



(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)



1-0035245

(51)⁷ C21D 11/00; C21D 9/56; C21D 9/573; (13) B
C21D 8/02

(21) 1-2019-03294

(22) 20/12/2017

(86) PCT/IB2017/058186 20/12/2017

(87) WO2018/116191 28/06/2018

(30) PCT/IB2016/001786 20/12/2016 IB

(45) 25/04/2023 421

(43) 25/09/2019 378A

(73) ARCELORMITTAL (LU)

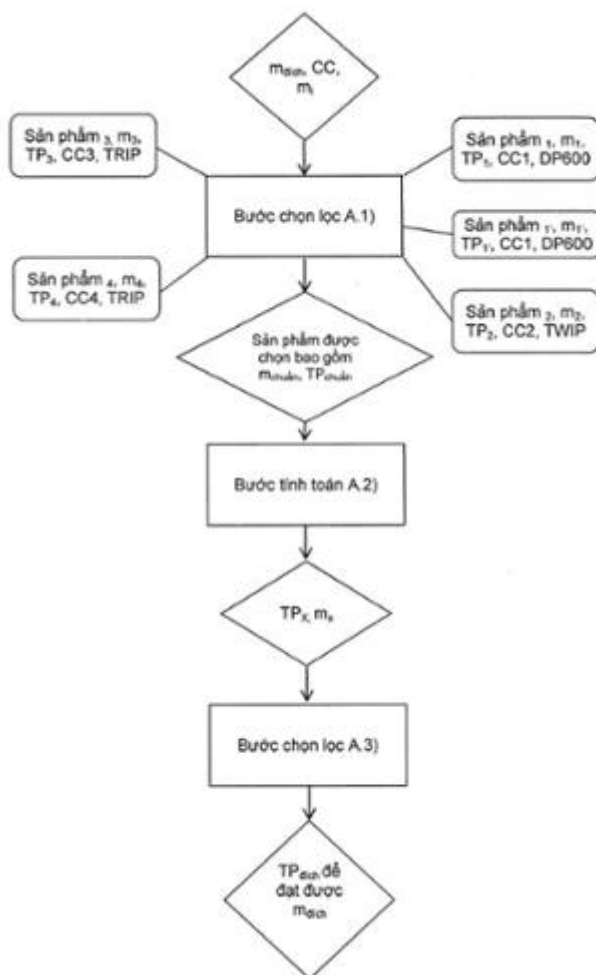
24-26, Boulevard d'Avranches, L-1160 Luxembourg, LUXEMBOURG

(72) BONNET, Frédéric (FR).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT THÉP TẤM ĐƯỢC XỬ LÝ NHIỆT, THÉP CUỘN, DÂY CHUYỀN XỬ LÝ NHIỆT VÀ VẬT GHI ĐỌC ĐƯỢC BẰNG MÁY TÍNH

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất thép tấm được xử lý nhiệt. Thép cuộn được tạo ra từ thép tấm này, dây chuyền xử lý nhiệt để thực hiện phương pháp này và vật ghi đọc được bằng máy tính cũng được đề xuất.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất thép tấm được xử lý nhiệt có thành phần hoá học của thép và vi cấu trúc $m_{đích}$ chứa 0 tới 100% ít nhất một pha được chọn trong số: ferit, mactensit, bainit, peclit, xementit và austenit, trong dây chuyền xử lý nhiệt. Sáng chế này đặc biệt là thích hợp để sản xuất ô tô.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Đã biết việc sử dụng các thép tấm mạ hoặc trơn để sản xuất ô tô. Nhiều loại thép khác nhau được sử dụng để sản xuất cùng một chiếc xe. Việc lựa chọn loại thép tùy thuộc vào ứng dụng cuối cùng của bộ phận bằng thép. Ví dụ, thép IF (Interstitial-Free: không nguyên tố xen kẽ) có thể được dùng để tạo ra bộ phận lộ ra, thép TRIP (Transformation-Induced Plasticity: chuyển pha do biến dạng dẻo) có thể được dùng cho các bộ phận ghế ngồi và ngang sàn hoặc các cột chữ A, và thép DP (Dual Phase: song pha) có thể được dùng cho các ray sau hoặc các bộ phận ngang trên nóc.

Trong quy trình sản xuất các loại thép này, các bước xử lý chủ yếu được thực hiện trên thép để tạo ra bộ phận mong muốn có các đặc tính cơ học vượt trội đối với một ứng dụng cụ thể. Các bước xử lý như vậy có thể là, ví dụ, việc ủ liên tục trước khi lắng phủ lớp phủ kim loại hoặc xử lý tôi và phân hóa. Thông thường, việc xử lý được thực hiện được chọn trong số các bước xử lý đã biết, bước xử lý được chọn phụ thuộc vào loại thép.

WO2010/049600 đề cập đến phương pháp sử dụng thiết bị để xử lý nhiệt dải thép di chuyển liên tục, bao gồm các bước: chọn tốc độ làm nguội dải thép này tùy thuộc vào, không kể những yếu tố khác, các thông số luyện kim khác nhau ở đầu vào và các thông số luyện kim cần thiết ở đầu ra của thiết bị này; nhập các thông số đặc tính hình học của dải thép; tính profin chuyển năng lượng dọc theo hành trình của thép theo tốc độ của dây chuyền; xác định các trị số được mong muốn cho các tham số điều chỉnh của bộ phận làm nguội và điều chỉnh việc

chuyên năng lượng của các cơ cấu làm nguội của bộ phận làm nguội tùy theo các giá trị giám sát.

Tuy nhiên, phương pháp này chỉ dựa trên cơ sở việc lựa chọn và việc áp dụng các chu trình làm nguội đã biết rõ. Điều đó có nghĩa là đối với một loại thép, ví dụ, thép TRIP, sẽ có nguy cơ là chu trình làm nguội giống hệt nhau được áp dụng cho mọi thép TRIP cho dù mỗi thép TRIP sẽ có các đặc tính riêng đặc trưng bao gồm thành phần hoá học, vi cấu trúc, tính chất, kết cấu bề mặt, v.v.. Do đó, phương pháp này không tính đến các đặc tính thực sự của thép. Phương pháp này không cho phép làm nguội cá biệt mỗi loại thép khác nhau.

Do đó, việc xử lý nhiệt không được làm thích ứng với một loại thép cụ thể và vì vậy ở đầu ra của bước xử lý này, không thể có được các đặc tính mong muốn. Ngoài ra, sau khi xử lý, thép có thể có sự phân tán mạnh về các đặc tính cơ học. Cuối cùng, ngay cả khi các loại thép khác nhau cùng được sản xuất, thì chất lượng của thép đã được xử lý vẫn kém.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do vậy, mục đích của sáng chế nhằm giải quyết các vấn đề nêu trên bởi việc đề xuất phương pháp sản xuất thép tấm được xử lý nhiệt có thành phần hoá học đặc biệt của thép và có vi cấu trúc đặc biệt $m_{đích}$ được tạo ra trong dây chuyền xử lý nhiệt. Cụ thể, mục đích của sáng chế là để thực hiện việc xử lý được làm thích ứng với từng thép tấm, việc xử lý này được tính toán rất chính xác với khoảng thời gian tính toán ngắn nhất có thể để tạo ra thép tấm có các đặc tính vượt trội, các đặc tính như vậy có sự phân tán đặc tính nhỏ nhất có thể.

Mục đích này đạt được bởi việc đề xuất phương pháp theo điểm 1 Yêu cầu bảo hộ. Phương pháp này cũng có thể có các dấu hiệu như được xác định theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 2 tới 17 Yêu cầu bảo hộ.

Mục đích khác của sáng chế là đề xuất thép cuộn theo điểm 18 Yêu cầu bảo hộ. Thép cuộn này cũng có thể có các dấu hiệu như được xác định theo điểm 19 hoặc 20 Yêu cầu bảo hộ.

Mục đích khác của sáng chế là đề xuất dây chuyền xử lý nhiệt theo điểm 21 Yêu cầu bảo hộ.

Cuối cùng, mục đích của sáng chế là đề xuất vật ghi đọc được bằng máy tính theo điểm 22 Yêu cầu bảo hộ.

Các dấu hiệu khác và các ưu điểm của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng qua phần mô tả chi tiết dưới đây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Nhằm minh họa sáng chế, phương pháp theo các phương án khác nhau và các thử nghiệm không nhằm mục đích giới hạn phạm vi của sáng chế được mô tả một cách cụ thể có dựa vào các hình vẽ sau:

Fig.1 minh họa một ví dụ về phương pháp theo sáng chế.

Fig.2 minh họa một ví dụ trong đó việc ủ liên tục thép tấm bao gồm bước nung nóng, bước ủ nhiệt, bước làm nguội và bước hóa già quá mức được thực hiện.

Fig.3 minh họa sơ đồ của phương pháp theo một phương án được ưu tiên của sáng chế.

Fig.4 minh họa một ví dụ theo sáng chế trong đó việc ủ liên tục được thực hiện trên thép tấm trước khi lắng phủ lớp phủ bằng cách nhúng nóng.

Fig.5 minh họa một ví dụ trong đó việc xử lý tôi & phân hóa được thực hiện trên thép tấm.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các thuật ngữ sau được sử dụng:

- CC: thành phần hóa học theo phần trăm khối lượng,
- $m_{đích}$: trị số đích của vi cấu trúc,
- $m_{chuẩn}$: vi cấu trúc của sản phẩm được chọn,
- $P_{đích}$: trị số đích của một đặc tính cơ học,
- m_i : vi cấu trúc ban đầu của thép tấm,
- X: thành phần pha theo phần trăm khối lượng,
- T: nhiệt độ theo độ C ($^{\circ}$ C),
- t: thời gian,
- s: giây,

- UTS: độ bền kéo tới hạn (MPa),
- YS: giới hạn chảy (MPa),
- lớp phủ kim loại trên cơ sở kẽm chỉ lớp phủ kim loại chứa nhiều hơn 50% kẽm,
- lớp phủ kim loại trên cơ sở nhôm chỉ lớp phủ kim loại chứa nhiều hơn 50% nhôm, và
- chu trình nhiệt, $TP_{\text{chuẩn}}$, $TP_{\text{đích}}$, TP_x và TP_{xint} bao gồm thời gian, nhiệt độ của bước xử lý nhiệt và ít nhất một tốc độ được chọn từ: tốc độ làm nguội, tốc độ đẳng nhiệt hoặc tốc độ nung nóng. Tốc độ đẳng nhiệt này được dùng để chỉ tốc độ có nhiệt độ không đổi.

Thuật ngữ “thép” hoặc “thép tấm” được dùng để chỉ thép tấm, thép cuộn, thép bản có thành phần cho phép bộ phận bằng thép có được độ bền kéo tối đa 2500MPa và tốt hơn nữa là tối đa 2000MPa. Ví dụ, độ bền kéo lớn hơn hoặc bằng 500MPa, tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 1000MPa, có lợi nếu lớn hơn hoặc bằng 1500MPa. Một khoảng rộng của thành phần hóa học được dự liệu do phương pháp theo sáng chế có thể áp dụng được cho loại thép bất kỳ.

Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất thép tấm được xử lý nhiệt có thành phần hoá học của thép và vi cấu trúc $m_{\text{đích}}$ chứa 0 tới 100% ít nhất một pha được chọn trong số: ferit, mactensit, bainit, peclit, xementit và austenit, trong dây chuyền xử lý nhiệt bao gồm:

A. bước chuẩn bị bao gồm:

- 1) bước chọn lọc phụ trong đó thành phần hóa học và $m_{\text{đích}}$ được đối chiếu với một danh sách sản phẩm đã được xác định trước, có vi cấu trúc của chúng bao gồm các pha đã được xác định trước và tỷ lệ của các pha đã được xác định trước, để chọn ra một sản phẩm có vi cấu trúc $m_{\text{chuẩn}}$ gần nhất với $m_{\text{đích}}$ và chu trình nhiệt đã được xác định trước $TP_{\text{chuẩn}}$ để tạo ra $m_{\text{chuẩn}}$,
- 2) bước tính toán phụ trong đó ít nhất hai chu trình nhiệt TP_x , với mỗi TP_x tương ứng với một vi cấu trúc m_x được tạo ra ở đầu ra của TP_x , được tính toán dựa trên cơ sở sản phẩm đã được chọn ở bước A.1) và $TP_{\text{chuẩn}}$ và m_i để đạt được $m_{\text{đích}}$.

- 3) bước chọn lọc phụ trong đó một chu trình nhiệt $TP_{đích}$ để đạt được $m_{đích}$ được chọn, $TP_{đích}$ được chọn từ TP_x và được chọn sao cho m_x gần nhất với $m_{đích}$,

B. bước xử lý nhiệt trong đó $TP_{đích}$ được thực hiện đối với thép tấm này.

Mặc dù không muốn gắn liền với lý thuyết bất kỳ, song dường như là khi phương pháp theo sáng chế được áp dụng, có thể tạo ra được việc xử lý nhiệt cá biệt đối với mỗi loại thép tấm cần xử lý trong một khoảng thời gian tính toán ngắn. Cụ thể, phương pháp theo sáng chế cho phép việc xử lý nhiệt đặc biệt và chính xác mà có tính đến $m_{đích}$, chính xác hơn là tỷ lệ của tất cả các pha trong quá trình xử lý và m_i (kể cả sự phân tán vi cấu trúc dọc theo thép tấm). Cụ thể, phương pháp theo sáng chế có tính đến việc tính toán các pha bền nhiệt động học, tức là ferit, austenit, xementit và peclit, và các pha siêu bền nhiệt động học, tức là bainit và mactensit. Do đó, thép tấm có các đặc tính vượt trội có sự phân tán nhỏ nhất của các đặc tính được tạo ra.

Tốt hơn là, vi cấu trúc $m_{đích}$ có thành phần là một trong số các vi cấu trúc sau:

- 100% austenit,
- 5 tới 95% mactensit, 4 tới 65% bainit, lượng còn lại là ferit,
- 8 tới 30% austenit tồn dư, 0,6 tới 1,5% cacbon trong dung dịch rắn, lượng còn lại là ferit, mactensit, bainit, peclit và/hoặc xementit,
- 1% tới 30% ferit và 1% tới 30% bainit, 5 tới 25% austenit, lượng còn lại là mactensit,
- 5 tới 20% austenit tồn dư, lượng còn lại là mactensit,
- ferit và austenit tồn dư,
- austenit tồn dư và các pha liên kim loại,
- 80 tới 100% mactensit và 0 tới 20% austenit tồn dư
- 100% mactensit,
- 5 tới 100% peclit và 0 tới 95% ferit và
- ít nhất là 75% ferit đẳng trục, 5 tới 20% mactensit và bainit với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 10%.

Có lợi nếu, ở bước chọn lọc phụ A.1), thành phần hóa học và $m_{\text{đích}}$ được đổi chiều với một danh sách sản phẩm đã được xác định trước. Các sản phẩm đã được xác định trước này có thể thuộc loại thép bất kỳ. Ví dụ, chúng bao gồm song pha DP (Dual Phase), chuyển pha do biến dạng dẻo (TRIP: Transformation Induced Plasticity), thép tôi và phân hóa (Q&P: Quenched & Partitioned), hóa bền song tinh (TWIP: Twins Induced Plasticity), bainit không carbua (CFB: Carbide Free Bainit), thép tôi áp lực (PHS: Press Hardening Steel), TRIPLEX, DUPLEX và song pha có độ dẻo cao (DP HD: Dual Phase High Ductility).

Thành phần hóa học tùy thuộc vào mỗi loại thép tấm. Ví dụ, thành phần hóa học của thép DP có thể bao gồm:

$$0,05 < C < 0,3\%,$$

$$0,5 \leq \text{Mn} < 3,0\%,$$

$$S \leq 0,008\%,$$

$$P \leq 0,080\%,$$

$$N \leq 0,1\%,$$

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

lượng còn lại của hỗn hợp này là của sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ việc sản xuất.

Mỗi sản phẩm đã được xác định trước gồm một vi cấu trúc bao gồm các pha đã được xác định trước và tỷ lệ của các pha đã được xác định trước. Tốt hơn là, các pha đã được xác định trước ở bước A.1) được xác định bởi ít nhất một yếu tố được chọn từ: kích thước, hình dạng và thành phần hóa học. Do đó, $m_{\text{chuẩn}}$ bao gồm pha đã được xác định trước ngoài tỷ lệ pha đã được xác định trước. Có lợi nếu, m_i , m_x , $m_{\text{đích}}$ gồm các pha được xác định bởi ít nhất một yếu tố được chọn từ: kích thước, hình dạng và thành phần hóa học. Theo sáng chế này, sản phẩm đã được xác định trước này có vi cấu trúc $m_{\text{chuẩn}}$ gần nhất với $m_{\text{đích}}$ được chọn cũng như chu trình nhiệt $TP_{\text{chuẩn}}$ để đạt được $m_{\text{chuẩn}}$. $m_{\text{chuẩn}}$ gồm các pha giống như $m_{\text{đích}}$. Tốt hơn là, $m_{\text{chuẩn}}$ cũng có tỷ lệ các pha giống như $m_{\text{đích}}$.

Fig.1 minh họa một ví dụ theo sáng chế trong đó thép tấm để xử lý có CC tính theo trọng lượng: 0,2% C, 1,7% Mn, 1,2% Si và 0,04% Al. $m_{\text{đích}}$ gồm 15% austenit tồn dư, 40% bainit và 45% ferit, từ 1,2% cacbon trong dung dịch rắn

trong pha austenit. Theo sáng chế này, CC và $m_{\text{đích}}$ được chọn và được đối chiếu với một danh sách sản phẩm đã được xác định trước được chọn trong số các sản phẩm 1 tới 4. CC và $m_{\text{đích}}$ tương ứng với sản phẩm 3 hoặc 4, thì sản phẩm như vậy là thép TRIP.

Sản phẩm 3 có CC₃ tính theo trọng lượng: 0,25% C, 2,2% Mn, 1,5% Si và 0,04% Al. m_3 gồm 12% austenit tồn dư, 68% ferit và 20% bainit, từ 1,3% cacbon trong dung dịch rắn trong pha austenit.

Sản phẩm 4 có CC₄ tính theo trọng lượng: 0,19% C, 1,8% Mn, 1,2% Si và 0,04% Al. m_4 gồm 12% austenit tồn dư, 45% bainit và 43% ferit, từ 1,1% cacbon trong dung dịch rắn trong pha austenit.

Sản phẩm 4 có vi cấu trúc gần nhất với $m_{\text{đích}}$ do nó có các pha giống như $m_{\text{đích}}$ với các tỷ lệ như nhau.

Như được thể hiện trên Fig.1, hai sản phẩm đã được xác định trước có thể có cùng thành phần hóa học CC và các vi cấu trúc khác nhau. Thực vậy, cả Sản phẩm₁ lẫn Sản phẩm₁, đều là thép DP600 (Dual Phase có UTS bằng 600MPa). Một sự khác biệt là Sản phẩm₁ có vi cấu trúc m_1 và Sản phẩm₁, có một vi cấu trúc khác m_1 . Một sự khác biệt khác là Sản phẩm₁ có YS bằng 360MPa và Sản phẩm₁, có YS bằng 420MPa. Do đó, có thể tạo ra được các thép tấm có UTS/YS cân bằng khác nhau cho cùng một loại thép.

Trong bước tính toán phụ A.2), ít nhất hai chu trình nhiệt TP_x được tính toán dựa trên cơ sở sản phẩm đã được chọn ở bước A.1) và m_i để đạt được $m_{\text{đích}}$. Việc tính toán TP_x có tính đến đặc tính nhiệt và đặc tính luyện kim của thép tấm khác với các phương pháp thông thường trong đó duy nhất đặc tính nhiệt được xem xét. Theo ví dụ trên Fig.1, sản phẩm 4 được chọn bởi vì m_4 gần nhất với $m_{\text{đích}}$ và TP_4 được chọn, m_4 và TP_4 tương ứng lần lượt với $m_{\text{chuẩn}}$ và $TP_{\text{chuẩn}}$.

Fig.2 minh họa việc ủ liên tục thép tấm bao gồm bước nung nóng, bước ủ nhiệt, bước làm nguội và bước hóa già quá mức. Vô số TP_x được tính toán để đạt được $m_{\text{đích}}$ như được thể hiện duy nhất cho bước nung nóng trên Fig.2. Trong ví dụ này, TP_x được tính toán dọc theo toàn bộ quá trình ủ liên tục (không được thể hiện).

Tốt hơn là, ít nhất là 10 TP_x được tính toán, tốt hơn nữa ít nhất là 50, có lợi nếu ít nhất là 100 và tốt hơn nữa ít nhất là 1000. Ví dụ, số lượng TP_x được tính toán nằm trong khoảng từ 2 đến 10000, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 100 đến 10000, tốt hơn nữa nằm trong khoảng từ 1000 đến 10000.

Trong bước A.3), một chu trình nhiệt $TP_{đích}$ để đạt được $m_{đích}$ được chọn. $TP_{đích}$ được chọn từ TP_x sao cho m_x gần nhất với $m_{đích}$. Do đó, trên Fig.1, $TP_{đích}$ được chọn từ vô số TP_x . Tốt hơn là, mức chênh lệch giữa các tỷ lệ pha có mặt trong $m_{đích}$ và m_x là $\pm 3\%$.

Có lợi nếu, ở bước A.2), entanpi nhiệt H giải phóng hoặc tiêu thụ giữa m_i và $m_{đích}$ được tính toán sao cho:

$$H_x = (X_{ferit} * H_{ferit}) + (X_{mactensit} * H_{mactensit}) + (X_{bainit} * H_{bainit}) + (X_{peclit} * H_{peclit}) \\ + (H_{xementit} + X_{xementit}) + (H_{austenit} + X_{austenit})$$

X là thành phần pha.

Mặc dù không muốn gắn liền với lý thuyết bất kỳ, H thể hiện năng lượng giải phóng hoặc tiêu thụ dọc theo toàn bộ chu trình nhiệt khi sự chuyển pha được thực hiện. Điều được tin chắc là một số sự chuyển pha là tỏa nhiệt và một số sự chuyển pha là thu nhiệt. Ví dụ, sự biến đổi của ferit thành austenit trong chu trình nung nóng là thu nhiệt trong khi sự biến đổi của austenit thành peclit trong chu trình làm nguội là tỏa nhiệt.

Theo một phương án được ưu tiên, ở bước A.2), toàn bộ chu trình nhiệt TP_x được tính toán sao cho:

$$T(t + \Delta t) = T(t) + \frac{(\varphi_{Đổi lưu} + \varphi_{Phát xạ})}{\rho \cdot Ep \cdot C_{pe}} \Delta t \pm \frac{Hx}{C_{pe}}$$

trong đó C_{pe} : nhiệt dung riêng của pha ($J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$), ρ : tỷ trọng của thép ($g \cdot m^{-3}$), Ep : độ dày của thép (m), φ : thông lượng nhiệt (đổi lưu và phát xạ tính theo W), Hx ($J \cdot kg^{-1}$), T : nhiệt độ ($^{\circ}C$) và t : thời gian.

Tốt hơn là, ở bước A.2), ít nhất một vi cấu trúc thép trung gian m_{xint} tương ứng với một chu trình nhiệt trung gian TP_{xint} và entanpi nhiệt H_{xint} được tính toán. Trong trường hợp này, việc tính toán TP_x đạt được bởi việc tính toán vô số TP_{xint} .

Do đó, tốt hơn là, TP_x là tổng của toàn bộ TP_{xint} và H_x là tổng của toàn bộ H_{xint} . Theo phương án được ưu tiên này, TP_{xint} được tính toán định kỳ. Ví dụ, nó được tính toán mỗi 0,5 giây, tốt hơn là 0,1 giây hoặc ngắn hơn.

Fig.3 minh họa một phương án được ưu tiên trong đó ở bước A.2), m_{int1} và m_{int2} tương ứng lần lượt với TP_{xint1} và TP_{xint2} cũng như H_{xint1} và H_{xint2} được tính toán. H_x trong toàn bộ chu trình nhiệt được xác định để tính TP_x .

Theo một phương án được ưu tiên, trước bước A.1), ít nhất một đặc tính cơ học đích $P_{đích}$ được chọn trong số giới hạn chảy YS, độ bền kéo tới hạn UTS, độ giãn dài, độ giãn dài của lỗ, khả năng dễ tạo hình được chọn. Theo phương án này, tốt hơn là, $m_{đích}$ được tính toán dựa trên cơ sở $P_{đích}$.

Mặc dù không muốn gắn liền với lý thuyết bất kỳ, song điều được tin chắc là các đặc tính của thép tấm được xác định bởi các thông số xử lý được áp dụng trong quy trình sản xuất thép. Do đó, có lợi nếu, ở bước A.2), các thông số xử lý thép tấm trước khi đi vào dây chuyền xử lý nhiệt được xét đến để tính TP_x . Ví dụ, các thông số xử lý bao gồm ít nhất một yếu tố được chọn trong số: nhiệt độ cán cuối, hành trình làm nguội trên bàn dẫn ra, nhiệt độ cuộn, tốc độ làm nguội thép cuộn và lượng ép cán nguội.

Theo một phương án khác, các thông số xử lý của dây chuyền xử lý mà thép tấm sẽ chạy trong dây chuyền xử lý nhiệt này được xét đến để tính TP_x . Ví dụ, các thông số xử lý bao gồm ít nhất một yếu tố được chọn trong số: tốc độ của dây chuyền, nhiệt độ của thép tấm gia công nhiệt cụ thể cần đạt được, công suất nung nóng của các bộ phận nung nóng, nhiệt độ nung nóng và nhiệt độ ủ nhiệt, công suất làm nguội của các bộ phận làm nguội, nhiệt độ làm nguội, nhiệt độ quá già.

Tốt hơn là, chu trình nhiệt, TP_x , TP_{xint} , $TP_{chuẩn}$ hoặc $TP_{đích}$ bao gồm ít nhất một việc xử lý được chọn từ: xử lý nung nóng, xử lý đẳng nhiệt hoặc xử lý làm nguội. Ví dụ, chu trình nhiệt có thể là việc ủ tái kết tinh, chu trình tôi cứng ở trạng thái ép, chu trình hoàn nhiệt, ủ austenit xen kẽ hoặc đầy đủ, chu trình ram hoặc phân hóa, chu trình đẳng nhiệt hoặc chu trình tôi.

Tốt hơn là, việc ủ tái kết tinh được thực hiện. Việc ủ tái kết tinh này bao gồm tùy ý bước nung nóng sơ bộ, bước nung nóng, bước ủ nhiệt, bước làm nguội

và tùy ý bước làm cân bằng. Trong trường hợp này, nó được thực hiện trong lò ủ liên tục bao gồm tùy ý bộ phận nung nóng, bộ phận nung nóng, bộ phận ủ nhiệt, bộ phận làm nguội và tùy ý bộ phận làm cân bằng. Mặc dù không muốn gắn liền với lý thuyết bất kỳ, song điều được tin chắc là việc ủ tái kết tinh này là chu trình nhiệt thì việc vận hành càng khó khăn hơn do nó bao gồm nhiều bước cần phải xét đến bao gồm các bước làm nguội và nung nóng.

Tốt hơn là, mỗi lần thép tấm mới đi vào dây chuyền xử lý nhiệt, một bước tính toán mới A.2) được tự động thực hiện dựa trên cơ sở bước lựa chọn A.1) được thực hiện trước. Cụ thể, phương pháp theo sáng chế làm thích ứng chu trình nhiệt $TP_{đích}$ với mỗi loại thép tấm ngay cả khi cùng một loại thép đi vào trong dây chuyền xử lý nhiệt vì các đặc tính thực sự của mỗi tấm thép thường là khác nhau. Tấm thép mới có thể được phát hiện và các đặc tính mới của thép tấm được xác định và được lựa chọn sơ bộ trước. Ví dụ, cảm biến phát hiện mối hàn giữa hai cuộn.

Theo phương án được ưu tiên này, việc làm thích ứng chu trình nhiệt được thực hiện khi thép tấm đi vào dây chuyền xử lý nhiệt trên những mét đầu tiên của tấm thép để tránh sự sai lệch mạnh mẽ của quy trình.

Fig.4 minh họa một ví dụ theo sáng chế trong đó việc ủ liên tục được thực hiện trên thép tấm trước khi lắng phủ lớp phủ bằng cách nhúng nóng. Với phương pháp theo sáng chế này, sau khi lựa chọn sản phẩm đã được xác định trước có vi cấu trúc gần với $m_{đích}$ (không được thể hiện), TP_x được tính toán dựa trên cơ sở m_i , sản phẩm được chọn và $m_{đích}$. Trong ví dụ này, các chu trình nhiệt trung gian từ TP_{xint1} tới TP_{xint6} , tương ứng lần lượt với m_{xint1} tới m_{xint6} , và H_{xint1} tới H_{xint6} được tính toán. H_x được xác định để tạo ra TP_x . Trên hình vẽ này, $TP_{đích}$ đã được chọn từ vô số TP_x .

Theo sáng chế này, $m_{đích}$ có thể là vi cấu trúc mong muốn ở thời điểm bất kỳ trong quá trình xử lý nhiệt. Nói cách khác, $m_{đích}$ có thể là vi cấu trúc mong muốn ở đầu ra của quá trình xử lý nhiệt như được thể hiện trên Fig.4 hoặc tại một thời điểm chính xác trong quá trình xử lý nhiệt như được thể hiện trên Fig.5. Thực vậy, ví dụ, đối với thép tấm Q&P, một điểm quan trọng của quá trình xử lý tôi & phân hóa là T_q , tương ứng với T'_4 trên Fig.5, nó là nhiệt độ của bước tôi. Do đó,

vi cấu trúc cần xem xét có thể là $m'_{đích}$. Trong trường hợp này, sau khi áp dụng $TP'_{đích}$ đối với thép tấm, có thể áp dụng một bước xử lý đã được xác định trước.

Với phương pháp của sáng chế, có thể tạo ra được thép cuộn được tạo ra từ thép tấm bao gồm các loại sản phẩm đã được xác định trước bao gồm DP, TRIP, Q&P, TWIP, CFB, PHS, TRIPLEX, DUPLEX, DP HD được tạo ra, cuộn này có độ lệch chuẩn của các đặc tính cơ học nhỏ hơn hoặc bằng 25MPa, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 15MPa, tốt hơn nữa nhỏ hơn hoặc bằng 9MPa, giữa hai điểm bất kỳ dọc theo thép cuộn này. Thực vậy, mặc dù không muốn gắn liền với lý thuyết bất kỳ, song điều được tin chắc là phương pháp bao gồm bước nung B.1) có tính đến sự phân tán vi cấu trúc của thép tấm dọc theo cuộn này. Do đó, $TP_{đích}$ được áp dụng đối với thép tấm ở bước B) cho phép làm đồng nhất hoá vi cấu trúc và cả các đặc tính cơ học.

Tốt hơn là, các đặc tính cơ học này được chọn từ YS, UTS và độ giãn dài. Trị số thấp của độ lệch chuẩn là do độ chính xác của $TP_{đích}$.

Tốt hơn là, cuộn này được phủ bởi lớp phủ kim loại trên cơ sở kẽm hoặc trên cơ sở nhôm.

Tốt hơn là, trong sản xuất công nghiệp, độ lệch chuẩn của các đặc tính cơ học giữa 2 cuộn thép được tạo ra từ thép tấm bao gồm các loại sản phẩm đã được xác định trước bao gồm DP, TRIP, Q&P, TWIP, CFB, PHS, TRIPLEX, DUPLEX, DP HD đã được xác định được sản xuất liên tiếp trên cùng một dây chuyền là nhỏ hơn hoặc bằng 25MPa, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 15MPa, tốt hơn nữa nhỏ hơn hoặc bằng 9MPa.

Dây chuyền xử lý nhiệt để thực hiện phương pháp theo sáng chế được dùng để thực hiện $TP_{đích}$. Ví dụ, dây chuyền xử lý nhiệt là lò ủ liên tục, lò tôi áp lực, ủ từng mẻ hoặc dây chuyền tôi.

Cuối cùng, sáng chế đề cập đến vật ghi đọc được bằng máy tính bao gồm ít nhất một mô đun luyện kim, một mô đun tối ưu hóa và một mô đun nhiệt kết hợp với nhau để xác định $TP_{đích}$, các mô đun này có các lệnh phần mềm mà khi được thực hiện bởi máy tính sẽ thực hiện phương pháp theo sáng chế.

Các mô đun luyện kim dự báo vi cấu trúc (m_x , $m_{đích}$ bao gồm các pha siêu bền: bainit và mactensit và các pha bền: ferit, austenit, xementit và peclit) và

chính hơn là tỷ lệ của các pha trong suốt quá trình xử lý và dự báo động học của sự biến đổi của các pha.

Mô đun nhiệt dự báo nhiệt độ của thép tấm tùy thuộc vào thiết bị được dùng để xử lý nhiệt, thiết bị này là, ví dụ, lò ủ liên tục, các đặc tính hình học của dải thép, các thông số xử lý bao gồm công suất làm nguội, công suất nung nóng hoặc đẳng nhiệt, entanpi nhiệt H giải phóng hoặc tiêu thụ dọc theo toàn bộ chu trình nhiệt khi sự chuyển pha được thực hiện.

Mô đun tối ưu hoá xác định chu trình nhiệt tốt nhất để đạt được $m_{\text{đích}}$, tức là $TP_{\text{đích}}$ theo phương pháp của sáng chế bằng cách sử dụng mô đun luyện kim và mô đun nhiệt.

Sáng chế sẽ được giải thích thông qua các thử nghiệm nhằm mục đích minh họa. Chúng không nhằm mục đích giới hạn.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Trong ví dụ này, thép tấm DP780GI thành phần hóa học sau đây được chọn:

C (%)	Mn (%)	Si (%)	Cr (%)	Mo (%)	P (%)	Cu (%)	Ti (%)	N (%)
0,145	1,8	0,2	0,2	0,0025	0,015	0,02	0,025	0,06

Việc cán nguội với lượng ép là 50% để tạo ra độ dày 1mm.

$m_{\text{đích}}$ đạt được gồm 13% mactensit, 45% ferit và 42% bainit, tương ứng với $P_{\text{đích}}$ sau đây: YS bằng 500MPa và UTS bằng 780MPa. Nhiệt độ làm nguội $T_{\text{làm nguội}}$ là 460°C cũng phải đạt được để thực hiện việc phủ nhúng nóng bằng dung dịch mạ kẽm. Nhiệt độ phải đạt được với độ chính xác $\pm 2^{\circ}\text{C}$ để đảm bảo khả năng phủ tốt trong dung dịch mạ kẽm.

Trước tiên, thép tấm này được đối chiếu với một danh sách sản phẩm đã được xác định trước để tạo ra sản phẩm được chọn có vi cấu trúc $m_{\text{chuẩn}}$ gần nhất với $m_{\text{đích}}$. Sản phẩm được chọn là thép tấm DP780GI có thành phần hóa học sau đây:

C (%)	Mn (%)	Si (%)
0,150	1,900	0,2

Vì cấu trúc của DP780GI, tức là $m_{\text{chuẩn}}$, gồm 10% mactensit, 50% ferit và 40% bainit. Chu trình nhiệt $TP_{\text{chuẩn}}$ tương ứng bao gồm:

- bước nung nóng sơ bộ trong đó thép tấm được nung nóng từ nhiệt độ môi trường lên 680°C trong 35 giây,
- bước nung nóng trong đó thép tấm được nung nóng từ 680°C lên 780°C during 38 giây,
- bước ủ nhiệt trong đó thép tấm được nung nóng ở nhiệt độ ủ nhiệt $T_{\text{ủ nhiệt}}$ là 780°C trong 22 giây,
- bước làm nguội trong đó thép tấm này được làm nguội bằng 11 vòi phun làm nguội phun HN_x như sau:

Các vòi phun	Vòi phun 1	Vòi phun 2	Vòi phun 3	Vòi phun 4	Vòi phun 5	Vòi phun 6	Vòi phun 7	Vòi phun 8	Vòi phun 9	Vòi phun 10	Vòi phun 11
Tốc độ làm nguội (°C/giây)	13	10	12	7	10	14	41	26	25	16	18
Thời gian	1,76	1,76	1,76	1,76	1,57	1,68	1,68	1,52	1,52	1,52	1,52
T(°C)	748	730	709	697	681	658	590	550	513	489	462
Công suất làm nguội (%)	0	0	0	0	0	0	58	100	100	100	100

- phủ nhúng nóng trong dung dịch mạ kẽm ở 460°C,
- làm nguội thép tấm cho tới khi vào trục cán trên trong 24,6 giây ở 300°C và
- làm nguội của thép tấm ở nhiệt độ môi trường.

Tiếp đó, vô số chu trình nhiệt TP_x được tính toán dựa trên cơ sở sản phẩm được chọn DP780 và $TP_{\text{chuẩn}}$ và m_i of DP780 để đạt được $m_{\text{đích}}$.

Sau khi tính toán TP_x , một chu trình nhiệt $TP_{\text{đích}}$ để đạt được $m_{\text{đích}}$ được chọn, $TP_{\text{đích}}$ được chọn từ TP_x và được chọn sao cho m_x gần nhất với $m_{\text{đích}}$. $TP_{\text{đích}}$ bao gồm:

- bước nung nóng sơ bộ trong đó thép tấm được nung nóng từ nhiệt độ môi trường lên 680°C trong 35 giây,

- bước nung nóng trong đó thép tấm được nung nóng từ 680°C lên 780°C trong 38 giây,
- bước ủ nhiệt trong đó thép tấm được nung nóng ở nhiệt độ ủ nhiệt $T_{\text{ủ nhiệt}}$ là 780°C trong 22 giây,
- bước làm nguội trong đó thép tấm này được làm nguội bằng 11 vòi phun làm nguội phun HN_x như sau:

Các vòi phun	Vòi phun 1	Vòi phun 2	Vòi phun 3	Vòi phun 4	Vòi phun 5	Vòi phun 6	Vòi phun 7	Vòi phun 8	Vòi phun 9	Vòi phun 10	Vòi phun 11
Tốc độ làm nguội (°C/giây)	18	11	12	7	38	27	48	19	3	7	6
Thời gian	1,76	1,76	1,76	1,76	1,57	1,68	1,68	1,52	1,52	1,52	1,52
T(°C)	748	729	709	697	637	592	511	483	479	468	458
Công suất làm nguội (%)	0	0	0	0	40	20	100	100	20	20	20

- phủ nhúng nóng trong dung dịch mạ kẽm ở 460°C,
- làm nguội thép tấm cho tới khi vào trục cán trên trong 24,6 giây ở 300°C và
- làm nguội thép tấm cho tới khi đạt nhiệt độ môi trường xung quanh.

Bảng 1 thể hiện các tính chất được tạo ra với $TP_{\text{chuẩn}}$ và $TP_{\text{đích}}$ đối với thép tấm:

	$TP_{\text{chuẩn}}$	$TP_{\text{đích}}$	Các tính chất mong muốn
$T_{\text{làm nguội}}$ được tạo ra	462°C	458,09°C	460°C
Vi cấu trúc được tạo ra ở đầu ra của chu trình nhiệt	$X_{\text{mactensit}}: 12,83\%$ $X_{\text{ferit}}: 53,85\%$ $X_{\text{bainit}}: 33,31\%$	$X_{\text{mactensit}}: 12,86\%$ $X_{\text{ferit}}: 47,33\%$ $X_{\text{bainit}}: 39,82\%$	$X_{\text{mactensit}}: 13\%$ $X_{\text{ferit}}: 45\%$ $X_{\text{bainit}}: 42\%$
Độ lệch vi cấu trúc so với $m_{\text{đích}}$	$X_{\text{mactensit}}: 0,17\%$ $X_{\text{ferit}}: 8,85\%$ $X_{\text{bainit}}: 8,69\%$	$X_{\text{mactensit}}: 0,14\%$ $X_{\text{ferit}}: 2,33\%$ $X_{\text{bainit}}: 2,18\%$	-
YS (MPa)	434	494	500
Độ lệch YS đối với $P_{\text{đích}}$ (MPa)	66	6	-
UTS (MPa)	786	792	780
Độ lệch UTS đối với $P_{\text{đích}}$ (MPa)	14	8	-

Bảng 1 cho thấy rằng với phương pháp của sáng chế, có thể tạo ra được thép tấm có các tính chất mong muốn đã định do chu trình nhiệt $TP_{\text{đích}}$ được làm thích ứng với từng thép tấm. Trái lại, khi áp dụng chu trình nhiệt thông thường, $TP_{\text{chuẩn}}$, các tính chất mong muốn không được tạo ra.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp sản xuất thép tấm được xử lý nhiệt có thành phần hoá học của thép và vi cấu trúc $m_{đích}$ chứa 0 tới 100% ít nhất một pha được chọn trong số: ferit, mactensit, bainit, peclit, xementit và austenit, trong dây chuyền xử lý nhiệt bao gồm:

A. bước chuẩn bị bao gồm:

1) bước chọn lọc phụ trong đó thành phần hóa học và $m_{đích}$ được đối chiếu với một danh sách sản phẩm đã được xác định trước, có vi cấu trúc của chúng bao gồm các pha đã được xác định trước và tỷ lệ của các pha đã được xác định trước, để chọn ra sản phẩm có vi cấu trúc $m_{chuẩn}$ gần nhất với $m_{đích}$ và chu trình nhiệt đã được xác định trước $TP_{chuẩn}$ để tạo ra $m_{chuẩn}$,

2) bước tính toán phụ trong đó ít nhất hai chu trình nhiệt TP_x , với mỗi TP_x tương ứng với một vi cấu trúc m_x được tạo ra ở đầu ra của TP_x , được tính toán dựa trên cơ sở sản phẩm đã được chọn ở bước A.1) và $TP_{chuẩn}$ và vi cấu trúc ban đầu m_i của thép tấm để đạt được $m_{đích}$ sao cho:

$$T(t + \Delta t) = T(t) + \frac{(\varphi_{Đổi\ lưu} + \varphi_{Phát\ xạ})}{\rho \cdot Ep \cdot C_{pe}} \Delta t \pm \frac{H_x}{C_{pe}}$$

trong đó C_{pe} : nhiệt dung riêng của pha ($J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$), ρ : tỷ trọng của thép ($g \cdot m^{-3}$), Ep : độ dày của thép (m), φ : thông lượng nhiệt đối lưu và bức xạ tính theo W, H_x : entanpi nhiệt H giải phóng hoặc tiêu thụ giữa m_i và $m_{đích}$ ($J \cdot Kg^{-1}$), T : nhiệt độ ($^{\circ}C$) và t : thời gian,

3) bước chọn lọc phụ trong đó một chu trình nhiệt $TP_{đích}$ để đạt được $m_{đích}$ được chọn, $TP_{đích}$ được chọn từ TP_x và được chọn sao cho m_x gần nhất với $m_{đích}$,

B. bước xử lý nhiệt trong đó $TP_{đích}$ được thực hiện đối với thép tấm này.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó các pha đã được xác định trước ở bước A.1) được xác định bởi ít nhất một yếu tố được chọn từ: kích thước, hình dạng, bản chất hoá học và thành phần.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó vi cấu trúc $m_{đích}$ được chọn từ nhóm bao gồm:

- 100% austenit,
- 5 tới 95% mactensit, 4 tới 65% bainit, lượng còn lại là ferit,
- 8 tới 30% austenit tồn dư, lượng còn lại là ferit, mactensit, bainit, peclit và/hoặc xementit,
- 1% tới 30% ferit và 1% tới 30% bainit, 5 tới 25% austenit, lượng còn lại là mactensit,
- 5 tới 20% austenit tồn dư, lượng còn lại là mactensit,
- ferit và austenit tồn dư,
- austenit tồn dư và các pha liên kim loại,
- 80 tới 100% mactensit và 0 tới 20% austenit tồn dư,
- 100% mactensit,
- 5 tới 100% peclit và 0 tới 95% ferit, và
- ít nhất là 75% ferit đẳng trục, 5 tới 20% mactensit và bainit với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 10%.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó các loại sản phẩm thép đã được xác định trước bao gồm song pha, chuyển pha do biến dạng dẻo, thép tôi và phân hoá, hoá bền song tinh, bainit không carbua, thép tôi áp lực, TRIPLEX, DUPLEX và song pha có độ dẻo cao.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó mức chênh lệch giữa các tỷ lệ pha có mặt trong $m_{đích}$ và m_X là $\pm 3\%$.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ở bước A.2), entanpi nhiệt H giải phóng hoặc tiêu thụ giữa m_i và $m_{đích}$ được tính toán sao cho:

$$H_X = (X_{ferit} * H_{ferit}) + (X_{mactensit} * H_{mactensit}) + (X_{bainit} * H_{bainit}) + (X_{peclit} * H_{peclit}) + (H_{xementit} + X_{xementit}) + (H_{austenit} + X_{austenit})$$

X là thành phần pha.

7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó ở bước A.2), ít nhất một vi cấu trúc thép trung gian m_{xint} tương ứng với một chu trình nhiệt trung gian TP_{xint} và entanpi nhiệt H_{xint} được tính toán.
8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó ở bước A.2), TP_x là tổng của toàn bộ TP_{xint} và H_x là tổng của toàn bộ H_{xint} .
9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó trước bước A.1), ít nhất một đặc tính cơ học đích $P_{đích}$ được chọn trong số giới hạn chảy (Yield Strength – YS), độ bền kéo tới hạn (Ultimate Tensile Strength – UTS), độ giãn dài của lỗ, khả năng dễ tạo hình được chọn.
10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó $m_{đích}$ được tính toán dựa trên cơ sở $P_{đích}$.
11. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ở bước A.2), các thông số xử lý thép tấm trước khi đi vào dây chuyền xử lý nhiệt được xét đến để tính TP_x .
12. Phương pháp theo điểm 11, trong đó các thông số xử lý bao gồm ít nhất một yếu tố được chọn trong số: lượng ép cán nguội, nhiệt độ cuộn, hành trình làm nguội trên bàn dẫn ra, nhiệt độ làm nguội và tốc độ làm nguội thép cuộn.
13. Phương pháp theo điểm 1, trong đó các thông số xử lý của dây chuyền xử lý mà thép tấm sẽ chạy trong dây chuyền xử lý nhiệt này được xét đến để tính TP_x .
14. Phương pháp theo điểm 13, trong đó các thông số xử lý bao gồm ít nhất một yếu tố được chọn trong số: nhiệt độ của thép tấm gia công nhiệt cụ thể cần đạt được, tốc độ của dây chuyền, công suất làm nguội của các bộ phận làm nguội, công suất nung nóng của các bộ phận nung nóng, nhiệt độ quá già, nhiệt độ làm nguội, nhiệt độ nung nóng và nhiệt độ ủ nhiệt.

15. Phương pháp theo điểm 1, trong đó chu trình nhiệt, TP_x , TP_{xint} , $TP_{chuẩn}$ hoặc $TP_{đích}$, bao gồm ít nhất một việc xử lý được chọn từ: xử lý nung nóng, xử lý đẳng nhiệt hoặc xử lý làm nguội.

16. Phương pháp theo điểm 1, trong đó mỗi lần thép tấm mới đi vào dây chuyền xử lý nhiệt, một bước tính toán mới A.2) được tự động thực hiện dựa trên cơ sở bước lựa chọn A.1) đã được thực hiện trước mà không cần thực hiện bước lựa chọn A.1) mới.

17. Phương pháp theo điểm 16, trong đó việc điều chỉnh chu trình nhiệt được thực hiện khi thép tấm đi vào dây chuyền xử lý nhiệt trên những mét đầu tiên của tấm thép này.

18. Thép cuộn được tạo ra từ thép tấm thuộc loại sản phẩm thép đã được xác định trước được chọn từ nhóm bao gồm DP, TRIP, Q&P, TWIP, CFB, PHS, TRIPLEX, DUPLEX và DP HD, có thể tạo ra được từ phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 17, có độ lệch chuẩn của các đặc tính cơ học nhỏ hơn hoặc bằng 25MPa giữa hai điểm bất kỳ dọc theo thép cuộn này.

19. Thép cuộn theo điểm 18, trong đó thép cuộn này có độ lệch chuẩn nhỏ hơn hoặc bằng 15MPa giữa hai điểm bất kỳ dọc theo thép cuộn này.

20. Thép cuộn theo điểm 19, trong đó thép cuộn này có độ lệch chuẩn nhỏ hơn hoặc bằng 9MPa giữa hai điểm bất kỳ dọc theo thép cuộn này.

21. Dây chuyền xử lý nhiệt để thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 6, và 9 tới 17.

22. Vật ghi đọc được bằng máy tính bao gồm ít nhất một mô đun luyện kim, một mô đun tối ưu hóa và mô đun nhiệt kết hợp với nhau để xác định $TP_{đích}$, các mô đun này có các lệnh phần mềm mà khi được thực hiện bởi máy tính sẽ thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 6, và 9 tới 17.

Fig.1

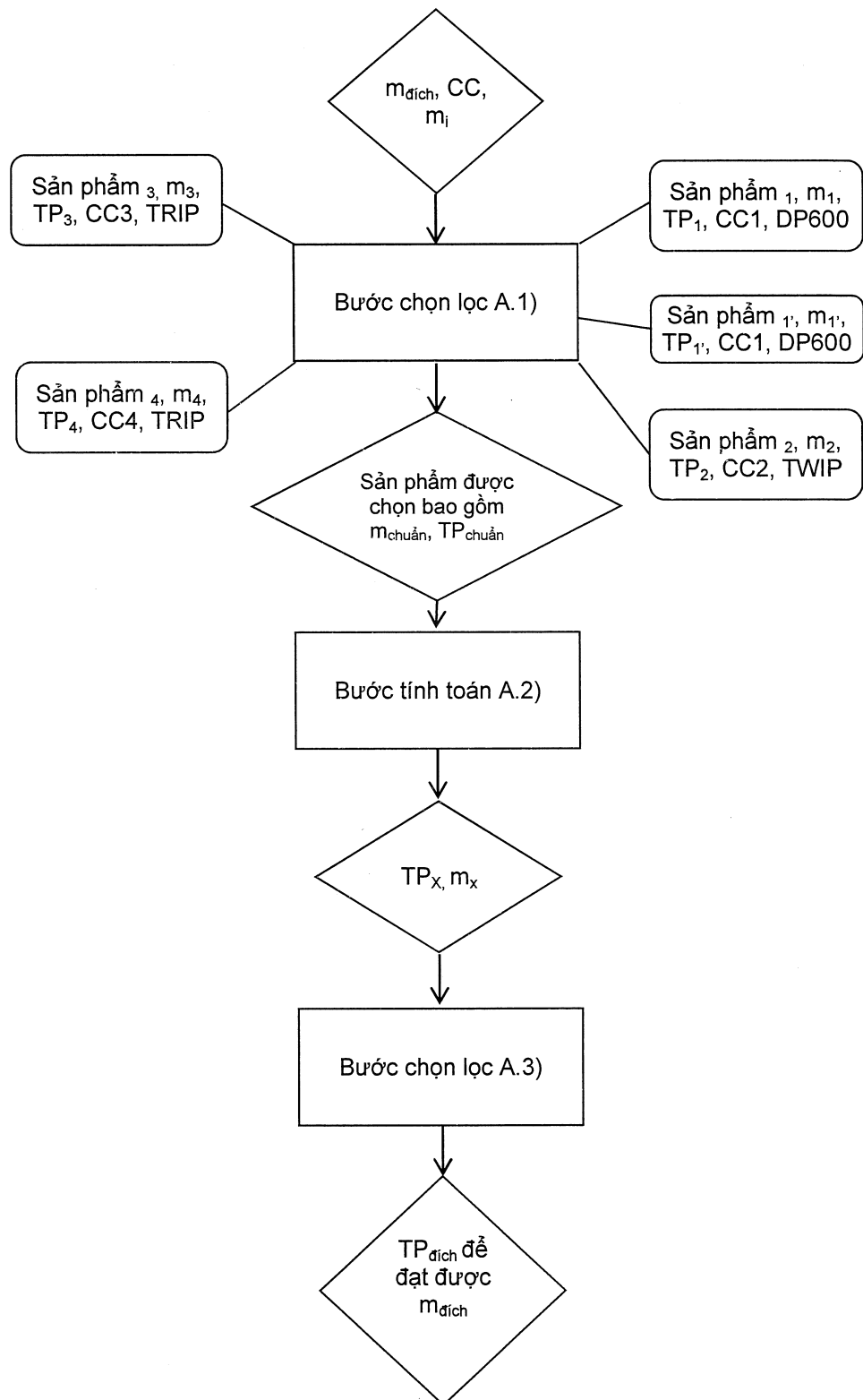
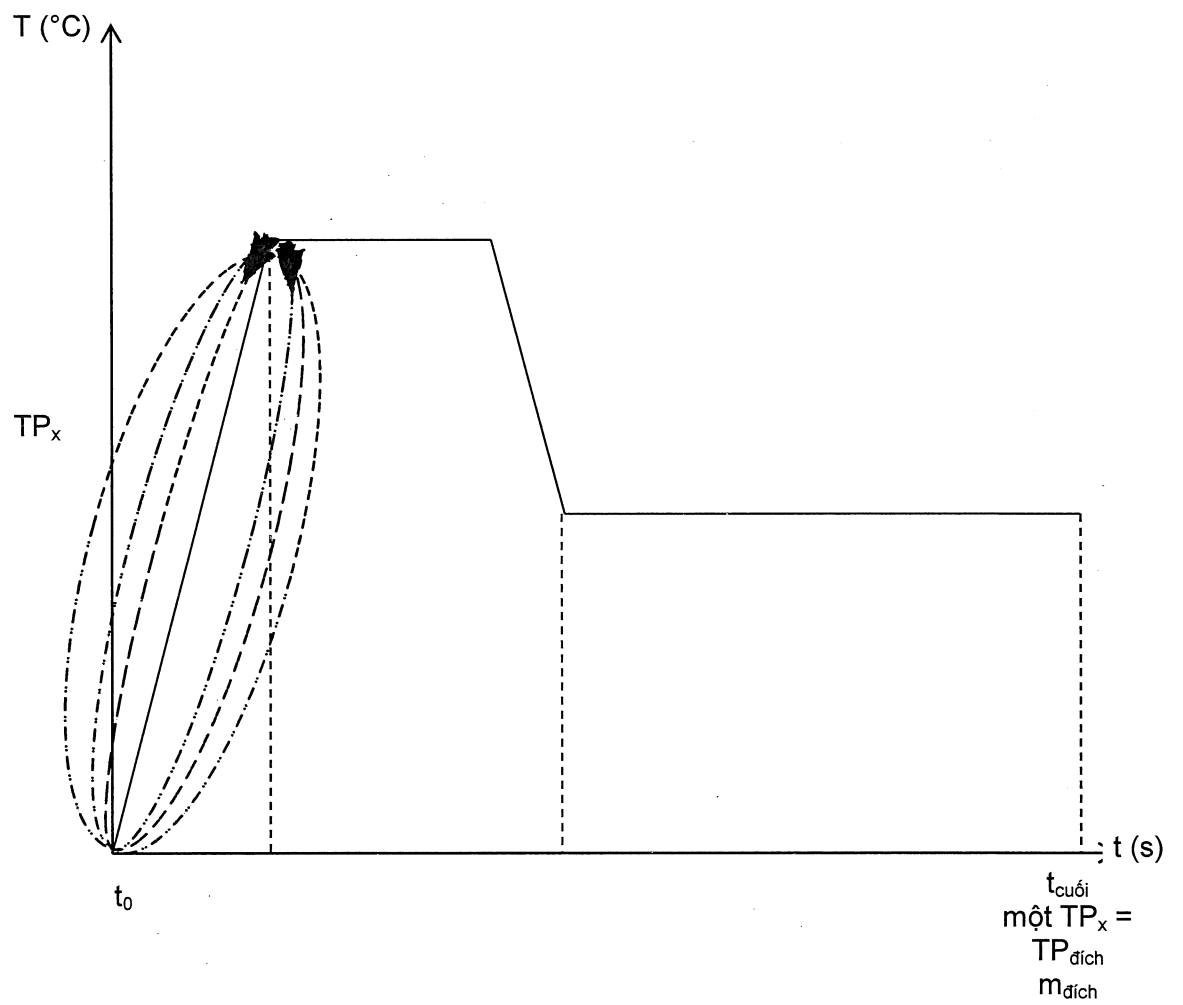


Fig.2



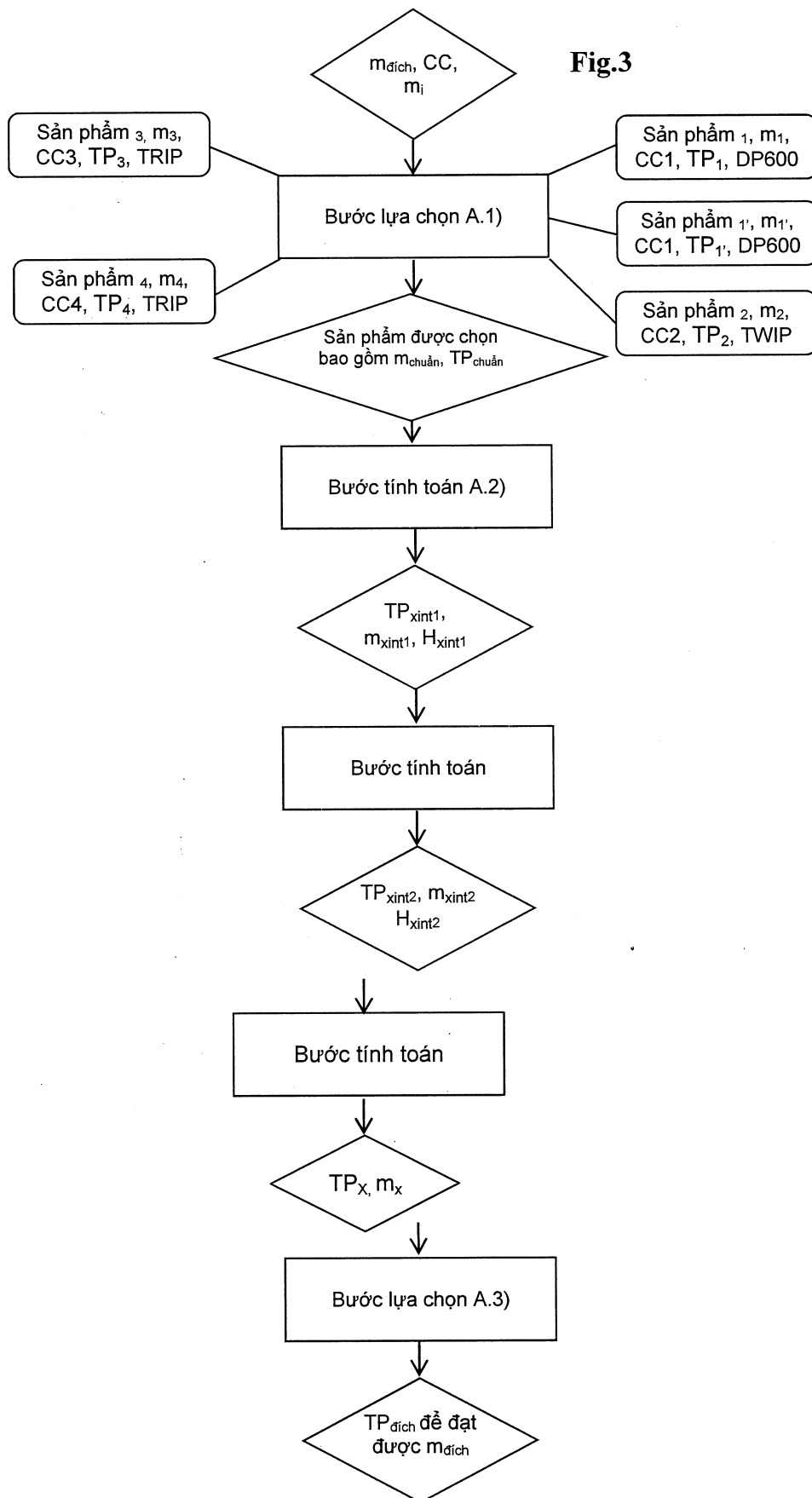


Fig.4

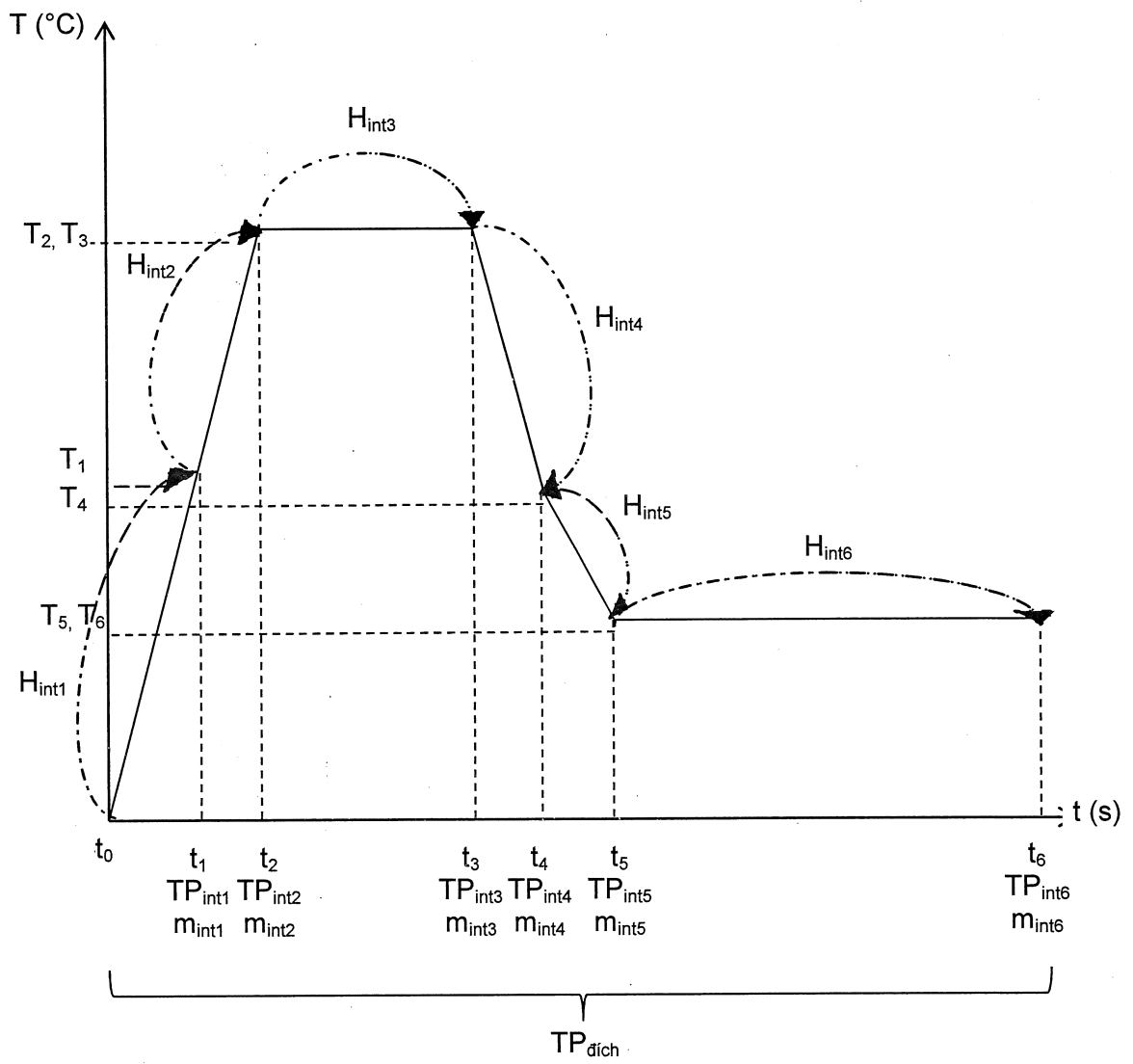


Fig.5

