



(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)



1-0035259

(51)⁷ C21D 9/573; B21B 37/00; C21D 11/00 (13) B

(21) 1-2019-03297

(22) 20/12/2017

(86) PCT/IB2017/058187 20/12/2017

(87) WO 2018/116192 28/06/2018

(30) PCT/IB2016/001788 20/12/2016 IB

(45) 25/04/2023 421

(43) 25/09/2019 378A

(73) ARCELORMITTAL (LU)

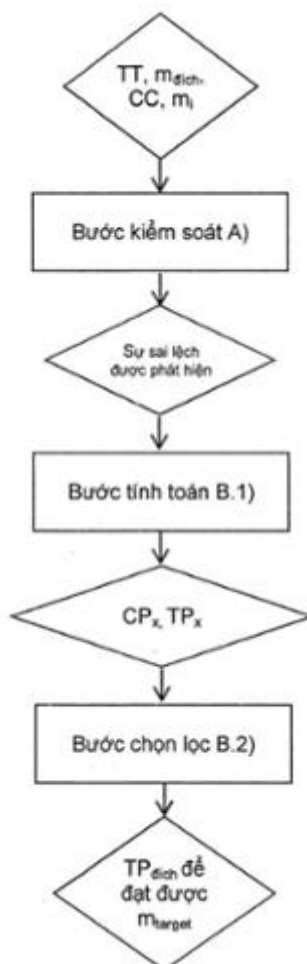
24-26, Boulevard d'Avranches, L-1160 Luxembourg, LUXEMBOURG

(72) BONNET, Frédéric (FR); PHAM, Van Thang (FR).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH ĐỘNG QUY TRÌNH SẢN XUẤT THÉP TẤM
ĐƯỢC XỬ LÝ NHIỆT

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp điều chỉnh động quy trình 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 dùng cho việc thực hiện phương pháp này cũng được đề xuất.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp điều chỉnh động quy trình 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.

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 cho 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. Trong các bước xử lý này, bước làm nguội là quan trọng bởi vì vi cấu trúc và các đặc tính cơ học của thép chủ yếu phụ thuộc vào bước làm nguội được thực hiện. Thông thường, việc làm nguội bao gồm việc thực hiện bước làm nguội được chọn trong số các bước xử lý đã biết, bước xử lý được chọn phụ thuộc vào loại thép.

Tuy nhiên, trong các bước xử lý này, một số sai lệch ngoài dự tính có thể xuất hiện trực tuyến. Ví dụ, nhiệt độ trong lò nung, độ dày của thép tấm, tốc độ của dây chuyền có thể thay đổi.

US 4440583 đề cập đến phương pháp làm nguội có kiểm soát dải thép được thực hiện bằng cách sử dụng thiết bị làm nguội bao gồm các vòi phun được bố trí theo hướng mà dải thép di chuyển, các vòi này phun chất làm nguội lên dải

thép nóng di chuyển, và van kiểm soát lưu lượng gắn vào đường ống cấp chất làm nguội cho các vòi phun. Bằng cách sử dụng phương trình có biến là độ dày của dải thép, nhiệt độ bắt đầu và kết thúc làm nguội, và tốc độ làm nguội đã định, tốc độ truyền nhiệt cần thiết để tạo ra tốc độ làm nguội mong muốn tính toán, và tốc độ truyền nhiệt thu được này được hiệu chỉnh theo hiệu ứng làm nguội tự nhiên ở các vùng chạy không tải trước và sau vùng phun chất làm nguội. Sau đó, lưu lượng chất làm nguội được xác định, và thiết lập từ mối quan hệ đã được thiết lập trước của nó với tốc độ truyền nhiệt. Chiều dài của vùng phun chất làm nguội dọc theo đường di chuyển của dải được tính toán bằng cách sử dụng tốc độ di chuyển của dải thép, nhiệt độ bắt đầu và kết thúc làm nguội, và tốc độ làm nguội mong muốn. Các vòi phun được thiết lập ở chế độ bật tắt sao cho chất làm nguội chỉ được phun từ một số lượng vòi phun nhất định tương ứng với trị số đã được tính toán. Khi độ dày của dải thép thay đổi trong khi việc làm nguội có kiểm soát được thực hiện, thì tốc độ truyền nhiệt được thiết lập lại, trên cơ sở các thiết lập nêu trên, để hiệu chỉnh lưu lượng chất làm nguội một cách tương ứng. Khi tốc độ dải thép thay đổi, thì chiều dài của vùng phun chất làm nguội được tính toán lại để hiệu chỉnh chế độ bật tắt của các vòi phun.

Theo phương pháp này, khi sự sai lệch xuất hiện, tốc độ truyền nhiệt hoặc chiều dài của vùng phun chất làm nguội được tính toán lại để hiệu chỉnh sự sai lệch này. Phương pháp này không tính đến các đặc tính của thép tấm bao gồm thành phần hóa học, vi cấu trúc, tính chất, kết cấu bề mặt, v.v.. Do đó, sẽ có nguy cơ là sự hiệu chỉnh giống hệt nhau được áp dụng đối với mọi thép tấm cho dù mỗi loại thép tấm sẽ có các đặc tính riêng đặc trưng. Phương pháp này không cho phép xử lý làm nguội cá biệt mỗi loại thép khác nhau.

Do đó, việc hiệu chỉnh 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 điều chỉnh động quy trình 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 điều chỉnh việc xử lý làm nguội trực tuyến bằng cách đưa ra 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 37 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 hoạ sáng chế, 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 theo sáng chế.

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.

Fig.3 minh họa một phương án được ưu tiên theo sáng chế này.

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

Mô tả chi tiết sáng chế

Các thuật ngữ sau được sử dụng:

- CC: thành phần hóa học tính theo phần trăm khối lượng,
- $m_{đích}$: trị số đích của vi cấu trúc,
- $m_{chuẩn}$: vi cấu trúc của sản phẩm được chọn,

- $P_{\text{đích}}$: 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 ($^{\circ}\text{C}$),
- 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,
- TT: xử lý nhiệt,
- chu trình nhiệt, TT, $TP_{\text{đích}}$ và TP_x 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,
- chu trình nung nóng bao gồm thời gian, nhiệt độ và tốc độ nung nóng,
- chu trình ủ nhiệt bao gồm thời gian, nhiệt độ và tốc độ ủ nhiệt,
- CP_x và CP_{xint} bao gồm thời gian, nhiệt độ và tốc độ làm nguội, và
- các chất lỏng nano: chất lỏng chứa các hạt nano.

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 điều chỉnh động quy trình 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 bộ phận nung nóng, bộ phận ủ nhiệt và bộ phận làm nguội bao gồm hệ thống làm nguội, trong đó việc

xử lý nhiệt đã được xác định trước TT, bao gồm ít nhất là các bước nung nóng, ủ nhiệt và làm nguội, được thực hiện, phương pháp này bao gồm:

- A. bước kiểm soát trong đó ít nhất một cảm biến phát hiện sự sai lệch bất kỳ xảy ra trong TT,
- B. bước tính toán được thực hiện khi sự sai lệch được phát hiện trong TT sao cho một chu trình nhiệt $TP_{đích}$ mới được xác định để tạo ra $m_{đích}$ có tính đến độ lệch, bước tính toán này bao gồm:

- 1) bước tính toán phụ trong đó thông qua việc thay đổi công suất làm nguội, các chu trình làm nguội CP_x mới được tính toán dựa trên cơ sở TT, vì cấu trúc ban đầu mi của thép tấm để đạt được $m_{đích}$, chu trình nung nóng, chu trình ủ nhiệt bao gồm $T_{ủ\ nhiệt}$ và $T_{làm\ nguội}$, bước làm nguội của TT được tính toán lại bằng cách sử dụng CP_x này để tạo ra các chu trình nhiệt TP_x mới, với mỗi TP_x tương ứng với một vi cấu trúc m_x ,
- 2) bước chọn lọc trong đó một $TP_{đích}$ để đạt được $m_{đích}$ được chọn, $TP_{đích}$ được chọn trong số các chu trình nhiệt TP_x đã được tính toán và được chọn sao cho m_x gần nhất với $m_{đích}$, và

- C. bước xử lý nhiệt mới trong đó $TP_{đích}$ được thực hiện trực tuyến trên 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 hiệu chỉnh được sự sai lệch bất kỳ xảy ra trong quá trình xử lý nhiệt bằng cách đưa ra việc xử lý nhiệt cá biệt tùy thuộc vào mỗi loại thép tấm. Do đó, chu trình nhiệt $TP_{đích}$ mới chính xác được tính toán trong một khoảng thời gian tính toán ngắn có tính đến $m_{đích}$, chính xác hơn là tỷ lệ của tất cả các pha trong chu trình làm nguội, m_i (kể cả sự phân tán vi cấu trúc dọc theo thép tấm) và độ lệch. 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, các vi cấu trúc m_x , $m_{đích}$ và các pha m_i được xác định bởi ít nhất một yếu tố được chọn từ: kích thước, hình dạng và thành phần hóa học.

Tốt hơn là, TT còn bao gồm bước nung nóng sơ bộ. Tốt hơn nữa là, TT còn bao gồm bước nhúng nóng, bước hóa già quá mức hoặc bước phân hoá.

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 của ferit,
- 8 tới 30% austenit tồn dư, 0,6 tới 1,5% cacbon trong dung dịch rắn, lượng còn lại là của ferit, mactensit, bainit, peclit và/hoặc xementit,
- 1% tới 30% ferit và 1% tới 30% bainit, 5 tới 25% austenit, lượng còn lại là của mactensit,
- 5 tới 20% austenit tồn dư, lượng còn lại là của 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, các thép tấm này có thể thuộc loại bất kỳ trong số các loại 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:

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

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

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

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

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

$$Si \leq 1,0\%,$$

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

Fig.1 minh họa một ví dụ theo sáng chế trong đó TT được thực hiện đối với thép tấm trong dây chuyền xử lý nhiệt, thép tấm này có thành phần hóa học CC và $m_{đích}$ được tạo ra.

Theo sáng chế này trong bước A), sự sai lệch bất kỳ xảy ra trong quá trình xử lý nhiệt được phát hiện. Tốt hơn là, sự sai lệch do sự thay đổi của một thông số xử lý được chọn trong số: nhiệt độ của lò nung, nhiệt độ của thép tấm, hàm lượng khí, thành phần khí, nhiệt độ của khí, tốc độ của dây chuyền, sự sai hỏng trong dây chuyền xử lý nhiệt, sự thay đổi của dung dịch mạ nhúng nóng, khả năng phát xạ của thép tấm và sự thay đổi độ dày của thép tấm này.

Nhiệt độ của lò nung có thể là nhiệt độ nung nóng, nhiệt độ ủ nhiệt, nhiệt độ làm nguội, nhiệt độ quá già.

Nhiệt độ của thép tấm có thể được đo tại thời điểm bất kỳ trong quá trình xử lý nhiệt ở các vị trí khác nhau của dây chuyền xử lý nhiệt, ví dụ:

- trong bộ phận nung nóng tốt hơn là lò lửa trực tiếp (DFF: direct flame furnace), lò ống bức xạ (RTF: radian tube furnace), lò điện trở hoặc lò cảm ứng,
- trong bộ phận làm nguội, đặc biệt là, trong các vòi phun làm nguội, trong hệ thống làm nguội hoặc trong miệng phun, và
- trong bộ phận đẳng nhiệt tốt hơn là lò điện trở.

Để phát hiện sự thay đổi nhiệt độ, cảm biến có thể là hỏa kế hoặc bộ quét.

Thông thường, các quá trình xử lý nhiệt có thể được thực hiện trong môi trường oxy hóa, tức là môi trường bao gồm khí oxy hóa là ví dụ: O_2 , CO_2 hoặc CO . Nó cũng có thể được thực hiện trong môi trường trung tính, tức là môi trường bao gồm khí trung tính là, ví dụ: N_2 , Ar , He hoặc Xe . Cuối cùng, chúng cũng có thể được thực hiện trong môi trường khử, tức là môi trường bao gồm khí khử là, ví dụ: H_2 hoặc HN_x .

Sự thay đổi hàm lượng khí có thể được phát hiện bởi khí áp kế.

Tốc độ của dây chuyền có thể được phát hiện bởi cảm biến laze.

Ví dụ, sự sai hỏng trong dây chuyền xử lý nhiệt có thể là:

- trong lò lửa trực tiếp: bộ đốt không còn làm việc,
- trong lò ống bức xạ: ống bức xạ không còn làm việc,
- trong lò điện: điện trở không còn làm việc, hoặc
- trong bộ phận làm nguội: một hoặc một vài các vòi phun làm nguội không còn làm việc.

Trong các trường hợp như vậy, cảm biến có thể là hỏa kế, khí áp kế, mức tiêu thụ điện hoặc camera.

Sự thay đổi độ dày của thép tấm này có thể được phát hiện bởi cảm biến laze hoặc cảm biến siêu âm.

Khi sự sai lệch được phát hiện, thông qua việc thay đổi công suất làm nguội, các chu trình làm nguội CP_x mới được tính toán dựa trên cơ sở TT, m_i để đạt được $m_{đích}$, chu trình nung nóng, chu trình ủ nhiệt bao gồm $T_{ủ\ nhiệt}$ và $T_{làm\ nguội}$, bước làm nguội của TT được tính toán lại bằng cách sử dụng CP_x này để tạo ra các chu trình nhiệt TP_x mới, với mỗi TP_x tương ứng với một vi cấu trúc m_x . Việc tính toán CP_x dựa trên cơ sở đặc tính nhiệt và đặc tính luyện kim của thép tấm so với các phương pháp thông thường trong đó duy nhất đặc tính nhiệt được xem xét.

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. Độ lệch D do sự thay đổi của $T_{ủ\ nhiệt}$ được phát hiện. Do đó, vô số CP_x và vì vậy TP_x được tính toán sao cho $TP_{chuẩn}$ được chọn trong số TP_x , để tạo ra $m_{đích}$ như được thể hiện duy nhất cho bước làm nguội thứ nhất trên Fig.2. Trong ví dụ này, CP_x đã được tính toán cũng bao gồm bước làm nguội thứ hai (không được thể hiện).

Tốt hơn là, ở bước B.1), công suất làm nguội của hệ thống làm nguội thay đổi từ trị số nhỏ nhất tới trị số lớn nhất hoặc từ trị số lớn nhất tới trị số nhỏ nhất. Ví dụ, hệ thống làm nguội này gồm ít nhất một vòi phun làm nguội, ít nhất một bộ phun làm nguội hoặc ít nhất là cả hai. Tốt hơn là, hệ thống làm nguội này gồm ít nhất một vòi phun làm nguội, vòi phun làm nguội phun chất lưu là khí, chất lỏng chứa nước hoặc hỗn hợp của chúng. Ví dụ, khí này được chọn từ không khí, HN_x , H_2 , N_2 , Ar, He, hơi nước hoặc hỗn hợp của chúng. Ví dụ, chất lỏng chứa nước này được chọn từ: nước hoặc các chất lỏng nano.

Tốt hơn là, các vòi phun làm nguội phun khí với lưu lượng nằm trong khoảng từ 0 và $350000 \text{ Nm}^3/\text{giờ}$. Số lượng các vòi phun làm nguội có mặt trong bộ phận làm nguội tùy thuộc vào dây chuyền xử lý nhiệt, nó có thể thay đổi nằm trong khoảng từ 1 đến 25, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 1 đến 20, có lợi nếu nằm trong khoảng từ 1 đến 15 và tốt hơn nữa nằm trong khoảng từ 1 đến 5. Lưu lượng này tùy thuộc vào số lượng các vòi phun làm nguội. Ví dụ, lưu lượng của một vòi phun làm nguội nằm trong khoảng từ 0 đến $50000 \text{ Nm}^3/\text{giờ}$, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0 đến $40000 \text{ Nm}^3/\text{giờ}$, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0 đến $20000 \text{ Nm}^3/\text{giờ}$.

Khi bộ phận làm nguội bao gồm các vòi phun làm nguội, thì sự thay đổi công suất làm nguội dựa trên cơ sở lưu lượng. Ví dụ, với một vòi phun làm nguội, $0 \text{ Nm}^3/\text{giờ}$ tương ứng với công suất làm nguội bằng 0% và $40000 \text{ Nm}^3/\text{giờ}$ tương ứng với công suất làm nguội bằng 100%.

Do đó, ví dụ, công suất làm nguội của một vòi phun làm nguội thay đổi từ $0 \text{ Nm}^3/\text{giờ}$, tức là 0%, đến $40000 \text{ Nm}^3/\text{giờ}$, tức là 100%. Trị số nhỏ nhất và trị số lớn nhất của công suất làm nguội có thể là trị số bất kỳ được chọn nằm trong khoảng từ 0 đến 100%. Ví dụ, trị số nhỏ nhất bằng 0%, 10%, 15% hoặc 25%. Ví dụ, trị số lớn nhất bằng 80%, 85%, 90% hoặc 100%.

Khi bộ phận làm nguội có ít nhất là 2 vòi phun làm nguội, thì công suất làm nguội có thể là như nhau hoặc khác nhau trên mỗi vòi phun làm nguội. Điều đó có nghĩa là mỗi vòi phun làm nguội có thể được tạo kết cấu độc lập với nhau. Ví dụ, khi bộ phận làm nguội có 11 vòi phun làm nguội, thì công suất làm nguội của ba vòi phun làm nguội đầu tiên có thể bằng 100%, công suất làm nguội bốn vòi phun làm nguội tiếp theo có thể bằng 45% và công suất làm nguội của bốn vòi phun cuối cùng có thể bằng 0%.

Ví dụ, sự thay đổi công suất làm nguội có độ gia tăng nằm trong khoảng từ 5 đến 50%, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 5 đến 40%, tốt hơn nữa nằm trong khoảng từ 5 đến 30% và có lợi nếu nằm trong khoảng từ 5 đến 20%. Độ gia tăng công suất làm nguội bằng, ví dụ, 10%, 15% hoặc 25%.

Khi bộ phận làm nguội có ít nhất là 2 vòi phun làm nguội, thì độ gia tăng công suất làm nguội có thể là như nhau hoặc khác nhau trên mỗi vòi phun làm

nguội. Ví dụ, ở bước B.1), độ gia tăng công suất làm nguội có thể là 5% trên tất cả các vòi phun làm nguội. Theo một phương án khác, độ gia tăng công suất làm nguội có thể là 5% đối với ba vòi phun đầu tiên, 20% đối với bốn vòi phun tiếp theo và 15% đối với bốn vòi phun cuối cùng. Tốt hơn là, độ gia tăng công suất làm nguội là khác nhau đối với mỗi vòi phun làm nguội, ví dụ 5% đối với vòi phun thứ nhất, 20% đối với vòi phun thứ hai, 0% đối với vòi phun thứ ba, 10% đối với vòi phun thứ tư, 0% đối với vòi phun thứ năm, 35% đối với vòi phun thứ sáu, v.v..

Theo một phương án được ưu tiên, các hệ thống làm nguội được tạo kết cấu tùy thuộc vào sự chuyển pha độc lập với nhau. Ví dụ, khi hệ thống làm nguội có 11 vòi phun làm nguội, thì công suất làm nguội của ba vòi phun làm nguội đầu tiên có thể được tạo kết cấu để làm biến đổi, công suất làm nguội bốn vòi phun làm nguội tiếp theo có thể được tạo kết cấu cho sự biến đổi austenit thành peclit và công suất làm nguội của bốn vòi phun cuối cùng có thể được tạo kết cấu cho sự biến đổi austenit thành bainit. Theo một phương án khác, độ gia tăng công suất làm nguội có thể khác nhau đối với từng vòi phun làm nguội.

Tốt hơn là, ở bước B.1), $T_{\text{ủ nhiệt}}$ là một trị số cố định được chọn nằm trong khoảng từ 600 đến 1000°C. Ví dụ, $T_{\text{ủ nhiệt}}$ có thể là 700°C, 800°C hoặc 900°C tùy thuộc vào thép tấm.

Theo một phương án được ưu tiên khác, $T_{\text{ủ nhiệt}}$ thay đổi từ 600 tới 1000°C. Ví dụ, $T_{\text{ủ nhiệt}}$ có thể thay đổi từ 650 tới 750°C hoặc từ 800 tới 900°C tùy thuộc vào thép tấm.

Có lợi nếu, khi $T_{\text{ủ nhiệt}}$ thay đổi, thì sau bước B.1), một bước tính toán phụ khác được thực hiện trong đó:

- a. $T_{\text{ủ nhiệt}}$ thay đổi từ một trị số nằm trong khoảng được định trước được chọn từ 600 đến 1000°C và
- b. đối với mỗi sự thay đổi $T_{\text{ủ nhiệt}}$, các chu trình làm nguội CP_x mới được tính toán, dựa trên cơ sở TT, m_i để đạt được $m_{\text{chuẩn}}$ và $T_{\text{làm nguội}}$, bước làm nguội của TT được tính toán lại bằng cách sử dụng CP_x này để tạo ra các chu trình nhiệt TP_x mới, với mỗi TP_x tương ứng với một vị cấu trúc m_x .

Thực vậy, với phương pháp của sáng chế, sự thay đổi $T_{\text{ủ nhiệt}}$ được xét đến để tính toán CP_x . Do đó, đối với mỗi nhiệt độ ủ nhiệt, vô số chu trình làm nguội CP_x mới và theo đó TP_x mới được tính toán.

Tốt hơn là, ít nhất là 10 CP_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 CP_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.

Ở bước B.2), một $TP_{\text{đích}}$ 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 $m_{\text{đích}}$. Tốt hơn là, mức chênh lệch giữa các tỷ lệ pha có mặt trong $m_{\text{đích}}$ và m_x là $\pm 3\%$.

Tốt hơn là, ở bước B.2), khi ít nhất hai CP_x có m_x của chúng như nhau, thì $TP_{\text{đích}}$ được chọn là $TP_{\text{đích}}$ đòi hỏi công suất làm nguội nhỏ nhất.

Có lợi nếu, khi $T_{\text{ủ nhiệt}}$ thay đổi, thì $TP_{\text{đích}}$ được chọn còn bao gồm trị số $T_{\text{ủ nhiệt}}$ để đạt được $m_{\text{đích}}$, $TP_{\text{đích}}$ được chọn từ TP_x .

Có lợi nếu, ở bước B.2), entanpi nhiệt $H_{\text{giải phóng}}$ nằm trong khoảng m_i và $m_{\text{đích}}$ được tính toán sao cho:

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

X là thành phần pha.

Mặc dù không muốn gắn liền với lý thuyết bất kỳ, H thể hiện năng lượng được giải phóng 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 B.2), toàn bộ chu trình nhiệt CP_x được tính toán sao cho:

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

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

Tốt hơn là, ở bước B.2), ít nhất một vi cấu trúc thép trung gian m_{xint} tương ứng với một chu trình nhiệt trung gian CP_{xint} và entanpi nhiệt H_{xint} được tính toán. Trong trường hợp này, việc tính toán CP_x đạt được bởi việc tính toán vô số CP_{xint} . Do đó, tốt hơn là, CP_x là tổng của toàn bộ CP_{xint} và $H_{\text{giải phóng}}$ là tổng của toàn bộ H_{xint} . Theo phương án được ưu tiên này, CP_{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 B.1), m_{int1} và m_{int2} tương ứng lần lượt với CP_{xint1} và CP_{xint2} cũng như H_{xint1} và H_{xint2} được tính toán. $H_{\text{giải phóng}}$ trong toàn bộ chu trình nhiệt được xác định để tính CP_x . Theo phương án này, vô số có nghĩa là nhiều hơn 2 CP_{xint} , m_{xint} và H_{xint} được tính toán để tạo ra CP_x (không được thể hiện).

Theo một phương án được ưu tiên, trước bước A.1), ít nhất một đặc tính cơ học đích $P_{\text{đích}}$ 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, $m_{\text{đích}}$ được tính toán dựa trên cơ sở $P_{\text{đích}}$.

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 B.1), các thông số xử lý thép tấm trước khi đi vào dây chuyền xử lý nhiệt được xét đến để tính toán CP_x . Ví dụ, 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.

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 toán CP_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

hiệt, công suất làm nguội của các bộ phận làm nguội, nhiệt độ làm nguội và nhiệt độ quá già.

Tốt hơn là, $T_{\text{làm nguội}}$ là nhiệt độ bể nhúng nóng khi bộ phận làm nguội được tiếp sau bởi bộ phận phủ nhúng nóng bao gồm bể nhúng nóng. Tốt hơn là, bể nhúng nóng là dựa trên cơ sở nhôm hoặc trên cơ sở kẽm. Theo một phương án được ưu tiên, bể nhúng nóng trên cơ sở nhôm chứa dưới 15% Si, dưới 5,0% Fe, tùy ý 0,1 tới 8,0% Mg và tùy ý 0,1 tới 30,0% Zn, phần còn lại là Al.

Theo một phương án được ưu tiên khác, bể nhúng nóng trên cơ sở kẽm chứa 0,01-8,0% Al, tùy ý 0,2-8,0% Mg, phần còn lại là Zn.

Bể nhúng nóng này có thể còn chứa các tạp chất khó tránh khỏi và các nguyên tố tồn dư từ các thép thời nguyên liệu hoặc từ hành trình của thép tấm trong bể nhúng nóng. Ví dụ, các tạp chất tùy ý được chọn từ Sr, Sb, Pb, Ti, Ca, Mn, Sn, La, Ce, Cr, Zr hoặc Bi, hàm lượng tính theo khối lượng của mỗi nguyên tố có mặt phụ thêm này đều dưới 0,3% khối lượng. Các nguyên tố tồn dư từ các thép thời nguyên liệu hoặc từ hành trình của thép tấm trong bể nhúng nóng có thể là sắt với hàm lượng tối đa 5,0%, tốt hơn là 3,0%, khối lượng.

Theo một phương án được ưu tiên khác, $T_{\text{làm nguội}}$ là nhiệt độ tối T_q . Thực vậy, đối với thép tấm Q&P, một điểm quan trọng của quá trình xử lý tôi & phân hóa là T_q .

Tốt hơn là, $T_{\text{làm nguội}}$ nằm trong khoảng từ 150 đến 800°C.

Có lợi nếu, mỗi lần một thép tấm mới đi vào dây chuyền xử lý nhiệt, một bước tính toán mới B.2) được tự động thực hiện. Cụ thể, phương pháp theo sáng chế làm thích ứng chu trình làm nguội 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.

Tốt hơn là, việc làm thích ứng chu trình nhiệt được thực hiện khi một 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.

Tốt hơn là, việc tính toán được thực hiện khi xử lý nhiệt để kiểm tra xem có sự sai lệch bất kỳ xuất hiện hay không. Theo phương án này, định kỳ, việc tính toán được thực hiện để nhận diện nếu có sự sai lệch nhỏ xuất hiện. Cụ thể, ngưỡng phát hiện của cảm biến đôi khi là quá cao so với mức mà có thể phát hiện được sự sai lệch nhỏ. Việc tính toán tự động, được thực hiện ví dụ sau vài giây một lần, không dựa trên cơ sở ngưỡng phát hiện. Do đó, nếu việc tính toán này dẫn đến việc xử lý nhiệt tương tự, tức là việc xử lý nhiệt trực tuyến trực tuyến, TT sẽ không thay đổi. Nếu việc tính toán dẫn đến việc xử lý khác do có sự sai lệch nhỏ, thì việc xử lý này sẽ thay đổi.

Fig.4 minh họa một ví dụ theo sáng chế này 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, khi sự sai lệch D xuất hiện, thì TP_x được tính toán dựa trên cơ sở m_i , sản phẩm được chọn, TT và $m_{đích}$. Trong ví dụ này, các chu trình nhiệt trung gian CP_{xint1} tới CP_{xint4} , lần lượt tương ứng với m_{xint1} tới m_{xint4} , và H_{xint1} tới H_{xint4} được tính toán. $H_{giải\ phóng}$ được xác định để tạo ra CP_x và đó đó là TP_x . Trên hình vẽ này, $TP_{đích}$ được minh họa.

Với phương pháp của sáng chế, khi sự sai lệch xuất hiện, một bước xử lý nhiệt $TP_{đích}$ mới được thực hiện đối với thép tấm này.

Do đó, 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 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 hoặc 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, giữa hai 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, 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.

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 $m_{đích}$, tức là $TP_{đích}$ 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 các ví dụ sau đây, 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 55% để tạo ra độ dày là 1,2mm.

$m_{đích}$ đạt được gồm 12% mactensit, 58% ferit và 30% bainit, tương ứng với $P_{đích}$ sau đây: YS bằng 460MPa và UTS bằng 790MPa. Nhiệt độ làm nguội $T_{làm nguội}$ 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.

Việc xử lý nhiệt TT được thực hiện đối với thép tấm này, là như sau:

- bước nung nóng sơ bộ trong đó thép tấm được nung nóng từ nhiệt độ môi trường lên 680°C trong 37,5 giây,
- bước nung nóng trong đó thép tấm được nung nóng từ 680°C lên 780°C trong 40 giây,
- bước ủ nhiệt trong đó thép tấm được nung nóng ở nhiệt độ ủ nhiệt $T_{ủ nhiệt}$ là 780°C trong 24,4 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)	10	10	9	5	9	22	50	18	18	21	11
Thời gian	1,89	1,89	1,89	1,89	1,68	1,8	1,8	1,63	1,63	1,63	1,63
T(°C)	754	734	718	708	693	653	563	533	504	481	463

Công suất làm nguội (%)	0	0	0	0	0	0	28	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 27,8 giây ở 300°C và
- làm nguội thép tấm này ở nhiệt độ môi trường xung quanh.

Ví dụ 1: độ lệch của $T_{\text{ủ nhiệt}}$

Khi nhiệt độ ủ nhiệt $T_{\text{ủ nhiệt}}$ giảm từ 780°C xuống 765°C, một chu trình nhiệt $TP_{\text{đích 1}}$ mới được xác định để tạo ra $m_{\text{đích}}$ có tính đến độ lệch. Cuối cùng, vô số chu trình nhiệt CP_x được tính toán dựa trên cơ sở TT, m_i của DP780GI để tạo ra $m_{\text{đích}}$, chu trình nung nóng, chu trình ủ nhiệt bao gồm $T_{\text{ủ nhiệt}}$ và $T_{\text{làm nguội}}$.

Bước làm nguội của TT được tính toán lại bằng cách sử dụng CP_x này để tạo ra các chu trình nhiệt TP_x mới. Sau khi tính toán TP_x , một $TP_{\text{đích}}$ để đạt được $m_{\text{đích}}$ được chọn, $TP_{\text{đích}}$ được chọn từ TP_x đã được tính toán lại này và được chọn sao cho m_x gần nhất với $m_{\text{đích}}$. $TP_{\text{đích 1}}$ là như sau:

- bước ủ nhiệt trong đó thép tấm được nung nóng ở nhiệt độ ủ nhiệt $T_{\text{ủ nhiệt}}$ là 765°C trong 24,4 giây do có sự sai lệch trong bộ phận ủ nhiệt của dây chuyền xử lý nhiệt,
- bước làm nguội CP_1 bao gồm:
- 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)	9	9	10	15	32	28	31	11	10	7	8
Thời gian	1,89	1,89	1,89	1,89	1,68	1,8	1,8	1,63	1,63	1,63	1,63
T(°C)	742	725	706	679	625	574	518	500	483	472	459
Công suất làm nguội (%)	0	0	0	25	50	50	45	45	45	45	45

- phủ nhúng nóng trong dung dịch mạ kẽm ở 460°C,
- làm nguội thép tấm cho tới khi vào trục cán trên trong 27,8 giây ở 300°C và
- làm nguội thép tấm này ở nhiệt độ môi trường xung quanh.

Ví dụ 2: thép tấm có thành phần khác nhau

Một thép tấm DP780 mới đi vào dây chuyền xử lý nhiệt, do vậy bước tính toán được tự động thực hiện dựa trên cơ sở CC mới sau:

C(%)	Mn(%)	Si(%)	Cr(%)	Mo(%)	P(%)	Cu(%)	Ti(%)	N(%)
0,153	1,830	0,225	0,190	0,0025	0,015	0,020	0,025	0,006

Chu trình nhiệt TP_{đích 2} mới được xác định để tạo ra m_{đích} có tính đến CC mới này. TP_{đích 2} là như sau:

- bước nung nóng sơ bộ trong đó thép tấm được nung nóng từ nhiệt độ môi trường lên 680°C trong 37,5 giây,
- bước nung nóng trong đó thép tấm được nung nóng từ 680°C lên 780°C trong 40 giây,
- bước ủ nhiệt trong đó thép tấm được nung nóng ở nhiệt độ ủ nhiệt T_{ủ nhiệt} là 780°C trong 24,4 giây,
- bước làm nguội CP₃ bao gồm:

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)	17	17	9	6	6	6	38	30	18	17	10
Thời gian	2,2	2,2	2,2	2,2	1,96	2,1	2,1	1,9	1,9	1,9	1,9
T(°C)	737	705	688	677	667	655	586	537	508	481	464
Công suất làm nguội(%)	100	100	30	0	0	0	100	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 during 26,8 giây ở 300°C và
- làm nguội thép tấm này ở nhiệt độ môi trường xung quanh.

Bảng 1 thể hiện các đặc tính của thép được tạo ra với TT, TP_{đích 1} và TP_{đích 2}.

	TT	TP _{đích 1}	TP _{đích 2}	Các đặc tính được mong muốn
T _{làm nguội} đạt được (°C)	461	458	462	460
Vi cấu trúc được tạo ra ở đầu ra của chu trình nhiệt	X _{mactensit} : 12% X _{ferit} : 55% X _{bainit} : 33%	X _{mactensit} : 12% X _{ferit} : 61% X _{bainit} : 27%	X _{mactensit} : 14% X _{ferit} : 55% X _{bainit} : 32%	X _{mactensit} : 12% X _{ferit} : 58% X _{bainit} : 30%
Độ lệch (chuẩn) đối với m _{đích}	X _{mactensit} : 0% X _{ferit} : 3% X _{bainit} : 3%	X _{mactensit} : 0% X _{ferit} : 3% X _{bainit} : 3%	X _{mactensit} : 2% X _{ferit} : 3% X _{bainit} : 2%	-
YS (MPa)	453,5	465	462	460
Độ lệch YS đối với P _{đích} (MPa)	6,5	5	2	-
UTS (MPa)	786,8	790	804	790
Độ lệch UTS đối với P _{đích} (MPa)	3,2	0	14	-

Với phương pháp của sáng chế, có thể điều chỉnh được TT nhiệt khi sự sai lệch xuất hiện hoặc khi một thép tấm mới có CC khác đi vào dây chuyền xử lý nhiệt. Bằng cách áp dụng các chu trình nhiệt TP_{đích 1} và TP_{đích 2} mới, có thể tạo ra được thép tấm có các tính chất mong muốn đã định, mỗi TP_{đích} được làm thích ứng một cách chính xác với từng sai lệch.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp điều chỉnh động quy trình 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 bộ phận nung nóng, bộ phận ủ nhiệt và bộ phận làm nguội là hệ thống làm nguội, trong đó việc xử lý nhiệt đã được xác định trước (TT), bao gồm ít nhất là các bước nung nóng, ủ nhiệt và làm nguội, được thực hiện, trong đó phương pháp này bao gồm:

A. bước kiểm soát trong đó ít nhất một cảm biến phát hiện sự sai lệch bất kỳ xảy ra trong TT,

B. bước tính toán được thực hiện khi sự sai lệch được phát hiện trong TT sao cho chu trình nhiệt $TP_{đích}$ mới được xác định để tạo ra $m_{đích}$ có tính đến độ lệch, bước tính toán này bao gồm:

1) bước tính toán phụ trong đó thông qua việc thay đổi công suất làm nguội, các chu trình làm nguội CP_x mới được tính toán dựa trên cơ sở TT, vi cấu trúc ban đầu mi của thép tấm để đạt được $m_{đích}$, chu trình nung nóng, chu trình ủ nhiệt bao gồm $T_{ủ\ nhiệt}$ và $T_{làm\ nguội}$, bước làm nguội của TT được tính toán lại bằng cách sử dụng CP_x này để tạo ra các chu trình nhiệt TP_x mới, có bước làm nguội được thay thế bởi một CP_x để tạo ra một chu trình nhiệt TP_x , với mỗi TP_x tương ứng với một vi cấu trúc m_x ,

2) bước chọn lọc trong đó một $TP_{đích}$ để đạt được $m_{đích}$ được chọn, $TP_{đích}$ được chọn trong số các chu trình nhiệt TP_x đã được tính toán và được chọn sao cho m_x gần nhất với $m_{đích}$ và

C. bước xử lý nhiệt mới trong đó $TP_{đích}$ được thực hiện trực tuyến trên thép tấm này.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ở bước A), sự sai lệch do sự thay đổi của một thông số xử lý được chọn trong số: nhiệt độ của lò nung, nhiệt độ của thép tấm, hàm lượng khí, thành phần khí, nhiệt độ của khí, tốc độ của dây chuyền, sự

sai hỏng trong dây chuyền xử lý nhiệt, sự thay đổi của dung dịch mạ nhúng nóng, khả năng phát xạ của thép tấm và sự thay đổi độ dày của thép tấm này.

3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó các pha được xác định bởi ít nhất một yếu tố được chọn từ: kích thước, hình dạng và thành phần hóa học.

4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 3, trong đó 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 của ferit,
- 8 tới 30% austenit tồn dư, 0,6 tới 1,5% cacbon trong dung dịch rắn, lượng còn lại là của ferit, mactensit, bainit, peclit và/hoặc xementit,
- 1% tới 30% ferit và 1% tới 30% bainit, 5 tới 25% austenit, lượng còn lại là của mactensit,
- 5 tới 20% austenit tồn dư, lượng còn lại là của 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%.

5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 4, trong đó thép tấm có thể là thép song pha, thép chuyển pha do biến dạng dẻo, thép tôi và phân hoá, thép hoá bền song tinh, thép bainit không carbua, thép tôi áp lực, thép TRIPLEX, thép DUPLEX và thép song pha có độ dẻo cao.

6. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 5, trong đó TT còn bao gồm bước nung nóng sơ bộ.

7. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 6, trong đó TT còn bao gồm bước nhúng nóng, bước hóa già quá mức hoặc bước phân hoá.
8. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 7, trong đó ở bước B.1), công suất làm nguội của hệ thống làm nguội thay đổi từ trị số nhỏ nhất tới trị số lớn nhất.
9. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 7, trong đó ở bước B.1), công suất làm nguội của hệ thống làm nguội thay đổi từ trị số lớn nhất tới trị số nhỏ nhất.
10. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 9, trong đó ở bước B.1), $T_{\text{ủ nhiệt}}$ là trị số cố định được chọn nằm trong khoảng từ 600 đến 1000°C.
11. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 10, trong đó ở bước B.1), $T_{\text{ủ nhiệt}}$ thay đổi từ 600 tới 1000°C.
12. Phương pháp theo điểm 11, trong đó sau bước B.1), một bước tính toán phụ khác được thực hiện trong đó:
 - a. $T_{\text{ủ nhiệt}}$ thay đổi từ một trị số nằm trong khoảng được định trước được chọn từ 600 đến 1000°C và
 - b. đối với mỗi sự thay đổi $T_{\text{ủ nhiệt}}$, các chu trình làm nguội CP_x mới được tính toán, dựa trên cơ sở TT, m_i để đạt được $m_{\text{chuẩn}}$ và $T_{\text{làm nguội}}$, bước làm nguội của TT được tính toán lại bằng cách sử dụng CP_x này để tạo ra các chu trình nhiệt TP_x mới, mỗi TP_x tương ứng với một vi cấu trúc m_x .
13. Phương pháp theo điểm 12, trong đó ở bước lựa chọn B.2), $TP_{\text{đích}}$ đã được chọn còn là trị số của $T_{\text{ủ nhiệt}}$.
14. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 13, trong đó ở bước B.2), khi ít nhất hai CP_x có m_x của chúng như nhau, thì $TP_{\text{đích}}$ được chọn là $TP_{\text{đích}}$ đòi hỏi công suất làm nguội nhỏ nhất.

15. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 14, khi ở bước B.1), mức chênh lệch giữa các tỷ lệ pha có mặt trong $m_{đích}$ và m_x là $\pm 3\%$.

16. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 15, trong đó ở bước B.1), entanpi nhiệt H giải phóng nằm trong khoảng m_i và $m_{đích}$ được tính toán sao cho:

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

X là thành phần pha.

17. Phương pháp theo điểm 16, trong đó ở bước B.1), toàn bộ chu trình làm nguội CP_x được tính toán sao cho:

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

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, $H_{\text{giải phóng}}$ ($J \cdot kg^{-1}$), T : nhiệt độ ($^{\circ}C$) và t : thời gian.

18. Phương pháp theo điểm 16 hoặc 17, trong đó ở bước B.1), ít nhất một vi cấu trúc thép trung gian m_{xint} tương ứng với một chu trình làm nguội trung gian CP_{xint} và entanpi nhiệt H_{xint} được tính toán.

19. Phương pháp theo điểm 18, trong đó ở bước B.1), CP_x là tổng của toàn bộ CP_{xint} và $H_{\text{giải phóng}}$ là tổng của toàn bộ H_{xint} .

20. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 19, trong đó trước bước A.1.a), 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.

21. Phương pháp theo điểm 20, trong đó $m_{đích}$ được tính toán dựa trên cơ sở $P_{đích}$.

22. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 21, trong đó ở bước B.1), các thông số xử lý thép tấm trước khi đi vào dây chuyền xử lý nhiệt được xét đến để tính toán CP_x .
23. Phương pháp theo điểm 22, 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.
24. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 23, trong đó ở bước B.1), 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 toán CP_x .
25. Phương pháp theo điểm 24, 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.
26. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 25, trong đó hệ thống làm nguội này gồm ít nhất một vòi phun làm nguội, ít nhất một bộ phun làm nguội hoặc ít nhất là cả hai.
27. Phương pháp theo điểm 26, trong đó khi hệ thống làm nguội này gồm ít nhất một vòi phun làm nguội, thì vòi phun làm nguội phun khí, chất lỏng chứa nước hoặc hỗn hợp của chúng.
28. Phương pháp theo điểm 27, trong đó khí này được chọn từ không khí, HN_x , H_2 , N_2 , Ar, He, hơi nước hoặc hỗn hợp của chúng.
29. Phương pháp theo điểm 28, trong đó chất lỏng chứa nước này được chọn từ nước hoặc chất lỏng nano.

30. Phương pháp theo điểm 28, trong đó vòi phun làm nguội phun không khí với lưu lượng nằm trong khoảng từ 0 đến $350000\text{Nm}^3/\text{giờ}$.
31. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 30, trong đó $T_{\text{làm nguội}}$ là nhiệt độ bể nhúng nóng khi bộ phận làm nguội được tiếp sau bởi bộ phận phủ nhúng nóng bao gồm bể nhúng nóng.
32. Phương pháp theo điểm 31, trong đó bể nhúng nóng là dựa trên cơ sở nhôm hoặc dựa trên cơ sở thép.
33. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 30, trong đó $T_{\text{làm nguội}}$ là nhiệt độ tối T_q .
34. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 33, trong đó $T_{\text{làm nguội}}$ nằm trong khoảng từ 150 đến 800°C .
35. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 34, trong đó mỗi lần một thép tấm mới đi vào dây chuyền xử lý nhiệt, một bước tính toán B.1) mới được tự động thực hiện.
36. Phương pháp theo điểm 35, trong đó việc làm thích ứng chu trình làm nguội được thực hiện khi một thép tấm đi vào bộ phận làm nguội của dây chuyền xử lý nhiệt trên những mét đầu tiên của tấm thép này.
37. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 19, trong đó việc tính toán được thực hiện khi xử lý nhiệt để kiểm tra xem có sự sai lệch bất kỳ xuất hiện hay không.

Fig.1

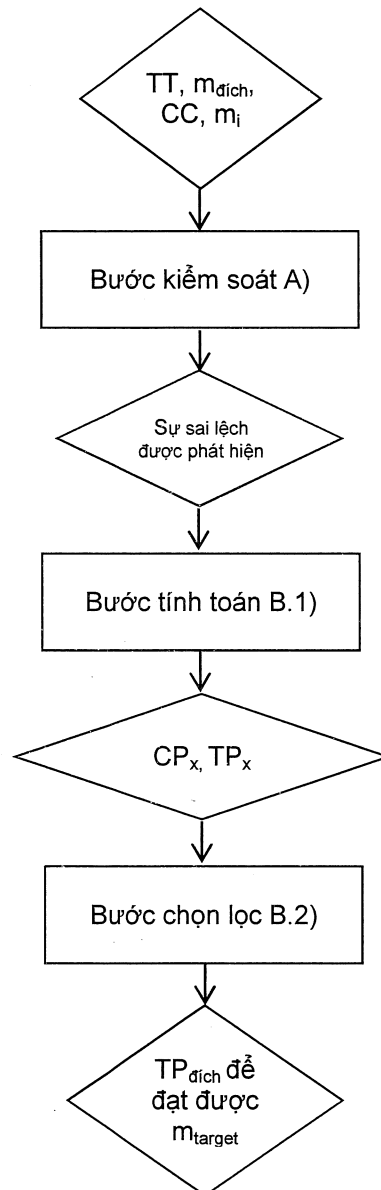


Fig.2

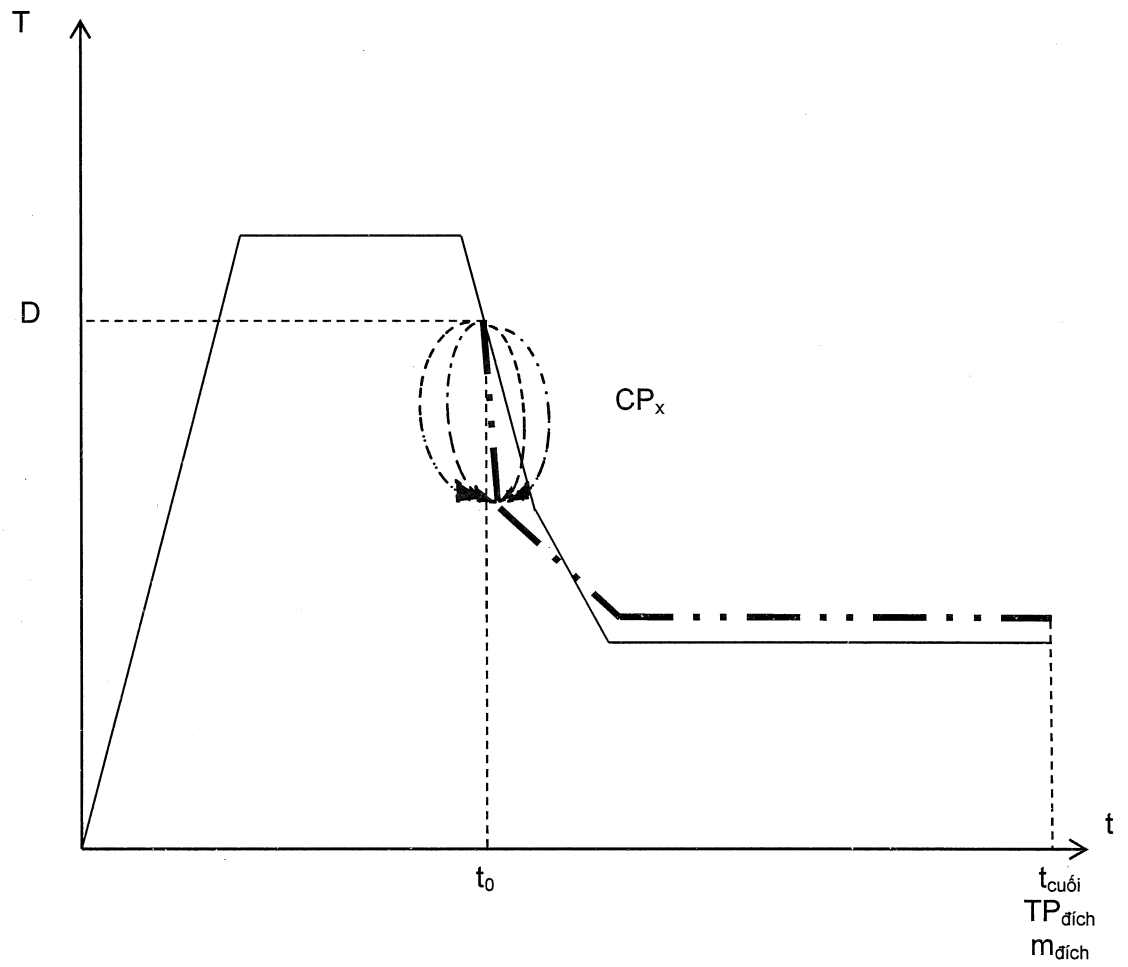


Fig.3

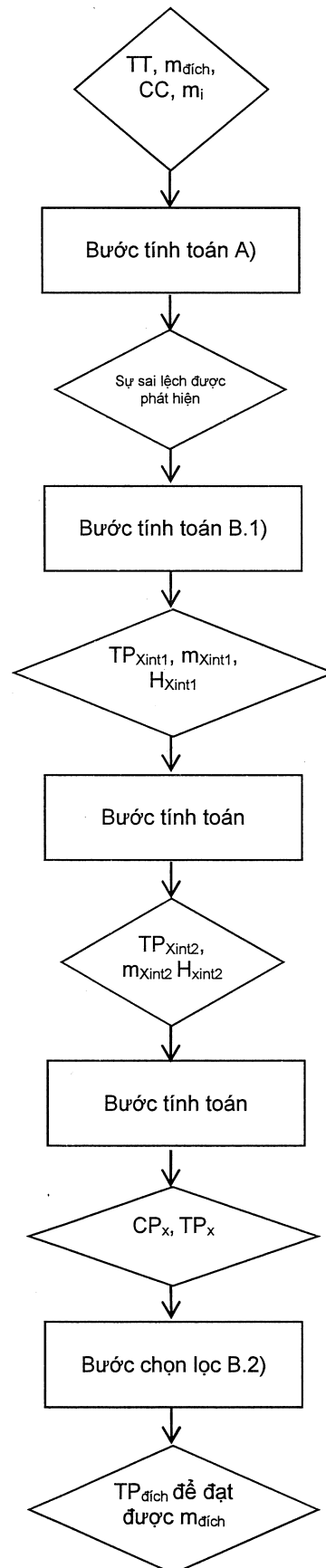


Fig.4

