



(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)



1-0024225

(51)⁷ C23C 2/06; C21D 9/46; C22C 38/00;
C23C 2/28; C22C 38/58; C23C 2/02;
B21B 3/00; C22C 38/06

(13) B

(21) 1-2014-01360

(22) 28/09/2012

(86) PCT/JP2012/075198 28/09/2012

(87) WO2013/047810A1 04/04/2013

(30) 2011-217145 30/09/2011 JP

(45) 25/06/2020 387

(43) 25/07/2014 316A

(73) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)

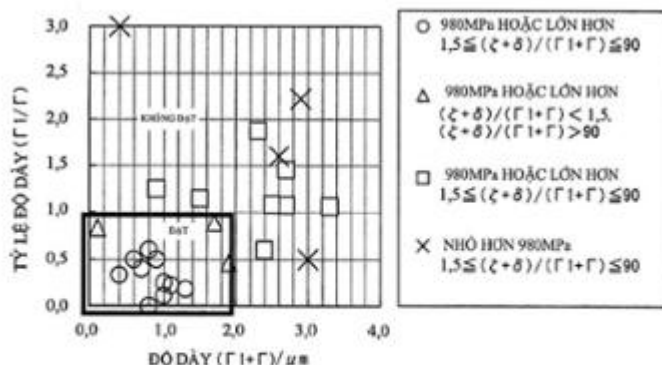
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071, Japan

(72) YAMANAKA, Shintaro (JP); FUJITA, Soshi (JP); SATO, Koichi (JP).

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

(54) TẤM THÉP MẠ KẼM NHÚNG NÓNG ĐƯỢC HỢP KIM HÓA VÀ QUY TRÌNH SẢN XUẤT TẤM THÉP NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao, thu được bằng cách thực hiện mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa bề mặt của tấm thép có độ bền cao này, và được tạo ra từ tấm thép chứa, tính theo % khối lượng, các thành phần chính, và chứa ít nhất 40% thể tích bainit và/hoặc martensit, từ 8 đến 60% thể tích austenit dư, và nhỏ hơn 40% thể tích ferit, phần còn lại là các cấu trúc không tránh khỏi. Ngoài ra, sáng chế cũng đề cập đến quy trình sản xuất tấm thép này.



MỐI TƯƠNG QUAN GIỮA ĐỘ DÀY $(\Gamma_1 + \Gamma)$, TỶ LỆ ĐỘ DÀY (Γ_1 / Γ)
VÀ ĐỘ BẨM DÍNH CỦA LỚP MẠ

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa. Cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao, mà có thể thu được độ bền cao một cách dễ dàng (ví dụ, độ bền kéo bằng 980 MPa hoặc lớn hơn), có độ bám dính của lớp phủ tuyệt vời, và thích hợp để làm bộ phận trong lĩnh vực xe ô tô, lĩnh vực đồ gia dụng, lĩnh vực vật liệu xây dựng, và tương tự.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Từ trước đến nay, các tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa chủ yếu được sử dụng trong lĩnh vực xe ô tô. Tuy nhiên, trong lớp mạ của tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa, tồn tại lớp hợp kim Zn-Fe, mà có độ dẻo của tấm thép nền kém hơn. Trong trường hợp, mà yêu cầu phải có độ bền kéo bằng 980 MPa hoặc lớn hơn, lớp này đã được coi là có nhược điểm, vì độ bám dính của lớp mạ (hoặc lớp phủ) của nó là kém và lớp mạ có khả năng bị tách ra khỏi mặt phân cách giữa lớp mạ và tấm thép nền, khi gia công chẳng hạn như đúc áp lực, do đó dễ dàng gây ra khuyết tật bề mặt chẳng hạn như vết lõm.

Do đó, tài liệu sáng chế 1 mô tả, như một biện pháp để nâng cao độ bám dính của lớp mạ, phương pháp nâng cao độ bám dính của lớp mạ nhờ hiệu ứng neo, tức là, bằng cách làm tăng độ nhám tại mặt phân cách giữa lớp phủ và tấm thép nền. Ngoài ra, tài liệu sáng chế 2 còn bộc lộ rằng khi tấm thép được gia nhiệt, và sau đó được tẩy gỉ, và sau khi loại bỏ lớp oxit trên bề mặt, được mạ, thì độ bám dính nhờ đó được nâng cao.

Hơn nữa, tài liệu sáng chế 3 bộc lộ tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ dẻo cao, có độ bền cao chứa, tính theo tỷ lệ thể tích, từ 30 đến 90% pha ferit, 5%

hoặc lớn hơn bainit, 10% hoặc nhỏ hơn martensit, và từ 5 đến 30% pha austenit dư. Tài liệu sáng chế 4 bộc lộ tấm thép cán nguội có độ bền cao, trong đó mật độ của các mạng lệch chứa trong tấm thép là 8×10^{11} (mạng lệch/mm²) hoặc nhỏ hơn, và tỷ lệ tĩnh/động (=FS2/FS1) là tỷ lệ giữa độ bền chuẩn tĩnh (FS1) ở tốc độ biến dạng 0,0067 (s⁻¹), và độ bền động lực (FS2) ở tốc độ biến dạng 1000 (s⁻¹) bằng 1,05 hoặc lớn hơn. Tài liệu sáng chế 5 bộc lộ tấm thép nhúng nóng được hợp kim hóa bao gồm tấm sắt nền, và lớp mạ đặc biệt được tạo ra trên ít nhất một bề mặt của nó, trong đó lớp mạ này không có pha η hoặc pha ζ trong bề mặt lớp mạ, lớp mạ này có thành phần bao gồm Fe: từ 8 đến 12% và Al: từ 0,05 đến 0,25%, lượng còn lại là Zn, và pha Γ ở mặt phân cách với tấm sắt nền bằng 1,0/ μ m hoặc nhỏ hơn.

Tuy nhiên, trong các tấm thép đã biết, sự khác nhau giữa độ dẻo của lớp mạ và tấm thép nền, mà về cơ bản có thể là nhân tố chính góp phần vào độ bám dính của lớp mạ, đã không được giải quyết, và do đó, không thể ngăn ngừa được sự phân tách lớp mạ (hoặc lớp phủ) trong điều kiện gia công khắc nghiệt.

Tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2011-94215 A

Tài liệu sáng chế 2: JP-A 2002-173756

Tài liệu sáng chế 3: JP-A 2005-133201

Tài liệu sáng chế 4: JP-A 2002-30403

Tài liệu sáng chế 5: JP-A 64-68456

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật cần được giải quyết bởi sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp

kim hóa có độ bền cao (ví dụ, độ bền kéo bằng 980 MPa hoặc lớn hơn), mà có thể ngăn ngừa sự phân tách lớp mạ trong quá trình gia công.

Mục đích khác của sáng chế là đề xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao, mà có độ bám dính của lớp mạ tuyệt vời.

Phương tiện giải quyết vấn đề

Từ kết quả của nghiên cứu chuyên sâu, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng, khi độ dẻo của chính tấm thép có thể được giảm bằng cách điều chỉnh cấu trúc của tấm thép và hơn nữa, độ dẻo của chính tấm thép mạ được tăng bằng cách điều chỉnh các lượng của pha Γ_1 và pha Γ trong pha của lớp mạ, thì sự phân tách lớp mạ có thể được ngăn chặn.

Từ kết quả của nghiên cứu khác dựa trên phát hiện nêu trên, các tác giả sáng chế cũng đã phát hiện ra rằng, khi tổng độ dày của pha Γ_1 và pha Γ có mặt trong lớp mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa được thiết lập bằng 2 μm hoặc nhỏ hơn, và độ dày của pha Γ_1 , mà có độ dẻo thấp nhất trong số các pha hợp kim Zn-Fe, được thiết lập nhỏ hơn so với độ dày của pha Γ , thì có thể nâng cao độ bám dính của lớp mạ hơn nữa.

Theo hiểu biết và các nghiên cứu của các tác giả sáng chế, cơ chế để tạo ra hiệu quả nêu trên theo sáng chế có thể được cho là như sau.

Tức là, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng về cơ bản, ngay cả khi độ dẻo của lớp mạ tăng, pha Γ_1 ($\text{Fe}_5\text{Zn}_{21}$, hàm lượng Fe: 18% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 24%) và pha Γ ($\text{Fe}_3\text{Zn}_{10}$, Fe: 24% hoặc lớn hơn và 32% hoặc nhỏ hơn), mà có thể chắc chắn được tạo ra ở mặt phân cách giữa lớp mạ và tấm thép nền trong lớp mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa, thì khó có thể thu được độ dẻo cao hơn so với độ dẻo của tấm thép nền, và lớp mạ này không thể dẫn đến sự biến dạng của tấm thép nền trong quá trình gia công, để từ đó gây ra sự phân tách lớp mạ.

Mặt khác, các tác giả sáng chế cũng đã phát hiện ra rằng khi độ dẻo của chính tấm thép được làm giảm bằng cách điều chỉnh cấu trúc của tấm thép, và độ dẻo của chính lớp mạ được làm tăng bằng cách điều chỉnh các lượng của pha Γ_1 và pha Γ trong pha của lớp mạ, thì có thể làm giảm sự phân tách lớp mạ. Trong trường hợp nếu độ dẻo của chính tấm thép được làm giảm, thì có thể giả thiết rằng khả năng tạo hình của tấm thép có thể bị giảm so với khả năng tạo hình của tấm thép thông thường, và vết nứt có thể sớm được tạo ra trong tấm thép nền, để từ đó gây ra sự phá huỷ. Tuy nhiên, theo sáng chế, lớp mạ được phủ lên tấm thép trong khi đó điều chỉnh các lượng của pha Γ_1 và pha Γ trong đó, vì vậy có thể ngăn ngừa sự phá huỷ tấm thép với cùng mức độ, hoặc mức độ cao hơn so với sự phá huỷ tấm thép thông thường.

Các lý do tại sao hiện tượng như vậy xuất hiện có thể không nhất thiết là rõ ràng, nhưng các tác giả sáng chế có thể cho là mặc dù vết nứt có thể sớm được tạo ra trong tấm thép nền, vì lớp mạ có độ dẻo tuyệt vời được tạo ra trên tấm thép theo sáng chế, nên sự tập trung ứng suất ở phần nứt có thể giảm.

Tức là, sáng chế đề cập đến tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao, có độ giãn dài và độ bám dính của lớp mạ tuyệt vời. Sáng chế có thể bao gồm, ví dụ, các phương án sau.

[1] Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa, tấm thép này chứa, tính theo % khối lượng, các nguyên tố sau:

C: từ 0,10 đến 0,4%,

Si: từ 0,01 đến 0,5%,

Mn: từ 1,0 đến 3,0%,

O: 0,006% hoặc nhỏ hơn,

P: 0,04% hoặc nhỏ hơn,

S: 0,01% hoặc nhỏ hơn,

Al: từ 0,1 đến 3,0%, và

N: 0,01% hoặc nhỏ hơn, lượng còn lại là Fe và các tạp chất không tránh khỏi,

trong đó cấu trúc của tấm thép này còn chứa, tính theo tỷ lệ thể tích, 40% hoặc lớn hơn tổng hàm lượng của bainit và martensit, từ 8 đến 60% austenit dư, và nhỏ hơn 40% ferit, phần còn lại là cấu trúc không tránh khỏi, và bước hợp kim hóa lớp mạ kẽm nhúng nóng được thực hiện trên bề mặt của tấm thép này, và

trong đó tổng độ dày của độ dày $T_{\gamma 1}$ của lớp $\Gamma 1$ và độ dày T_{γ} của lớp Γ trong lớp mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa bằng 2 μm hoặc nhỏ hơn và tỷ lệ ($T_{\gamma 1}/T_{\gamma}$) của độ dày giữa pha $\Gamma 1$ và pha Γ bằng 1 hoặc nhỏ hơn.

[2] Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa theo mục [1], trong đó tỷ lệ $\{(T_{\zeta}+T_{\delta})/(T_{\gamma 1}+T_{\gamma})\}$ của tổng độ dày của độ dày T_{ζ} của lớp ζ và độ dày T_{δ} của lớp δ trong lớp mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa này với tổng độ dày của lớp $\Gamma 1$ và lớp Γ là từ 1,5 đến 90.

[3] Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa theo mục [1] hoặc [2], trong đó tấm thép này còn chứa, tính theo % khối lượng, một hoặc hai hoặc nhiều thành phần được lựa chọn từ nhóm bao gồm :

Cr: từ 0,05 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%,

B: từ 0,0001 đến 0,01%,

Ca: từ 0,0005 đến 0,04%,

Mg: từ 0,0005 đến 0,04%,

La: từ 0,0005 đến 0,04%,

Ce: từ 0,0005 đến 0,04%, và

Y: từ 0,0005 đến 0,04%.

[4] Quy trình sản xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa, bao gồm các bước:

gia nhiệt vật liệu thép chứa, tính theo % khối lượng, các nguyên tố sau:

C: từ 0,10 đến 0,4%,

Si: từ 0,01 đến 0,5%,

Mn: từ 1,0 đến 3,0%,

O: 0,006% hoặc nhỏ hơn,

P: 0,04% hoặc nhỏ hơn,

S: 0,01% hoặc nhỏ hơn,

Al: từ 0,1 đến 3,0%, và

N: 0,01% hoặc nhỏ hơn,

lượng còn lại là Fe và các tạp chất không tránh khỏi, ở nhiệt độ từ 1100 đến 1300°C và sau đó thực hiện xử lý cán nóng tấm thép này ở nhiệt độ cán kết thúc bằng nhiệt độ Ar3 hoặc lớn hơn;

lấy tấm thép đã được cán nóng ra ở nhiệt độ lúc lấy ra bằng 700°C hoặc nhỏ hơn và sau đó cán nguội tấm thép này;

ủ tấm thép đã được cán nguội ở nhiệt độ gia nhiệt lớn nhất là từ 750 đến 900°C;

làm nguội tấm thép đã được ủ này đến nhiệt độ ngâm trong bể mạ với tốc

độ làm nguội từ 3 đến 200°C/giây trong khoảng nhiệt độ từ 500 đến 750°C và sau đó giữ tấm thép này ở nhiệt độ từ 350 đến 500°C trong thời gian từ 10 đến 1000 giây;

thực hiện bước xử lý mạ bằng cách ngâm tấm thép này vào bể mạ kẽm nhúng nóng có nồng độ Al là W_{Al} và nồng độ Fe là W_{Fe} thỏa mãn, tính theo % khối lượng, các biểu thức tương quan (1) và (2) dưới đây, tại khoảng nhiệt độ của tấm thép, lúc ngâm vào bể mạ, từ nhiệt độ thấp hơn 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, trong môi trường nitơ có hàm lượng nitơ bằng 95% khối lượng hoặc lớn hơn, trong đó trị số lôgarit của $\log(P_{H_2O}/P_{H_2})$ của tỷ lệ giữa áp suất hydro riêng phần P_{H_2} và áp suất hơi nước riêng phần P_{H_2O} là từ -5 đến -2:

$$0,01 \leq W_{Fe} \leq 0,05 \quad (1)$$

$$0,07 \leq (W_{Al} - W_{Fe}) \leq 0,30 \quad (2)$$

và sau đó:

thực hiện bước xử lý hợp kim hóa, trong đó thời gian từ lúc tấm thép đi ra khỏi bể mạ đến lúc đi vào lò gia nhiệt để hợp kim hóa là từ 0,5 đến 6 giây và nhiệt độ gia nhiệt để hợp kim hóa của lớp mạ là từ 440 đến 600°C;

trong đó $Ar3 = 901 - 325 \times C + 33 \times Si - 92 \times (Mn + Ni/2 + Cr/2 + Cu/2 + Mo/2)$, trong đó C, Si, Mn, Ni, Cr, Cu và Mo biểu thị các hàm lượng (% khối lượng) của các thành phần tương ứng và lấy giá trị bằng 0 khi không có thành phần này.

Hiệu quả của sáng chế

Sáng chế có thể cung cấp tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao (ví dụ, độ bền kéo bằng 980 MPa hoặc lớn hơn) và có độ bám dính của lớp mạ tuyệt vời. Việc sản xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao theo sáng chế là tương đối dễ dàng và có thể được thực hiện một cách ổn định. Do đó, tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa

có độ bền cao thu được rất thích hợp để sử dụng làm tấm thép dùng cho xe ô tô trong những năm gần đây, với mục đích làm giảm khối lượng xe. Kết quả, giá trị công nghiệp của tấm thép này là cao đáng kể.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Fig.1 là đồ thị thể hiện mối tương quan giữa độ dày ($T_{\gamma 1} + T_{\gamma}$) và độ dày ($T_{\gamma 1}/T_{\gamma}$) với độ bám dính của lớp mạ. Các ký hiệu trên Fig.1 có ý nghĩa như sau:

A: độ bền kéo bằng 980 Mpa hoặc lớn hơn và $1,5 \leq \{(T_{\zeta} + T_{\delta}) / (T_{\gamma 1} + T_{\gamma})\} \leq 90$;

B: độ bền kéo bằng 980 Mpa hoặc lớn hơn và $\{(T_{\zeta} + T_{\delta}) / (T_{\gamma 1} + T_{\gamma})\} < 1,5$ hoặc $\{(T_{\zeta} + T_{\delta}) / (T_{\gamma 1} + T_{\gamma})\} > 90$;

C: độ bền kéo bằng 980 Mpa hoặc lớn hơn và $1,5 \leq \{(T_{\zeta} + T_{\delta}) / (T_{\gamma 1} + T_{\gamma})\} \leq 90$; và

D: độ bền kéo bằng nhỏ hơn 980 Mpa và $1,5 \leq \{(T_{\zeta} + T_{\delta}) / (T_{\gamma 1} + T_{\gamma})\} \leq 90$.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây, sáng chế sẽ được mô tả lần lượt.

Đầu tiên, các lý do để giới hạn các thành phần sẽ được mô tả. Trong trường hợp này, "%" có nghĩa là % theo khối lượng.

C:

C là nguyên tố có khả năng làm tăng độ bền của tấm thép. Tuy nhiên, nếu hàm lượng của C nhỏ hơn 0,1%, thì khó có thể đáp ứng được cả độ bền kéo bằng 980 MPa hoặc lớn hơn, và khả năng tạo hình. Mặt khác, nếu hàm lượng của nó cao hơn 0,40%, thì khả năng hàn điểm khó có thể đảm bảo. Vì lý do này, hàm lượng của C được thiết lập nằm trong khoảng từ 0,1 đến 0,40%. Tốt hơn, nếu hàm lượng của C nằm trong khoảng từ 0,13 đến 0,3, tốt hơn nữa là nằm

trong khoảng từ 0,19 đến 0,28.

Si:

Si có thể là nguyên tố làm hợp kim hóa (hoặc nâng cao độ bền) và có thể hữu ích trong việc làm tăng độ bền của tấm thép. Ngoài ra, nguyên tố này có thể làm giảm sự kết tủa của xementit và đến lượt nó, góp phần làm ổn định austenit dư, và do đó, nhất thiết phải bổ sung nguyên tố này. Nếu hàm lượng của Si nhỏ hơn 0,01%, thì hiệu quả làm tăng độ bền có thể là nhỏ. Mặt khác, nếu hàm lượng của nó cao hơn 0,5%, thì khả năng tạo hình có thể bị giảm. Vì lý do này, hàm lượng của Si được thiết lập nằm trong khoảng từ 0,01 đến 0,5%. Tốt hơn, nếu hàm lượng của Si nằm trong khoảng từ 0,2 đến 0,45%, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,25 đến 0,42%.

Mn:

Mn có thể là nguyên tố làm hợp kim hóa và có thể hữu ích trong việc làm tăng độ bền của tấm thép. Tuy nhiên, nếu hàm lượng của Mn nhỏ hơn 1,0%, thì độ bền kéo bằng 980 MPa hoặc lớn hơn khó có thể thu được. Mặt khác, nếu hàm lượng của Mn lớn, thì sự tách ra đồng thời với P hoặc S có thể được thúc đẩy, làm giảm đáng kể khả năng tạo hình và do đó, giới hạn trên của Mn được quy định bằng 3,0%. Vì lý do này, hàm lượng của Mn được thiết lập nằm trong khoảng từ 1,0 đến 3,0%. Tốt hơn, nếu hàm lượng của Mn nằm trong khoảng từ 2,0 đến 2,7%, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 2,1 đến 2,45%.

O:

O có thể tạo ra oxit và làm suy giảm độ giãn dài, khả năng uốn hoặc khả năng giãn nở lỗ và do đó, lượng bổ sung của nguyên tố này phải duy trì ở mức thấp. Trong số chúng, oxit thường có mặt như tạp chất và khi oxit này có mặt tại mặt cạnh đục lỗ hoặc bề mặt cắt, thì có thể tạo ra vết khía hoặc vết rỗ lớn trên mặt đầu gây ra sự tập trung ứng suất trong quá trình làm giãn nở lỗ hoặc gia công khắc nghiệt và đó là nguồn gốc của sự tạo ra vết nứt, dẫn đến làm giảm

đáng kể khả năng giãn nở lỗ hoặc khả năng uốn. Nếu hàm lượng của O cao hơn 0,006%, thì xu hướng nêu trên trở nên rõ ràng, và do đó, giới hạn trên của hàm lượng của O được quy định bằng 0,006% hoặc nhỏ hơn. Tức là, hàm lượng của O dưới dạng tạp chất được giới hạn bằng 0,006% hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn, nếu hàm lượng của O bằng 0,004% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,003% hoặc nhỏ hơn. Mặt khác, nếu hàm lượng của O nhỏ hơn 0,0001%, thì có thể gây bất lợi về mặt kinh tế vì làm tăng chi phí quá mức, và do đó, giá trị này về cơ bản có thể là giới hạn dưới.

P:

P có xu hướng được tách ra tại phần trung tâm trong bề dày tấm của tấm thép và dẫn đến làm hóa giòn phần được hàn. Nếu hàm lượng của P cao hơn 0,04%, thì sự hóa giòn đáng kể phần hàn có thể xảy ra, và do đó, khoảng hàm lượng thích hợp của P được quy định bằng 0,04% hoặc nhỏ hơn. Tức là, hàm lượng của P dưới dạng tạp chất được giới hạn bằng 0,04% hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn, nếu hàm lượng của P bằng 0,03% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,025% hoặc nhỏ hơn. Giới hạn dưới của hàm lượng của P có thể không được quy định một cách cụ thể, nhưng nếu hàm lượng của P nhỏ hơn 0,0001%, thì có thể gây bất lợi về mặt kinh tế, và do đó, tốt hơn nếu giá trị này được thiết lập làm giới hạn dưới.

S:

S có ảnh hưởng có hại đến khả năng hàn và khả năng sản xuất trong quá trình đúc và cán nóng. Vì lý do này, giới hạn trên của hàm lượng của S được thiết lập là 0,01% hoặc nhỏ hơn. Tức là, S bị giới hạn dưới dạng tạp chất bằng 0,01% hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn, nếu hàm lượng của S bằng 0,008% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,006% hoặc nhỏ hơn. Giới hạn dưới của hàm lượng của S có thể không được quy định một cách cụ thể, nhưng nếu hàm lượng của S nhỏ hơn 0,0001%, thì có thể gây bất lợi về mặt kinh tế, và do đó, tốt hơn nếu giá trị này

được thiết lập làm giới hạn dưới. Ngoài ra, vì S có thể liên kết với Mn để tạo ra MnS thô và làm giảm khả năng uốn hoặc khả năng giãn nở lỗ, nên tốt hơn nếu hàm lượng của nguyên tố này được thiết lập thấp nhất có thể.

Al:

Al có thể thúc đẩy sự tạo thành ferit để nâng cao độ dẻo và do đó, có thể được bổ sung. Nguyên tố này cũng có thể được sử dụng như chất khử oxy. Nếu hàm lượng của Al nhỏ hơn 0,1%, thì tác dụng của nguyên tố này có thể không đầy đủ. Mặt khác, nếu bổ sung Al quá mức, thì có thể làm tăng số lượng các tạp chất thô trên cơ sở Al và dẫn đến làm giảm khả năng giãn nở lỗ và gây ra vết nứt bề mặt. Vì lý do này, hàm lượng của Al được thiết lập nằm trong khoảng từ 0,1 đến 3,0%. Tốt hơn, nếu hàm lượng của Al nằm trong khoảng từ 0,2 đến 1,5%, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,3 đến 1,0%.

N:

N có thể tạo ra nitrua thô làm giảm khả năng uốn hoặc khả năng giãn nở lỗ và do đó, lượng bổ sung của nó phải được duy trì ở mức thấp. Nếu hàm lượng của N cao hơn 0,01%, thì xu hướng nêu trên có thể trở nên rõ ràng, và do đó, khoảng hàm lượng của N được thiết lập là 0,01% hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn, nếu hàm lượng của N bằng 0,008% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,006% hoặc nhỏ hơn. Từ quan điểm về việc làm giảm sự tạo ra rỗ khí trong quá trình hàn, hàm lượng của N có thể là nhỏ hơn. Mặc dù các hiệu quả theo sáng chế có thể đạt được mà không cần quy định một cách cụ thể về giới hạn dưới của hàm lượng của N, nhưng nếu hàm lượng của N nhỏ hơn 0,0005%, thì có thể làm tăng đáng kể chi phí sản xuất, và do đó, giá trị này về cơ bản có thể là giới hạn dưới.

Cr:

Cr có thể là nguyên tố làm hợp kim hóa và đồng thời, có thể là quan trọng trong việc nâng cao khả năng tôi. Tuy nhiên, nếu hàm lượng của Cr nhỏ hơn 0,05%, thì các tác dụng này có thể không thu được, và do đó, giới hạn dưới của

Cr được quy định bằng 0,05%. Trái lại, nếu hàm lượng của nguyên tố này cao hơn 1,0%, thì có thể ảnh hưởng có hại đến khả năng sản xuất trong quá trình sản xuất và cán nóng, và do đó, giới hạn trên của Cr được quy định là 1,0%. Tốt hơn, nếu hàm lượng của Cr bằng 0,5% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,45% hoặc nhỏ hơn.

Ni:

Ni có thể là nguyên tố làm hợp kim hóa và đồng thời, có thể là quan trọng trong việc nâng cao khả năng tôi. Tuy nhiên, nếu hàm lượng của Ni nhỏ hơn 0,05%, thì các tác dụng này có thể không thu được, và do đó, giới hạn dưới của Ni được quy định là 0,05%. Trái lại, nếu hàm lượng của nguyên tố này cao hơn 1,0%, thì có thể ảnh hưởng có hại đến khả năng sản xuất trong quá trình sản xuất và cán nóng, và do đó, giới hạn trên của Ni được quy định là 1,0%. Ngoài ra, nguyên tố này có thể nâng cao khả năng thấm ướt của kim loại nóng chảy hoặc thúc đẩy phản ứng hợp kim hóa và do đó, có thể được bổ sung. Tốt hơn, nếu hàm lượng của Ni bằng 0,6% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,52% hoặc nhỏ hơn.

Cu:

Cu có thể là nguyên tố làm hợp kim hóa và đồng thời, có thể là quan trọng trong việc nâng cao khả năng tôi. Tuy nhiên, nếu hàm lượng của Cu nhỏ hơn 0,05%, thì các tác dụng này có thể không thu được, và do đó, giới hạn dưới của Cu được quy định bằng 0,05%. Trái lại, nếu hàm lượng của nguyên tố này cao hơn 1,0%, thì có thể ảnh hưởng có hại đến khả năng sản xuất trong quá trình sản xuất và cán nóng, và do đó, giới hạn trên của Cu được quy định bằng 1,0%. Ngoài ra, nguyên tố này có thể nâng cao khả năng thấm ướt của kim loại nóng chảy hoặc thúc đẩy phản ứng hợp kim hóa và do đó, có thể được bổ sung. Tốt hơn, nếu hàm lượng của Cu bằng 0,5% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,35% hoặc nhỏ hơn.

Nb:

Nb có thể là nguyên tố làm hợp kim hóa và có thể góp phần nâng cao độ bền của tấm thép bằng cách làm tăng bền phần kết tủa, làm tăng bền hạt mịn thông qua việc làm giảm sự phát triển của hạt tinh thể ferit, và làm tăng bền mạng lệch thông qua việc làm giảm sự tái kết tinh. Nếu lượng bổ sung của Nb nhỏ hơn 0,005%, thì các tác dụng này có thể không thu được, và do đó, giới hạn dưới của Nb được quy định bằng 0,005%. Nếu nguyên tố này có mặt với lượng cao hơn 0,3%, thì lượng cacbonitrua kết tủa có thể tăng lên làm giảm khả năng tạo hình, và do đó, giới hạn trên của Nb được quy định bằng 0,3%. Tốt hơn, nếu hàm lượng của Nb nằm trong khoảng từ 0,005 đến 0,25%, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,005 đến 0,20%.

Ti:

Ti có thể là nguyên tố làm hợp kim hóa và có thể góp phần nâng cao độ bền của tấm thép bằng cách làm tăng bền phần kết tủa, làm tăng bền hạt mịn thông qua việc làm giảm sự phát triển của hạt tinh thể ferit, và làm tăng bền mạng lệch thông qua việc làm giảm sự tái kết tinh. Nếu lượng bổ sung của Ti nhỏ hơn 0,005%, thì các tác dụng này có thể không thu được, và do đó, giới hạn dưới của Ti được quy định bằng 0,005%. Nếu nguyên tố này có mặt với lượng cao hơn 0,3%, thì lượng cacbonitrua kết tủa có thể tăng lên làm giảm khả năng tạo hình, và do đó, giới hạn trên của Ti được quy định bằng 0,3%. Tốt hơn, nếu hàm lượng của Ti nằm trong khoảng từ 0,005 đến 0,25%, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,005 đến 0,20%.

V:

V có thể là nguyên tố làm hợp kim hóa và có thể góp phần nâng cao độ bền của tấm thép bằng cách làm tăng bền phần kết tủa, làm tăng bền hạt mịn thông qua việc làm giảm sự phát triển của hạt tinh thể ferit, và làm tăng bền mạng lệch thông qua việc làm giảm sự tái kết tinh. Nếu lượng bổ sung của V nhỏ hơn 0,005%, thì các tác dụng này có thể không thu được, và do đó, giới hạn

dưới của V được quy định bằng 0,005%. Nếu nguyên tố này có mặt với lượng cao hơn 0,5%, thì lượng cacbonitrua kết tủa có thể tăng lên làm giảm khả năng tạo hình, và do đó, giới hạn trên của V được quy định bằng 0,5%. Tốt hơn, nếu hàm lượng của V nằm trong khoảng từ 0,005 đến 0,4%, tốt hơn nữa là từ 0,005 đến 0,3%.

Việc bổ sung B với lượng bằng 0,0001% hoặc lớn hơn có thể thu được tác dụng làm tăng độ bền của bề mặt hạt hoặc làm tăng độ bền của vật liệu thép, nhưng nếu lượng B được bổ sung cao hơn 0,01%, thì không những tác dụng này bị bão hoà, mà cả khả năng sản xuất trong quá trình cán nóng có thể bị giảm, và do đó, giới hạn trên của B được quy định bằng 0,01%.

Một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm 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 có thể là nguyên tố dùng cho phản ứng khử oxy, và tốt hơn nếu một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số đó có mặt với tổng lượng bằng 0,0005% hoặc lớn hơn. Ở đây, REM có nghĩa là kim loại đất hiếm (Rare Earth Metal). Tuy nhiên, nếu tổng hàm lượng của Ca, Mg và REM cao hơn 0,04%, thì có thể làm giảm khả năng gia công tạo hình. Vì lý do này, tổng hàm lượng của chúng được thiết lập nằm trong khoảng từ 0,0005 đến 0,04%.

Đồng thời, theo sáng chế, trong nhiều trường hợp REM có thể được bổ sung ở dạng hỗn hợp kim loại hiếm, và có thể là trường hợp trong đó có sự kết hợp các nguyên tố thuộc họ lantan được chứa ngoài La và Ce. Ngay cả khi các nguyên tố thuộc họ lantan ngoài La và Ce được chứa dưới dạng các tạp chất không tránh khỏi, thì có thể tạo ra các hiệu quả của sáng chế. Trong trường hợp này, các hiệu quả của sáng chế cũng có thể được tạo ra ngay cả khi La và Ce kim loại được bổ sung.

Dưới đây, cấu trúc của vật liệu thép sẽ được mô tả.

Trong tấm thép theo sáng chế, tổng hàm lượng của bainit và martensit

bằng 40% hoặc lớn hơn theo tỷ lệ thể tích. Giới hạn dưới của tổng hàm lượng phần trăm của chúng được thiết lập là 40%, vì bainit và martensit có thể cần thiết để đảm bảo độ giãn dài và độ bền.

Tấm thép theo sáng chế cần chứa, tính theo tỷ lệ thể tích, từ 8 đến 60% austenit dư. Bằng cách chứa austenit dư, sự nâng cao độ bền và sự nâng cao hơn nữa về độ dẻo có thể đạt được đồng thời. Nếu tỷ lệ thể tích nhỏ hơn 8%, thì tác dụng nêu trên có thể khó thu được, và do đó, giới hạn dưới của austenit dư được quy định bằng 8% hoặc lớn hơn. Giới hạn trên của austenit dư được quy định bằng 60%, vì nếu tỷ lệ thể tích austenit dư được quy định cao hơn 60%, thì tỷ lệ thể tích của bainit hoặc martensit có thể nhỏ hơn 40%, và độ giãn dài và độ bền đầy đủ có thể không được đảm bảo. Hàm lượng của austenit dư (γ) tốt hơn là nằm trong khoảng từ 9 đến 40%, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 10 đến 35%.

Hàm lượng ferit phải nhỏ hơn 40%. Ferit có thể nâng cao độ dẻo, nhưng nếu hàm lượng ferit bằng 40% hoặc lớn hơn, thì độ bền không thể được đảm bảo. Về dạng của ferit, ferit hình kim có thể được kết hợp ngoài ferit hình đa giác.

Ngoài ra, cấu trúc không tránh khỏi còn lại được sử dụng trong sáng chế là cấu trúc pearlit.

Đối với các pha, các cấu trúc ferit, martensit, bainit, austenit, pearlit và cấu trúc còn lại tế vi nêu trên, việc xác định, việc quan sát vị trí có mặt, và việc đo tỷ lệ diện tích được thực hiện bằng cách sử dụng chất phản ứng nital và chất phản ứng nêu trong JP-A 59-219473 để khắc ăn mòn tấm thép theo mặt cắt ngang theo hướng cán hoặc mặt cắt ngang theo hướng vuông góc với hướng cán và có ảnh hưởng đến việc xác định định lượng bằng cách quan sát thông qua kính hiển vi quang học với 1000 lần và các kính hiển vi điện tử quét và truyền qua với 1000 đến 100000 lần. Sau khi quan sát 20 thị trường hoặc nhiều hơn đối

với mỗi trường hợp, tỷ lệ diện tích của mỗi cấu trúc có thể được xác định bằng phương pháp đếm điểm hoặc phân tích hình ảnh.

Dưới đây, cấu tạo của lớp mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa sẽ được mô tả.

Tổng của độ dày $T_{\gamma 1}$ của pha $\Gamma 1$ và độ dày T_{γ} của pha Γ trong lớp mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa theo sáng chế phải bằng $2\text{ }\mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn như được thể hiện trên Fig.1. Cả hai pha $\Gamma 1$ và pha Γ có thể được tạo ra, mà không thể tránh được trong quá trình hợp kim hóa lớp mạ kẽm nhúng nóng, và nếu tổng độ dày của chúng vượt quá $2\text{ }\mu\text{m}$, thì độ dẻo có thể không đầy đủ và độ bám dính của lớp mạ có thể suy giảm. Tổng độ dày của pha $\Gamma 1$ và pha Γ $T_{\gamma 1}+T_{\gamma}$ tốt hơn là nằm trong khoảng từ $0,1$ đến $1,9\text{ }\mu\text{m}$, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ $0,1$ đến $1,5\text{ }\mu\text{m}$. Tốt hơn, nếu pha $\Gamma 1$ và pha Γ mỏng hơn, nhưng việc sản xuất trong khi làm giảm một cách đầy đủ sự xuất hiện của pha $\Gamma 1$ và pha Γ có thể gặp khó khăn, và do đó, xét về việc sản xuất trên thực tế, tốt hơn nếu giới hạn dưới của $T_{\gamma 1}+T_{\gamma}$ bằng $0,1\text{ }\mu\text{m}$.

Tỷ lệ ($T_{\gamma 1}/T_{\gamma}$) của độ dày giữa pha $\Gamma 1$ và pha Γ phải bằng 1 hoặc nhỏ hơn như được thể hiện trên Fig.1. Nếu tỷ lệ này cao hơn 1, thì tác dụng của pha $\Gamma 1$, mà có độ dẻo rất kém, có thể tăng, và sự phân tách lớp mạ không thể ngăn ngừa được. Tốt hơn, nếu tỷ lệ ($T_{\gamma 1}/T_{\gamma}$) bằng 0,9 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,8 hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn, nếu tỷ lệ ($T_{\gamma 1}/T_{\gamma}$) của độ dày giữa pha $\Gamma 1$ và pha Γ nhỏ hơn để nâng cao độ bám dính của lớp mạ, nhưng trong quá trình sản xuất, có thể khó làm giảm một cách đầy đủ sự xuất hiện của pha $\Gamma 1$ và đồng thời, có thể khó làm tăng độ dày của pha Γ , và do đó, xét về việc sản xuất trên thực tế, giới hạn dưới của tỷ lệ này tốt hơn là 0,005.

Tỷ lệ của tổng độ dày của độ dày T_{ζ} của lớp ζ (FeZn_{13}) và độ dày T_{δ} của lớp δ (FeZn_7) trong lớp mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa này với tổng độ dày ($T_{\gamma 1}+T_{\gamma}$) của lớp $\Gamma 1$ và lớp Γ , tức là, $\{(T_{\zeta}+T_{\delta})/(T_{\gamma 1}+T_{\gamma})\}$, tốt hơn là nằm

trong khoảng từ 1,5 đến 90 như được thể hiện trên Fig.1, nếu tỷ lệ này nhỏ hơn 1,5, thì tác dụng của pha Γ_1 và Γ , mà đều thiếu độ dẻo có thể tăng, và độ bám dính của lớp mạ có thể hơi kém. Nếu tỷ lệ này cao hơn 90, thì tác dụng nêu trên có thể bị bão hoà, và việc kiểm soát đối với chúng có thể làm hạn chế một cách đáng kể việc sản xuất, và do đó, tốt hơn nếu tỷ lệ này bằng 90 hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn, nếu tỷ lệ $\{(T\zeta+T\delta)/(T\gamma_1+T\gamma)\}$ nằm trong khoảng từ 2 đến 80, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 3 đến 75.

Phương pháp đo độ dày của mỗi lớp hợp kim trong lớp mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có thể bao gồm các phương pháp khác nhau và bao gồm, ví dụ, "Phương pháp kiểm tra mặt cắt ngang bằng kính hiển vi" (JIS H 8501). Đây là phương pháp trong đó mặt cắt ngang của mẫu được đưa vào, được đánh bóng và sau đó, nếu muốn, được khắc ăn mòn bằng chất khắc ăn mòn và bề mặt đã được đánh bóng được phân tích bằng kính hiển vi quang học, kính hiển vi điện tử quét (SEM), thiết bị phân tích mẫu tế vi sử dụng chùm điện tử (EPMA) hoặc tương tự để xác định độ dày.

Theo sáng chế, mẫu được đưa vào Technovit 4002 (được sản xuất bởi Maruto Instrument Co., Ltd.), được đánh bóng bằng giấy ráp (JIS R 6001) #240, #320, #400, #600, #800 và #1000 theo thứ tự này, sau đó được khắc ăn mòn bằng cách nhúng bề mặt đã được đánh bóng vào dung dịch nitan (dung dịch etanol nitrat 0,5%) trong 10 giây, và quan sát bằng SEM để xác định độ dày của mỗi pha hợp kim.

Trong trường hợp này, độ dày của mỗi pha hợp kim được sử dụng ở đây có nghĩa là giá trị thu được bằng cách xác định độ dày của mỗi pha hợp kim trong lớp mạ tại 10 phần bất kỳ cách nhau 1 mm hoặc lớn hơn và lấy trung bình độ dày xác định được của pha hợp kim.

Ngoài ra, pha ζ (FeZn_{13}), pha δ_1 (FeZn_7), pha Γ_1 ($\text{Fe}_5\text{Zn}_{21}$) và pha Γ ($\text{Fe}_3\text{Zn}_{10}$), mà là pha hợp kim có thể khác nhau về thành phần và cấu trúc, và do

đó, loại của mỗi pha hợp kim này có thể được xác định bằng phương pháp phân tích sử dụng EPMA, phương pháp nhiễu xạ tia X (XRD), kính hiển vi điện tử truyền qua (TEM) hoặc tương tự.

Theo sáng chế, loại của mỗi pha hợp kim này được xác định bằng phương pháp phân tích sử dụng TEM (giống phương pháp được mô tả, ví dụ, trong Hong, M.N., and Saka, H., Proc. 4th Intern. Conf. On Zn and Zn Alloy Coated Steel Sheet, Galvatech '98, p.248, 1998; and Kato, T., Hong, M.H., Nunome, K., Sasaki, K., Kuroda, K., and Saka, H., Thin Solid Films, 319, 132, 1998). Nội dung chi tiết của phương pháp phân tích bằng cách sử dụng TEM, các công bố của chúng có thể được tham chiếu đến, nếu cần.

Trong phương pháp đo độ dày của của mỗi lớp trong pha mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa, độ dày của mỗi lớp này cũng có thể được đo bằng cách sử dụng "phương pháp quan sát cấu trúc mặt cắt ngang". Ở đây, "phương pháp quan sát cấu trúc mặt cắt ngang" có thể là phương pháp trong đó sau khi mẫu được đưa vào, được đánh bóng và sau đó được khắc ăn mòn bằng chất khắc ăn mòn, ví dụ, axit clohydric 0,5% có bổ sung nitan hoặc chất ức chế, độ dày được xác định từ cấu trúc được quan sát bằng kính hiển vi quang học hoặc kính hiển vi điện tử quét. Độ dày của mỗi cấu trúc này có thể là độ dày trung bình tại 10 phần bất kỳ khi quan sát khoảng độ dài 10 mm. Ngoài ra, đối với các cấu trúc được quan sát, thành phần hoặc cấu trúc có thể được kiểm tra bằng cách sử dụng EPMA, phương pháp nhiễu xạ tia X, kính hiển vi điện tử truyền qua hoặc tương tự để xác định loại pha hợp kim. Trong phương pháp quan sát cấu trúc mặt cắt ngang này, tốt hơn nếu cấu trúc được kiểm tra bằng cách sử dụng EPMA.

Dưới đây, quy trình sản xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao, có độ bám dính của lớp mạ tuyệt vời theo sáng chế sẽ được mô tả.

Quy trình sản xuất trong đó việc cán nóng trước có thể không bị giới hạn

một cách cụ thể. Cụ thể là, các phương pháp tinh luyện thứ cấp khác nhau có thể được thực hiện sau đó để làm nóng chảy trong lò cao, lò điện hoặc tương tự, và sau đó, thực hiện đúc bằng cách đúc liên tục thông thường, đúc bằng phương pháp tạo thổi, đúc phôi tấm mỏng hoặc các phương pháp khác. Trong trường hợp đúc liên tục, tấm thép có thể được làm nguội một lần đến nhiệt độ thấp, được gia nhiệt lại và sau đó được cán nóng, hoặc phôi tấm đúc có thể được cán nóng một cách liên tục. Sắt thép vụn có thể được dùng làm vật liệu đầu.

Các hiệu quả của sáng chế có thể thu được, mà không cần quy định một cách cụ thể nhiệt độ gia nhiệt phôi tấm cán nóng. Tuy nhiên, nếu nhiệt độ gia nhiệt quá cao, thì có thể không thích hợp xét về khía cạnh kinh tế, và do đó, tốt hơn nếu giới hạn trên của nhiệt độ gia nhiệt nhỏ hơn 1300°C. Ngoài ra, nếu nhiệt độ gia nhiệt quá thấp, thì nhiệt độ cán tinh có thể khó được điều chỉnh bằng nhiệt độ Ar3 hoặc lớn hơn, và do đó, tốt hơn nếu nhiệt độ giới hạn dưới bằng 1100°C.

Nếu nhiệt độ cán tinh đưa vào vùng hai pha của austenit + ferit, thì sự không đồng đều về cấu trúc trong tấm thép có thể tăng lên làm giảm khả năng tạo hình sau khi ủ. Vì lý do này, tốt hơn nếu nhiệt độ cán tinh bằng nhiệt độ Ar3 hoặc lớn hơn. Đồng thời, nhiệt độ Ar3 có thể được tính theo công thức sau:

$$Ar3=901-325\times C+33\times Si-92\times (Mn+Ni/2+Cr/2+Cu/2+Mo/2)$$

Việc làm nguội sau khi cán có thể không được quy định một cách cụ thể, và các hiệu quả của sáng chế có thể thu được ngay cả khi kiểu làm nguội để thực hiện việc điều chỉnh cấu trúc phù hợp với các mục đích tương ứng được sử dụng.

Nhiệt độ lúc lấy ra phải bằng 700°C hoặc nhỏ hơn. Nếu nhiệt độ lúc lấy ra cao hơn 700°C, thì không chỉ cấu trúc ferit hoặc pearlit thô có thể tồn tại trong cấu trúc cán nóng, dẫn đến không duy trì được austenit dư nằm trong khoảng theo sáng chế và đến lượt nó, thu được tấm thép nền trong phạm vi của sáng chế,

mà cả sự không đồng đều về cấu trúc sau khi ủ có thể tăng lên, dẫn đến làm tăng tính dị hướng của vật liệu của thành phẩm. Theo sáng chế, có thể nâng cao sự cân bằng độ bền-độ dẻo bằng cách tạo ra cấu trúc sau khi ủ mịn. Ngoài ra, nhiệt độ lúc lấy ra cao hơn 700°C có thể là không thích hợp, vì độ dày của oxit được tạo ra trên bề mặt của tấm thép có thể tăng quá mức và đến lượt nó, tác dụng tẩy gỉ có thể kém. Mặc dù các hiệu quả theo sáng chế có thể được tạo ra, mà không cần quy định một cách cụ thể về giới hạn dưới của nhiệt độ lúc lấy ra, nhưng việc kết thúc ở nhiệt độ không lớn hơn nhiệt độ phòng có thể là khó xét về mặt kỹ thuật và do đó, nhiệt độ này về cơ bản có thể là giới hạn dưới. Đồng thời, ở bước cán nóng, việc cán tinh có thể được thực hiện một cách liên tục bằng cách nối các tấm được cán thô với nhau. Ngoài ra, tấm được cán thô có thể được lấy ra một lần.

Tấm thép sau khi cán nóng thường được loại bỏ vảy trên bề mặt bằng cách xử lý tẩy gỉ. Việc tẩy gỉ có thể được thực hiện một lần, hoặc việc tẩy gỉ có thể được thực hiện ở nhiều phần.

Tấm thép đã được cán nóng sau khi tẩy gỉ thường được cán nguội. Tỷ lệ giảm tiết diện sau khi cán tốt hơn là nằm trong khoảng từ 40 đến 80%. Nếu tỷ lệ giảm tiết diện sau khi cán nhỏ hơn 40%, thì khó có thể duy trì hình dạng là phẳng hoặc độ dẻo của thành phẩm có thể trở nên kém. Mặt khác, trong trường hợp cán nguội với tỷ lệ giảm tiết diện cao hơn 80%, thì tải trọng cán nguội có thể quá lớn, và việc cán nguội sẽ khó khăn. Các hiệu quả của sáng chế có thể được tạo ra, mà không cần quy định một cách cụ thể số lượng rãnh cán và tỷ lệ giảm tiết diện sau khi cán của mỗi rãnh cán.

Tấm thép đã được cán nguội thường được ủ và mạ trong dây chuyền ủ và mạ liên tục. Mặc dù các hiệu quả theo sáng chế có thể được tạo ra, mà không cần quy định một cách cụ thể về tốc độ gia nhiệt trong quá trình dẫn qua dây chuyền này, tốc độ gia nhiệt nhỏ hơn $0,5^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ có thể là không thích hợp, vì

năng suất có thể giảm một cách đáng kể. Mặt khác, tốc độ gia nhiệt cao hơn 100°C dẫn đến chi phí đầu tư tăng quá mức và có thể không thích hợp xét về khía cạnh kinh tế.

Nhiệt độ gia nhiệt lớn nhất (nhiệt độ ủ) phải nằm trong khoảng từ 750 đến 900°C . Nếu nhiệt độ gia nhiệt lớn nhất nhỏ hơn 750°C , thì có thể mất rất nhiều thời gian để tạo ra cacbua trong quá trình cán nóng để lại đưa về trạng thái dung dịch rắn, và cacbua hoặc phần của nó có thể còn lại, kết quả, độ bền bằng 980 MPa hoặc lớn hơn khó có thể được đảm bảo, không thể thu được tấm thép nền thuộc phạm vi của sáng chế. Vì lý do này, giới hạn dưới của nhiệt độ gia nhiệt lớn nhất bằng 750°C . Mặt khác, việc gia nhiệt ở nhiệt độ quá cao không chỉ làm tăng chi phí và là bất lợi xét về khía cạnh kinh tế, mà còn gây ra vấn đề như làm hỏng hình dạng tấm trong quá trình dẫn tấm này thông qua dây chuyền với nhiệt độ cao hoặc làm giảm tuổi thọ của con lăn. Vì lý do này, giới hạn trên của nhiệt độ gia nhiệt lớn nhất bằng 900°C .

Thời gian xử lý gia nhiệt trong vùng nhiệt độ này có thể không bị giới hạn một cách cụ thể, nhưng để đạt được sự hoà tan cacbua, tốt hơn nếu xử lý gia nhiệt trong 10 giây hoặc lớn hơn. Mặt khác, nếu thời gian xử lý gia nhiệt cao hơn 600 giây, thì có thể làm tăng chi phí, và do đó, thời gian xử lý gia nhiệt như vậy là không thích hợp xét về khía cạnh kinh tế. Cũng trong quá trình xử lý nhiệt này, việc duy trì đẳng nhiệt có thể được thực hiện ở nhiệt độ gia nhiệt lớn nhất, và ngay cả khi việc gia nhiệt gradient được thực hiện và sau khi đạt đến nhiệt độ gia nhiệt lớn nhất, việc làm nguội được thực hiện ngay lập tức, nên có thể tạo ra các hiệu quả của sáng chế.

Sau khi bước ủ kết thúc, tấm thép thường được làm nguội đến nhiệt độ ngâm trong bể mạ. Tốc độ làm nguội trung bình từ nhiệt độ gia nhiệt lớn nhất đến 750°C tốt hơn là nằm trong khoảng từ $0,1$ đến $200^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Tốc độ làm nguội nhỏ hơn $0,1^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ là không thích hợp, vì năng suất có thể giảm một cách

đáng kể. Việc tăng quá mức tốc độ làm nguội có thể làm tăng chi phí sản xuất, và do đó, tốt hơn nếu giới hạn trên của tốc độ làm nguội trung bình bằng $200^{\circ}\text{C}/\text{giây}$.

Tốc độ làm nguội trong khoảng nhiệt độ từ 500 đến 750°C phải nằm trong khoảng từ 3 đến $200^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Nếu tốc độ làm nguội quá thấp, thì austenit có thể chuyển biến thành cấu trúc pearlit ở bước làm nguội, và tỷ lệ thể tích của austenit bằng 8% hoặc lớn hơn khó có thể được đảm bảo. Vì lý do này, giới hạn dưới của tốc độ làm nguội bằng $3^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn. Ngay cả khi tốc độ làm nguội tăng, thì không có vấn đề gì liên quan đến chất lượng thép, nhưng việc tăng quá mức tốc độ làm nguội có thể làm tăng chi phí sản xuất, và do đó, tốt hơn nếu giới hạn trên của tốc độ làm nguội bằng $200^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Phương pháp làm nguội có thể là phương pháp bất kỳ trong số làm nguội bằng con lăn, làm nguội bằng không khí, làm nguội bằng nước, và kết hợp các phương pháp này.

Sau đó, tấm thép có thể được duy trì ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 350 đến 500°C từ 10 đến 1000 giây để gây ra sự chuyển biến bainit và làm ổn định austenit dư. Giới hạn trên của nhiệt độ duy trì có thể được thiết lập bằng 500°C , vì sự chuyển biến bainit có thể diễn ra ở nhiệt độ không lớn hơn nhiệt độ đó. Đồng thời, nếu tấm thép được duy trì ở nhiệt độ nhỏ hơn 350°C , thì sự chuyển biến bainit có thể mất nhiều thời gian và đến lượt nó, đòi hỏi phải sử dụng thiết bị rất lớn, mà dẫn đến làm giảm năng suất. Vì lý do này, nhiệt độ duy trì phải nằm trong khoảng từ 350 đến 500°C . Giới hạn dưới của nhiệt độ duy trì này có thể được thiết lập 10 giây, vì việc duy trì trong thời gian nhỏ hơn 10 giây có thể không cho phép sự chuyển biến bainit diễn ra một cách đầy đủ, khiến cho không thể làm ổn định austenit dư và thu được khả năng tạo hình tuyệt vời. Mặt khác, việc duy trì trong thời gian lâu hơn 1000 giây có thể làm giảm năng suất và là không thích hợp. Đồng thời, việc duy trì này không chỉ là duy trì đẳng nhiệt, mà còn có thể bao gồm việc làm nguội hoặc gia nhiệt từ từ trong vùng nhiệt độ này.

Tốt hơn, nếu nhiệt độ tắm lúc nhúng vào bể mạ từ nhiệt độ, mà thấp hơn 40°C so với nhiệt độ của bể mạ kẽm nhúng nóng đến nhiệt độ, mà cao hơn 50°C so với nhiệt độ của bể mạ kẽm nhúng nóng. Nếu nhiệt độ tắm lúc nhúng vào bể mạ nhỏ hơn (nhiệt độ của bể mạ kẽm nhúng nóng - 40°C), thì không chỉ sự tản nhiệt lúc nhúng và đưa vào bể mạ lớn, mà gây ra sự hóa rắn một phần kẽm nóng chảy làm giảm chất lượng về bên ngoài của lớp mạ, mà cả pha Γ_1 giòn có thể được tạo ra ở mặt phân cách giữa tắm thép nền và lớp mạ. Vì lý do này, giới hạn dưới của nhiệt độ tắm lúc nhúng vào bể mạ được thiết lập bằng (nhiệt độ của bể mạ kẽm nhúng nóng - 40°C). Tuy nhiên, ngay cả khi nhiệt độ tắm trước khi nhúng nhỏ hơn (nhiệt độ của bể mạ kẽm nhúng nóng - 40°C), tắm thép này có thể được gia nhiệt lại trước khi nhúng vào bể mạ để nhiệt độ tắm bằng (nhiệt độ của bể mạ kẽm nhúng nóng - 40°C) hoặc lớn hơn và sau đó được nhúng vào bể tráng kẽm. Mặt khác, nếu nhiệt độ lúc nhúng vào bể mạ cao hơn (nhiệt độ của bể mạ kẽm nhúng nóng + 50°C), thì không chỉ lớp hợp kim Fe-Al dày có thể được tạo ra ở mặt phân cách giữa lớp mạ và tắm thép nền làm ảnh hưởng xấu đến việc gia nhiệt hợp kim hóa, mà cả pha Γ_1 và pha Γ có thể được tạo ra một cách dễ dàng, dẫn đến không thể thu được lớp mạ có độ cứng thuộc phạm vi của sáng chế. Đồng thời, bể mạ có thể chứa Fe, Al, Mg, Mn, Si, Cr và tương tự, ngoài kẽm nguyên chất.

Môi trường lúc nhúng tắm thép vào bể mạ là môi trường khí nitơ có hàm lượng của nitơ bằng 95% thể tích hoặc lớn hơn, trong đó trị số lôgarit của $\log(P_{\text{H}_2\text{O}}/P_{\text{H}_2})$ của áp suất hydro riêng phần P_{H_2} với áp suất hơi nước riêng phần $P_{\text{H}_2\text{O}}$ nằm trong khoảng từ -5 đến -2, nếu giá trị $\log(P_{\text{H}_2\text{O}}/P_{\text{H}_2})$ nhỏ hơn -5, điều này là không thích hợp xét về khía cạnh kinh tế và ngoài ra, độ phản ứng trên bề mặt của tắm thép hoặc bề mặt bể mạ có thể tăng để cho phép tạo ra Γ và Γ_1 dày trong quá trình xử lý hợp kim hóa sau đó, dẫn đến không thu được lớp mạ thuộc phạm vi của sáng chế. Mặt khác, nếu giá trị $\log(P_{\text{H}_2\text{O}}/P_{\text{H}_2})$ cao hơn -2, thì Zn oxit có thể được tạo ra trên bề mặt bể mạ và ức chế sự tạo ra Γ và Γ_1 của lớp mạ, kết

quả, không chỉ không thể thu được lớp mạ thuộc phạm vi của sáng chế, mà cả lớp mạ cũng không bám vào tấm thép, dẫn đến làm tăng vùng không được mạ. Nếu hàm lượng của N nhỏ hơn 95% thể tích, thì tỷ lệ của hơi nước và hydro trong môi trường này có thể tăng, mà có thể là không thích hợp xét về lợi ích kinh tế và tính an toàn. Việc tăng tỷ lệ hydro trong môi trường này có thể gây ra sự hóa giòn tấm thép và làm giảm độ dẻo và không thích hợp. Môi trường lúc nhúng tấm thép vào bể mạ như được sử dụng ở đây có nghĩa là môi trường trong lò đốt ít nhất là 10 giây hoặc lớn hơn trước khi nhúng vào bể mạ, dựa trên thời gian, mà tấm thép được nhúng vào bể mạ, và có nghĩa là toàn bộ môi trường trong khoảng thời gian lớn nhất từ lúc ủ đến lúc nhúng vào bể mạ trong dây chuyền ủ và mạ liên tục.

Để dễ kiểm soát các tính chất của lớp mạ, bể mạ kẽm nhúng nóng là bể mạ có nồng độ Al là W_{Al} và nồng độ Fe là W_{Fe} thỏa mãn, tính theo % khối lượng, các biểu thức tương quan (1) và (2) dưới đây:

$$0,01 \leq W_{Fe} \leq 0,05 \quad (1)$$

$$0,07 \leq (W_{Al} - W_{Fe}) \leq 0,30 \quad (2)$$

Nếu W_{Fe} nhỏ hơn 0,01, thì pha Γ_1 và pha Γ có thể được tạo ra dày ở mặt phân cách giữa lớp mạ và tấm thép, và không thể thu được lớp mạ thuộc phạm vi của sáng chế. Nếu W_{Fe} cao hơn 0,05, thì pha Γ_1 và pha Γ có thể được tạo ra không đầy đủ ở mặt phân cách giữa lớp mạ và tấm thép, dẫn đến không thu được lớp mạ thuộc phạm vi của sáng chế, và ngoài ra, các gỉ bề mặt Fe_2Al_5 có thể được tạo ra trong bể mạ làm giảm chất lượng về bên ngoài.

Các lý do tại sao $(W_{Al} - W_{Fe})$ được thiết lập nằm trong khoảng từ 0,07 đến 0,30 là vì, nếu $(W_{Al} - W_{Fe})$ nhỏ hơn 0,07, thì pha Γ_1 và pha Γ có thể được tạo ra dày ở mặt phân cách giữa lớp mạ và tấm thép và không chỉ làm ảnh hưởng xấu đến việc gia nhiệt hợp kim hóa sau đó, mà còn không thể thu được lớp mạ thuộc phạm vi của sáng chế. Mặt khác, nếu $(W_{Al} - W_{Fe})$ cao hơn 0,30, thì việc hợp kim

hóa có thể diễn ra chậm và không chỉ năng suất là kém, mà cả khi được gia nhiệt cho đến khi toàn bộ lớp mạ được hợp kim hóa, pha Γ_1 và pha Γ có thể được tạo ra dày ở mặt phân cách giữa lớp mạ và tấm thép, dẫn đến không thể thu được lớp mạ có độ cứng thuộc phạm vi của sáng chế.

Nhiệt độ gia nhiệt để hợp kim hóa của lớp mạ nằm trong khoảng từ 440 đến 600°C. Nếu nhiệt độ gia nhiệt để hợp kim hóa nhỏ hơn 440°C, thì việc hợp kim hóa có thể diễn ra chậm và không chỉ năng suất là kém, mà cả pha Γ_1 giòn có thể được tạo ra theo cách ưu tiên, dẫn đến không thu được lớp mạ thuộc phạm vi của sáng chế. Nếu nhiệt độ gia nhiệt để hợp kim hóa cao hơn 600°C, thì không chỉ cacbua có thể được tạo ra làm giảm tỷ lệ thể tích austenit, khiến cho khó đảm bảo độ bền kéo lớn nhất bằng 980 MPa hoặc lớn hơn và độ dẻo tuyệt vời, mà cả pha Γ_1 và pha Γ có thể được tạo ra lớn hơn 2 μm , dẫn đến không thu được lớp mạ thuộc phạm vi của sáng chế. Nhiệt độ gia nhiệt để hợp kim hóa tốt hơn là nằm trong khoảng từ 480 đến 580°C, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 520 đến 560°C.

Thời gian từ lúc tấm thép lấy ra khỏi bể mạ cho đến khi đưa vào lò xử lý nhiệt để hợp kim hóa được thiết lập nằm trong khoảng từ 0,5 đến 6 giây. Nếu thời gian này cao hơn 6 giây, thì không chỉ lớp hợp kim Fe-Al dày có thể được tạo ra ở mặt phân cách giữa lớp mạ và tấm thép nên làm ảnh hưởng xấu đến việc gia nhiệt để hợp kim hóa sau đó, mà cả pha Γ_1 giòn có thể được tạo ra một cách dễ dàng và hơn nữa, các lượng của pha ζ và pha δ tạo ra có thể là nhỏ, kết quả, không thể thu được lớp mạ có độ bám dính tốt thuộc phạm vi của sáng chế. Để làm giảm sự tạo ra pha Γ_1 giòn, thời gian từ lúc tấm thép lấy ra khỏi bể mạ đến lúc đưa vào lò gia nhiệt để hợp kim hóa tốt hơn là ngắn, nhưng thời gian này nhỏ hơn 0,5 giây có thể làm ảnh hưởng rất xấu đến việc sản xuất, và do đó, giới hạn dưới của thời gian này được thiết lập bằng 0,5 giây. Như khoảng được ưu tiên, giới hạn trên của thời gian này bằng 5 giây hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 4 giây hoặc nhỏ hơn.

Vật liệu của tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao, có độ bám dính của lớp mạ tuyệt vời theo sáng chế có thể, theo nguyên tắc, được tạo ra thông qua các bước sản xuất thép thông thường như tinh chế, sản xuất thép, đúc, cán nóng và cán nguội, nhưng các hiệu quả của sáng chế có thể thu được ngay cả với vật liệu được tạo ra bằng cách bỏ qua một số hoặc toàn bộ các bước này, miễn là các điều kiện theo sáng chế có thể được đáp ứng.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Dưới đây, sáng chế sẽ được mô tả một cách chi tiết.

Phôi tấm có các thành phần được thể hiện ở bảng 1 được gia nhiệt ở nhiệt độ 1200°C, được làm nguội bằng nước trong vùng làm nguội bằng nước, và sau đó được lấy ra ở nhiệt độ được thể hiện ở bảng 2, độ dày của tấm thép cán nóng được thiết lập nằm trong khoảng từ 2 đến 4,5 mm.

Tấm thép cán nóng được tẩy gỉ và sau đó được cán nguội để có độ dày tấm bằng 1,2 mm sau bước cán nguội, nhờ đó thu được tấm thép cán nguội.

Sau đó, tấm thép cán nguội được xử lý gia nhiệt và xử lý mạ kẽm nhúng nóng dưới các điều kiện được thể hiện ở bảng 2 trong dây chuyền mạ kẽm nhúng nóng hợp kim hóa liên tục, và tấm thép tấm thép này được làm nguội với tốc độ làm nguội được thể hiện ở bảng 2 từ nhiệt độ ủ đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 500 đến 750°C, sau đó được duy trì ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 350 đến 500°C trong 5 đến 300 giây, được nhúng vào bể mạ kẽm đã được điều chỉnh theo các điều kiện định trước, do đó tác động đến việc xử lý hợp kim hóa dưới các điều kiện tương ứng, và sau đó được làm nguội đến nhiệt độ phòng. Ở thời điểm này, khối lượng của lớp mạ được thiết lập bằng 45 g/m² trên cả hai bề mặt. Cuối cùng, thu được tấm thép được cán qua bề mặt với tỷ lệ giảm tiết diện sau khi cán bằng 0,4%.

Bảng 1

Các thành phần hóa học (% khối lượng)

	C	Si	Mn	O	P	S	Al	N	Cr	Ni	Cu	Nb	Ti	V	B	Ca	Mg	Rem	Ghi chú
A	0,198	0,25	2,24	0,001	0,009	0,0032	0,51	0,0028	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Thép theo sáng chế
B	0,139	0,42	2,42	0,001	0,011	0,0029	0,58	0,0021	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Thép theo sáng chế
C	0,231	0,24	2,32	0,001	0,008	0,0024	0,59	0,0019	0,00	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Thép theo sáng chế
D	0,220	0,31	2,03	0,001	0,008	0,0022	0,69	0,0027	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Thép theo sáng chế
E	0,245	0,22	2,34	0,001	0,014	0,0019	0,58	0,0026	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Thép theo sáng chế
F	0,272	0,21	2,04	0,001	0,010	0,0042	0,78	0,0021	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Thép theo sáng chế
G	0,263	0,28	2,19	0,001	0,009	0,0039	0,75	0,0020	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	Thép theo sáng chế
H	0,219	0,28	2,26	0,001	0,006	0,0035	0,76	0,0016	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Thép theo sáng chế
I	0,195	0,27	2,30	0,001	0,010	0,0036	0,78	0,0013	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	Thép theo sáng chế
J	0,199	0,26	2,31	0,001	0,014	0,0019	0,74	0,0033	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	Thép theo sáng chế
K	0,249	0,26	2,29	0,001	0,019	0,0008	0,76	0,0045	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	Thép theo sáng chế
a	0,623	0,31	2,56	0,001	0,012	0,0008	0,78	0,0022	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Thép so sánh
b	0,071	0,25	1,95	0,001	0,009	0,0033	0,82	0,0025	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Thép so sánh
c	0,185	0,80	1,76	0,001	0,019	0,0026	0,75	0,0011	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Thép so sánh
d	0,176	0,25	0,80	0,001	0,008	0,0016	0,69	0,0009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Thép so sánh
e	0,215	0,23	2,32	0,010	0,020	0,0015	0,70	0,0021	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Thép so sánh
f	0,222	0,23	2,20	0,001	0,080	0,0015	0,70	0,0021	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	Thép so sánh
g	0,212	0,24	2,26	0,001	0,012	0,0200	0,70	0,0020	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,001	0,00	0,00	0,00	Thép so sánh
h	0,225	0,25	2,25	0,001	0,012	0,0021	4,20	0,0021	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,001	0,005	0,00	0,00	Thép so sánh
I	0,225	0,25	2,25	0,001	0,012	0,0021	0,02	0,0021	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,005	0,005	Thép so sánh

Giá trị được gạch chân chỉ giá trị nằm ngoài khoảng theo sáng chế.

Trong thử kéo, mẫu thử thứ 5 theo tiêu chuẩn JIS được chuẩn bị theo các hướng vuông góc và song song với hướng cán của tấm dày 1,2 mm và được đánh giá các tính chất kéo. Từ giá trị độ giãn dài thu được, độ chênh lệch ($\Delta E1$) độ giãn dài (L-E1) khi việc thử kéo được thực hiện theo hướng song song với hướng cán, và độ giãn dài (C-E1) khi việc thử kéo được thực hiện theo hướng vuông góc với hướng cán, được tính. Trong mỗi mẫu, việc thử kéo được thực hiện trên 5 tấm và bằng cách xác định giá trị trung bình, độ bền kéo (TS) được tính từ giá trị trung bình này. Đồng thời, đối với tấm thép có tính dị hướng của vật liệu lớn, giá trị độ giãn dài có xu hướng thay đổi.

Đối với độ bám dính của lớp mạ, tấm thép được cắt thành 40×100 mm tại vị trí bất kỳ theo hướng bất kỳ được uốn 90° (bán kính uốn $R = 1$ mm hoặc 3 mm) và được làm phẳng trở lại, dải được dán vào phần uốn và ngay sau đó bóc ra, độ rộng tách của lớp mạ bám vào dải này được đo, và độ bám dính tốt hoặc kém của lớp mạ được đánh giá theo tiêu chuẩn sau. "A" và "B" được đánh giá khi được dẫn qua.

A: Không có sự phân tách lớp mạ.

B: Có sự phân tách lớp mạ nhẹ (độ rộng tách: từ trên 0 mm đến 5 mm).

C: Có sự phân tách lớp mạ đáng kể (độ rộng tách: trên 5 mm).

Các tính chất kéo được đo và các điều kiện mạ được thể hiện ở bảng 2. Có thể nhận thấy rằng tất cả các tấm thép theo sáng chế đều có độ bám dính của lớp mạ tuyệt vời.

Bảng 2

Loại thép	Cán nóng	Cán nguội	Ủ					Ghi chú
	Nhiệt độ lúc lấy ra °C	Tỷ lệ giảm tiết diện sau khi cán nguội %	Nhiệt độ ủ °C	Thời gian duy trì ở bước ủ giây	Tốc độ làm nguội từ nhiệt độ gia nhiệt lớn nhất đến 750°C °C/giây	Tốc độ làm nguội ở nhiệt độ từ 500 đến 750°C °C/giây	Thời gian duy trì ở nhiệt độ từ 350 đến 500°C giây	
A	620	60	820	90	100	5	30	Thép theo sáng chế
A	780	60	820	90	100	5	30	Thép so sánh
A	620	60	<u>720</u>	90	100	5	30	Thép so sánh
A	650	60	820	90	100	<u>1</u>	30	Thép so sánh
A	662	60	800	90	100	5	<u>6</u>	Thép so sánh
A	658	60	800	90	100	5	30	Thép so sánh
A	668	60	800	90	100	5	30	Thép so sánh
A	560	60	800	90	100	5	30	Thép so sánh
A	565	60	800	90	100	5	30	Thép so sánh
A	675	60	810	90	100	5	30	Thép so sánh
A	688	60	800	90	100	5	30	Thép theo sáng chế
A	690	60	805	90	100	5	30	Thép theo sáng chế
A	653	60	800	90	100	5	30	Thép so sánh
A	620	60	810	90	100	5	30	Thép so sánh
A	650	60	820	90	100	5	30	Thép theo sáng chế
A	650	60	815	90	100	5	30	Thép theo sáng chế
A	640	60	820	90	100	5	30	Thép theo sáng chế
A	620	60	815	90	100	5	30	Thép theo sáng chế
A	630	60	842	90	100	5	30	Thép theo sáng chế
A	652	60	812	90	100	5	30	Thép theo sáng chế
B	630	60	800	90	100	5	30	Thép theo sáng chế
C	620	60	800	90	100	6	30	Thép theo sáng chế
D	600	60	820	90	100	7	30	Thép theo sáng chế
E	620	60	800	90	100	5	30	Thép theo sáng chế
F	615	60	815	90	100	8	30	Thép theo sáng chế
G	600	60	820	90	100	6	30	Thép theo sáng chế
H	620	60	820	90	100	5	30	Thép theo sáng chế
I	620	60	835	90	100	5	30	Thép theo sáng chế
J	640	60	820	90	100	5	30	Thép theo sáng chế
K	670	60	820	90	100	4	30	Thép theo sáng chế
<u>a</u>	680	60	820	90	100	7	30	Thép so sánh
<u>b</u>	685	60	800	90	100	5	30	Thép so sánh
<u>c</u>	686	60	800	90	100	6	30	Thép so sánh
<u>d</u>	686	60	805	90	100	6	30	Thép so sánh
<u>e</u>	620	60	810	90	100	5	30	Thép so sánh
<u>f</u>	650	60	790	90	100	7	30	Thép so sánh

Các chữ được gạch chân bôi đậm thể hiện nằm ngoài khoảng theo sáng chế.

Bảng 2 (tiếp)

Loại thép	Bước mạ đến bước hợp kim hóa							Ghi chú
	(Nhiệt độ tẩm lúc nhúng) - (Nhiệt độ của bể mạ) °C	Log (PH ₂ O / PH ₂)	Hàm lượng nitơ %	W _{Fe} %	(W _{Al} - W _{Fe}) %	Nhiệt độ hợp kim hóa °C	Thời gian từ bể mạ đến lò hợp kim hóa giây	
A	10	-3	96	0,025	0,10	540	1,5	Thép theo sáng chế
A	10	-3	<u>90</u>	0,025	0,10	540	1,5	Thép so sánh
A	10	-3	96	0,025	0,10	540	1,5	Thép so sánh
A	10	-3	96	0,025	0,10	540	1,5	Thép so sánh
A	10	-3	96	0,025	0,10	540	1,5	Thép so sánh
A	<u>-50</u>	<u>-1</u>	96	0,025	0,08	540	1,5	Thép so sánh
A	<u>60</u>	<u>-6</u>	96	0,025	0,09	540	1,5	Thép so sánh
A	10	-3	96	0,070	<u>0,05</u>	540	1,5	Thép so sánh
A	10	-3	96	0,005	<u>0,40</u>	540	1,5	Thép so sánh
A	10	-3	96	0,025	0,10	<u>430</u>	1,5	Thép so sánh
A	10	-3	96	0,025	0,25	490	1,5	Thép theo sáng chế
A	10	-3	96	0,025	0,15	590	1,5	Thép theo sáng chế
A	10	-3	96	0,025	0,10	<u>620</u>	1,5	Thép so sánh
A	10	-3	96	0,025	0,10	520	<u>10,0</u>	Thép so sánh
A	10	-2,5	96	0,025	0,10	540	1,5	Thép theo sáng chế
A	10	-4,5	96	0,025	0,10	540	1,5	Thép theo sáng chế
A	10	-3	96	0,015	0,10	540	1,5	Thép theo sáng chế
A	10	-3	96	0,040	0,10	540	1,5	Thép theo sáng chế
A	10	-3	96	0,025	0,10	540	1,5	Thép theo sáng chế
A	10	-3	96	0,025	0,10	540	1,5	Thép theo sáng chế
B	10	-3	96	0,025	0,10	530	1,5	Thép theo sáng chế
C	10	-3	96	0,025	0,10	520	1,5	Thép theo sáng chế
D	10	-3	96	0,025	0,10	520	1,5	Thép theo sáng chế
E	10	-3	96	0,025	0,10	520	1,5	Thép theo sáng chế
F	10	-3	96	0,025	0,10	520	1,5	Thép theo sáng chế
G	10	-3	96	0,025	0,10	520	1,5	Thép theo sáng chế
H	10	-3	96	0,025	0,10	520	1,5	Thép theo sáng chế
I	10	-3	96	0,025	0,10	520	1,5	Thép theo sáng chế
J	40	-3	96	0,025	0,11	600	6,0	Thép theo sáng chế
K	-30	-3	96	0,025	0,08	440	6,0	Thép theo sáng chế
<u>a</u>	10	-3	96	0,025	0,10	<u>650</u>	1,5	Thép so sánh
<u>b</u>	10	-3	96	0,025	0,10	520	1,5	Thép so sánh
<u>c</u>	10	-3	96	0,025	0,10	520	1,5	Thép so sánh
<u>d</u>	10	-3	96	0,025	0,10	520	1,5	Thép so sánh
<u>e</u>	10	-3	96	0,025	0,10	520	1,5	Thép so sánh
<u>f</u>	10	-3	96	0,025	0,10	520	1,5	Thép so sánh

Các chữ được gạch chân bôi đậm thể hiện nằm ngoài khoảng theo sáng chế.

Bảng 2 (tiếp)

Loại thép	Cấu trúc của tấm thép nền						Ghi chú
	F %	B %	γ dư %	M %	P %	Độ bền kéo MPa	
A	5	55	30	10	0	1056	Thép theo sáng chế
A	<u>40</u>	49	<u>5</u>	5	1	<u>853</u>	Thép so sánh
A	<u>41</u>	42	10	5	2	<u>820</u>	Thép so sánh
A	<u>42</u>	41	<u>5</u>	4	8	<u>854</u>	Thép so sánh
A	<u>40</u>	49	<u>6</u>	5	0	<u>965</u>	Thép so sánh
A	4	52	38	6	0	1110	Thép so sánh
A	3	50	41	6	0	1090	Thép so sánh
A	4	53	35	8	0	1010	Thép so sánh
A	5	51	32	12	0	1100	Thép so sánh
A	<u>62</u>	<u>6</u>	15	<u>2</u>	15	980	Thép so sánh
A	8	45	35	12	0	1120	Thép theo sáng chế
A	10	50	25	15	0	1350	Thép theo sáng chế
A	<u>54</u>	<u>25</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	15	<u>952</u>	Thép so sánh
A	<u>53</u>	<u>35</u>	10	<u>2</u>	0	1020	Thép so sánh
A	32	52	15	1	0	995	Thép theo sáng chế
A	32	53	12	3	0	1100	Thép theo sáng chế
A	25	59	11	5	0	1230	Thép theo sáng chế
A	5	60	25	10	0	1020	Thép theo sáng chế
A	6	59	23	12	0	1150	Thép theo sáng chế
A	8	58	24	10	0	1210	Thép theo sáng chế
B	21	64	15	0	0	995	Thép theo sáng chế
C	25	55	19	1	0	1010	Thép theo sáng chế
D	20	60	19	1	0	1000	Thép theo sáng chế
E	15	64	21	0	0	995	Thép theo sáng chế
F	18	70	12	0	0	1015	Thép theo sáng chế
G	19	63	18	0	0	1003	Thép theo sáng chế
H	22	50	10	18	0	1105	Thép theo sáng chế
I	32	49	18	1	0	995	Thép theo sáng chế
J	21	54	17	5	3	1035	Thép theo sáng chế
K	22	40	16	0	22	1023	Thép theo sáng chế
<u>a</u>	16	43	14	25	2	1675	Thép so sánh
<u>b</u>	<u>65</u>	<u>19</u>	9	<u>2</u>	5	<u>585</u>	Thép so sánh
<u>c</u>	<u>52</u>	<u>35</u>	<u>0</u>	<u>1</u>	12	<u>520</u>	Thép so sánh
<u>d</u>	<u>52</u>	41	<u>0</u>	3	4	<u>535</u>	Thép so sánh
<u>e</u>	33	43	<u>0</u>	15	9	1520	Thép so sánh
<u>f</u>	<u>51</u>	42	<u>0</u>	2	5	<u>525</u>	Thép so sánh

Các chữ được gạch chân bôi đậm thể hiện nằm ngoài khoảng theo sáng chế.

F: Ferit, B: bainit, γ : austenit, M: martensit, P: pearlit.

Bảng 2 (tiếp)

Loại thép	Mặt cắt của lớp mạ							Ghi chú
	(1) Độ dày của lớp Γ μm	(2) Độ dày của lớp Γ μm	((1)+(2)) μm	((1)/(2))	(3) Độ dày của lớp ζ + Độ dày của lớp δ μm	(3)/[(1)+(2)]	Độ bám dính của lớp mạ	
A	0,2	0,9	1,1	0,2	6,9	6,3	A	Thép theo sáng chế
A	0,2	0,8	1,0	0,3	7,0	7,0	C	Thép so sánh
A	0,2	0,8	1,0	0,3	7,0	7,0	C	Thép so sánh
A	0,2	0,8	1,0	0,3	7,0	7,0	C	Thép so sánh
A	0,2	0,8	1,0	0,3	7,0	7,0	C	Thép so sánh
A	0,5	0,4	0,9	<u>1,3</u>	7,1	7,9	C	Thép so sánh
A	1,5	0,8	<u>2,3</u>	<u>1,9</u>	5,7	2,5	C	Thép so sánh
A	0,8	0,7	<u>1,5</u>	<u>1,1</u>	6,5	4,3	C	Thép so sánh
A	1,4	1,3	<u>2,7</u>	<u>1,1</u>	5,3	2,0	C	Thép so sánh
A	0,9	1,5	2,4	<u>0,6</u>	5,6	2,3	C	Thép so sánh
A	0,3	0,5	0,8	0,6	7,2	9,0	A	Thép theo sáng chế
A	0,8	0,9	1,7	0,9	2,3	1,4	B	Thép theo sáng chế
A	2,5	2,6	<u>5,1</u>	1,0	5,3	1,0	C	Thép so sánh
A	1,6	1,1	<u>2,7</u>	<u>1,5</u>	5,3	2,0	C	Thép so sánh
A	0,2	0,9	1,1	0,2	6,9	6,3	A	Thép theo sáng chế
A	0,2	0,5	0,7	0,4	7,2	10,3	A	Thép theo sáng chế
A	0,2	0,5	0,7	0,4	7,3	10,4	A	Thép theo sáng chế
A	0,2	0,4	0,6	0,5	7,2	12,0	A	Thép theo sáng chế
A	0,2	0,5	0,7	0,4	7,2	10,3	A	Thép theo sáng chế
A	0,3	0,6	0,9	0,5	7,3	8,1	A	Thép theo sáng chế
B	0,1	0,3	0,4	0,3	7,6	19,0	A	Thép theo sáng chế
C	0,2	0,9	1,1	0,2	6,9	6,3	A	Thép theo sáng chế
D	0,1	0,3	0,4	0,3	7,6	19,0	A	Thép theo sáng chế
E	0,2	0,8	1,0	0,3	7,0	7,0	A	Thép theo sáng chế
F	0,2	1,1	1,3	0,2	6,7	5,2	A	Thép theo sáng chế
G	0,0	0,8	0,8	0,0	7,2	9,0	A	Thép theo sáng chế
H	0,1	0,9	1,0	0,1	7,0	7,0	A	Thép theo sáng chế
I	0,2	0,8	1,0	0,3	7,0	7,0	A	Thép theo sáng chế
J	0,6	1,3	1,9	0,5	2,3	1,2	B	Thép theo sáng chế
K	0,05	0,06	0,1	0,8	10,5	95,5	B	Thép theo sáng chế
<u>a</u>	1,3	1,2	<u>2,5</u>	1,1	5,5	2,2	C	Thép so sánh
<u>b</u>	0,3	0,1	0,4	3,0	7,6	19,0	C	Thép so sánh
<u>c</u>	2,0	0,9	<u>2,9</u>	<u>2,2</u>	5,1	1,8	C	Thép so sánh
<u>d</u>	1,0	2,0	<u>3,0</u>	0,5	5,0	1,7	C	Thép so sánh
<u>e</u>	1,7	1,6	<u>3,3</u>	<u>1,1</u>	5,5	1,7	C	Thép so sánh
<u>f</u>	1,6	1,0	<u>2,6</u>	<u>1,6</u>	5,4	2,1	C	Thép so sánh

Các chữ được gạch chân bôi đậm thể hiện nằm ngoài khoảng theo sáng chế.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Theo sáng chế, tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao, có độ bám dính của lớp mạ tuyệt vời có thể được tạo ra. Việc sản xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao là tương đối dễ dàng và có thể được thực hiện một cách ổn định. Do đó, tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao theo sáng chế đặc biệt thích hợp làm tấm thép dùng cho xe ô tô nhằm làm giảm khối lượng xe trong những năm gần đây, và giá trị công nghiệp của nó có thể là cao đáng kể.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa, tấm thép này chứa, tính theo % khối lượng, các nguyên tố sau:

C: từ 0,10 đến 0,4%,

Si: từ 0,01 đến 0,5%,

Mn: từ 1,0 đến 3,0%,

O: 0,006% hoặc nhỏ hơn,

P: 0,04% hoặc nhỏ hơn,

S: 0,01% hoặc nhỏ hơn,

Al: từ 0,1 đến 3,0%,

N: 0,01% hoặc nhỏ hơn, và

tùy ý, tính theo % khối lượng, một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số các nguyên tố sau đây:

Cr: từ 0,05 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%,

B: từ 0,0001 đến 0,01%,

Ca: từ 0,0005 đến 0,04%,

Mg: từ 0,0005 đến 0,04%,

La: từ 0,0005 đến 0,04%,

Ce: từ 0,0005 đến 0,04%, và

Y: từ 0,0005 đến 0,04%,

với lượng còn lại là Fe và các tạp chất không tránh khỏi,

trong đó cấu trúc của tấm thép này còn bao gồm, tính theo tỷ lệ thể tích, 40% hoặc lớn hơn tổng hàm lượng của bainit và martensit, từ 8 đến 60% austenite dư, và nhỏ hơn 40% ferit, với

phần còn lại là cấu trúc không tránh khỏi, và bước mạ kẽm nhúng nóng hợp kim hóa được thực hiện trên bề mặt của tấm thép này;

trong đó tổng độ dày của độ dày $T_{\gamma 1}$ của lớp $\Gamma 1$ và độ dày T_{γ} của lớp Γ trong lớp mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa là 2 μm hoặc nhỏ hơn và tỷ lệ $(T_{\gamma 1}/T_{\gamma})$ của độ dày giữa pha $\Gamma 1$ và pha Γ là 1 hoặc nhỏ hơn; và

tỷ lệ $\{(T_{\zeta}+T_{\delta})/(T_{\gamma 1}+T_{\gamma})\}$ của tổng độ dày của độ dày T_{ζ} của lớp ζ và độ dày T_{δ} của lớp δ trong lớp mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa này với tổng độ dày của lớp $\Gamma 1$ và lớp Γ là từ 1,5 đến 90.

2. Tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa theo điểm 1, trong đó tấm thép này còn chứa, tính theo % khối lượng, một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số các nguyên tố sau đây:

Cr: từ 0,05 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%,

B: từ 0,0001 đến 0,01%,

Ca: từ 0,0005 đến 0,04%,

Mg: từ 0,0005 đến 0,04%,

La: từ 0,0005 đến 0,04%,

Ce: từ 0,0005 đến 0,04%, và

Y: từ 0,0005 đến 0,04%.

3. Quy trình sản xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa, bao gồm các bước:

gia nhiệt vật liệu thép chứa, tính theo % khối lượng, các nguyên tố sau:

C: từ 0,10 đến 0,4%,

Si: từ 0,01 đến 0,5%,

Mn: từ 1,0 đến 3,0%,

O: 0,006% hoặc nhỏ hơn,

P: 0,04% hoặc nhỏ hơn,

S: 0,01% hoặc nhỏ hơn,

Al: từ 0,1 đến 3,0%, và

N: 0,01% hoặc nhỏ hơn, và

tùy ý, tính theo % khối lượng, một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số các nguyên tố sau:

Cr: từ 0,05 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%,

B: từ 0,0001 đến 0,01%,

Ca: từ 0,0005 đến 0,04%,

Mg: từ 0,0005 đến 0,04%,

La: từ 0,0005 đến 0,04%,

Ce: từ 0,0005 đến 0,04%, và

Y: từ 0,0005 đến 0,04%,

với lượng còn lại là Fe và các tạp chất không tránh khỏi, ở nhiệt độ từ 1100 đến 1300°C và sau đó thực hiện xử lý cán nóng tấm thép này ở nhiệt độ cán kết thúc là nhiệt độ Ar₃ hoặc lớn hơn;

lấy tấm thép đã được cán nóng ở nhiệt độ lúc lấy ra là 700°C hoặc nhỏ hơn và sau đó cán nguội tấm thép này;

ủ tấm thép đã được cán nguội ở nhiệt độ gia nhiệt lớn nhất là từ 750 đến 900°C;

làm nguội tấm thép đã được ủ này đến nhiệt độ ngâm của bể mạ ở tốc độ làm nguội là từ 3 đến 200°C/giây trong khoảng nhiệt độ từ 500 đến 750°C và sau đó giữ tấm thép này ở nhiệt độ từ 350 đến 500°C trong thời gian từ 10 đến 1000 giây;

thực hiện bước xử lý mạ bằng cách ngâm tấm thép này trong bể mạ kẽm nhúng nóng có nồng độ Al là W_{Al} và nồng độ Fe là W_{Fe} thỏa mãn, tính theo % khối lượng, các biểu thức tương quan (1) và (2) dưới đây, ở khoảng nhiệt độ của tấm thép, khi ngâm trong bể mạ, nằm trong khoảng từ nhiệt độ thấp hơn 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, trong môi trường nitơ có hàm lượng nitơ là 95% khối lượng hoặc lớn hơn, trong đó trị số lôgarit $\log(P_{H_2O}/P_{H_2})$ của tỷ lệ giữa áp suất hydro riêng phần P_{H_2} và áp suất hơi nước riêng phần P_{H_2O} là từ -5 đến -2:

$$0,01 \leq W_{Fe} \leq 0,05 \quad (1)$$

$$0,07 \leq (W_{Al} - W_{Fe}) \leq 0,30 \quad (2)$$

và sau đó:

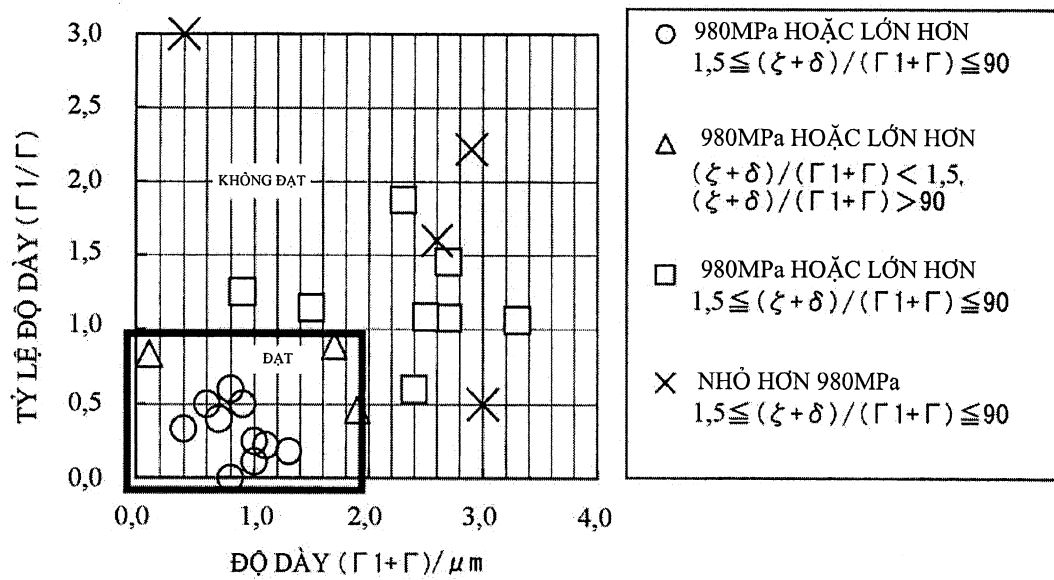
thực hiện bước xử lý hợp kim hóa, trong đó thời gian từ lúc tấm thép đi ra khỏi bể mạ đến lúc đi vào lò gia nhiệt để hợp kim hóa là từ 0,5 đến 6 giây và nhiệt độ gia nhiệt để hợp kim hóa của lớp mạ là từ 440 đến 600°C;

trong đó:

$$Ar3 = 901 - 325 \times C + 33 \times Si - 92 \times (Mn + Ni/2 + Cr/2 + Cu/2 + Mo/2),$$

trong đó C, Si, Mn, Ni, Cr, Cu và Mo biểu thị các hàm lượng (% khối lượng) của các thành phần tương ứng và lấy giá trị bằng 0 khi không có thành phần này.

Fig.1



MỐI TƯƠNG QUAN GIỮA ĐỘ DÀY ($\Gamma_1+\Gamma$), TỶ LỆ ĐỘ DÀY (Γ_1/Γ),
VÀ ĐỘ BẨM DÍNH CỦA LỚP MẠ