



(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)



1-0037160

(51)^{2020.01} C23C 2/02; C23C 2/28; C21D 9/573; (13) B
C22C 38/00; C22C 38/02; C22C 38/06;
C22C 38/38; C22C 38/46; C22C 38/48;
C22C 38/50; C22C 38/54; C22C 38/58;
C23C 2/06; C21D 9/46; C21D 9/56

(21) 1-2020-03199

(22) 19/10/2018

(86) PCT/IB2018/058138 19/10/2018

(87) WO2019/092526 16/05/2019

(30) PCT/IB2017/001351 08/11/2017 WO

(45) 25/10/2023 427

(43) 25/08/2020 389ASC

(73) ARCELORMITTAL (LU)

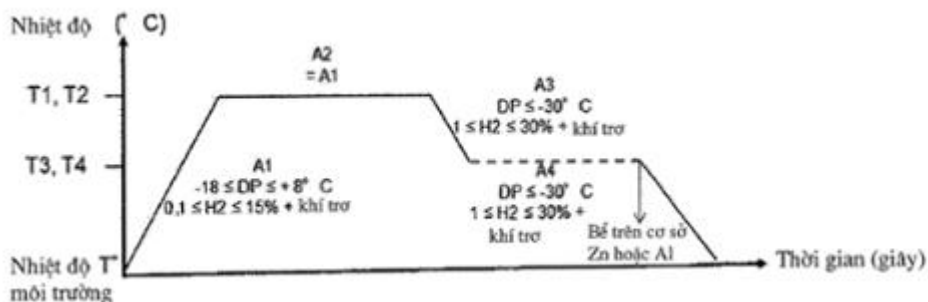
24-26, Boulevard d'Avranches, L-1160 Luxembourg, Luxembourg

(72) ZAPICO ALVAREZ, David (ES); BERTRAND, Florence (FR); GIROUX, Joris (FR).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT TẤM THÉP PHỦ NHÚNG NÓNG VÀ TẤM THÉP PHỦ NHÚNG NÓNG THU ĐƯỢC

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất tấm thép phủ nhúng nóng có lớp phủ trên cơ sở kẽm hoặc nhôm bao gồm bước chuẩn bị tấm thép cụ thể, ủ tái kết tinh và phủ nhúng nóng; và đề cập đến tấm thép phủ nhúng nóng này.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất tấm thép phủ nhúng nóng và tấm thép phủ nhúng nóng thu được. Sáng chế đặc biệt thích hợp để ứng dụng trong ngành công nghiệp ô tô.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Để giảm khối lượng của xe, đã biết cách sử dụng thép có độ bền cao để sản xuất xe ô tô. Ví dụ, để sản xuất các bộ phận kết cấu, các đặc tính cơ học của thép này cần phải được cải thiện. Đã biết cách bổ sung các nguyên tố tạo hợp kim để cải thiện các đặc tính cơ học của thép. Do vậy, đã tạo ra và sử dụng thép có độ bền cao hoặc thép có độ bền siêu cao có các đặc tính cơ học cao bao gồm thép có hiệu ứng chuyển pha do biến dạng dẻo (Transformation Induced Plasticity - TRIP), thép hai pha (Dual Phase - DP), thép hợp kim thấp có độ bền cao (High-Strength Low Alloyed – HSLA), TRIPLEX, DUPLEX.

Thông thường, thép DP có vi cấu trúc ferit–martensit. Tức là, vi cấu trúc bao gồm nền ferit mềm có các đảo martensit làm pha thứ cấp (martensit có tác dụng làm tăng độ bền kéo). Không kể các yếu tố khác, đặc tính chung của thép DP bị chi phối bởi phần thể tích và hình thái học của các pha (cỡ hạt, hình dạng, tỷ lệ, v.v.), ngoài thành phần hoá học của thép. Thép DP có độ bền kéo giới hạn cao (UTS, có được nhờ martensit) được kết hợp với ứng suất đàn hồi ban đầu thấp (có được nhờ pha ferit) và khả năng biến cứng nguội trong giai đoạn sớm cao. Các đặc tính này làm cho thép DP trở thành vật liệu lý tưởng để tạo ra các tấm thép dùng cho xe ô tô.

Các ưu điểm của thép này là: giới hạn chảy thấp, tỷ lệ giữa giới hạn chảy và độ bền kéo thấp, tốc độ biến cứng nguội ban đầu cao, độ giãn dài đồng đều tốt, độ nhạy tốc độ biến dạng cao và cường độ chịu mỏi tốt.

Thông thường, các thép này có lớp phủ kim loại để cải thiện các đặc tính như độ bền chống ăn mòn, khả năng thấm phosphat, v.v.. Các lớp phủ kim loại này có thể được lắng phủ bằng cách phủ nhúng nóng sau khi ủ các tấm thép này. Tuy nhiên, đối với các thép này, trong quá trình ủ được thực hiện trên dây chuyền mạ liên tục, các nguyên tố tạo hợp kim có ái lực lớn hơn với oxy (so với sắt) như Mangan (Mn), Nhôm (Al), Silic (Si) hoặc Crom (Cr) oxy hóa và dẫn đến sự tạo ra các oxit trên bề mặt. Các oxit này, ví dụ, là mangan oxit (MnO) hoặc silic oxit (SiO_2) có thể có mặt dưới dạng màng liên tục trên bề mặt của tấm thép hoặc dưới dạng hạch kết hoặc các mảng nhỏ nằm rải rác. Chúng ngăn ngừa sự bám dính thích hợp của lớp phủ kim loại cần được phủ và có thể dẫn đến việc có các vùng mà trong đó không có lớp phủ trên thành phẩm hoặc các vấn đề liên quan đến sự bong lớp phủ.

Đơn yêu cầu cấp patent châu Âu EP2415896 đề cập đến phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm có độ bền cao có lớp mạ kẽm, với lượng trên mỗi đơn vị diện tích từ 20 g/m^2 đến 120 g/m^2 , nằm trên tấm thép chứa 0,01% đến 0,18% C, 0,02% đến 2,0% Si, 1,0% đến 3,0% Mn, 0,001% đến 1,0% Al, 0,005% đến 0,060% P, và S với lượng 0,01% hoặc nhỏ hơn, tính theo % khối lượng, lượng còn lại là của Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi, bao gồm bước ủ và mạ tấm thép này trên dây chuyền mạ kẽm liên tục. Vùng nhiệt với nhiệt độ lò nằm trong khoảng từ $A^\circ\text{C}$ đến $B^\circ\text{C}$ được thực hiện ở nhiệt độ điểm sương trong môi trường -5°C hoặc lớn hơn trong quá trình nung nóng, trong đó $600 \leq A \leq 780$ và $800 \leq B \leq 900$. Nhiệt độ điểm sương của môi trường trong lò ủ không phải là vùng từ $A^\circ\text{C}$ đến $B^\circ\text{C}$ không bị giới hạn một cách cụ thể và tốt hơn là nằm trong khoảng từ -50°C đến -10°C .

Tấm thép mạ kẽm có độ bền cao thu được bằng phương pháp nêu trên có kết cấu hoặc vi cấu trúc, trong đó oxit của ít nhất một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Fe, Si, Mn, Al, P, B, Nb, Ti, Cr, Mo, Cu, và Ni được tạo ra trong phần bề mặt của tấm thép mà nằm trực tiếp bên dưới lớp mạ và trong phạm vi $100 \text{ }\mu\text{m}$ tính từ bề mặt của tấm thép nên với lượng nằm trong khoảng từ $0,010 \text{ g/m}^2$ đến $0,50 \text{ g/m}^2$ cho mỗi đơn vị diện tích và Si oxit tinh thể, Mn oxit tinh thể,

hoặc oxit phức hợp Si-Mn tinh thể được kết tủa trong các hạt kim loại nền mà có mặt trong vùng trong phạm vi 10 μm tính từ lớp mạ và trong phạm vi 1 μm tính từ các biên hạt.

Tuy nhiên, bằng cách sử dụng phương pháp nêu trên, có nguy cơ lớp quan trọng là lớp oxit bên ngoài như FeO được tạo ra trên bề mặt của tấm thép này. Trong trường hợp đó, khó có thể khử toàn bộ oxit bên ngoài, dẫn đến khả năng thấm ướt kém và sự bám dính của lớp phủ kẽm kém trên bề mặt thép.

Đơn yêu cầu cấp patent Nhật bản JP2008156734 đề cập đến phương pháp sản xuất tấm thép có độ bền cao đã được mạ nhúng nóng bao gồm bước:

- cho tấm thép trải qua việc cán nóng, tẩy gỉ và cán nguội, và cho tấm thép thu được trải qua việc xử lý mạ nhúng nóng để tạo ra tấm thép đã được mạ nhúng nóng, trong đó:

- trong quá trình cán nóng, nhiệt độ nung nóng tấm thép được thiết lập nằm trong khoảng từ 1150 đến 1300°C, nhiệt độ cán cuối được thiết lập nằm trong khoảng từ 850 đến 950°C, và nhiệt độ cuộn được thiết lập nằm trong khoảng từ 400 đến 600°C;

- trong quá trình tẩy gỉ, nhiệt độ bể được thiết lập nằm trong khoảng từ 10°C đến 100°C, và nồng độ của axit clohydric được thiết lập nằm trong khoảng từ 1 đến 20%; và

- trong quá trình xử lý mạ nhúng nóng, nồng độ hydro trong môi trường trong lò xử lý nhiệt từ quá trình tăng nhiệt độ đến nhiệt độ 600°C hoặc lớn hơn đến quá trình làm nguội đến nhiệt độ 450°C thông qua nhiệt độ ủ được thiết lập nằm trong khoảng từ 2 đến 20% và điểm sương của môi trường được thiết lập ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ -60 đến -10°C, và tấm thép đã được cán nguội này được giữ ở nhiệt độ ủ nằm trong khoảng từ 760 đến 860°C trong thời gian từ 10 đến 500 giây, và sau đó được làm nguội ở tốc độ làm nguội trung bình nằm trong khoảng từ 1 đến 30°C/giây.

Đơn yêu cầu cấp patent nêu trên cũng bộc lộ tấm thép có độ bền cao đã được mạ nhúng nóng chứa: 0,03 đến 0,12% C, 0,01 đến 1,0% Si, 1,5 đến 2,5% Mn, 0,001 đến 0,05% P, 0,0001 đến 0,005% S, 0,005 đến 0,15% Al, 0,001 đến

0,01% N, 0,01 đến 0,5% Cr, 0,005 đến 0,05% Ti, 0,005 đến 0,05% Nb, 0,005 đến 0,5% V, 0,0003 đến 0,0030% B, tính theo % khối lượng, với lượng còn lại là của Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi; và có cấu trúc bao gồm pha ferit có cỡ hạt tinh thể trung bình 10µm hoặc nhỏ hơn và pha martensit có phần thể tích nằm trong khoảng từ 30 đến 90%, trong đó tỷ lệ giữa độ cứng trong lớp bề mặt của độ dày tấm và độ cứng ở giữa độ dày tấm nằm trong khoảng từ 0,6 đến 1, độ sâu tối đa của các vết nứt và các vết lõm kéo dài từ bề mặt chung giữa lớp mạ và tấm thép đến phần bên trong của tấm thép này nằm trong khoảng từ 0 đến 20 µm, và hơn nữa, tỷ lệ diện tích giữa phần phẳng không phải là các vết nứt và vết lõm nằm trong khoảng từ 60% đến 100%.

Đã cho rằng ở phần bên trong của tấm thép, các oxit trên cơ sở Si và Mn được tạo ra ở các biên hạt tinh thể và các hạt.

Tuy nhiên, bằng cách sử dụng phương pháp nêu trên với thành phần thép này, có thể có được khả năng thấm ướt kém và sự bám dính kém của lớp phủ kẽm do các oxit này gần với bề mặt của tấm thép. Do vậy, có nguy cơ sự có mặt của các oxit này tạo ra các màng oxit không liên tục trong tấm thép.

Đơn yêu cầu cấp patent Nhật bản JP2000212648 bộc lộ phương pháp xử lý nhiệt một giai đoạn để sản xuất tấm thép có độ bền cao đã được mạ nhúng nóng với khả năng gia công và bám dính mạ mỹ mãn, phương pháp này bao gồm các bước: cán nóng tấm thép chứa P với lượng 0,10% khối lượng hoặc nhỏ hơn, tiếp đó là tẩy gỉ, hoặc theo cách khác là cán nguội tấm thép này;

- nung nóng trong môi trường, trong đó nhiệt độ nung nóng T nằm trong khoảng từ 750°C đến 1000°C và thỏa mãn công thức (2) sau, điểm sương t của khí trong môi trường thỏa mãn công thức (3) sau và nồng độ hydro của khí trong môi trường này nằm trong khoảng từ 1 đến 100 % thể tích; và sau đó được mạ nhúng nóng:

$$0,85 \leq \{[P(\% \text{ khối lượng}) + (2/3)] * 1150\} / \{T(^{\circ}\text{C})\} \leq 1,15 \quad (2);$$

$$0,35 \leq \{[P(\% \text{ khối lượng}) + (2/3)] * (-30)\} / \{t(^{\circ}\text{C})\} \leq 1,8 \quad (3).$$

Tất cả các ví dụ nêu trong JP2000212648, trong đó phương pháp xử lý nhiệt một giai đoạn được thực hiện (các ví dụ 18-26) đều bao gồm bước xử lý khử

bằng nhiệt, trong đó nhiệt độ nung nóng T nằm trong khoảng từ 810 đến 850°C có điểm sương rất khô ($\leq -35^{\circ}\text{C}$) hoặc rất ẩm ($\geq 35^{\circ}\text{C}$) để cho phép lớp phủ được bám dính.

Ví dụ so sánh duy nhất về phương pháp xử lý nhiệt một giai đoạn trong JP2000212648 (Ví dụ so sánh 10) được thực hiện với tấm thép có lượng Si và Cr rất nhỏ. Trong trường hợp này, phương pháp xử lý nhiệt một giai đoạn bao gồm bước xử lý khử bằng nhiệt, trong đó nhiệt độ nung nóng 820°C có điểm sương 0°C. Tuy nhiên, các oxit trên cơ sở P không bị khử, dẫn đến sự bám dính kém của lớp phủ.

Đơn yêu cầu cấp patent Nhật bản JP2011153367 đề cập đến phương pháp sản xuất thép mạ bao gồm các bước ủ, mạ nhúng nóng, và xử lý tạo hợp kim trên tấm thép chứa, C: 0,03 đến 0,20%, Mn: 0,03 đến 3,0%, Si: 0,1 đến 2,5%, S: 0,01% hoặc nhỏ hơn, P: 0,1% hoặc nhỏ hơn, sol. Al: 1,0% hoặc nhỏ hơn, N: 0,01% hoặc nhỏ hơn, và Bi: 0,0001 đến 0,05%, tính theo % khối lượng, trong quá trình nung nóng đến nhiệt độ tái kết tinh trong khi ủ, việc ủ được thực hiện đến nhiệt độ tái kết tinh có điểm sương nằm trong khoảng từ -25 đến 0°C trong lò ủ trong khi nung nóng ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ ít nhất là 650°C đến nhiệt độ tái kết tinh.

Tuy nhiên, sự có mặt của bismut trong thép có thể làm giảm các đặc tính cơ học của thép. Ngoài ra, còn có nguy cơ làm giảm khả năng thấm ướt và bám dính của lớp phủ của thép có độ bền cao và thép có độ bền siêu cao.

Ngoài ra, như được thể hiện trên Fig.1 trong đơn yêu cầu cấp patent Nhật bản JP2011153367, phương pháp này bắt đầu bằng cách thổi sạch lò bằng khí H_2 chứa 10 % thể tích N_2 có điểm sương -60°C . Khí này được chuyển thành khí có điểm sương cao định trước khi bắt đầu nung nóng. Thực vậy, khi nhiệt độ tấm đạt đến 650°C , lò này lại được thổi sạch bằng khí có điểm sương cao có điểm sương định trước, ví dụ -10°C . Sau đó, khi nhiệt độ tấm đạt đến 860°C , tức bằng hoặc lớn hơn nhiệt độ tái kết tinh, khí này lại được chuyển thành khí có điểm sương thấp ban đầu, tức là -60°C , trước khi nhiệt độ của tấm được ngâm trong bể mạ đạt 460°C .

Do vậy, phương pháp này cần đến ba bước thổi sạch:

- bước thứ nhất được thực hiện khi bắt đầu phương pháp với khí có điểm sương -60°C ,
- bước thứ hai được thực hiện trong quá trình ủ khi nhiệt độ tấm thép đạt 650°C với khí có điểm sương -10°C và
- bước thứ ba được thực hiện trong quá trình ủ khi nhiệt độ tấm thép đạt 850°C với khí có điểm sương thấp -60°C .

Phương pháp này rất khó có thể thực hiện ở quy mô công nghiệp, đặc biệt là trên dây chuyền ủ liên tục.

Do vậy, ngoài phương pháp ủ tái kết tinh, thành phần hoá học và vi cấu trúc thép, bản chất của các oxit và sự phân bố lại của các oxit mà được tạo ra trong khi ủ tái kết tinh cũng là các yếu tố quan trọng để cải thiện khả năng thấm ướt và bám dính của lớp phủ của thép DP.

Do đó, cần phải tìm ra cách cải thiện khả năng thấm ướt và bám dính của lớp phủ của thép có độ bền cao và thép có độ bền siêu cao, cụ thể là thép DP chứa lượng nhất định các nguyên tố tạo hợp kim.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, mục đích của sáng chế là đề xuất tấm thép được phủ nhúng nóng có thành phần hoá học bao gồm các nguyên tố tạo hợp kim, trong đó khả năng thấm ướt và bám dính của lớp phủ được cải thiện một cách đáng kể. Mục đích khác của sáng chế là đề xuất phương pháp sản xuất tấm kim loại có lớp phủ nêu trên mà dễ được thực hiện.

Mục đích của sáng chế đạt được bằng cách đề xuất phương pháp theo điểm 1 yêu cầu bảo hộ. Phương pháp này cũng có thể bao gồm các dấu hiệu bất kỳ như được xác định trong các điểm 2-13 yêu cầu bảo hộ.

Mục đích khác của sáng chế đạt được bằng cách đề xuất tấm thép được phủ nhúng nóng theo điểm 14 yêu cầu bảo hộ. Tấm thép được phủ nhúng nóng này cũng có thể bao gồm các dấu hiệu bất kỳ như được xác định trong các điểm 15-17 yêu cầu bảo hộ

Ngoài ra, sáng chế cũng mô tả việc sử dụng tấm thép được phủ nhúng nóng theo điểm 18 yêu cầu bảo hộ.

Các dấu hiệu và ưu điểm khác của sáng chế sẽ trở nên dễ hiểu nhờ phần mô tả chi tiết sáng chế dưới đây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Để minh họa sáng chế, các phương án và các thử nghiệm khác nhau được dùng làm ví dụ không giới hạn phạm vi của sáng chế sẽ được mô tả dưới đây, cụ thể là có dựa vào các hình vẽ sau:

Fig.1 là hình vẽ minh họa một phương pháp đã biết trong lĩnh vực này được bộc lộ trong đơn yêu cầu cấp patent Nhật bản JP2011153367.

Fig.2 là hình vẽ minh họa phương pháp theo sáng chế trong một ví dụ thực hiện sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các thuật ngữ sau sẽ được xác định:

- “% thể tích” được dùng để chỉ tỷ lệ phần trăm tính theo thể tích,
- “% khối lượng” được dùng để chỉ tỷ lệ phần trăm tính theo khối lượng.

Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất tấm thép phủ nhúng nóng có lớp phủ trên cơ sở kẽm hoặc nhôm bao gồm các bước:

A. chuẩn bị tấm thép có thành phần hoá học sau tính theo phần trăm khối lượng:

$$0,05 \leq C \leq 0,20\%,$$

$$1,5 \leq Mn \leq 3,0\%,$$

$$0,10 \leq Si \leq 0,45\%,$$

$$0,10 \leq Cr \leq 0,60\%,$$

$$Al \leq 0,20\%,$$

$$V < 0,005\%$$

và tùy ý, một hoặc nhiều nguyên tố như

$$P < 0,04\%,$$

$$\text{Nb} \leq 0,05 \%,$$

$$\text{B} \leq 0,003\%,$$

$$\text{Mo} \leq 0,20\%,$$

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

$$\text{Ti} \leq 0,06\%,$$

$$\text{S} \leq 0,01\%$$

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

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

$$\text{N} \leq 0,01\%,$$

lượng còn lại là của sắt và các tạp chất không thể tránh khỏi do quá trình sản xuất,

B. ủ tái kết tinh tấm thép nêu trên trong lò ống bức xạ hoàn toàn có khoang nung nóng, khoang ủ nóng đều, khoang làm nguội, tùy ý khoang cân bằng bao gồm các việc sau:

- i. nung nóng tấm thép nêu trên từ nhiệt độ môi trường đến nhiệt độ T1 nằm trong khoảng từ 700 đến 900°C trong khoang nung nóng có môi trường A1 chứa 0,1 đến 15% thể tích H₂ và khí trơ có điểm sương DP1 nằm trong khoảng từ -18°C đến +8°C,
- ii. ủ nóng đều tấm thép từ T1 đến T2 ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 700 đến 900°C trong khoang ủ nóng đều có môi trường A2 giống với A1 có điểm sương DP2 bằng DP1,
- iii. làm nguội tấm thép từ T2 đến T3 ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 400 đến 700°C trong khoang làm nguội có môi trường A3 chứa 1 đến 30% thể tích H₂ và khí trơ có điểm sương DP3 nhỏ hơn hoặc bằng -30°C,
- iv. tùy ý, làm cân bằng tấm thép từ T3 đến T4 ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 400 đến 700°C trong khoang cân bằng có môi trường A4 chứa 1 đến 30% thể tích H₂ và khí trơ có điểm sương DP4 nhỏ hơn hoặc bằng -30°C và

C. phủ nhúng nóng tấm thép đã được ủ trong bể trên cơ sở kẽm hoặc nhôm.

Mặc dù không bị ràng buộc bởi lý thuyết bất kỳ, nhưng tin rằng phương pháp theo sáng chế cho phép cải thiện nhiều về khả năng thấm ướt và bám dính của lớp phủ vào tấm thép có thành phần hoá học cụ thể. Thực vậy, trái với các phương pháp đã biết trong lĩnh vực này, như phương pháp đã được bộc lộ trong JP2011153367 (Fig.1) và như được minh họa trên Fig.2, tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng bước ủ tái kết tinh theo sáng chế được thực hiện trong lò ống bức xạ hoàn toàn (RTF), trong đó các khoang nung nóng và ủ nóng đều có môi trường giống nhau với DP nằm trong khoảng từ -18°C đến $+8^{\circ}\text{C}$, môi trường này chứa 0,1 đến 15% thể tích H_2 cho phép tạo ra tấm thép được phủ nhúng nóng có sự phân bố lại của các oxit cụ thể cho phép lớp phủ có khả năng thấm ướt và bám dính cao. Cụ thể, các oxit này là MnO , FeO và Mn_2SiO_4 được tạo ra trong khi ủ tái kết tinh trên bề mặt của tấm thép và cho phép lớp phủ có khả năng thấm ướt và bám dính cao. Tốt hơn là, các oxit bên ngoài này có mặt dưới dạng hạch kết ở bề mặt của tấm thép.

Nếu việc ủ tái kết tinh tấm thép cụ thể nêu trên không được thực hiện theo sáng chế, cụ thể nếu khoang nung nóng và ủ nóng đều không có cùng một môi trường và nếu điểm sương là thấp hơn -18°C , có nguy cơ tạo ra các oxit như MnO , FeO và Mn_2SiO_4 , các oxit này chủ yếu hoặc chỉ là ở bên ngoài. Ngoài ra, có nguy cơ các oxit này tạo ra lớp liên tục dày trên bề mặt của tấm thép, khiến làm giảm đáng kể khả năng thấm ướt và bám dính của lớp phủ vào các tấm thép.

Ngoài ra, nếu các khoang nung nóng và ủ nóng đều có môi trường khác nhau và nếu điểm sương này lớn hơn 8°C , có nguy cơ tạo ra các oxit bên ngoài MnO và FeO và oxit bên trong như Mn_2SiO_4 . Đặc biệt là, có nguy cơ MnO và chủ yếu là FeO được tạo ra ở dạng lớp liên tục trên bề mặt của tấm thép, khiến làm giảm khả năng thấm ướt và bám dính của lớp phủ vào tấm thép.

Về thành phần hoá học của thép, lượng cacbon nằm trong khoảng từ 0,05 đến 0,20% khối lượng. Nếu hàm lượng cacbon nhỏ hơn 0,05%, có nguy cơ độ bền kéo là không đủ. Hơn nữa, nếu vi cấu trúc thép chứa austenit được giữ lại, thì nó

có thể không có độ ổn định mà cần thiết để đạt được độ giãn dài đủ. Theo phương án được ưu tiên, hàm lượng cacbon nằm trong khoảng từ 0,05 đến 0,15%.

Mangan là nguyên tố hóa rắn dung dịch rắn mà góp phần để có được độ bền kéo cao. Tác dụng như vậy thu được khi hàm lượng Mn ít nhất là 1,5% khối lượng. Tuy nhiên, nếu lớn hơn 3,0%, việc bổ sung Mn có thể góp phần tạo ra cấu trúc với các vùng phân tách rất rõ rệt mà có thể tác động bất lợi đến các đặc tính cơ học của mối hàn. Tốt hơn là, hàm lượng mangan nằm trong khoảng từ 1,5 đến 2,9% để có được các tác dụng này. Điều này cho phép có thể thu được độ bền cơ học thỏa mãn mà không làm tăng thêm khó khăn trong việc sản xuất thép trong công nghiệp và không làm tăng khả năng hóa cứng trong các mối hàn.

Silic có mặt với lượng phải nằm trong khoảng từ 0,1 đến 0,45%, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,1 đến 0,30% và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,1 đến 0,25% khối lượng để đạt được sự kết hợp cần thiết của các đặc tính cơ học và khả năng hàn: silic có tác dụng làm giảm các kết tủa carbua trong khi ủ sau khi cán nguội tấm thép, do độ hòa tan thấp của nó trong xementit và do thực tế là nguyên tố này làm tăng hoạt tính của cacbon trong austenit. Dường như nếu lượng Si lớn hơn 0,45%, thì các oxit khác được tạo ra trên bề mặt của tấm thép, khiến làm giảm khả năng thấm ướt và bám dính của lớp phủ.

Nhôm có mặt với lượng phải nhỏ hơn hoặc bằng 0,20%, tốt hơn là nhỏ hơn 0,18% khối lượng. Về việc làm ổn định austenit được giữ lại, nhôm có ảnh hưởng tương đối giống với ảnh hưởng của silic. Tuy nhiên, hàm lượng nhôm lớn hơn 0,20% khối lượng sẽ làm tăng nhiệt độ A_{c3} , tức là nhiệt độ chuyển hóa hoàn toàn thành austenit trong thép ở bước ủ và do đó sẽ khiến cho quy trình công nghiệp trở nên tốn kém hơn.

Crom khiến cho có thể làm chậm quá trình tạo ra ferit tiên euctecti ở bước làm nguội sau khi giữ ở nhiệt độ tối đa trong chu trình ủ, cho phép có thể đạt được độ bền ở mức lớn hơn. Do vậy, vì lý do về chi phí và để ngăn ngừa sự hóa rắn quá mức, hàm lượng crom nằm trong khoảng từ 0,10 đến 0,60%, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,10 đến 0,50% khối lượng.

Theo sáng chế, vanadi cũng đóng vai trò quan trọng. Theo sáng chế, lượng của V là nhỏ hơn 0,005% và tốt hơn là $0,0001 \leq V \leq 0,005\%$. Tốt hơn là, V tạo ra các kết tủa để đạt được quá trình hóa rắn và tăng bền.

Thép này có thể tùy ý chứa các nguyên tố như P, Nb, B, Mo, Ni, Ti, S, Cu, Co, N để đạt được quá trình hóa rắn kết tủa.

P và S được coi là các nguyên tố còn sót lại thu được từ quá trình luyện thép. P có thể có mặt với lượng $< 0,04\%$ khối lượng. S có thể có mặt với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,01% khối lượng.

Titan và Niobi cũng được coi là các nguyên tố mà có thể tùy ý được sử dụng để đạt được quá trình hóa rắn và tăng bền bằng cách tạo ra các kết tủa. Tuy nhiên, khi lượng Nb trên 0,05% và/hoặc hàm lượng Ti lớn hơn 0,06%, có nguy cơ sự kết tủa quá mức có thể làm giảm độ dai, mà điều này là cần phải tránh.

Thép này cũng có thể tùy ý chứa bo với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,003%. Bằng cách phân tách ở biên hạt, B làm giảm năng lượng biên hạt và do vậy có lợi để làm tăng độ bền giòn của kim loại lỏng.

Molipden với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,2% là có hiệu quả để làm tăng khả năng hóa cứng và làm ổn định austenit được giữ lại do nguyên tố này làm chậm quá trình phân hủy của austenit.

Thép này có thể tùy ý chứa niken, với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,1% để cải thiện độ dai.

Đồng có thể có mặt với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,1% để hóa rắn thép bằng cách kết tủa kim loại đồng.

Tốt hơn là, thành phần hoá học của thép không bao gồm Bismut (Bi). Thực vậy, mặc dù không bị ràng buộc bởi lý thuyết bất kỳ, tin rằng nếu tấm thép chứa Bi, thì khả năng thấm ướt giảm và do đó khả năng bám dính của lớp phủ giảm.

Tốt hơn là, ở các bước B.i) và B.ii), A1 chứa H_2 với lượng nằm trong khoảng từ 1 đến 10% thể tích và tốt hơn nữa là, A1 chứa 2 đến 8% thể tích H_2 , A2 giống với A1.

Có lợi nếu, ở các bước B.i) và B.ii), DP1 nằm trong khoảng từ -15°C đến $+5^\circ\text{C}$, và tốt hơn nữa là, DP1 nằm trong khoảng từ -10 đến $+5^\circ\text{C}$, DP2 bằng DP1.

Theo phương án được ưu tiên, ở bước B.i), tấm thép này được nung nóng từ nhiệt độ môi trường đến T1 với tốc độ nung nóng lớn hơn 1°C trong mỗi phút và ví dụ nằm trong khoảng từ 2 đến 5°C trong mỗi phút.

Tốt hơn là, ở bước B.i), việc nung nóng được thực hiện trong thời gian t1 từ 1 đến 500 giây và có lợi nếu từ 1 đến 300 giây.

Có lợi nếu, ở bước B.ii), việc ủ nóng đều được thực hiện trong thời gian t2 từ 1 đến 500 giây và có lợi nếu từ 1 đến 300 giây.

Tốt hơn là, ở bước B.ii), T2 bằng T1. Trong trường hợp này, ở các bước B.i) và B.ii), T1 và T2 nằm trong khoảng từ 750 đến 850°C, T2 bằng T1. Theo phương án khác, có thể T2 là nhỏ hơn hoặc lớn hơn T1 tùy thuộc vào thành phần hoá học và vi cấu trúc của tấm thép. Trong trường hợp này, ở các bước B.i) và B.ii), T1 và T2 độc lập với nhau nằm trong khoảng từ 750 đến 850°C.

Tốt hơn là, ở bước B.iii), A3 chứa 1 đến 20% khối lượng H₂ và tốt hơn nữa là, từ 1 đến 10% khối lượng H₂.

Tốt hơn là, ở bước B.iii), DP3 nhỏ hơn hoặc bằng -35°C.

Theo phương án được ưu tiên, ở bước B.iii), bước làm nguội được thực hiện trong thời gian t3 từ 1 đến 50 giây.

Có lợi nếu, ở bước B.iii), tốc độ làm nguội trên 10°C trong mỗi phút và tốt hơn là từ 15 đến 40 °C trong mỗi phút.

Có lợi nếu, ở bước B.iv), A4 chứa 1 đến 20% và tốt hơn nữa là, từ 1 đến 10% khối lượng H₂.

Tốt hơn là, ở bước B.iv), DP4 nhỏ hơn hoặc bằng -35°C.

Theo phương án được ưu tiên, ở bước B.iv), quá trình cân bằng được thực hiện trong thời gian t4 từ 1 đến 100 giây và ví dụ từ 20 đến 60 giây.

Có lợi nếu, ở các bước B.iii) và B.iv), A3 giống với A4, DP4 bằng DP3.

Tốt hơn là, ở bước B.iv), T4 bằng T3. Trong trường hợp này, ở các bước B.iii) và B.iv), T3 và T4 nằm trong khoảng từ 400 đến 550°C hoặc nằm trong khoảng từ 550 đến 700°C, T4 bằng T3. Theo phương án khác, có thể T4 là nhỏ hơn hoặc lớn hơn T3 tùy thuộc vào thành phần hoá học và vi cấu trúc của tấm

thép. Trong trường hợp này, ở các bước B.iii) và B.iv), T3 và T4 độc lập với nhau nằm trong khoảng từ 400 đến 550°C hoặc nằm trong khoảng từ 550 đến 700°C.

Tốt hơn là, ở các bước từ B.i) đến B.iv), khí trơ được chọn từ: N₂, Ar, He và Xe.

Tốt hơn là, ở bước C), lớp phủ trên cơ sở kẽm chứa 0,01 đến 8,0% khối lượng Al, tùy ý chứa 0,2 đến 8,0% khối lượng Mg, nhỏ hơn 5,0% Fe, lượng còn lại là của Zn. Tốt hơn nữa là, lớp phủ trên cơ sở kẽm chứa 0,01 đến 0,40% khối lượng Al, lượng còn lại là Zn. Trong trường hợp này, nhiệt độ bể nằm trong khoảng từ 400 và 550°C và tốt hơn là nằm trong khoảng từ 410 đến 460°C.

Theo phương án được ưu tiên khác, lớp phủ trên cơ sở nhôm chứa Si với lượng nhỏ hơn 15%, Fe với lượng nhỏ hơn 5,0% , tùy ý Mg với lượng 0,1 đến 8,0% và tùy ý Zn với lượng 0,1 đến 30,0%, lượng còn lại là của Al. Trong trường hợp này, nhiệt độ của bể này nằm trong khoảng từ 550 đến 700°C, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 600 đến 680°C.

Sáng chế cũng đề cập đến tấm thép phủ nhúng nóng được phủ bằng lớp phủ trên cơ sở kẽm hoặc nhôm thu được từ phương pháp theo sáng chế, có các oxit bên ngoài là FeO, Mn₂SiO₄ và MnO ở trên bề mặt thép nằm dưới lớp phủ trên cơ sở kẽm hoặc nhôm và các oxit bên trong là FeO, Mn₂SiO₄ và MnO ở bên trong tấm thép. Tốt hơn là, các oxit bên ngoài là FeO, Mn₂SiO₄ và MnO ở dạng hạch kết trên bề mặt thép.

Tốt hơn là, vi cấu trúc thép chứa bainit, martensit, ferit và tùy ý austenit. Theo một phương án được ưu tiên, vi cấu trúc thép chứa 1 đến 45% martensit, 2 đến 60% bainit, lượng còn lại là austenit. Theo phương án được ưu tiên khác, vi cấu trúc thép chứa 1 đến 25% martensit mới, từ 1 đến 10% ferit, từ 35 đến 95% martensit và bainit thấp hơn và austenit với lượng nhỏ hơn 10%.

Theo phương án được ưu tiên, bề mặt của tấm thép được khử cacbon. Tốt hơn là, độ sâu khử cacbon đạt đến 100µm, tốt hơn là đến 80µm, tính từ bề mặt của tấm thép. Trong trường hợp này, mặc dù không bị ràng buộc bởi lý thuyết bất kỳ, tin rằng tấm thép này có khả năng chịu LME tốt hơn do giảm lượng cacbon vào tấm thép. Thực vậy, có vẻ như cacbon là nguyên tố rất dễ tạo ra tính giòn cho kim

loại lỏng LME. Ngoài ra, khả năng uốn cong tốt hơn và đặc tính chịu va quệt tốt hơn.

Sau cùng, sáng chế cũng mô tả việc sử dụng tấm thép được phủ nhúng nóng để sản xuất bộ phận của xe ô tô.

Sáng chế sẽ được giải thích dựa vào các thử nghiệm được tiến hành để dùng làm ví dụ thực hiện sáng chế. Phạm vi của sáng chế không bị giới hạn ở các ví dụ này.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Trong ví dụ này, thép DP có thành phần tính theo phần trăm khối lượng như sau được sử dụng:

C	Mn	Si	Cr	Al	Mo	Ti	P	S	Cu	Ni	Nb	V	B	N
0,072	2,52	0,255	0,30	0,15	0,1	0,017	0,013	0,001	0,015	0,021	0,025	0,004	0,0020	0,006

Tất cả các mẫu thử nghiệm đều là thép DP được ủ từ nhiệt độ môi trường trong lò RTF hoàn toàn theo các điều kiện được nêu trong bảng 1.

Sau đó, tất cả các mẫu thử nghiệm được phủ nhúng nóng trong bể kẽm chứa 0,117% khối lượng nhôm.

Sau cùng, các mẫu thử nghiệm này được phân tích bằng mắt thường, kính hiển vi điện tử quét và quang phổ Auger. Đối với khả năng thấm ướt, 0 có nghĩa là lớp phủ được lắng phủ một cách liên tục và 1 có nghĩa là lớp phủ được lắng phủ một cách gián đoạn. Đối với đặc tính của lớp phủ, 0 có nghĩa là lớp phủ không có khuyết tật bề mặt và 1 có nghĩa là lớp phủ có khuyết tật bề mặt như các điểm trần được quan sát trong lớp phủ. Các kết quả được thể hiện trong bảng 1 dưới đây.

Các thử nghiệm	Khoang nung nóng (A1)				Khoang ủ nóng đều (A2)				Khoang làm nguội (A3)				Cán bằng (A4)				Khả năng thấm ướt	Hình dạng lớp phủ	Sự có mặt của các oxit FeO, Mn ₂ SiO ₄ , MnO	
	DP1 (°C)	T1 (°C)	%H2	t1 (s)	DP2 (°C)	T2 (°C)	%H2	t2(s)	DP3 (°C)	T3 (°C)	%H2	t3 (s)	DP4 (°C)	T4 (°C)	%H2	t4 (s)			Ở bề mặt thép	Trong thép
1	+18	780	5	209	+18	780	5	72	-40	460	5	10	-40	460	5	35	1	1	Không	Không
2	+15	780	5	209	+15	780	5	72	-40	460	5	10	-40	460	5	35	1	1	Không	Không
3	+10	780	5	209	+10	780	5	72	-40	460	5	10	-40	460	5	35	1	1	Không	Không
4*	+5	780	5	209	+5	780	5	72	-40	460	5	10	-40	460	5	35	0	0	Có	Có
5*	0	780	5	209	0	780	5	72	-40	460	5	10	-40	460	5	35	0	0	Có	Có
6*	-10	780	5	209	-10	780	5	72	-40	460	5	10	-40	460	5	35	0	0	Có	Có
7*	-15	780	5	209	-15	780	5	72	-40	460	5	10	-40	460	5	35	0	0	Có	Có
8	-20	780	5	209	-20	780	5	72	-40	460	5	10	-40	460	5	35	1	1	Có	Không
9	-30	780	5	209	-30	780	5	72	-40	460	5	10	-40	460	5	35	1	1	Có	Không
10	-40	780	5	209	-40	780	5	72	-40	460	5	10	-40	460	5	35	1	1	Có	Không

* Các ví dụ theo sáng chế

Các mẫu thử nghiệm từ 4 đến 7 theo sáng chế đã cho thấy khả năng thấm ướt cao và do đó khả năng bám dính cao của lớp phủ và hình dạng bề mặt của lớp phủ là khá tốt. Đối với các thử nghiệm này, các oxit FeO , Mn_2SiO_4 và MnO có mặt dưới dạng hạch kết trên bề mặt thép và trong tấm thép.

Đối với các mẫu thử nghiệm 8 đến 10, các oxit MnO , FeO và Mn_2SiO_4 đã tạo ra lớp liên tục dày trên bề mặt của tấm thép, khiến làm giảm đáng kể khả năng thấm ướt và bám dính của lớp phủ vào các tấm thép.

Đối với các mẫu thử nghiệm từ 1 đến 3, các oxit bên ngoài MnO và FeO có mặt dưới dạng lớp liên tục trên bề mặt thép, khiến làm giảm khả năng thấm ướt và bám dính của lớp phủ vào tấm thép. Mn_2SiO_4 có mặt dưới dạng oxit bên trong.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp sản xuất tấm thép phủ nhúng nóng có lớp phủ trên cơ sở kẽm hoặc nhôm, bao gồm các bước:

A. chuẩn bị tấm thép có thành phần hoá học sau tính theo phần trăm khối lượng:

$$0,05 \leq C \leq 0,20\%,$$

$$1,5 \leq Mn \leq 3,0\%,$$

$$0,10 \leq Si \leq 0,45\%,$$

$$0,10 \leq Cr \leq 0,60\%,$$

$$Al \leq 0,20\%,$$

$$V < 0,005\%$$

và tùy ý, một hoặc nhiều nguyên tố, như

$$P < 0,04\%,$$

$$Nb \leq 0,05 \%,$$

$$B \leq 0,003\%,$$

$$Mo \leq 0,20\%,$$

$$Ni \leq 0,1\%,$$

$$Ti \leq 0,06\%,$$

$$S \leq 0,01\%$$

$$Cu \leq 0,1\%,$$

$$Co \leq 0,1\%,$$

$$N \leq 0,01\%,$$

lượng còn lại là của sắt và các tạp chất không thể tránh khỏi do quá trình sản xuất,

B. ủ tái kết tinh tấm thép nêu trên trong lò ống bức xạ hoàn toàn có khoang nung nóng, khoang ủ nóng đều, khoang làm nguội, tùy ý khoang cân bằng bao gồm các việc sau:

- i. nung nóng tấm thép nêu trên từ nhiệt độ môi trường đến nhiệt độ T1 nằm trong khoảng từ 700 đến 900°C trong khoang nung

nóng có môi trường A1 chứa 0,1 đến 15% thể tích H_2 và khí trơ có điểm sương DP1 nằm trong khoảng từ $-18^{\circ}C$ đến $+8^{\circ}C$,

- ii. ủ nóng đều tấm thép từ T1 đến T2 ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 700 đến $900^{\circ}C$ trong khoang ủ nóng đều có môi trường A2 giống với A1 có điểm sương DP2 bằng DP1,
- iii. làm nguội tấm thép từ T2 đến T3 ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 400 đến $700^{\circ}C$ trong khoang làm nguội có môi trường A3 chứa 1 đến 30% thể tích H_2 và khí trơ có điểm sương DP3 nhỏ hơn hoặc bằng $-30^{\circ}C$,
- iv. tùy ý, làm cân bằng tấm thép từ T3 đến T4 ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 400 đến $700^{\circ}C$ trong khoang cân bằng có môi trường A4 chứa 1 đến 30% thể tích H_2 và khí trơ có điểm sương DP4 nhỏ hơn hoặc bằng $-30^{\circ}C$ và

C. phủ nhúng nóng tấm thép đã được ủ trong bể trên cơ sở kẽm hoặc nhôm.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ở bước A), tấm thép chứa Si với lượng nhỏ hơn 0,30% khối lượng.

3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó ở bước A), tấm thép chứa V với lượng lớn hơn 0,0001% khối lượng.

4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó ở các bước B.i) và B.ii), A1 chứa H_2 với lượng nằm trong khoảng từ 1 đến 10% thể tích, A2 giống với A1.

5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó ở các bước B.i) và B.ii), DP1 nằm trong khoảng từ $-15^{\circ}C$ đến $+5^{\circ}C$, DP2 bằng DP1.

6. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó ở bước B.ii), T2 bằng T1.

7. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó ở các bước B.i) và B.ii), T1 và T2 nằm trong khoảng từ 750 đến 850°C.

8. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó ở bước B.iii) và bước tùy ý B.iv), A3 giống với A4, DP4 bằng DP3.

9. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 8, trong đó ở bước tùy ý B.iv), T4 bằng T3.

10. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, trong đó ở bước B.i) và bước tùy ý B.iv), khí trơ được chọn từ: N₂, Ar, He và Xe.

11. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10, trong đó ở bước C), lớp phủ trên cơ sở kẽm chứa 0,01 đến 8,0% khối lượng Al, tùy ý chứa 0,2 đến 8,0% khối lượng Mg, Fe với lượng nhỏ hơn 5,0%, lượng còn lại là của Zn.

12. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 11, trong đó lớp phủ trên cơ sở nhôm chứa Si với lượng nhỏ hơn 15%, Fe với lượng nhỏ hơn 5,0%, tùy ý 0,1 đến 8,0% Mg và tùy ý chứa 0,1 đến 30,0% Zn, lượng còn lại là của Al.

13. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 12 trong đó, thành phần hoá học của thép không bao gồm Bismut (Bi).

14. Tấm thép phủ nhúng nóng được phủ bằng lớp phủ trên cơ sở kẽm hoặc nhôm thu được từ phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, có các oxit bên ngoài là FeO, Mn₂SiO₄ và MnO trên bề mặt thép ở dưới lớp phủ trên cơ sở kẽm hoặc nhôm và các oxit bên trong là FeO, Mn₂SiO₄ và MnO trong tấm thép.

15. Tấm thép được phủ nhúng nóng theo điểm 14, trong đó các oxit bên ngoài ở dạng hạch kết trên bề mặt của tấm thép.

16. Tấm thép được phủ nhúng nóng theo điểm 14 hoặc 15, trong đó vi cấu trúc thép chứa bainit, martensit, ferit và tùy ý austenit.

17. Tấm thép được phủ nhúng nóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 đến 16, trong đó bề mặt của tấm thép này được khử cacbon.

FIG.1
(Giải pháp kỹ thuật đã biết)

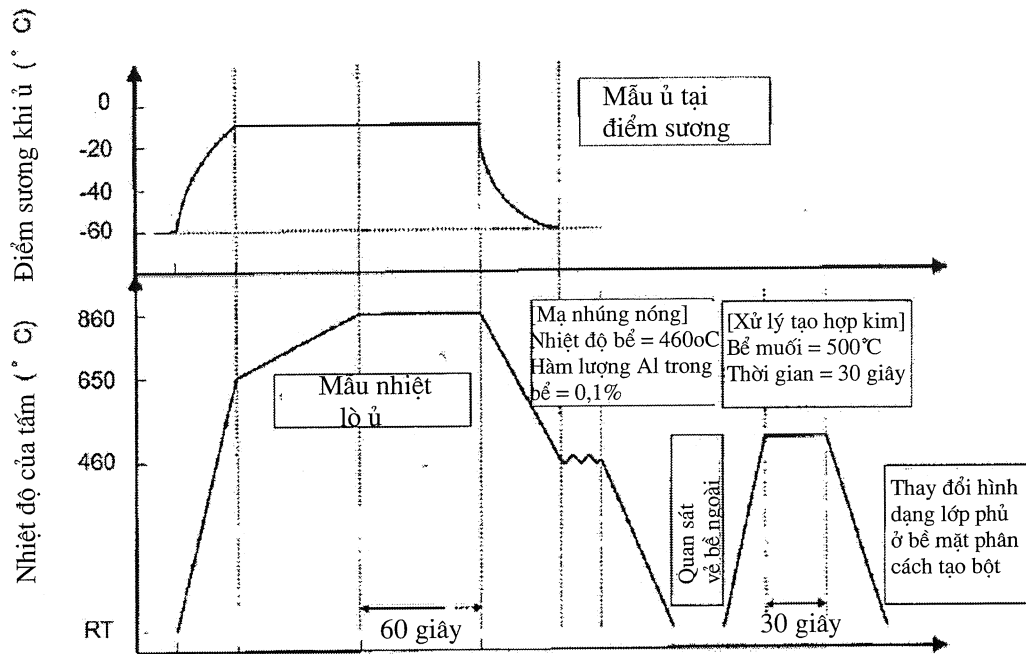


FIG.2

