



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



1-0032020

(51)^{2020.01} B22D 11/22; B22D 11/12; B22D 11/20; (13) B
B21B 1/46; B22D 11/128

-
- (21) 1-2017-02919 (22) 22/01/2016
(86) PCT/JP2016/000329 22/01/2016 (87) WO 2016/121355 04/08/2016
(30) 2015-016549 30/01/2015 JP; BR102015009492-2 28/04/2015 BR
(45) 25/05/2022 410 (43) 27/11/2017 356A
(73) JFE Steel Corporation (JP)
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, Japan
(72) TOISHI, Keigo (JP); OHNO, Hiroyuki (JP); ARAMAKI, Norichika (JP); MIKI, Yuji (JP).
(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)
-

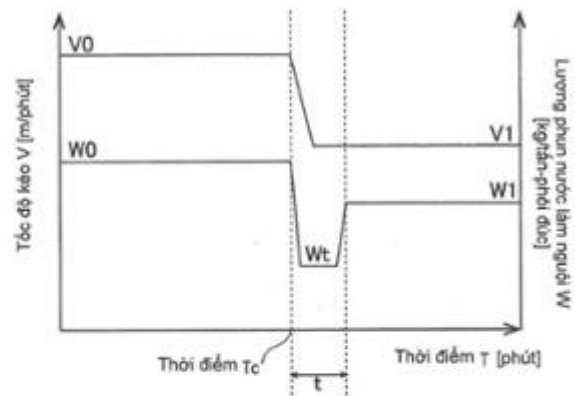
(54) PHƯƠNG PHÁP ĐÚC THÉP LIÊN TỤC

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp đúc thép liên tục mà có thể tránh vị trí hoàn thiện hóa cứng không bị thay đổi nhiều từ vị trí đích định trước ngay cả khi tốc độ kéo V của phôi đúc được thay đổi. Phôi đúc được kéo bằng cách thiết lập tốc độ V ở tốc độ V0 trong khi phun nước làm nguội vào phôi đúc sao cho đạt được lượng phun nước làm nguội W0[kg/tấn-phôi đúc] và, sau đó, tốc độ kéo V của phôi đúc được thay đổi đến tốc độ V1 từ tốc độ V0, và phôi đúc được kéo bằng cách thiết lập tốc độ V ở tốc độ V1 trong khi phun nước làm nguội vào phôi đúc sao cho đạt được lượng phun nước làm nguội W1[kg/tấn-phôi đúc]. Lượng phun nước làm nguội Wt [kg/tấn-phôi đúc] mà là lượng của nước làm nguội được phun vào phôi đúc trong khoảng thời gian đến thời gian t mà thu được bằng cách chia chiều dài đích Lt của phôi đúc cho tốc độ kéo V0 trôi từ thời điểm Tc mà ở đó tốc độ kéo V được thay đổi thỏa mãn công thức (1) sau đây hoặc công thức (2) sau đây:

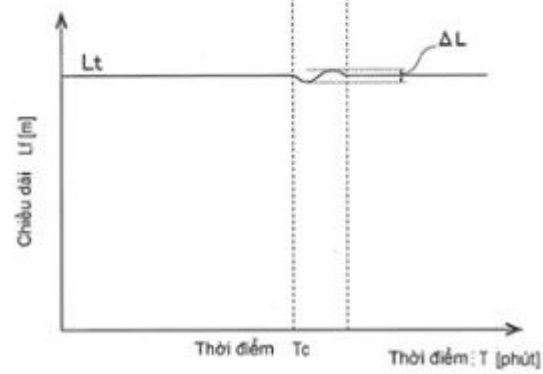
$W_t < W_1$ trong điều kiện $V_1 < V_0$... (1)

$W_t > W_1$ trong điều kiện $V_1 > V_0$... (2)

(a)



(b)



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp đúc thép liên tục mà vị trí hoàn thiện hóa cứng ở đó sự hóa cứng của thép nóng chảy trong phôi đúc được đúc bằng máy đúc liên tục được hoàn thiện được cố định vào vị trí đích định trước.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Khi đúc thép liên tục, ở giai đoạn hóa cứng cuối cùng, dòng hút của thép nóng chảy không bị hóa cứng (còn được gọi là "lớp không hóa cứng" khi cần thiết) được tạo ra theo hướng kéo của phôi đúc cùng với sự co ngót do hóa cứng. Ở lớp không hóa cứng, các nguyên tố hòa tan như cacbon (C), photpho (P), lưu huỳnh (S), mangan (Mn) và các nguyên tố tương tự được tập trung, và sự phân tầng phần giữa được tạo ra khi đã tập trung các dòng thép nóng chảy vào phần ở giữa của phôi đúc và bị hóa cứng.

Sự phân tầng phần giữa làm suy giảm chất lượng của sản phẩm thép, cụ thể là tấm dày. Ví dụ, ở vật liệu đường ống được sử dụng để vận chuyển dầu mỏ hoặc vận chuyển khí tự nhiên, sự nứt do ăn mòn ứng suất được tạo ra với sự phân tầng phần giữa làm điểm khởi đầu do tác động của khí chứa lưu huỳnh. Hơn nữa, các nhược điểm tương tự cũng xảy ra đối với công trình ngoài khơi, bể chứa, bể chứa dầu và các loại tương tự. Gần đây, thường có trường hợp mà cần sử dụng sản phẩm thép trong môi trường khắc nghiệt như môi trường có nhiệt độ thấp hoặc môi trường ăn mòn nhiều và do đó, việc làm giảm sự phân tầng phần giữa trong phôi đúc đã được coi là nhiệm vụ quan trọng.

Nhiều biện pháp đối phó để làm giảm sự phân tầng phần giữa của phôi đúc đã được đề xuất. Trong số các biện pháp đối phó này, đã biết rằng, ở máy đúc liên tục,

phương pháp giảm cán dễ cắt ở giai đoạn hóa cứng cuối cùng mà thực hiện mức giảm cán của phôi đúc có lớp không hóa cứng ở bên trong của chúng là có hiệu quả. Phương pháp giảm cán dễ cắt ở giai đoạn hóa cứng cuối cùng là phương pháp mà con lăn cán giảm được bố trí ở vùng lân cận của vị trí hoàn thiện hóa cứng của phôi đúc, phôi đúc được giảm dần bằng cách cán với lượng giảm cán tương ứng với lượng co ngót do hóa cứng bằng các con lăn cán giảm và do đó, sự tạo ra của các lỗ rỗng và dòng thép nóng chảy được tập trung ở phần giữa phôi đúc được tránh, nhờ đó sự phân tầng phần giữa của phôi đúc có thể được ngăn chặn.

Trong việc đúc thép liên tục, ở thời điểm đổi gàu rót mà được bố trí ở trên thùng trung gian của máy đúc liên tục và trong đó thép nóng chảy được chứa (được gọi là sự đổi gàu rót ở thời điểm thực hiện đúc liên tục liên tiếp) hoặc ở thời điểm phát hiện nhiệt độ bất thường ở bên trong khuôn hoặc tương tự, có thể có trường hợp mà cần giảm tốc độ kéo của phôi đúc. Trong trường hợp này, để phục hồi tốc độ đích trở lại, cần phải làm tăng tốc độ kéo. Theo phương pháp giảm cán dễ cắt ở giai đoạn hóa cứng cuối cùng, phần quy định trong vùng lân cận của vị trí hoàn thiện hóa cứng của phôi đúc trong quá trình đúc liên tục được giảm liên tục bằng cách cán và do đó, có mong muốn là vị trí hoàn thiện hóa cứng không bị thay đổi trong quá trình đúc liên tục. Tuy nhiên, như được mô tả trước đó, khi tốc độ kéo của phôi đúc được thay đổi, thì có khả năng là vị trí hoàn thiện hóa cứng được thay đổi.

Theo quan điểm của những điều nêu trên, đã có đề xuất phương pháp trong Tài liệu Sáng chế 1 mà, trong phương pháp đúc liên tục, khi tốc độ kéo (tốc độ đúc) của phôi đúc được thay đổi, nhằm mục đích điều khiển chính xác vị trí hoàn thiện hóa cứng, kiểu đáp ứng mà thể hiện mối quan hệ đáp ứng chuyển động của vị trí hoàn thiện hóa cứng của phôi đúc đối với sự thay đổi của tốc độ đúc và/hoặc lượng nước làm nguội được chuẩn bị, và biến thao tác của tốc độ đúc và/hoặc lượng nước làm nguội được tính dựa vào kiểu đáp ứng được tạo ra, và vị trí hoàn thiện hóa cứng được

điều khiển.

Danh sách tài liệu trích dẫn

Tài liệu Sáng chế

Tài liệu Sáng chế 1: JP-A-2007-268536

Tài liệu Sáng chế 2: Công bố đơn quốc tế PCT số WO 02/090971

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Ngay cả khi tốc độ kéo của phôi đúc được thay đổi như được mô tả trước đó, với việc sử dụng phương pháp được mô tả trong Tài liệu Sáng chế 1, việc điều khiển có thể được thực hiện sao cho vị trí hoàn thiện hóa cứng được thiết lập ở vị trí đích định trước ở vùng lân cận của các con lăn cán giảm. Tuy nhiên, theo phương pháp được mô tả trong Tài liệu Sáng chế 1, khi chuẩn bị kiểu đáp ứng, cần phải đo sự thay đổi theo thời gian vị trí hoàn thành hóa cứng của phôi đúc khi tốc độ đúc và/hoặc lượng nước làm nguội được thay đổi bằng cách sử dụng cảm biến siêu âm hoặc tương tự, do đó làm tăng nhược điểm là việc chuẩn bị kiểu đáp ứng đòi hỏi thời gian và công sức.

Sáng chế đã được thực hiện theo quan điểm về các nhược điểm nêu trên, và mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp đúc thép liên tục mà tránh vị trí hoàn thiện hóa cứng bị thay đổi ở mức độ lớn từ vị trí đích định trước ngay cả khi tốc độ kéo của phôi đúc bị thay đổi, mà không cần nhiều thời gian và công sức.

Giải quyết vấn đề

Ý chính của sáng chế mà khắc phục các nhược điểm nêu trên là như sau.

[1] Phương pháp đúc thép liên tục bao gồm các bước: bước đổ đầy thép nóng chảy vào khuôn đúc liên tục mà được làm nguội; bước làm hóa cứng thép nóng chảy trong khi đổ đầy để tạo ra phôi đúc; bước kéo phôi đúc ra khỏi khuôn; và bước phun

nước làm nguội về phía phôi đúc, trước các bước nêu trên, phương pháp này còn bao gồm: bước thu lượng phun nước làm nguội W_0 [kg/tấn-phôi đúc] mà với lượng này vị trí hoàn thiện hóa cứng nơi mà sự hóa cứng của thép nóng chảy trong phôi đúc được hoàn thiện được thiết lập là vị trí đích định trước trong điều kiện mà tốc độ kéo V của phôi đúc được thiết lập ở tốc độ V_0 [m/phút] thu được trước; và thu lượng phun nước làm nguội W_1 [kg/tấn-phôi đúc] mà với lượng này vị trí hoàn thiện hóa cứng được thiết lập làm vị trí đích trong điều kiện mà tốc độ kéo V của phôi đúc được thiết lập ở tốc độ V_1 [m/phút] mà khác với tốc độ V_0 , trong đó phôi đúc được kéo ở tốc độ V_0 trong khi phun nước làm nguội vào phôi đúc sao cho lượng phun nước làm nguội W được thiết lập là W_0 , và, sau đó, tốc độ kéo V của phôi đúc được thay đổi đến tốc độ V_1 từ tốc độ V_0 , và phôi đúc được kéo ở tốc độ V_1 trong khi phun nước làm nguội vào phôi đúc sao cho lượng phun nước làm nguội W được thiết lập ở W_1 , và lượng phun nước làm nguội W_t [kg/tấn-phôi đúc] mà là lượng W của nước làm nguội được phun vào phôi đúc trong khoảng thời gian đến khoảng thời gian t [phút] mà thu được bằng cách chia chiều dài đích L_t của phôi đúc từ đầu ra của khuôn đến vị trí đích dọc theo hướng đúc cho tốc độ kéo V_0 trôi từ thời điểm T_c mà ở đó tốc độ kéo V được thay đổi thỏa mãn công thức (1) sau đây hoặc công thức (2) sau đây.

$$W_t < W_1 \text{ trong điều kiện } V_1 < V_0 \dots (1)$$

$$W_t > W_1 \text{ trong điều kiện } V_1 > V_0 \dots (2)$$

[2] Phương pháp đúc thép liên tục theo mục [1], trong đó lượng phun nước làm nguội W trong khoảng thời gian đến thời gian t trôi từ thời điểm T_c được thay đổi ở n giai đoạn tiếp theo (n : số tự nhiên là 1 hoặc lớn hơn) từ giai đoạn mà W là W_t , và lượng phun $W_t(i-1)$ (i : số tự nhiên từ 1 đến n) ở giai đoạn thứ $(i-1)$ và lượng phun $W_t(i)$ ở giai đoạn thứ i được tính từ giai đoạn mà W là W_t thỏa mãn công thức (3) sau đây hoặc công thức (4) sau đây.

$$W_t \leq W_t(i-1) < W_t(n) < W_1 \text{ trong điều kiện } V_1 < V_0 \dots (3)$$

$$W_t \geq W_t(i-1) > W_t(n) > W_1 \text{ trong điều kiện } V_1 > V_0 \dots (4)$$

trong đó, $W(0)$ là W_t trong công thức (3) và công thức (4).

Hiệu quả đạt được bởi sáng chế

Theo sáng chế, ngay cả khi tốc độ kéo của phôi đúc được thay đổi, có thể tránh vị trí hoàn thiện hóa cứng không bị thay đổi ở mức độ lớn từ vị trí đích định trước mà không cần nhiều thời gian và công sức. Theo đó, bằng cách thực hiện hiệu quả phương pháp giảm cán dễ cắt ở giai đoạn hóa cứng cuối cùng, sự tạo ra của các lỗ rỗng và dòng thép nóng chảy đặc ở phần ở giữa của phôi đúc có thể được ngăn chặn và do đó, sự phân tầng phần giữa của phôi đúc có thể được ngăn chặn hiệu quả.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ thể hiện máy đúc liên tục.

Fig.2 là hình vẽ thể hiện đoạn con lăn mà cấu thành khu vực giảm cán dễ cắt của máy đúc liên tục được thể hiện trong Fig.1.

Fig.3 là hình vẽ thể hiện mặt cắt ngang của đoạn con lăn được thể hiện trong Fig.2 trực giao với hướng đúc.

Fig.4 là biểu đồ thể hiện một ví dụ về mối quan hệ giữa tốc độ kéo V (m/phút) của phôi đúc và lượng phun nước làm nguội W (kg/tấn-phôi đúc).

Fig.5 là biểu đồ thể hiện một ví dụ thay đổi theo thời gian của tốc độ kéo V , lượng phun nước làm nguội W (trong (a)) và chiều dài L_f (m) của phôi đúc dọc theo hướng đúc từ đầu ra của khuôn (trong (b)) trong trường hợp mà tình trạng kỹ thuật được áp dụng khi tốc độ kéo V được giảm xuống đến tốc độ $V_1 (<V_0)$ từ tốc độ V_0 .

Fig.6 là biểu đồ thể hiện một ví dụ về sự thay đổi theo thời gian của V , W và L_f trong trường hợp mà sáng chế được áp dụng khi tốc độ kéo V được giảm xuống $V_1 (<V_0)$ từ V_0 .

Fig.7 là biểu đồ thể hiện một ví dụ về sự thay đổi theo thời gian của V, W và Lf trong trường hợp mà tình trạng kỹ thuật được áp dụng khi tốc độ kéo V được tăng lên $V1 (>V0)$ từ $V0$.

Fig.8 là biểu đồ thể hiện một ví dụ về sự thay đổi theo thời gian của V, W và Lf trong trường hợp mà sáng chế được áp dụng khi tốc độ kéo V được tăng lên $V1 (>V0)$ từ $V0$.

Fig.9 là biểu đồ thể hiện một ví dụ về sự thay đổi theo thời gian của V và W trong trường hợp mà phương án cải biến của sáng chế được áp dụng khi tốc độ kéo V được giảm xuống $V1 (<V0)$ từ $V0$.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế đề cập đến việc điều chỉnh lượng nước làm nguội được phun vào phôi đúc (lượng phun nước làm nguội) W khi tốc độ kéo V của phôi đúc được thay đổi theo phương pháp đúc thép liên tục. Cụ thể, ý chính của sáng chế nằm ở chỗ lượng phun nước làm nguội W trong khoảng thời gian đến thời gian t mà thu được bằng cách chia chiều dài đích Lt của phôi đúc từ đầu ra của khuôn đến vị trí đích đối với vị trí hoàn thiện hóa cứng cho tốc độ $V0$ trước khi tốc độ kéo V được thay đổi trôi từ thời điểm Tc mà ở đó tốc độ kéo V được thay đổi được điều chỉnh để thiết lập chiều dài Lf của phôi đúc từ đầu ra của khuôn đến vị trí hoàn thiện hóa cứng làm chiều dài đích Lt.

Có phương pháp giảm cán dễ cắt ở giai đoạn hóa cứng cuối cùng đã được biết đến là phương pháp ngăn chặn sự phân tầng phần giữa của phôi đúc. Theo phương pháp này, việc giảm cán được thực hiện dần dần trên một phần cụ thể của phôi đúc ở vùng lân cận của vị trí hoàn thiện hóa cứng bằng lượng giảm cán tương ứng với lượng co ngót do hóa cứng, do đó ngăn chặn sự tạo ra của các lỗ rỗng trong phần ở giữa của phôi đúc hoặc dòng thép nóng chảy đặc. Khi thực hiện phương pháp giảm cán dễ cắt ở giai đoạn hóa cứng cuối cùng, có mong muốn là vị trí hoàn thiện

hóa cứng của phôi đúc được cố định. Theo đó, sáng chế mà chiều dài Lf được thiết lập ở chiều dài đích ngay cả khi tốc độ kéo V được thay đổi thích hợp cho phương pháp giảm cán dễ cắt ở giai đoạn hóa cứng cuối cùng. Trước hết, các bước đúc thép liên tục mà phương pháp giảm cán dễ cắt ở giai đoạn hóa cứng cuối cùng được thực hiện được giải thích có đề cập đến Fig.1 mà thể hiện máy đúc liên tục.

Máy đúc liên tục phôi 1 bao gồm: khuôn 5; thùng trung gian 2 mà được lắp đặt trên khuôn 5; và nhiều con lăn đỡ phôi đúc 6 mà được bố trí ở dưới khuôn 5. Mặc dù không được thể hiện trong hình vẽ, gàu rót mà chứa thép nóng chảy 9 được bố trí ở trên thùng trung gian 2, và thép nóng chảy 9 được đổ đầy vào thùng trung gian 2 từ phần đáy của gàu rót. Vòi nhúng 4 mà vòi trượt 3 được gắn trên đó được kẹp chặt vào phần đáy của thùng trung gian 2. Ở trạng thái mà lượng định trước của thép nóng chảy được giữ trong thùng trung gian 2, thép nóng chảy 9 được đổ đầy vào khuôn 5 thông qua vòi nhúng 4. Đường dẫn nước làm nguội được tạo ra trong khuôn 5, và nước làm nguội được làm cho đi qua đường dẫn nước làm nguội. Do sự cấu tạo này, nhiệt của thép nóng chảy 9 được lấy đi khỏi bề mặt bên trong của khuôn 5 do đó thép nóng chảy 9 bị hóa cứng và vỏ hóa cứng 11 được tạo ra. Vỏ hóa cứng 11 được kéo ra để phôi đúc 10 có lớp không hóa cứng 12 được tạo thành từ thép nóng chảy 9 ở bên trong của chúng được tạo ra.

Nhiều khu vực làm nguội thứ cấp 30 được bố trí theo hướng đúc ngay ở dưới khuôn 5, và trong mỗi khu vực làm nguội thứ cấp 30, vòi phun (không được thể hiện trong hình vẽ) được bố trí trong khe hở được tạo ra giữa các con lăn đỡ phôi đúc 6 được bố trí gần kề nhau theo hướng đúc. Phôi đúc 10 được làm nguội bởi nước làm nguội được phun vào phôi đúc 10 từ các vòi phun của các khu vực làm nguội thứ cấp 30 trong khi được kéo. Trong khoảng thời gian mà phôi đúc 10 được vận chuyển bằng các con lăn đỡ phôi đúc 6 và được làm cho đi qua nhiều khu vực làm nguội thứ cấp 30, vỏ hóa cứng 11 được làm nguội thích hợp để sự hóa cứng của lớp không hóa cứng

12 tăng lên và sự hóa cứng của phôi đúc 10 được hoàn thiện. Ở Fig.1, chiều dài của phôi đúc theo hướng đúc từ đầu ra của khuôn 5 đến vị trí hoàn thiện hóa cứng 13 mà sự hóa cứng của phôi đúc 10 được hoàn thiện được thể hiện bởi ký hiệu Lf. Hơn nữa, trong Fig.1, ba khu vực làm nguội thứ cấp 30 được lắp đặt. Tuy nhiên, ba khu vực làm nguội thứ cấp 30 hoặc nhiều hơn có thể được thiết lập phía đầu ra về đầu ra của khuôn 5 theo hướng đúc.

Ở phía đầu vào và phía đầu ra của vị trí hoàn thiện hóa cứng 13 của phôi đúc 10 theo hướng đúc với vị trí hoàn thiện hóa cứng 13 được kẹp ở giữa, vùng giảm cán dễ cắt 14 mà được cấu thành từ nhiều cặp nhóm con lăn đỡ phôi đúc được bố trí. Ở vùng giảm cán dễ cắt 14, khoảng cách giữa các con lăn đỡ phôi đúc 6 mà hướng vào nhau với phôi đúc 10 được kẹp giữa chúng (khoảng cách này còn được gọi là “phần hở con lăn”) được thiết lập sao cho khoảng cách được thu hẹp tuần tự về phía hướng xuống, tức là, đoạn dốc giảm cán (trạng thái của phần hở con lăn mà phần hở con lăn được thu hẹp tuần tự về phía hướng xuống theo hướng đúc). Ở khu vực giảm cán dễ cắt 14, việc giảm cán dễ cắt có thể được thực hiện trên phôi đúc 10 trên toàn bộ vùng hoặc một phần vùng được chọn của khu vực giảm cán dễ cắt 14. Vòi phun để làm nguội phôi đúc 10 cũng được bố trí giữa các con lăn đỡ phôi đúc tương ứng 6 ở khu vực giảm cán dễ cắt 14. Các con lăn đỡ phôi đúc 6 được bố trí ở khu vực giảm cán dễ cắt 14 còn được gọi là còn được gọi là các con lăn giảm cán. Ở máy đúc liên tục phôi 1 được thể hiện trong Fig.1, ba bộ đoạn con lăn mà trong mỗi ba đoạn này, ba cặp con lăn đỡ phôi đúc 6 tạo thành một bộ được bố trí theo hướng đúc. Tuy nhiên, số lượng các đoạn con lăn mà cấu thành khu vực giảm cán dễ cắt 14 không bị giới hạn cụ thể.

Fig.2 và Fig.3 thể hiện đoạn con lăn mà cấu thành khu vực giảm cán dễ cắt 14. Fig.2 và Fig.3 thể hiện ví dụ mà năm cặp con lăn đỡ phôi đúc 6 được bố trí ở một đoạn con lăn 15 làm các con lăn giảm cán, trong đó Fig.2 là hình vẽ khi được nhìn từ phía bên của máy đúc liên tục, và Fig.3 là hình vẽ thể hiện mặt cắt ngang trực giao với

hướng đúc. Đoạn con lăn 15 được cấu thành từ cặp khung 16, 16' mà giữ năm cặp con lăn đỡ phôi đúc 6 bằng các đòn chống con lăn 21. Tổng số bốn thanh liên kết 17 (các thanh liên kết ở cả hai phía bên về phía đầu vào và các thanh liên kết ở cả hai phía về phía đầu ra) được bố trí ở đoạn con lăn 15 ở trạng thái mà các thanh liên kết 17 xuyên qua các khung 16, 16'. Bằng cách truyền động các kích trục vít 19 được gắn trên các thanh liên kết 17 nhờ các động cơ 20, khoảng cách giữa các khung 16, 16' có thể được điều chỉnh. Tức là, đoạn dốc giảm cán ở các đoạn con lăn 15 có thể được điều chỉnh. Trong trường hợp này, các phần hở con lăn của năm cặp con lăn đỡ phôi đúc 6 được bố trí ở đoạn con lăn 15 có thể được điều chỉnh chung.

Trong quá trình đúc, các kích trục vít 19 được khóa tự động do áp suất tĩnh thép nóng chảy của phôi đúc 10 có lớp không hóa cứng, và chống lại lực phình ra của phôi đúc 10. Đoạn con lăn được tạo kết cấu để điều chỉnh độ dốc giảm cán trong điều kiện mà phôi đúc 10 không có mặt, tức là, trong điều kiện mà tải trọng từ phôi đúc 10 không tác động lên các con lăn đỡ phôi đúc 6 được gắn trên đoạn con lăn 15. Lượng di chuyển của khung 16' nhờ các kích trục vít 19 được đo và được điều khiển dựa trên số các vòng quay của kích trục vít 19 để có thể phát hiện độ dốc giảm cán của đoạn con lăn 15.

Bộ lò xo hình đĩa có mặt nón 18 được gắn trên thanh liên kết 17 giữa khung 16' và kích trục vít 19. Bộ lò xo hình đĩa có mặt nón 18 không được cấu thành từ một lò xo hình đĩa có mặt nón nhưng được cấu thành từ nhiều lò xo hình đĩa có mặt nón được bố trí theo cách xếp chồng (số lượng các lò xo hình đĩa có mặt nón chồng phù càng nhiều, thì độ cứng vững của bộ lò xo hình đĩa có mặt nón 18 càng được tăng lên). Bộ lò xo hình đĩa có mặt nón 18 không co ngót và có độ dày cố định khi tải trọng lớn hơn hoặc bằng tải trọng định trước không được áp dụng cho bộ lò xo hình đĩa có mặt nón 18, trong khi bộ lò xo hình đĩa có mặt nón 18 bắt đầu co ngót khi tải trọng định trước được áp dụng cho bộ lò xo hình đĩa có mặt nón 18, và co ngót tương xứng

với tải trọng sau khi tải trọng vượt quá tải trọng định trước.

Ví dụ, khi sự hóa cứng của phôi đúc 10 được hoàn thiện trong một khoảng của đoạn con lăn 15, việc giảm cán của phôi đúc được hoàn thiện hóa cứng 10 áp dụng tải trọng quá lớn vào đoạn con lăn 15. Khi tải trọng quá lớn này được áp dụng vào đoạn con lăn 15, các bộ lò xo hình đĩa có mặt nón 18 co ngót do đó khung 16' được nhả, tức là, phần hở con lăn được mở rộng, nhờ đó có thể tránh tải trọng lớn quá mức không được áp dụng vào đoạn con lăn 15. Khung 16 trên phía bề mặt dưới được cố định vào nền của máy đúc liên tục để khung 16 được tạo kết cấu không di chuyển trong quá trình đúc. Mặc dù không được thể hiện trong hình vẽ, các con lăn đỡ phôi đúc 6 được bố trí ở bên ngoài khu vực giảm cán dễ cắt 14 cũng có kết cấu đoạn con lăn.

Khu vực giảm cán dễ cắt 14 có kết cấu đoạn con lăn này và do đó, các phần hở con lăn của nhiều cặp con lăn đỡ phôi đúc 6 được bố trí theo các đoạn con lăn tương ứng được điều chỉnh chung. Trong trường hợp này, lượng di chuyển của khung phía trên (tương ứng với khung 16') nhờ các kích trục vít được đo và được điều khiển dựa trên số các vòng quay của kích trục vít để có thể phát hiện các độ dốc giảm cán của đoạn con lăn.

Ở phía đầu ra của khu vực giảm cán dễ cắt 14 theo hướng đúc, nhiều con lăn vận chuyển 7 để vận chuyển phôi đúc 10 mà đã đi qua khu vực giảm cán dễ cắt 14 được bố trí. Thiết bị cắt phôi đúc 8 để cắt phôi đúc 10 được bố trí phía trên các con lăn vận chuyển 7. Phôi đúc được hoàn thiện hóa cứng 10 được cắt thành phôi đúc 10a có chiều dài định trước bằng thiết bị cắt phôi đúc 8.

Ở khu vực giảm cán dễ cắt 14, có mong muốn thực hiện việc giảm cán trên phôi đúc 10 ít nhất từ thời điểm mà nhiệt độ trở thành nhiệt độ tương ứng với phân đoạn pha rắn là 0,1 ở phần ở giữa độ dày của phôi đúc đến thời điểm mà nhiệt độ trở thành nhiệt độ tương ứng với phân đoạn pha rắn của phân đoạn pha rắn ở giới hạn

chất lỏng ở phần ở giữa độ dày của phôi đúc. Được cho rằng phân đoạn pha rắn ở giới hạn lỏng nằm trong khoảng từ 0,7 đến 0,8 và do đó, việc giảm cán được thực hiện đến khi phân đoạn pha rắn của phần ở giữa độ dày của phôi đúc nằm trong khoảng từ 0,7 đến 0,8. Sau khi phân đoạn pha rắn của phần ở giữa độ dày của phôi đúc vượt quá phân đoạn pha rắn ở giới hạn lỏng, lớp không hóa cứng 12 không di chuyển và do đó, không có ý nghĩa trong việc thực hiện giảm cán dễ cắt. Mặc dù hiệu quả giảm cán dễ cắt không thể đạt được, việc giảm cán dễ cắt có thể được thực hiện ngay cả sau khi phân đoạn pha rắn của phần ở giữa độ dày của phôi đúc vượt quá phân đoạn pha rắn ở giới hạn lỏng. Hơn nữa, ngay cả khi việc giảm cán dễ cắt được bắt đầu sau khi phân đoạn pha rắn của phần ở giữa độ dày của phôi đúc vượt quá 0,1, có khả năng là dòng thép nóng chảy đặc xuất hiện trước khi giảm cán dễ cắt và do đó, sự phân tầng phân giữa được tạo ra, do đó hiệu quả làm giảm sự phân tầng phân giữa không thể đạt được đầy đủ. Theo đó, việc giảm cán dễ cắt được bắt đầu trước khi phân đoạn pha rắn của phần ở giữa độ dày của phôi đúc là 0,1.

Theo cách này, ở phương pháp giảm cán dễ cắt ở giai đoạn hóa cứng cuối cùng, cần phải thực hiện liên tục việc giảm cán trên phần cụ thể của phôi đúc (phần từ vị trí mà ít nhất phân đoạn pha rắn là 0,1 đến vị trí mà phân đoạn pha rắn trở thành phân đoạn pha rắn ở giới hạn lỏng). Theo đó, có mong muốn là vị trí hoàn thiện hóa cứng 13 không bị thay đổi trong quá trình đúc liên tục. Tuy nhiên, trong đúc thép liên tục thực tế, có trường hợp mà cần phải thay đổi tốc độ kéo V, và khi tốc độ kéo V được thay đổi, thì sẽ xảy ra khả năng là vị trí hoàn thiện hóa cứng 13 bị thay đổi. Có trường hợp mà tốc độ kéo V của phôi đúc được giảm xuống ở thời điểm trao đổi gàu rót được bố trí ở trên thùng trung gian của máy đúc liên tục (được gọi là sự trao đổi gàu rót ở thời điểm thực hiện đúc liên tục liên tiếp) hoặc ở thời điểm phát hiện nhiệt độ bất thường của khuôn. Ở trường hợp này, sau khi hoạt động trao đổi kết thúc hoặc vấn đề được giải quyết, tốc độ kéo V được nâng lên trở lại với nhiệt độ đích.

Theo đó, trước hết, vị trí hoàn thiện hóa cứng 13 cho phép điều chỉnh toàn bộ phần cụ thể nêu trên nằm trong khu vực giảm cán để cắt 14 mặc dù các sự thay đổi của các điều kiện hoạt động ở trên được thiết lập làm vị trí đích. Tiếp theo, khi tốc độ kéo V được thiết lập ở tốc độ ban đầu $V0$ [m/phút], lượng phun nước làm nguội $W0$ [kg/tấn-phôi đúc] của nước làm nguội được phun vào phôi đúc 10 để đưa vị trí hoàn thiện hóa cứng 13 đến vị trí đích, và khi tốc độ kéo V được thay đổi đến tốc độ $V1$ [m/phút] từ tốc độ $V0$, lượng phun nước làm nguội $W1$ [kg/tấn-phôi đúc] của nước làm nguội được phun vào phôi đúc 10 để đưa vị trí hoàn thiện hóa cứng 13 đến vị trí đích. Do hoạt động này, có thể làm cho vị trí hoàn thiện hóa cứng 13 gần vị trí đích. Ở đây, lượng phun nước làm nguội được biểu diễn bằng cách chia lượng phun nước được cấp đến toàn bộ các khu vực làm nguội thứ cấp được xác định theo kg trên mỗi đơn vị thời gian cho tốc độ kéo được xác định theo tấn-phôi đúc trên mỗi đơn vị thời gian.

Các lượng phun nước làm nguội $W0$, $W1$ có thể thu được từ mối quan hệ giữa tốc độ kéo V [m/phút] và lượng phun nước làm nguội W [kg/tấn-phôi đúc] dựa trên các hoạt động luyện thép được thực hiện trước đây. Biểu đồ mô tả một ví dụ về mối quan hệ được thể hiện trong Fig.4. Trong biểu đồ này, đường cong hiệu chuẩn mà thể hiện mối quan hệ giữa tốc độ kéo V và lượng phun nước làm nguội W để đưa vị trí hoàn thiện hóa cứng 13 đến vị trí đích được thể hiện. Mối quan hệ giữa tốc độ kéo V và lượng phun nước làm nguội W khi phôi đúc 10 của loại cụ thể và kích cỡ của thép được đúc có thể thu được dựa trên các hoạt động luyện thép trước đây, và đường cong hiệu chuẩn biểu lộ mối quan hệ có thể được tạo ra. Từ đường cong hiệu chuẩn, lượng phun nước làm nguội $W0$ tương ứng với tốc độ $V0$ và lượng phun nước làm nguội $W1$ tương ứng với tốc độ $V1$ thu được.

Như được thể hiện trong Fig.4, có xu hướng là khi tốc độ kéo V lớn hơn, thì lượng phun nước làm nguội W để đưa vị trí hoàn thiện hóa cứng 13 đến vị trí đích

được tăng lên. Khoảng mà có khả năng là nước làm nguội được phun trước khi một phần của phôi đúc 10 bị hóa cứng là khoảng từ đầu ra của khuôn 5 đến vị trí hoàn thiện hóa cứng 13 mà là vị trí đích. Khi tốc độ kéo V lớn, thì thời gian đến khi một phần của phôi đúc 10 ngay sau khi được kéo từ khuôn 5 đến tại vị trí hoàn thiện hóa cứng 13 là ngắn. Theo đó, khi tốc độ kéo V lớn, để làm nguội phần của phôi đúc 10 trong khoảng thời gian ngắn, cần phải làm tăng lượng phun nước làm nguội W (làm nguội mạnh). Trong trường hợp được thể hiện trong Fig.4, tốc độ $V1$ nhỏ hơn tốc độ $V0$ và do đó, lượng phun nước làm nguội $W1$ tương ứng với tốc độ $V1$ trở nên nhỏ hơn lượng phun nước làm nguội $W0$. Khi vị trí hoàn thiện hóa cứng 13 được thể hiện trong Fig.1 là vị trí đích, chiều dài L_f của phôi đúc tương ứng với khoảng cách từ đầu ra của khuôn 5 đến vị trí đích mà ở đó một phần của phôi đúc 10 đi đến.

Phôi đúc được kéo ở tốc độ $V0$ trong khi phun nước làm nguội vào phôi đúc sao cho đạt được lượng phun nước làm nguội $W0$ [kg/tấn-phôi đúc]. Tiếp theo, tốc độ kéo V của phôi đúc được thay đổi đến tốc độ $V1$ từ tốc độ $V0$, và phôi đúc được kéo ở tốc độ $V1$ trong khi phun nước làm nguội vào phôi đúc sao cho đạt được lượng phun nước làm nguội $W1$ [kg/tấn-phôi đúc]. Fig.5 thể hiện một ví dụ về sự thay đổi theo thời gian ở tốc độ kéo V , lượng phun nước làm nguội W và chiều dài L_f của phôi đúc khi tốc độ $V1$ nhỏ hơn tốc độ $V0$. Ở Fig.5(a), sự thay đổi theo thời gian ở tốc độ kéo V và lượng phun nước làm nguội W được thể hiện. Ở Fig.5(b), sự thay đổi theo thời gian của chiều dài L_f của phôi đúc được thể hiện. Sự thay đổi theo thời gian ở lượng phun nước làm nguội W và chiều dài L_f của phôi đúc được thể hiện trong Fig.5 là các trị số thu được trong việc đúc thép liên tục mà kỹ thuật thông thường được áp dụng.

Như được thể hiện trong Fig.5(a), khi tốc độ kéo V là tốc độ $V0$, lượng phun nước làm nguội W trở thành lượng phun nước làm nguội $W0$, trong khi khi tốc độ kéo V là tốc độ $V1$, lượng phun nước làm nguội W trở thành lượng phun nước làm nguội $W1$. Bằng cách thay đổi tốc độ quay của các con lăn đỡ phôi đúc 6, tốc độ kéo V có

thể được giảm xuống tốc độ $V1$ từ tốc độ $V0$. Tuy nhiên, tốc độ quay của các con lăn đỡ phôi đúc 6 không thể được thay đổi ngay tức khắc ở thời điểm T_c mà ở đó tốc độ kéo V được thay đổi và do đó, tốc độ kéo V trở thành tốc độ $V1$ từ tốc độ $V0$ trong khi dùng khoảng thời gian từ thời điểm T_c mà ở đó tốc độ kéo V được thay đổi. Theo cách giống như vậy, độ lớn phản hờ của vòi phun mà phun nước làm nguội vào phôi đúc không thể được thay đổi ngay tức khắc ở thời điểm T_c mà ở đó tốc độ kéo được thay đổi và do đó, lượng phun nước làm nguội W trở thành lượng phun $W1$ từ lượng phun $W0$ trong khi dùng khoảng thời gian từ thời điểm T_c mà ở đó tốc độ kéo V được thay đổi.

Khi tốc độ kéo V là tốc độ $V0$, lượng phun nước làm nguội W được thiết lập là lượng phun nước làm nguội $W0$, trong khi khi tốc độ kéo V là tốc độ $V1$, lượng phun nước làm nguội W được thiết lập là lượng phun $W1$. Do việc thiết lập này, được mong đợi là chiều dài L_f của phôi đúc có thể được thiết lập làm chiều dài đích L_t của phôi đúc theo hướng đúc từ đầu ra của khuôn đến vị trí đích của vị trí hoàn thiện hóa cứng 13. Sự mong đợi này dựa vào điều đó khi tốc độ kéo V được thiết lập là tốc độ $V0$ [m/phút], nước làm nguội được phun vào phôi đúc 10 sao cho lượng phun nước làm nguội W trở thành lượng phun nước làm nguội $W0$ [kg/tấn-phôi đúc] mà đưa vị trí hoàn thiện hóa cứng 13 đến vị trí đích, và khi tốc độ kéo V được thiết lập ở tốc độ $V1$ [m/phút], nước làm nguội được phun vào phôi đúc 10 sao cho lượng phun nước làm nguội W trở thành lượng phun nước làm nguội $W1$ [kg/tấn-phôi đúc] mà đưa vị trí hoàn thiện hóa cứng 13 vào vị trí đích.

Mặc dù sự mong đợi đã được thực hiện như được mô tả ở trên, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra hiện tượng sau đây bằng cách đo vị trí hoàn thiện hóa cứng 13 bằng cách sử dụng phương pháp được mô tả trong Tài liệu Sáng chế 2 mà sử dụng cảm biến siêu âm điện từ trong hoạt động luyện thép thực tiễn hoặc tương tự. Tức là, như được thể hiện trong Fig.5(b), trong khoảng thời gian từ thời điểm T_c mà ở đó tốc

độ kéo V được thay đổi, chiều dài Lf mà có chiều dài đích Lt đột ngột trở nên nhỏ và, sau đó, lại trở về chiều dài đích Lt, tức là, chiều dài Lf bị thăng giáng theo biên độ ΔL . Các tác giả sáng chế đã nghiên cứu lý do tại sao hiện tượng này xảy ra, và đã dự đoán lý do sau đây. Trong điều kiện mà một phần của phôi đúc 10 ở vùng lân cận đầu ra của khuôn 5 ở trạng thái mà phôi đúc 10 được kéo ở tốc độ V0 được phun nước làm nguội sao cho lượng phun nước làm nguội W trở thành lượng phun nước làm nguội W0 (làm nguội mạnh), ngay cả khi phôi đúc 10 sau đó được đưa vào làm mát yếu bằng cách phun nước làm nguội sao cho lượng phun nước làm nguội W trở thành lượng phun W1, vì phần này đã được đưa vào làm nguội mạnh, nên lớp không hóa cứng 12 bị hóa cứng sớm hơn thời gian hóa cứng dự đoán.

Theo quan điểm về những điều ở trên, các tác giả sáng chế đã đưa ra ý tưởng là lượng co ngót của chiều dài Lf từ thời điểm Tc mà ở đó tốc độ kéo V được thay đổi có thể được làm nhỏ hơn bằng cách làm nguội phôi đúc 10 sao cho lượng phun nước làm nguội W trở thành lượng phun nước làm nguội Wt còn nhỏ hơn lượng phun W1 (làm nguội cực yếu) trong khoảng thời gian t từ thời điểm Tc mà ở đó tốc độ kéo V được thay đổi từ tốc độ V0 sang tốc độ V1 đến thời điểm mà ở đó một phần của phôi đúc 10 ở vùng lân cận đầu ra của khuôn 5 mà được đưa vào làm nguội mạnh được di chuyển theo chiều dài Lt ở tốc độ V0 (=chiều dài Lt/tốc độ V0). Các tác giả sáng chế đã hoàn thành sáng chế dựa trên ý tưởng này.

Fig.6 thể hiện một ví dụ về sự thay đổi theo thời gian ở tốc độ kéo V, lượng phun nước làm nguội W và chiều dài Lf khi tốc độ kéo V được giảm từ tốc độ V0 xuống tốc độ V1(<V0) mà sáng chế được áp dụng. Fig.6, như được mô tả trước đó, là biểu đồ thể hiện sự thay đổi theo thời gian của chiều dài Lf và các loại tương tự khi lượng phun nước làm nguội W được thiết lập ở lượng phun Wt còn nhỏ hơn lượng phun W1 trong khoảng thời gian t từ thời điểm Tc mà ở đó tốc độ kéo V được thay đổi. Phần giải thích nội dung tương ứng với nội dung của biểu đồ được thể hiện trong

Fig.5 được bỏ qua trong khi quy định các ký hiệu giống nhau với các phần giống nhau. Như được thể hiện trong Fig.6(b), so với trường hợp được thể hiện trong Fig.5(b), lượng co ngót của chiều dài L_f từ thời điểm T_c mà ở đó tốc độ kéo V được thay đổi còn nhỏ hơn nữa, và chiều dài L_f biểu lộ trị số tương tự như chiều dài đích L_t ngay cả ở vùng lân cận ở thời điểm T_c mà ở đó tốc độ kéo V được thay đổi.

Sự thay đổi theo thời gian của lượng phun nước làm nguội W và chiều dài L_f theo sáng chế khi tốc độ kéo V được tăng lên đến tốc độ $V_1 (>V_0)$ từ tốc độ V_0 được giải thích. Trước hết, Fig.7 thể hiện một ví dụ về kỹ thuật thông thường liên quan đến sự thay đổi theo thời gian ở tốc độ kéo V , lượng phun nước làm nguội W và chiều dài L_f của phôi đúc khi tốc độ kéo V được thay đổi đến tốc độ V_1 cao hơn tốc độ ban đầu V_0 và phôi đúc được kéo ở tốc độ V_1 . Fig.7(a) thể hiện sự thay đổi theo thời gian ở tốc độ kéo V và lượng phun nước làm nguội W , và Fig.7(b) thể hiện sự thay đổi theo thời gian ở chiều dài L_f . Mặc dù lượng phun nước làm nguội W được thiết lập ở lượng phun W_0 , ở thời điểm T_c mà ở đó tốc độ kéo V được thay đổi, lượng phun nước làm nguội W được thay đổi đến lượng phun $W_1 (>\text{lượng phun } W_0)$ tương ứng với tốc độ V_1 và nước làm nguội được phun vào phôi đúc. Lượng phun W_1 có thể thu được bằng cách thu lượng phun nước làm nguội W tương ứng với tốc độ V_1 từ biểu đồ được thể hiện trong Fig.4, ví dụ.

Khi tốc độ kéo V được thay đổi đến tốc độ V_1 , như được thể hiện trong Fig.7(b), trong khoảng thời gian trôi từ thời điểm T_c mà ở đó tốc độ kéo V được thay đổi, có xuất hiện hiện tượng là chiều dài L_f mà đã có chiều dài đích L_t đột ngột trở nên lớn, sau đó, chiều dài L_f lại trở về chiều dài đích L_t . Các tác giả sáng chế đã dự đoán rằng hiện tượng này dựa trên điều sau đây. Đối với một phần của phôi đúc 10 ở vùng lân cận đầu ra của khuôn 5 được kéo ở tốc độ V_0 , trong khi được phun nước làm nguội sao cho lượng phun nước làm nguội W trở thành lượng phun W_0 (làm nguội yếu), thời gian tiếp theo, phôi đúc 10 được đưa vào làm nguội mạnh bằng việc phun

nước làm nguội sao cho lượng phun nước làm nguội W trở thành lượng phun $W1$. Trong trường hợp này, phần đã được đưa vào làm nguội yếu và do đó, lớp không hóa cứng 12 bị hóa cứng chậm hơn thời gian hóa cứng dự đoán.

Theo sáng chế, bằng cách thiết lập lượng phun nước làm nguội W đến lượng nước làm nguội Wt còn lớn hơn lượng phun $W1$ trong khoảng thời gian đến thời gian t trôi từ thời điểm Tc mà ở đó tốc độ kéo V được thay đổi, chiều dài Lf được tạo ra gần bằng chiều dài đích Lt . Fig.8 thể hiện một ví dụ về sự thay đổi theo thời gian ở tốc độ kéo V , lượng phun nước làm nguội W và chiều dài Lf khi tốc độ kéo V được nâng từ tốc độ $V0$ đến tốc độ $V1(>V0)$ trong phương pháp đúc thép liên tục mà sáng chế được áp dụng. Ở Fig.8, phần giải thích nội dung tương ứng với nội dung của biểu đồ được thể hiện trong Fig.7 được bỏ qua trong khi quy định các ký hiệu giống nhau với các phần giống nhau. Như được thể hiện trong Fig.8(b), so với trường hợp được thể hiện trong Fig.7(b), lượng kéo dài của chiều dài Lf từ thời điểm Tc mà ở đó tốc độ kéo V được thay đổi còn nhỏ hơn nữa, và chiều dài Lf biểu lộ trị số tương tự như chiều dài đích Lt ngay cả ở vùng lân cận ở thời điểm Tc mà ở đó tốc độ kéo V được thay đổi.

Tức là, theo sáng chế, trong khoảng thời gian đến thời gian t trôi từ thời điểm Tc mà ở đó tốc độ kéo V được thay đổi, lượng phun nước làm nguội Wt [kg/tấn-phôi đúc] mà là lượng nước làm nguội được phun vào phôi đúc 10 thỏa mãn công thức (1) sau đây hoặc công thức (2) sau đây.

$$Wt < W1 \text{ trong điều kiện } V1 < V0 \dots (1)$$

$$Wt > W1 \text{ trong điều kiện } V1 > V0 \dots (2)$$

Có mong muốn là trị số tối ưu của lượng phun Wt thu được trước bởi thực nghiệm sao cho chiều dài Lf mà được thay đổi từ thời điểm Tc mà ở đó tốc độ kéo V được thay đổi trở thành chiều dài đích Lt . Trong trường hợp được thể hiện trong Fig.6 ($V0 > V1$), trị số tối ưu của lượng phun Wt nhỏ hơn lượng phun $W1$, và có mong muốn là thiết lập lượng phun Wt ở trị số tối ưu hoặc lớn hơn và lớn hơn 1,2 lần trị số tối ưu

hoặc nhỏ hơn. Trong trường hợp được thể hiện trong Fig.8 ($V_0 < V_1$), trị số tối ưu của lượng phun W_t lớn hơn lượng phun W_1 , và có mong muốn là thiết lập lượng phun W_t ở trị số tối ưu hoặc nhỏ hơn và lớn hơn 0,8 lần trị số tối ưu hoặc lớn hơn.

Trong khoảng thời gian đến thời gian t trôi qua sau thời điểm mà ở đó tốc độ kéo V được thay đổi đến tốc độ V_1 từ tốc độ V_0 (thay đổi thời điểm T_c), lượng phun nước làm nguội W có thể được thay đổi ở n giai đoạn tiếp theo (n : số tự nhiên là 1 hoặc lớn hơn) được tính từ giai đoạn mà lượng phun là W_t . Giả định rằng lượng phun của giai đoạn thứ i (i : số tự nhiên từ 1 đến n) từ giai đoạn mà lượng phun là W_t ở dạng $W_t(i)$ và lượng phun của giai đoạn thứ $(i-1)$ từ giai đoạn mà lượng phun là W_t ở dạng $W_t(i-1)$, lượng phun $W_t(i)$ và lượng phun $W_t(i-1)$ thỏa mãn công thức (3) sau đây hoặc công thức (4) sau đây.

$$W_t \leq W_t(i-1) < W_t(i) < W_1 \text{ trong điều kiện } V_1 < V_0 \dots (3)$$

$$W_t \geq W_t(i-1) > W_t(i) > W_1 \text{ trong điều kiện } V_1 > V_0 \dots (4)$$

Bằng cách nâng hoặc giảm dần dần lượng phun nước làm nguội W từ lượng phun W_t , chiều dài L_f được tạo ra gần bằng chiều dài đích L_t . Tức là, có thể tạo ra biên độ ΔL của chiều dài L_f nhỏ hơn. Như được mô tả ở trên, miễn là các công thức (1) và (2) nêu trên được thỏa mãn, có thể tạo ra chiều dài L_f gần bằng chiều dài đích L_t . Tuy nhiên, khi lượng phun nước làm nguội W được thiết lập ở lượng phun W_t , cụ thể trong nửa sau của khoảng thời gian đến thời gian t trôi từ thời điểm T_c mà ở đó tốc độ kéo V được thay đổi, có khả năng là phôi đúc 10 được đưa vào quá mức để làm nguội yếu (Fig.6) hoặc làm nguội mạnh (Fig.8), cuối cùng mang đến khả năng là chiều dài L_f vượt quá chiều dài đích L_t trong khoảng thời gian t (xem Fig.6(b) và Fig.8(b)). Theo quan điểm từ những điều nêu trên, bằng cách làm lượng phun nước làm nguội W gần bằng lượng phun W_1 từ lượng phun W_t theo cách từng bước, có thể ngăn chặn khả năng phôi đúc được đưa vào quá mức để làm nguội yếu hoặc làm nguội mạnh, đó đó tránh làm vượt quá chiều dài L_f hoặc ngăn chặn lượng vượt quá ngay cả

khi sự vượt quá xảy ra. Do sự thiết lập lượng phun nước làm nguội W này, cuối cùng biên độ ΔL có thể được tạo ra nhỏ hơn.

Ví dụ, Fig.9 thể hiện sự thay đổi theo thời gian của tốc độ kéo V và lượng phun nước làm nguội W khi lượng phun nước làm nguội W được thay đổi trong hai giai đoạn tiếp theo từ giai đoạn mà lượng phun là W_t trong trường hợp mà tốc độ kéo V được giảm từ V_0 xuống $V_1 (<V_0)$. Fig.9(a) thể hiện sự thay đổi theo thời gian ở tốc độ kéo V và lượng phun nước làm nguội W , và Fig.9(b) thể hiện sự thay đổi theo thời gian ở chiều dài L_f . Lượng phun nước làm nguội W được tăng dần từ lượng phun W_t theo cách sao cho lượng phun nước làm nguội W được tăng lên từ lượng phun W_t đến lượng phun $W_t (1)$ lớn hơn lượng phun W_t và, sau đó, lượng phun nước làm nguội W được tăng lên đến lượng phun $W_t (2)$ mà còn lớn hơn lượng phun $W_t (1)$. Bằng cách thay đổi lượng phun W theo cách này, như được thể hiện trong Fig.9(b), sự vượt quá chiều dài L_f có thể tránh được. Theo các công thức (3) và (4) nêu trên, khi i là 1, tức là, khi lượng phun nước làm nguội W được thay đổi đến giai đoạn tiếp theo thứ nhất, $i-1$ trở thành 0, và do đó, lượng phun $W (0)$ trước khi thay đổi lượng phun nước làm nguội W trở thành lượng phun W_t .

Theo phương án này, khi hoạt động đúc thép liên tục mà chiều dài đích L_t được quy định, thì sự hoạt động mà thực hiện phương pháp giảm cán dễ cắt ở giai đoạn hóa cứng được mô tả. Tuy nhiên, khi thực hiện sáng chế, không phải lúc nào cũng cần thực hiện phương pháp giảm cán dễ cắt ở giai đoạn hóa cứng cuối cùng. Trong hoạt động mà thực hiện phương pháp giảm cán dễ cắt ở giai đoạn hóa cứng cuối cùng, vị trí hoàn thiện hóa cứng mà cho phép tất cả các phần cụ thể nằm trong khu vực giảm cán dễ cắt 14 được thiết lập làm vị trí đích. Tuy nhiên, vị trí đích được xác định dựa trên các hạn chế đối với các phương tiện của máy đúc liên tục không liên quan quan đến việc thực hiện phương pháp giảm cán dễ cắt ở giai đoạn hóa cứng cuối cùng.

Theo sáng chế, bằng cách thu lượng phun nước làm nguội W_t mà với lượng phun này chiều dài đích L_t thu được trước, có thể tránh vị trí hoàn thiện hóa cứng không bị thay đổi nhiều từ vị trí đích định trước. Theo đó, bằng cách thực hiện hiệu quả phương pháp giảm cán để cắt ở giai đoạn hóa cứng cuối cùng, sự tạo ra của các lỗ rỗng và dòng thép nóng chảy đặc ở phần giữa của phôi đúc có thể được ngăn chặn và do đó, sự phân tầng phần giữa của phôi đúc có thể được ngăn chặn hiệu quả.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Việc đúc liên tục mà phôi đúc được làm từ thép khử nhôm có cacbon thấp được tạo ra bằng cách sử dụng máy đúc liên tục phôi 1 được thể hiện trong Fig.1 được thực hiện nhiều lần. Trong tất cả các hoạt động đúc liên tục, kích cỡ của khuôn 5 được thiết lập sao cho phôi đúc 10 có chiều rộng là 2100mm và chiều dày là 250mm. Khu vực giảm cán để cắt 14 được bố trí sao cho phôi đúc 10 được giảm bằng cách cán từ thời điểm mà nhiệt độ trở thành nhiệt độ tương ứng với phân đoạn pha rắn là 0,02 ở phần ở giữa độ dày của phôi đúc đến thời điểm mà nhiệt độ trở thành nhiệt độ tương ứng với phân đoạn pha rắn là 0,8 ở phần ở giữa độ dày của phôi đúc. Chiều dài L_f của phôi đúc 10 dọc theo hướng đúc từ đầu ra của khuôn 5 đến vị trí hoàn thiện hóa cứng 13 được thiết lập là 28 mét (= chiều dài đích L_t).

Ở tất cả các hoạt động đúc liên tục, tốc độ kéo V của phôi đúc được thay đổi từ tốc độ V_0 đến tốc độ V_1 , nước làm nguội W được thay đổi từ lượng phun W_0 đến lượng phun W_1 , và lượng phun nước làm nguội W trong khoảng thời gian đến thời gian t thu được bằng cách chia chiều dài đích L_t của phôi đúc cho tốc độ kéo V_0 trôi từ thời điểm T_c mà ở đó tốc độ kéo V được thay đổi được thiết lập ở lượng phun W_t . Lượng phun W_t thu được trước bằng thực nghiệm, và thỏa mãn công thức (1) hoặc công thức (2) được đề cập trước đó (các ví dụ theo sáng chế). Hơn nữa, ở các hoạt động đúc liên tục của một số ví dụ theo sáng chế, lượng phun nước làm nguội W đã

được thay đổi bởi hai giai đoạn tiếp theo ở mức tối đa từ giai đoạn mà lượng phun nước làm nguội là W_t , khi muốn.

Việc đúc liên tục mà phôi đúc của thép khử nhôm có cacbon thấp được tạo ra được thực hiện nhiều lần trong các điều kiện mà mặc dù tốc độ kéo V của phôi đúc được thay đổi từ tốc độ V_0 đến V_1 và lượng phun nước làm nguội W được thay đổi từ lượng phun W_0 đến lượng phun W_1 , lượng phun W_t không được áp dụng trong khoảng thời gian đến thời gian t trôi từ thời điểm T_c mà ở đó tốc độ kéo V được thay đổi hoặc lượng phun W_t không thỏa mãn các công thức (1) và (2) được đề cập ở trên ngay cả khi lượng phun W_t được áp dụng (ví dụ so sánh).

Ở các ví dụ theo sáng chế và các ví dụ so sánh, mức độ phân tầng phần giữa của một phần phôi đúc ở vị trí hoàn thiện hóa cứng 13 ở thời điểm mà $1/2$ thời gian t trôi từ thời điểm T_c mà ở đó tốc độ kéo V được thay đổi, và chiều dài L_f của phôi đúc từ thời điểm T_c mà ở đó tốc độ kéo V được thay đổi ở thời điểm mà thời gian t trôi qua được đo. Chiều dài L_f được đo bằng cách phát hiện vị trí hoàn thiện hóa cứng 13 bằng phương pháp mà sử dụng cảm biến siêu âm điện từ được mô tả trong Tài liệu Sáng chế 2. Chiều dài L_f được thẳng giáng từ thời điểm T_c mà ở đó tốc độ kéo V được thay đổi một khoảng thời gian. Độ chênh lệch giữa chiều dài tối đa L_f và chiều dài tối thiểu L_f khi chiều dài L_f được thẳng giáng được tính làm biên độ ΔL của chiều dài L_f .

Mức độ của sự phân tầng phần giữa được đo theo các bước sau đây. Mức độ phân tầng phần giữa chỉ ra rằng khi mức độ phân tầng phần giữa gần bằng 1,0, chất lượng của phôi đúc được cải thiện nhiều hơn với sự phân tầng phần giữa nhỏ hơn.

(1) Phôi đúc của một phần ở vị trí hoàn thiện hóa cứng 13 ở thời điểm mà $1/2$ thời gian t trôi từ thời điểm T_c được cắt.

(2) Các nồng độ của cacbon trong các mẫu thu được bằng cách cắt phay (bằng máy cắt phay) phôi đúc cho mỗi chiều dày là 1mm dọc theo hướng chiều dày của phôi đúc trong mặt cắt ngang trực giao với hướng kéo của phôi đúc được phân tích.

(3) Giả định trị số tối đa của nồng độ cacbon theo hướng chiều dày của phôi đúc là $C_{\text{lớn nhất}}$ và nồng độ cacbon thu được bằng cách phân tích thép nóng chảy được lấy ra từ bên trong thùng trung gian trong quá trình đúc là C_0 , $C_{\text{lớn nhất}}/C_0$ được thiết lập làm mức độ phân tầng phần giữa.

Ở các ví dụ theo sáng chế và các ví dụ so sánh, các điều kiện luyện thép như tốc độ V_0 và lượng nước làm nguội W_0 [kg/tấn-phôi đúc], biên độ ΔL của chiều dài L_f và mức độ phân tầng phần giữa được mô tả trong Bảng 1 (từ số 1 đến số 18)

Bảng 1

Danh mục	V0	V1	Số lần các giai đoạn thay đổi của lượng phun Wt	t	W0	W1	Wt	Wt(1)	Wt(2)	Độ lớn ΔL	Mức độ phân tầng ở phần giữa	Các ghi chú
đơn vị	m/phút	m/phút	số lần	phút	kg/tân-phôi đúc					m	-	-
số 1	1,40	1,30	0	20	1,2	1,0	0,8	-	-	1,6	1,076	sáng chế
số 2	1,40	1,10	0	20	1,2	0,9	0,7	-	-	2,1	1,056	
số 3	1,60	1,40	0	18	1,4	1,2	1,0	-	-	1,9	1,067	
số 4	1,40	1,60	0	20	1,2	1,4	1,6	-	-	2,0	1,069	
số 5	1,40	1,60	1	20	1,2	1,4	1,6	1,5	-	1,7	1,045	
số 6	1,40	1,60	1	20	1,2	1,4	1,7	1,5	-	1,5	1,052	
số 7	1,20	1,40	1	23	1,0	1,4	1,6	1,5	-	1,4	1,055	
số 8	1,20	1,60	1	23	1,0	1,4	1,7	1,5	-	1,6	1,044	
số 9	0,90	0,80	2	31	1,0	0,8	0,5	0,6	0,7	1,2	1,040	
số 10	0,90	0,75	2	31	1,1	0,7	0,4	0,5	0,6	1,3	1,054	
số 11	0,80	0,90	2	35	0,7	1,0	1,3	1,2	1,1	0,9	1,049	
số 12	0,75	1,00	2	37	0,6	1,1	1,4	1,3	1,2	1,1	1,062	
số 13	1,10	1,00	2	25	0,9	0,7	0,5	0,6	0,7	0,8	1,034	
số 14	1,40	1,25	-	-	1,2	1,0	-	-	-	3,1	1,092	
số 15	1,00	1,30	-	-	1,1	1,3	-	-	-	3,3	1,092	
số 16	1,60	1,40	0	18	1,4	1,2	1,3	-	-	3,5	1,099	
số 17	1,40	1,60	0	20	1,2	1,5	1,4	-	-	3,0	1,113	
số 18	0,75	0,90	0	37	0,6	0,9	0,8	-	-	2,7	1,085	
												ví dụ so sánh

Trong các ghi chú ở Bảng 1, các phôi đúc được tạo ra được phân thành các ví dụ theo sáng chế và các ví dụ so sánh. Ở các ví dụ so sánh số 14 và số 15, lượng phun Wt không được áp dụng và do đó, “-” được mô tả trong “số lần các giai đoạn thay đổi của lượng phun Wt ”, “t” và “ Wt ”. Khi số lần của các giai đoạn thay đổi của lượng phun Wt là 0, trị số không được mô tả theo $Wt(n)$. Tức là, ở các sản phẩm đúc liên tục Số. mà $Wt(n)$ không có trị số, “-” được mô tả theo “ $Wt(1)$ và “ $W(2)$ ”. Khi thực hiện phương pháp giảm cán dễ cắt ở giai đoạn hóa cứng cuối cùng, $C_{lớn nhất}/C_0$ của một phần phôi đúc ở trạng thái ổn định là khoảng 1,03.

Theo các ví dụ theo sáng chế, khi biên độ ΔL của chiều dài L_f được giảm xuống, thì chiều dài L_f gần bằng chiều dài đích L_t nhiều hơn. Phải hiểu rằng sự phân tầng phần giữa được giảm xuống hiệu quả bằng cách áp dụng việc giảm cán với phần cụ thể của phôi đúc ở khu vực giảm cán dễ cắt 14. Theo đó, phải hiểu rằng mức độ phân tầng phần giữa khoảng 1,0 ở các ví dụ theo sáng chế nhiều hơn so với các ví dụ so sánh. Hơn nữa, ở các ví dụ theo sáng chế từ số 5 đến số 13 mà lượng phun Wt được thay đổi theo cách từng bước trong khoảng thời gian t , có xu hướng là biên độ ΔL có thể được giữ ở trị số nhỏ hơn so với các ví dụ theo sáng chế từ số 1 đến số 4.

Phải hiểu rằng, theo sáng chế, ngay cả khi tốc độ kéo V được thay đổi, vị trí hoàn thiện hóa cứng có thể luôn được thiết lập ở vị trí đích định trước. Cũng phải hiểu rằng, theo sáng chế, bằng cách thực hiện hiệu quả phương pháp giảm cán dễ cắt ở giai đoạn hóa cứng cuối cùng, sự tạo ra của các lỗ rỗng và dòng thép nóng chảy đặc ở phần ở giữa của phôi đúc có thể được ngăn chặn và do đó, sự phân tầng phần giữa của phôi đúc có thể được ngăn chặn hiệu quả.

Danh sách ký hiệu trích dẫn

1: máy đúc liên tục phôi

- 2: thùng trung gian
- 3: vòi trượt
- 4: vòi nhúng
- 5: khuôn
- 6: con lăn đỡ phôi đúc
- 7: con lăn vận chuyển
- 8: thiết bị cắt phôi đúc
- 9: thép nóng chảy
- 10: phôi đúc,
- 10a: phôi đúc (sau khi cắt)
- 11: vỏ hóa cứng
- 12: lớp không hóa cứng
- 13: vị trí hoàn thiện hóa cứng
- 14: khu vực giảm cán để cắt
- 15: đoạn con lăn
- 16: khung
- 16': khung
- 17: thanh liên kết
- 18: bộ lò xo hình đĩa có mặt nón
- 19: kích trục vít
- 20: động cơ
- 21: đòn chống con lăn
- 30: khu vực làm nguội thứ cấp

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp đúc thép liên tục bao gồm các bước:

bước đổ đầy thép nóng chảy (9) vào khuôn đúc liên tục (5) mà được làm nguội;

bước làm hóa cứng thép nóng chảy trong khi đổ đầy để tạo ra phôi đúc (10, 10a);

bước kéo phôi đúc ra khỏi khuôn; và

bước phun nước làm nguội về phía phôi đúc, phương pháp này còn bao gồm:

bước thu lượng phun nước làm nguội W_0 [kg/tấn-phôi đúc] mà với lượng này vị trí hoàn thiện hóa cứng (13) mà sự hóa cứng của thép nóng chảy trong phôi đúc được hoàn thiện được thiết lập là vị trí đích định trước trong điều kiện tốc độ kéo V của phôi đúc được thiết lập ở tốc độ V_0 [m/phút] trước các bước đổ đầy, bước làm hóa cứng và bước kéo nêu trên; và

bước thu lượng phun nước làm nguội W_1 [kg/tấn-phôi đúc] mà với lượng này vị trí hoàn thiện hóa cứng được thiết lập là vị trí đích trong điều kiện tốc độ kéo V của phôi đúc được thiết lập ở tốc độ V_1 [m/phút] khác với tốc độ V_0 trước các bước đổ đầy, bước làm hóa cứng và bước kéo nêu trên, trong đó:

phôi đúc được kéo ở tốc độ V_0 trong khi phun nước làm nguội vào phôi đúc sao cho lượng phun nước làm nguội W được thiết lập ở W_0 và, sau đó, tốc độ kéo V của phôi đúc được thay đổi đến tốc độ V_1 từ tốc độ V_0 , và phôi đúc được kéo ở tốc độ V_1 trong khi phun nước làm nguội vào phôi đúc sao cho lượng phun nước làm nguội W được thiết lập ở W_1 , và

lượng phun nước làm nguội W_t [kg/tấn-phôi đúc] mà là lượng W của nước làm nguội được phun vào phôi đúc trong khoảng thời gian đến thời gian t [phút] mà thu được bằng cách chia chiều dài đích L_t của phôi đúc từ đầu ra của

khuôn đến vị trí đích dọc theo hướng đúc cho tốc độ kéo V_0 trôi từ thời điểm T_c mà ở đó tốc độ kéo V được thay đổi thỏa mãn công thức (1) sau đây hoặc công thức (2) sau đây:

$$W_t < W_1 \text{ trong điều kiện } V_1 < V_0 \dots (1)$$

$$W_t > W_1 \text{ trong điều kiện } V_1 > V_0 \dots (2)$$

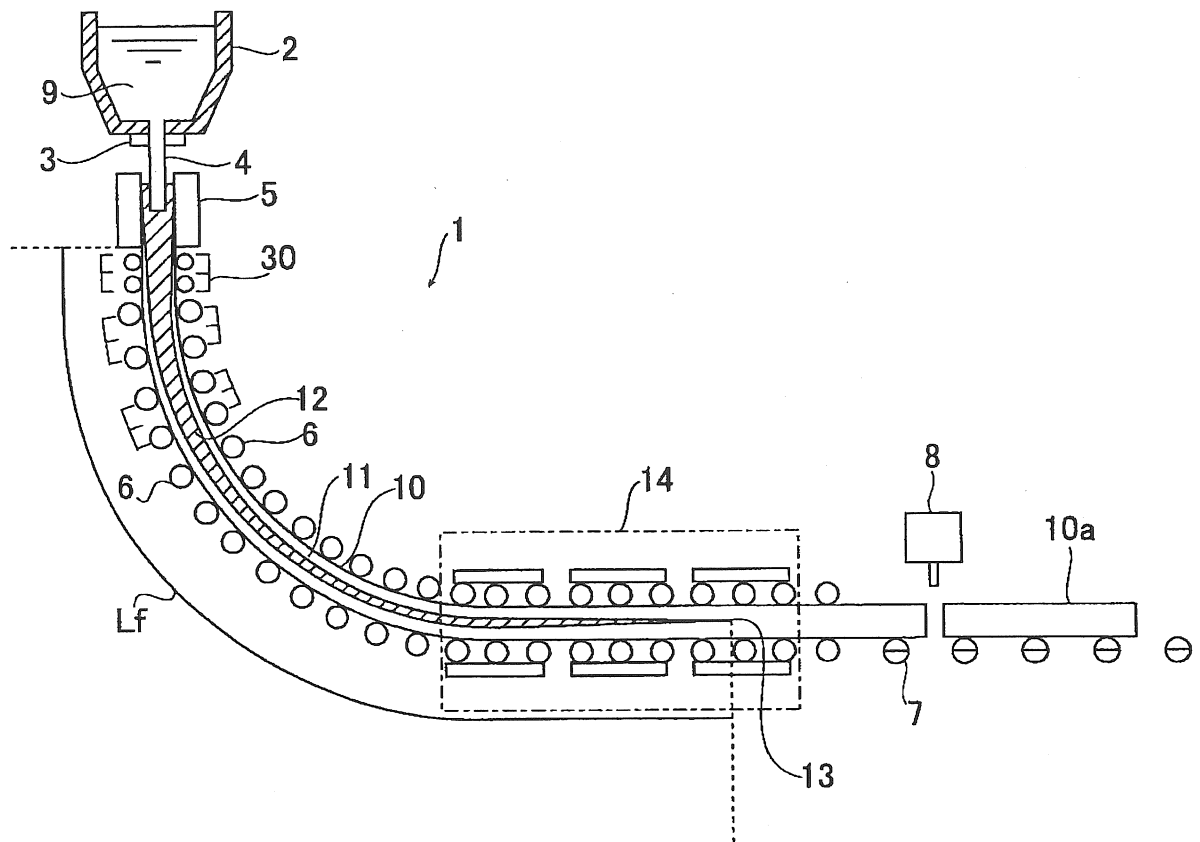
2. Phương pháp đúc thép liên tục theo điểm 1, trong đó lượng phun nước làm nguội W trong khoảng thời gian đến thời gian t trôi từ thời điểm T_c được thay đổi ở n giai đoạn tiếp theo (n : số tự nhiên là 1 hoặc lớn hơn) từ giai đoạn mà W là W_t , và lượng phun $W_t(i-1)$ (i : số tự nhiên từ 1 đến n) ở giai đoạn thứ $(i-1)$ và lượng phun $W_t(i)$ ở giai đoạn thứ i được tính từ giai đoạn mà W là W_t thỏa mãn công thức (3) sau đây hoặc công thức (4) sau đây:

$$W_t \leq W_t(i-1) < W_t(i) < W_1 \text{ trong điều kiện } V_1 < V_0 \dots (3)$$

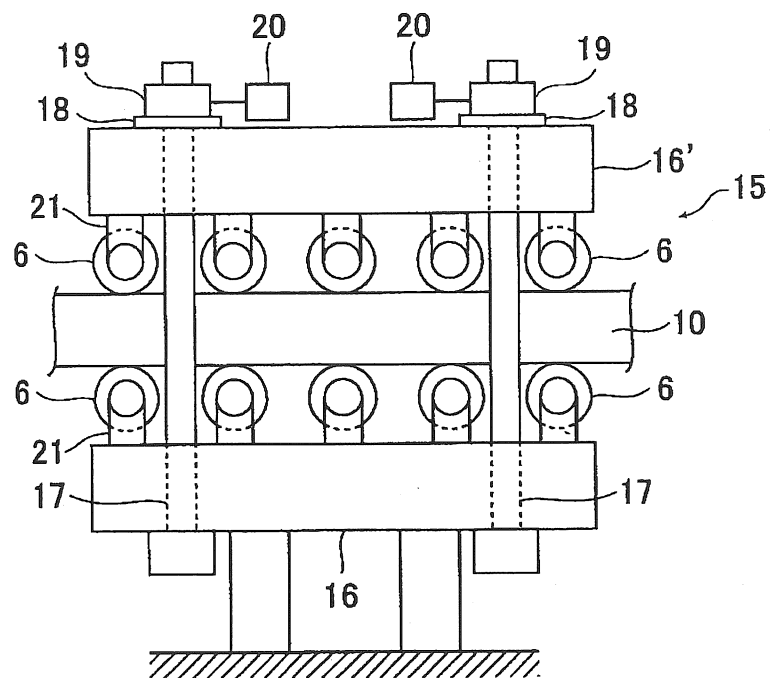
$$W_t \geq W_t(i-1) > W_t(i) > W_1 \text{ trong điều kiện } V_1 > V_0 \dots (4)$$

trong đó $W(0)$ là W_t trong công thức (3) và công thức (4).

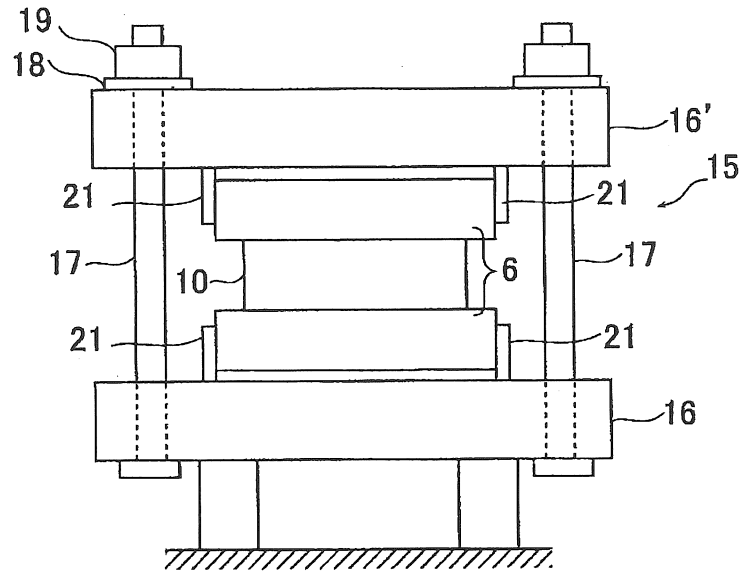
[FIG. 1]



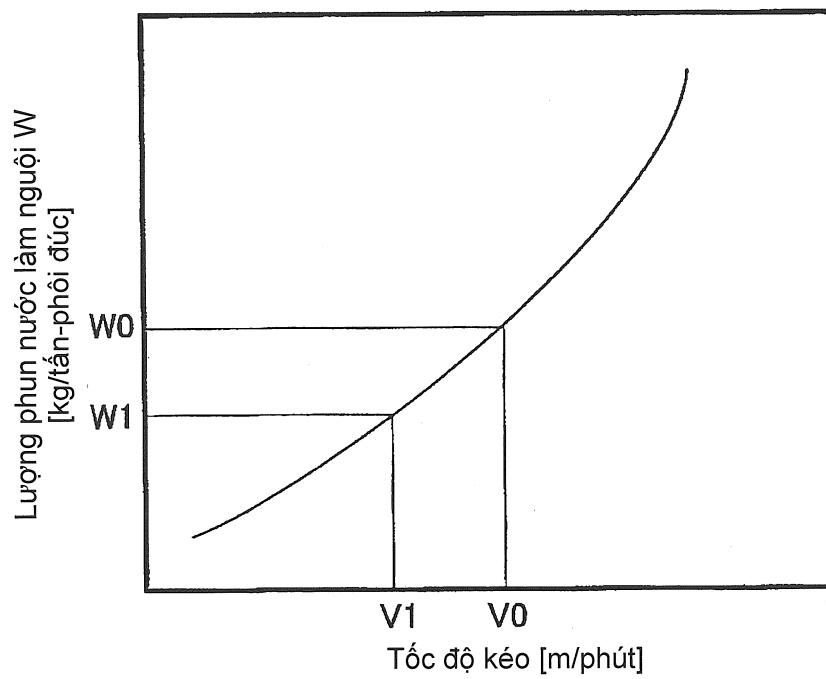
[FIG. 2]



[FIG. 3]

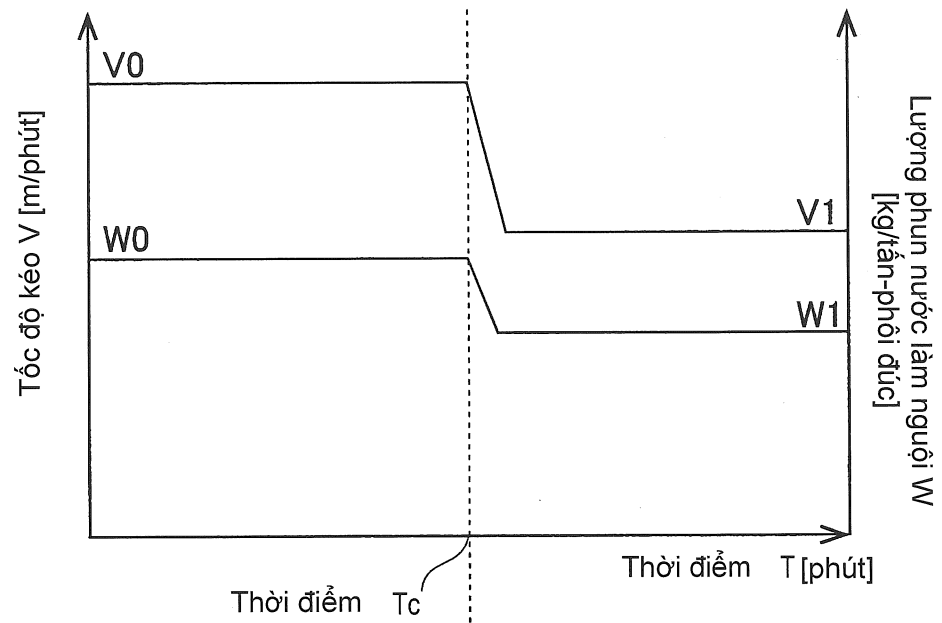


[FIG. 4]

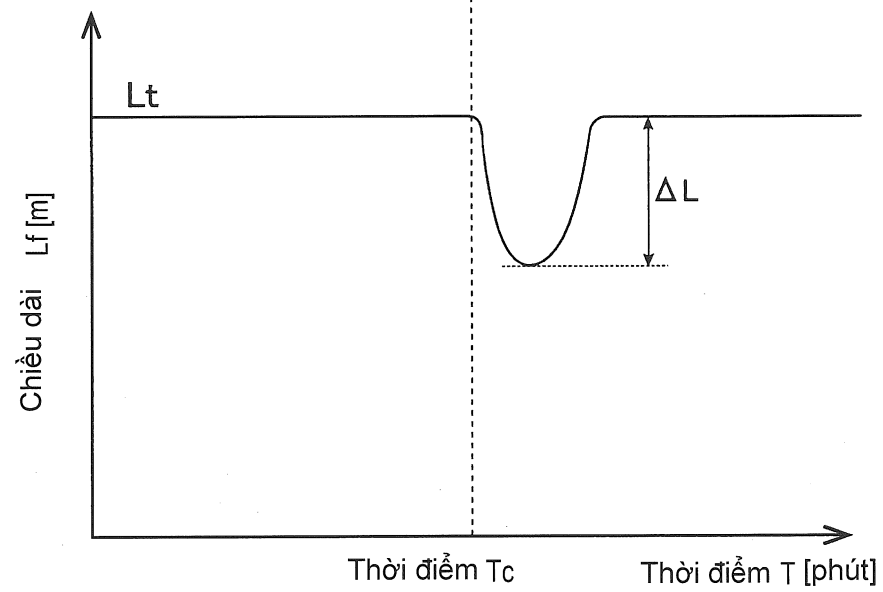


[FIG. 5]

(a)

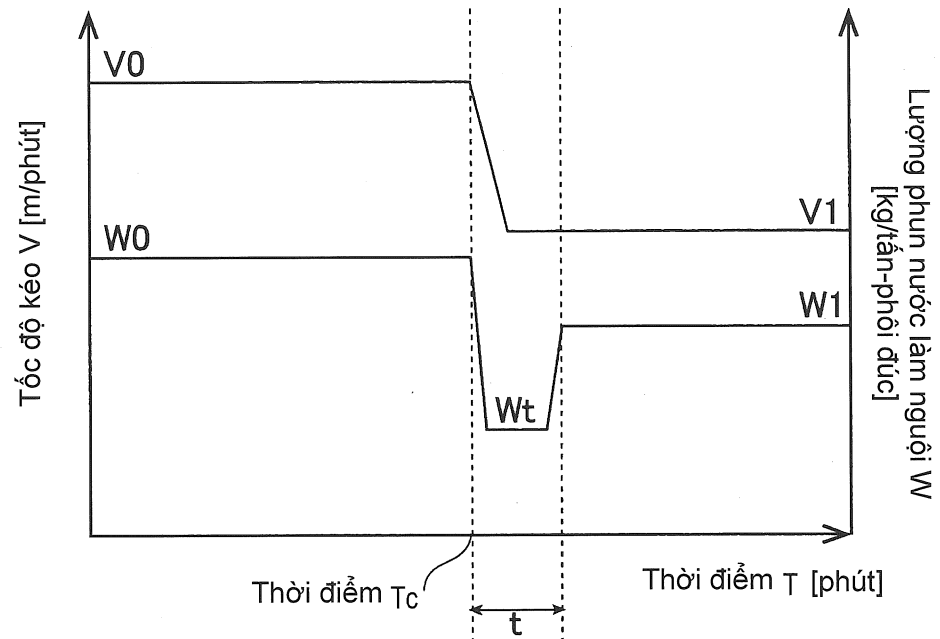


(b)

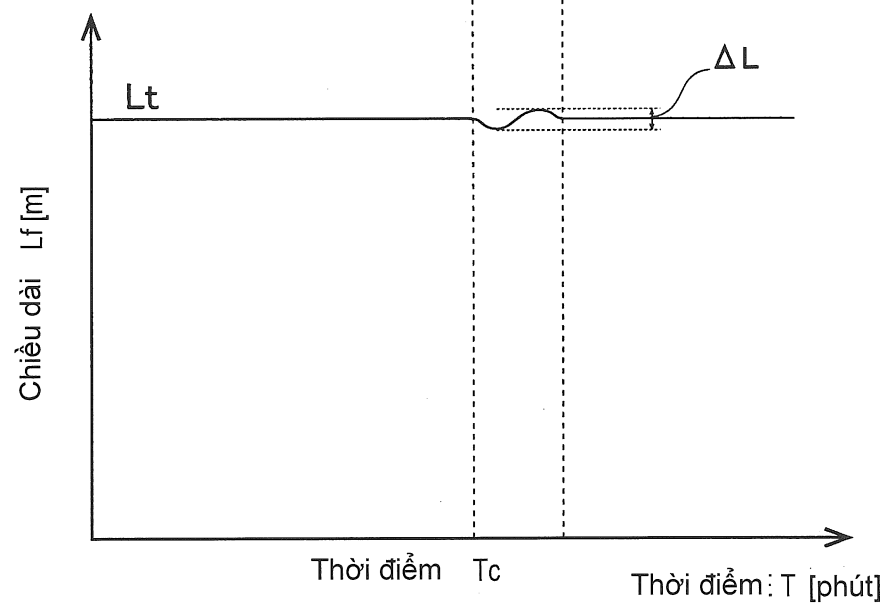


[FIG. 6]

(a)

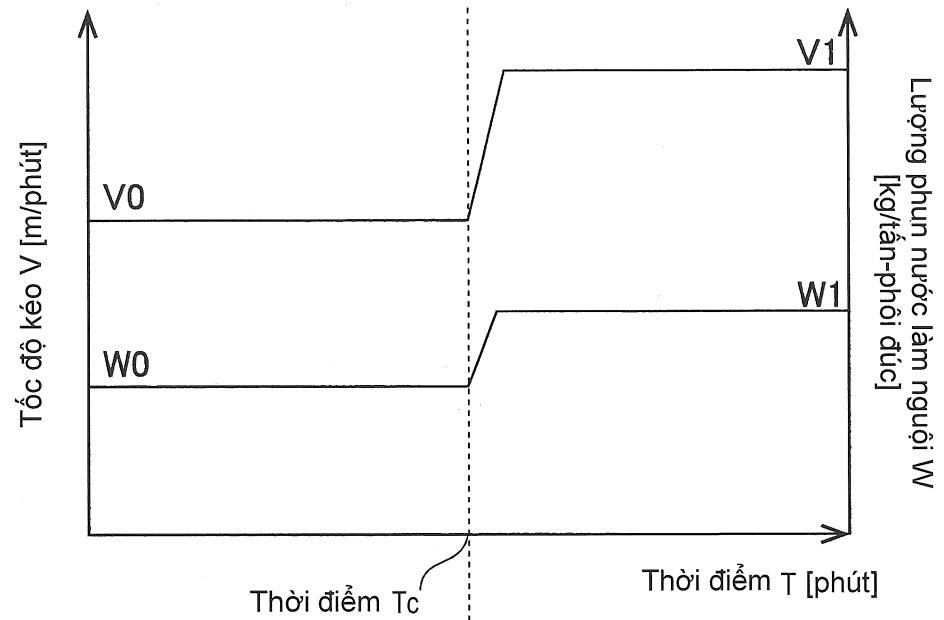


(b)

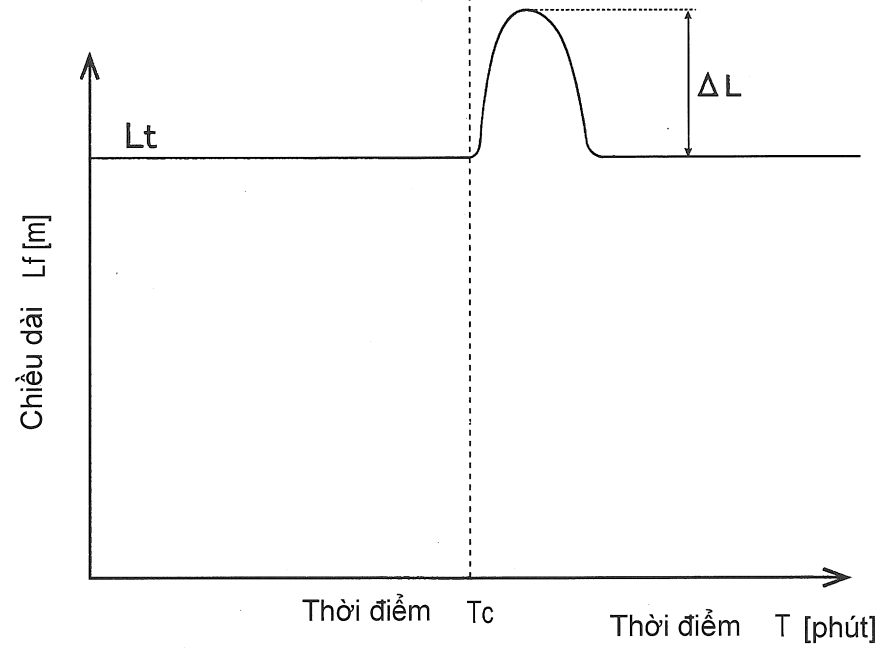


[FIG. 7]

(a)

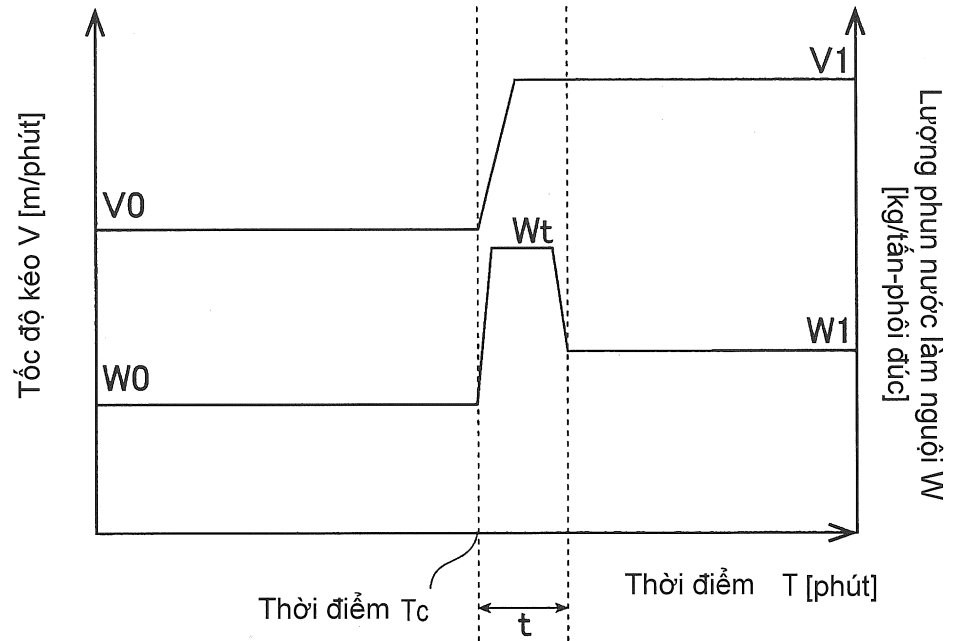


(b)

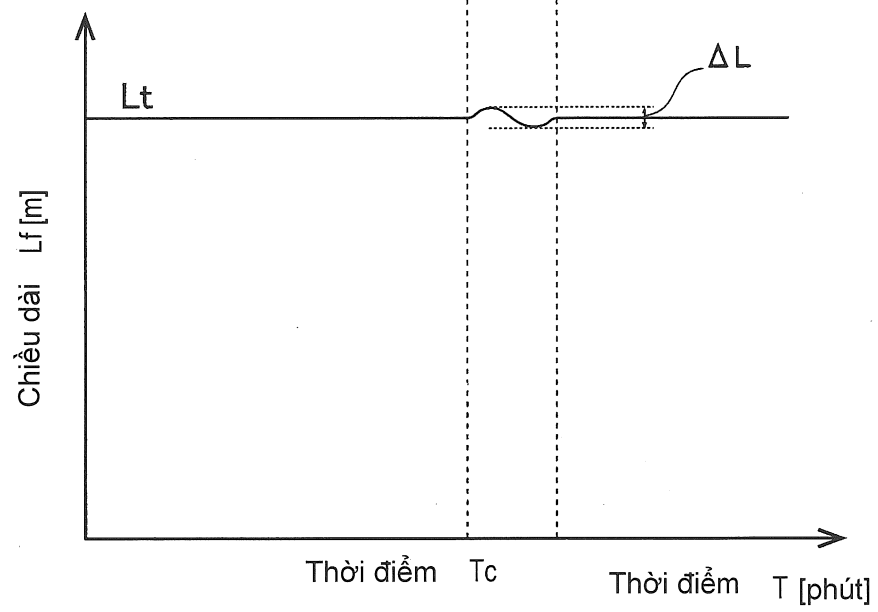


[FIG. 8]

(a)

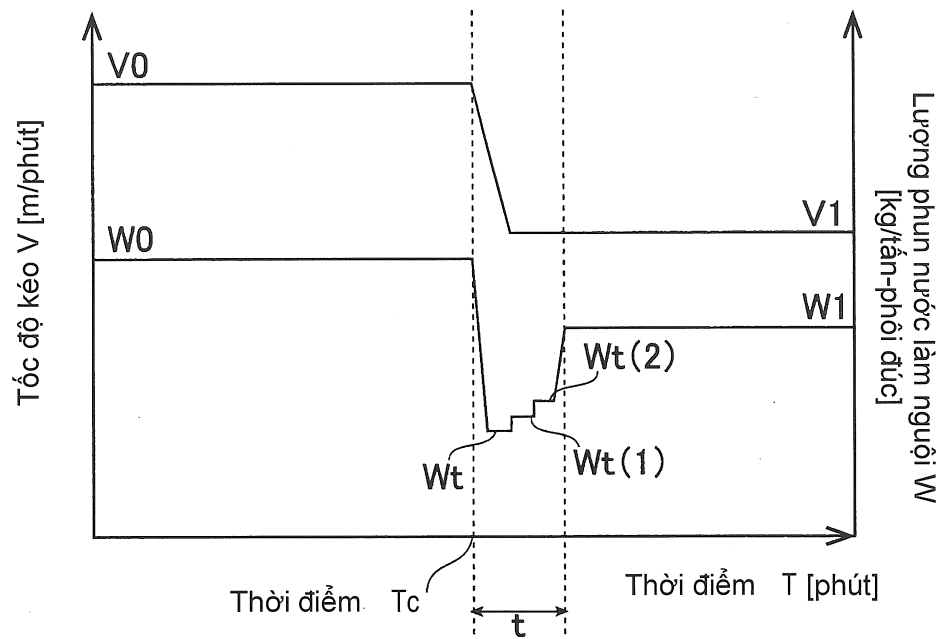


(b)



[FIG. 9]

(a)



(b)

