1	1,8	2,6	42	28	25	5	0	1335	14	2	18690	o	1,9	GI	Thép theo sáng chế
O2	6,5	6,3	43	27	23	7	0	1345	8	6	10760	o	2,1	GI	Thép so sánh
O3	7,1	6,1	41	28	27	4	0	1350	9	6	12150	o	2,2	GI	Thép so sánh
O4	3,3	2,1	100*1	0	0	0	0	915	8	1	7320	o	1,7	GI	Thép so sánh
O5	3,5	2,6	43	16	29	12	0	1455	9	1	13095	o	1,6	GI	Thép so sánh
O6	2,6	2,8	42	27	27	4	0	1375	14	0	19250	x	1,9	GI	Thép so sánh
O7	3,1	3,2	42	26	27	5	0	1380	15	0	20700	o	8,9	GA	Thép theo sáng chế
O8	1,9	2,8	43	29	23	5	0	1365	14	1	19110	o	11,2	GA	Thép sáng chế

O9	2,7	2,2	42	27	0	31	955	12	1	11460	o	18,9	GA	Thép so sánh
O10	8,2	7,6	43	27	2	0	1409	13	7	18317	o	10,5	GA	Thép so sánh
O11	1,7	1,3	43	28	2	0	1372	14	0	19208	o	10,1	GA	Thép theo sáng chế
O12	1,6	1,4	0	23	74	0	1763	4	1	7052	o	7,6	GA	Thép theo sáng chế
P1	2,2	2,4	43	27	4	0	1345	14	0	18830	o	2,2	GI	Thép theo sáng chế
Q1	2,4	2,1	42	28	3	0	1355	14	1	18970	o	1,7	GI	Thép theo sáng chế
R1	2,5	1,8	43	26	5	0	1325	13	0	17225	o	2,1	GI	Thép theo sáng chế
S1	1,6	2,2	41	33	0	0	1285	16	1	20560	o	1,6	GI	Thép theo sáng chế
a1	1,8	1,6	16	34	36	0	1675	4	0	6700	o	2,2	GI	Thép so sánh
b1	2,3	2,3	84	7	0	0	585	34	0	19890	o	1,6	GI	Thép so sánh
c1	1,7	3,0	88	0	0	12	535	29	0	15515	o	1,7	GI	Thép so sánh
d1	2,3	2,2	92	0	0	8	525	30	0	15750	o	2,0	GI	Thép so sánh

F: ferit, B: bainit, phần dư γ : austenit dư, M: mactensit, P: peclit

*1: cấu trúc bao gồm ferit và cacbua, tuy nhiên, cacbua được tính là ferit.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Sáng chế đề cập đến tấm thép mạ kẽm độ cứng cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn là 980MPa hoặc cao hơn, thích hợp đối với bộ phận cấu trúc, bộ phận tăng bền và bộ phận treo của ô tô, với chi phí thấp. Do đó, sáng chế được cho là góp phần đáng kể vào việc giúp cho trọng lượng của ô tô nhẹ hơn và rất có hiệu quả trong công nghiệp.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn là 980MPa hoặc cao hơn, tấm thép mạ kẽm nhúng nóng này bao gồm lớp mạ kẽm nhúng nóng được tạo ra trên bề mặt của tấm thép nền,

trong đó tấm thép nền này chứa các nguyên tố sau (tính theo % khối lượng):

C: từ 0,1 đến nhỏ hơn 0,40%;

Si: từ 0,5 đến 3,0%;

Mn: từ 1,5 đến 3,0%;

O: giới hạn đến 0,006% hoặc nhỏ hơn;

P: giới hạn đến 0,04% hoặc nhỏ hơn;

S: giới hạn đến 0,01% hoặc nhỏ hơn;

Al: giới hạn đến 2,0% hoặc nhỏ hơn;

N: giới hạn đến 0,01% hoặc nhỏ hơn; và

phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi,

vi cấu trúc của tấm thép nền chứa ferit với tỷ lệ là 40% hoặc cao hơn, austenit dư với tỷ lệ là 8 đến nhỏ hơn 60%, tính theo phần thể tích, và phần còn lại là bainit hoặc mactensit,

trị số trung bình của mật độ cực của các nhóm định hướng từ $\{100\} \langle 011 \rangle$ đến $\{223\} \langle 110 \rangle$ được thể hiện bởi mỗi định hướng tinh thể $\{100\} \langle 011 \rangle$, $\{116\} \langle 110 \rangle$, $\{114\} \langle 110 \rangle$, $\{113\} \langle 110 \rangle$, $\{112\} \langle 110 \rangle$, $\{335\} \langle 110 \rangle$, và $\{223\} \langle 110 \rangle$ trong khoảng chiều dày tấm từ 5/8 đến 3/8 tính từ bề mặt của tấm thép nền là 6,5 hoặc nhỏ hơn và mật độ cực của định hướng tinh thể $\{332\} \langle 113 \rangle$ là 5,0 hoặc nhỏ hơn, và

lớp mạ kẽm nhúng nóng chứa Fe: với lượng nhỏ hơn 7% khối lượng và phần còn lại bao gồm Zn, Al, và các tạp chất không thể tránh khỏi.

2. Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn là 980MPa hoặc cao hơn theo điểm 1, trong đó tấm thép nền còn chứa một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố sau (tính theo % khối lượng):

Cr: từ 0,05 đến 1,0%;
 Mo: từ 0,01 đến 1,0%;
 Ni: từ 0,05 đến 1,0%;
 Cu: từ 0,05 đến 1,0%;
 Nb: từ 0,005 đến 0,3%;
 Ti: từ 0,005 đến 0,3%;
 V: từ 0,005 đến 0,5%; và
 B: từ 0,0001 đến 0,01%.

3. Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn là 980MPa hoặc cao hơn theo điểm 1, trong đó tấm thép nền còn chứa một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố được lựa chọn từ Ca, Mg, và REM (kim loại đất hiếm) với tổng lượng nằm trong khoảng từ 0,0005 đến 0,04%, tính theo % khối lượng.

4. Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn là 980MPa hoặc cao hơn, tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa bao gồm lớp mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa được tạo ra trên bề mặt của tấm thép nền,

trong đó tấm thép nền chứa các nguyên tố sau (tính theo % khối lượng):

C: từ 0,10 đến nhỏ hơn 0,4%;
 Si: từ 0,5 đến 3,0%;
 Mn: từ 1,5 đến 3,0%;
 O: giới hạn đến 0,006% hoặc nhỏ hơn;
 P: giới hạn đến 0,04% hoặc nhỏ hơn;
 S: giới hạn đến 0,01% hoặc nhỏ hơn;
 Al: giới hạn đến 2,0% hoặc nhỏ hơn;
 N: giới hạn đến 0,01% hoặc nhỏ hơn; và

phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi,

vi cấu trúc của tấm thép nền chứa ferit với tỷ lệ là 40% hoặc cao hơn, austenit dư với tỷ lệ là 8 đến nhỏ hơn 60%, tính theo phần thể tích, và phần còn lại là bainit hoặc mactensit,

trị số trung bình của mật độ cực của các nhóm định hướng từ $\{100\} \langle 011 \rangle$ đến $\{223\} \langle 110 \rangle$ được thể hiện bởi mỗi định hướng tinh thể $\{100\} \langle 011 \rangle$, $\{116\} \langle 110 \rangle$, $\{114\} \langle 110 \rangle$, $\{113\} \langle 110 \rangle$, $\{112\} \langle 110 \rangle$, $\{335\} \langle 110 \rangle$, và $\{223\} \langle 110 \rangle$ trong khoảng chiều dày tấm từ 5/8 đến 3/8 tính từ bề mặt của tấm thép nền là 6,5 hoặc nhỏ hơn và mật độ cực của định hướng tinh thể $\{332\} \langle 113 \rangle$ là 5,0 hoặc nhỏ hơn, và

lớp mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa chứa Fe: với lượng nằm trong khoảng từ 7 đến 15% khối lượng và phần còn lại bao gồm Zn, Al, và các tạp chất không thể tránh khỏi.

5. Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn là 980MPa hoặc cao hơn theo điểm 4, trong đó tấm thép nền còn chứa một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố sau (tính theo % khối lượng):

Cr: từ 0,05 đến 1,0%;

Mo: từ 0,01 đến 1,0%;

Ni: từ 0,05 đến 1,0%;

Cu: từ 0,05 đến 1,0%;

Nb: từ 0,005 đến 0,3%;

Ti: từ 0,005 đến 0,3%;

V: từ 0,005 đến 0,5%; và

B: từ 0,0001 đến 0,01%.

6. Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn là 980MPa hoặc cao hơn theo điểm 4, trong đó tấm thép nền còn chứa một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố được lựa chọn từ Ca, Mg, và REM với tổng lượng nằm trong khoảng từ 0,0005 đến 0,04%, tính theo % khối lượng.

7. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn là 980MPa hoặc cao hơn, phương pháp này bao gồm các bước:

đối với phôi thép là tấm thép nền chứa các nguyên tố sau (tính theo % khối lượng):

C: từ 0,10 đến nhỏ hơn 0,4%;

Si: từ 0,5 đến 3,0%;

Mn: từ 1,5 đến 3,0%;

O: giới hạn đến 0,006% hoặc nhỏ hơn;

P: giới hạn đến 0,04% hoặc nhỏ hơn;

S: giới hạn đến 0,01% hoặc nhỏ hơn;

Al: giới hạn đến 2,0% hoặc nhỏ hơn;

N: giới hạn đến 0,01% hoặc nhỏ hơn; và

phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi,

thực hiện bước cán nóng thứ nhất, trong đó bước cán này làm giảm tiết diện với tỷ lệ là 40% hoặc cao hơn được thực hiện một hoặc nhiều lần ở nhiệt độ khoảng 1000°C hoặc cao hơn và nhiệt độ khoảng 1200°C hoặc thấp hơn;

thiết lập đường kính hạt austenit bằng 200µm hoặc nhỏ hơn nhờ bước cán nóng thứ nhất;

thực hiện bước cán nóng thứ hai, trong đó bước cán này làm giảm tiết diện với tỷ lệ là 30% hoặc cao hơn được thực hiện trong một rãnh cán ít nhất một lần ở nhiệt độ nằm trong khoảng $T_1 + 30^\circ\text{C}$ hoặc cao hơn và nằm trong khoảng $T_1 + 200^\circ\text{C}$ hoặc thấp hơn được xác định bằng biểu thức (1) dưới đây;

thiết lập tổng tỷ lệ giảm tiết diện trong bước cán nóng thứ hai là 50% hoặc cao hơn;

thực hiện bước làm giảm tiết diện cuối cùng với tỷ lệ giảm tiết diện là 30% hoặc cao hơn trong bước cán nóng thứ hai và sau đó bắt đầu làm nguội trước khi cán nguội theo cách sao cho thời gian giữ t (giây) thỏa mãn biểu thức (2) dưới đây;

thiết lập tốc độ làm nguội trung bình là 50°C/giây hoặc cao hơn và mức thay đổi nhiệt độ là khoảng 40°C hoặc cao hơn và 140°C hoặc thấp hơn trong bước làm nguội trước khi cán nguội;

làm nguội ở nhiệt độ bằng 700°C hoặc thấp hơn;

thực hiện bước cán nguội với tỷ lệ giảm tiết diện là 40% hoặc cao hơn và 80% hoặc nhỏ hơn;

gia nhiệt tới nhiệt độ ủ bằng 750°C hoặc cao hơn và 900°C hoặc thấp hơn và sau đó ủ trong dây chuyền mạ kẽm nhúng nóng liên tục;

làm nguội xuống 500°C từ nhiệt độ ủ với tốc độ nằm trong khoảng từ 0,1 đến 200°C/giây; và

thực hiện bước mạ kẽm nhúng nóng sau khi giữ trong thời gian từ 10 đến 1000 giây ở nhiệt độ nằm trong khoảng giữa 500 và 350°C,

$T1 (^{\circ}\text{C}) = 850 + 10 \times (\text{C} + \text{N}) \times \text{Mn} + 350 \times \text{Nb} + 250 \times \text{Ti} + 40 \times \text{B} + 10 \times \text{Cr} + 100 \times \text{Mo} + 100 \times \text{V}$ (biểu thức (1))

trong đó mỗi nguyên tố trong số C, N, Mn, Nb, Ti, B, Cr, Mo, và V biểu thị hàm lượng của mỗi nguyên tố (% khối lượng, Ti, B, Cr, Mo, và V được tính là bằng 0 khi không được chứa)

$t \leq 2,5 \times t1$ (biểu thức (2))

trong đó t1 thu được bởi biểu thức (3) dưới đây

$t1 = 0,001 \times ((Tf - T1) \times P1/100)^2 - 0,109 \times ((Tf - T1) \times P1/100) + 3,1$ (biểu thức (3))

trong đó ở biểu thức (3) nêu trên, Tf biểu thị nhiệt độ của phôi thép thu được sau bước làm giảm tiết diện cuối cùng với tỷ lệ giảm tiết diện là 30% hoặc cao hơn, và P1 biểu thị tỷ lệ giảm tiết diện của bước làm giảm tiết diện cuối cùng bằng 30% hoặc cao hơn.

8. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn là 980MPa hoặc cao hơn theo điểm 7, trong đó tổng tỷ lệ giảm tiết diện ở nhiệt độ nhỏ hơn $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ là 30% hoặc nhỏ hơn.

9. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn là 980MPa hoặc cao hơn theo điểm 7, trong đó trong trường hợp gia nhiệt đến nhiệt độ ủ trong dây chuyền mạ kẽm nhúng nóng liên tục, thì tốc độ gia nhiệt trung bình ở nhiệt độ trong phòng hoặc cao hơn và ở nhiệt độ 650°C hoặc thấp hơn được thiết lập tới HR1 (°C/giây) được thể hiện bằng biểu thức (4) dưới đây, và tốc độ gia nhiệt trung bình từ nhiệt độ hơn 650°C đến nhiệt độ ủ được thiết lập tới HR2 (°C/giây) được thể hiện bằng biểu thức (5) dưới đây

$HR1 \geq 0,3$ (biểu thức (4))

$HR2 \leq 0,5 \times HR1$ (biểu thức (5)).

10. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn là 980MPa hoặc cao hơn theo điểm 7, trong đó khi bước mạ kẽm nhúng nóng được thực hiện, thì nhiệt độ của tấm thép nền nằm trong khoảng (nhiệt độ của bể mạ kẽm nhúng nóng - 40)°C hoặc cao hơn và (nhiệt độ của bể mạ kẽm nhúng nóng + 50)°C hoặc thấp hơn.

11. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn là 980MPa hoặc cao hơn theo điểm 7, trong đó tốc độ dòng chảy bằng 10m/phút hoặc nhanh hơn và bằng 50m/phút hoặc chậm hơn được tạo ra trong bể mạ kẽm khi bước mạ kẽm nhúng nóng được thực hiện.

12. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn là 980MPa hoặc cao hơn, phương pháp này bao gồm các bước:

đối với phôi thép là tấm thép nền chứa các nguyên tố sau (tính theo % khối lượng):

C: từ 0,10 đến nhỏ hơn 0,4%;

Si: từ 0,5 đến 3,0%;

Mn: từ 1,5 đến 3,0%;

O: giới hạn đến 0,006% hoặc nhỏ hơn;

P: giới hạn đến 0,04% hoặc nhỏ hơn;

S: giới hạn đến 0,01% hoặc nhỏ hơn;

Al: giới hạn đến 2,0% hoặc nhỏ hơn;

N: giới hạn đến 0,01% hoặc nhỏ hơn; và

phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi,

thực hiện bước cán nóng thứ nhất, trong đó bước cán này làm giảm tiết diện với tỷ lệ là 40% hoặc cao hơn được thực hiện một hoặc nhiều lần ở nhiệt độ khoảng 1000°C hoặc cao hơn và nhiệt độ khoảng 1200°C hoặc thấp hơn;

thiết lập đường kính hạt austenit bằng 200µm hoặc nhỏ hơn nhờ bước cán nóng thứ nhất;

thực hiện bước cán nóng thứ hai, trong đó bước cán này làm giảm tiết diện với tỷ lệ là 30% hoặc cao hơn được thực hiện trong một rãnh cán ít nhất một lần ở nhiệt độ nằm trong khoảng $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ hoặc cao hơn và nằm trong khoảng $T1 + 200^{\circ}\text{C}$ hoặc thấp hơn được xác định bằng biểu thức (1) dưới đây;

thiết lập tổng tỷ lệ giảm tiết diện trong bước cán nóng thứ hai là 50% hoặc cao hơn;

thực hiện bước làm giảm tiết diện cuối cùng với tỷ lệ giảm tiết diện là 30% hoặc cao hơn trong bước cán nóng thứ hai và sau đó bắt đầu làm nguội trước khi cán nguội theo cách sao cho thời gian giữ t (giây) thỏa mãn biểu thức (2) dưới đây;

thiết lập tốc độ làm nguội trung bình là $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc cao hơn và mức thay đổi nhiệt độ là khoảng 40°C hoặc cao hơn và 140°C hoặc thấp hơn trong bước làm nguội trước khi cán nguội;

làm nguội ở nhiệt độ bằng 700°C hoặc thấp hơn;

thực hiện bước cán nguội với tỷ lệ giảm tiết diện là 40% hoặc cao hơn và 80% hoặc nhỏ hơn;

gia nhiệt tới nhiệt độ ủ bằng 750°C hoặc cao hơn và 900°C hoặc thấp hơn và sau đó ủ trong dây chuyền mạ kẽm nhúng nóng liên tục;

làm nguội xuống 500°C từ nhiệt độ ủ với tốc độ nằm trong khoảng từ 0,1 đến $200^{\circ}\text{C}/\text{giây}$;

thực hiện bước mạ kẽm nhúng nóng sau khi giữ trong thời gian từ 10 đến 1000 giây ở nhiệt độ nằm trong khoảng giữa 500 và 350°C ; và

thực hiện xử lý hợp kim hóa ở nhiệt độ 460°C hoặc cao hơn,

$T1 (^{\circ}\text{C}) = 850 + 10 \times (C + N) \times Mn + 350 \times Nb + 250 \times Ti + 40 \times B + 10 \times Cr + 100 \times Mo + 100 \times V$ (biểu thức (1))

trong đó mỗi nguyên tố trong số C, N, Mn, Nb, Ti, B, Cr, Mo, và V biểu thị hàm lượng của mỗi nguyên tố (% khối lượng, Ti, B, Cr, Mo, và V được tính là bằng 0 khi không được chứa)

$t \leq 2,5 \times t1$ (biểu thức (2))

trong đó t_1 thu được bởi biểu thức (3) dưới đây

$t_1 = 0,001 \times ((T_f - T_1) \times P_1/100)^2 - 0,109 \times ((T_f - T_1) \times P_1/100) + 3,1$ (biểu thức (3))

trong đó ở biểu thức (3) nêu trên, T_f biểu thị nhiệt độ của phôi thép thu được sau bước làm giảm tiết diện cuối cùng với tỷ lệ giảm tiết diện là 30% hoặc cao hơn, và P_1 biểu thị tỷ lệ giảm tiết diện của bước làm giảm tiết diện cuối cùng bằng 30% hoặc cao hơn.

13. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn là 980MPa hoặc cao hơn theo điểm 12, trong đó tổng tỷ lệ giảm tiết diện ở nhiệt độ nhỏ hơn $T_1 + 30^\circ\text{C}$ là 30% hoặc nhỏ hơn.

14. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn là 980MPa hoặc cao hơn theo điểm 12, trong đó trong trường hợp gia nhiệt đến nhiệt độ ủ trong dây chuyền mạ kẽm nhúng nóng liên tục, thì tốc độ gia nhiệt trung bình ở nhiệt độ trong phòng hoặc cao hơn và ở nhiệt độ 650°C hoặc thấp hơn được thiết lập tới HR1 ($^\circ\text{C}/\text{giây}$) được thể hiện bằng biểu thức (4) dưới đây, và tốc độ gia nhiệt trung bình từ nhiệt độ hơn 650°C đến nhiệt độ ủ được thiết lập tới HR2 ($^\circ\text{C}/\text{giây}$) được thể hiện bằng biểu thức (5) dưới đây

$$\text{HR1} \geq 0,3 \text{ (biểu thức (4))}$$

$$\text{HR2} \leq 0,5 \times \text{HR1} \text{ (biểu thức (5))}.$$

15. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn là 980MPa hoặc cao hơn theo điểm 12, trong đó khi bước mạ kẽm nhúng nóng được thực hiện, thì nhiệt độ của tấm thép nền nằm trong khoảng (nhiệt độ của bể mạ kẽm nhúng nóng - 40°C hoặc cao hơn và (nhiệt độ của bể mạ kẽm nhúng nóng + 50°C hoặc thấp hơn).

16. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao, độ dị hướng vật liệu thấp và khả năng tạo hình tốt với độ bền kéo tới hạn là 980MPa hoặc cao hơn theo điểm 12, trong đó tốc độ dòng bằng 10m/phút hoặc

nhANH hơn và bằng 50m/phút hoặc chậm hơn được tạo ra trong bể mạ kẽm khi bước mạ kẽm nhúng nóng được thực hiện.

Fig. 1

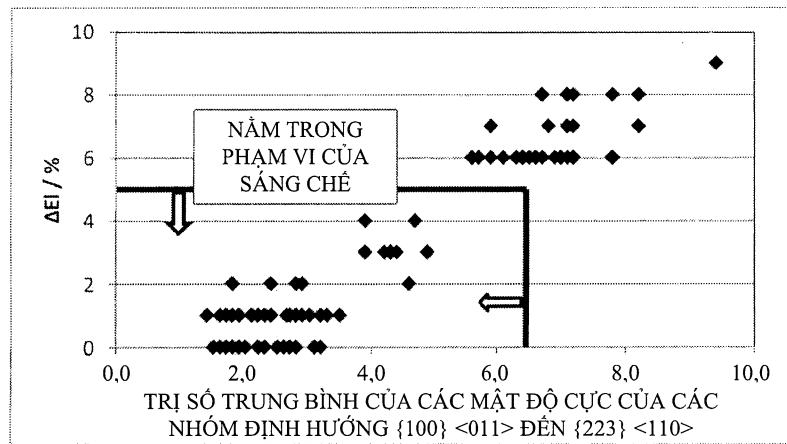


Fig. 2

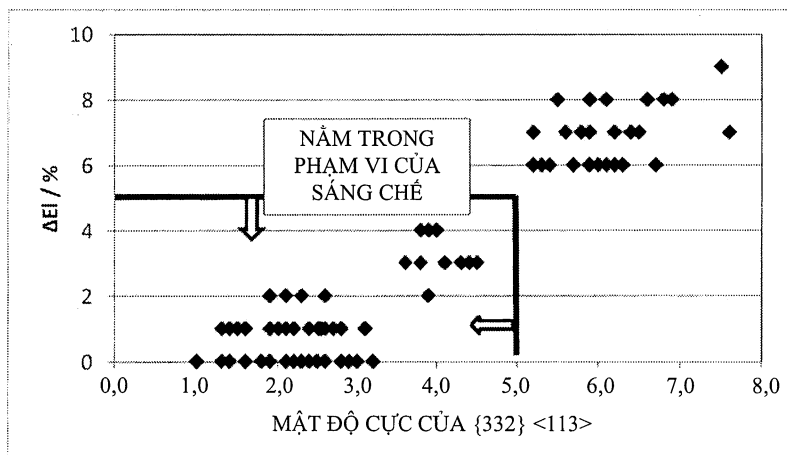


FIG.3

