



(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)



1-0048184

(51)^{2020.01} B22D 11/124; B22D 11/22

(13) B

(21) 1-2022-00040

(22) 06/07/2020

(86) PCT/JP2020/026487 06/07/2020

(87) WO2021/006253 14/01/2021

(30) 2019-128852 11/07/2019 JP

(45) 25/07/2025 448

(43) 25/04/2022 409A

(73) JFE STEEL CORPORATION (JP)

2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 1000011, Japan

(72) SUGIHARA Hirokazu (JP); OSUKA Kenichi (JP); UEOKA Satoshi (JP).

(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

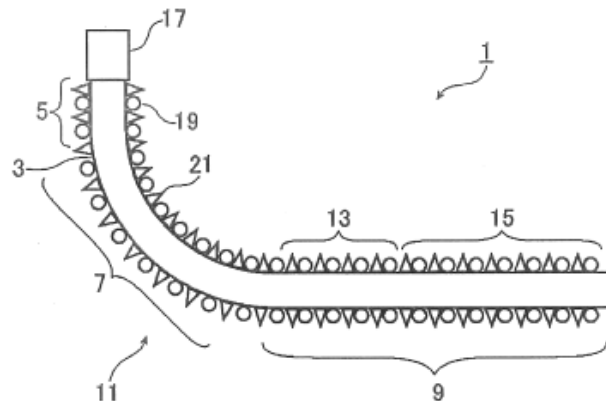
(54) PHƯƠNG PHÁP LÀM NGUỘI THỨ CẤP VÀ THIẾT BỊ LÀM NGUỘI THỨ CẤP
CHO PHÔI ĐÚC LIÊN TỤC

(21) 1-2022-00040

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp làm nguội thứ cấp và thiết bị làm nguội thứ cấp cho phôi đúc liên tục mà làm nguội thứ cấp có thể được thực hiện hiệu quả mà không cần đầu tư lớn.

Phương pháp làm nguội thứ cấp cho phôi đúc liên tục mà phôi đúc (3) được đúc bởi thiết bị đúc liên tục (1) được làm nguội thứ cấp trong vùng làm nguội thứ cấp (11) bao gồm vùng thẳng đứng (5), vùng cong (7), và vùng nằm ngang (9) bao gồm bước làm nguội thứ nhất được thực hiện trong phần làm nguội thứ nhất (13), mà là phần đầu vào trong vùng nằm ngang (9), và bước làm nguội thứ hai được thực hiện trong phần làm nguội thứ hai (15), mà là phần đầu ra trong vùng nằm ngang. Bước làm nguội thứ nhất bao gồm làm nguội phôi đúc với nước làm nguội được cung cấp với mật độ dòng là 300 đến 4000 lít/(m².phút) để nước làm nguội trên bề mặt của phôi đúc ở trạng thái sôi hạt nhân trong bước làm nguội thứ nhất. Bước làm nguội thứ hai bao gồm làm nguội phôi đúc với nước làm nguội được cung cấp với mật độ dòng là 2% hoặc lớn hơn và 50% hoặc nhỏ hơn mật độ dòng của nước làm nguội trong bước làm nguội thứ nhất để trạng thái sôi hạt nhân của nước làm nguội trên bề mặt của phôi đúc được duy trì trong bước làm nguội thứ hai.

FIG.1



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp làm nguội thứ cấp và thiết bị làm nguội thứ cấp cho phôi đúc liên tục trong khi phôi đúc được làm nguội thứ cấp trong vùng làm nguội thứ cấp của thiết bị đúc liên tục.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong quá trình đúc thép liên tục, thép nóng chảy được rót vào khuôn được làm nguội bởi khuôn và tạo thành lớp vỏ hóa rắn tại bề mặt tiếp xúc mà tiếp xúc với khuôn. Phôi đúc bao gồm lớp vỏ hóa rắn, đóng vai trò lớp vỏ ngoài, và thép nóng chảy chưa hóa rắn trong vỏ liên tục được kéo xuống từ khuôn trong khi được làm nguội với nước làm nguội trong vùng làm nguội thứ cấp được bố trí dưới khuôn, và cuối cùng hóa rắn toàn bộ đến tâm.

Phôi đúc đã hóa rắn toàn bộ đến tâm được cắt theo chiều dài được xác định trước để sản xuất phôi đúc đóng vai trò vật liệu cán.

Trong làm nguội thứ cấp, phôi đúc thường được làm nguội trong trạng thái sôi màng. Ở đây, sôi màng là một trong những kiểu sôi dễ dàng xảy ra khi đối tượng có nhiệt độ bề mặt cao được làm nguội với nước làm nguội áp suất thấp được cung cấp với tốc độ dòng chảy thấp. Lớp hơi nước được tạo ra giữa nước làm nguội và đối tượng được làm nguội, và tốc độ làm nguội tại đó đối tượng được làm nguội là tương đối thấp. Mặc dù điều này cho phép làm nguội đối tượng theo cách đáng tin cậy, có vấn đề là năng suất thấp.

Trong quá trình đúc liên tục, các sự cải thiện về chất lượng và năng suất của phôi đúc được mong muốn. Điều này có thể đạt được bằng cách, chẳng hạn, gia tăng hệ số truyền nhiệt giữa nước làm nguội và bề mặt của phôi đúc, nghĩa là, hệ số truyền nhiệt trong quá trình phun làm nguội.

Theo đó, như được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 1, nước làm nguội có thể được phun vào bề mặt của phôi đúc với áp suất cao, sao cho lượng lớn hơn nước làm nguội tiếp xúc với bề mặt của phôi đúc trên một đơn vị thời gian. Kết quả là, hệ số truyền nhiệt

được tăng lên, và năng suất được tăng lên tương ứng.

Danh mục tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn sáng chế Nhật Bản chưa được thẩm định số 2003-285147

Tài liệu phi sáng chế

Tài liệu phi sáng chế 1: J.V. BECK, Int. J. Mass Transfer, 13 (1970), tr. 703

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Tuy nhiên, phương pháp của tài liệu sáng chế 1 yêu cầu thêm trang thiết bị, như thêm máy bơm và các đường ống chịu áp suất cao, và chi phí bị tăng lên.

Ngoài ra, lượng nước rất lớn được yêu cầu để làm tăng hệ số truyền nhiệt, và lượng nước được yêu cầu vượt quá đáng kể lượng nước có thể sử dụng trong thiết bị đúc liên tục hiện có. Do đó, phương pháp yêu cầu đầu tư lớn.

Sáng chế đã được thực hiện để giải quyết vấn đề được mô tả ở trên, và mục tiêu của sáng chế là đề xuất phương pháp làm nguội thứ cấp và thiết bị làm nguội thứ cấp cho phôi đúc liên tục mà làm nguội thứ cấp có thể được thực hiện hiệu quả mà không cần đầu tư lớn.

Giải pháp kỹ thuật

(1) Phương pháp làm nguội thứ cấp cho phôi đúc liên tục theo sáng chế là phương pháp mà phôi đúc được đúc trong thiết bị đúc liên tục được làm nguội thứ cấp trong vùng làm nguội thứ cấp bao gồm vùng thẳng đứng, vùng cong, và vùng nằm ngang, và bao gồm bước làm nguội thứ nhất được thực hiện trong phần đầu vào trong vùng nằm ngang theo hướng đúc và bước làm nguội thứ hai được thực hiện trong phần đầu ra trong vùng nằm ngang theo hướng đúc. Bước làm nguội thứ nhất bao gồm làm nguội phôi đúc với nước làm nguội được cung cấp với mật độ dòng trên một đơn vị thời gian là 300 đến 4000 lít/(m².phút) (trong đó phút là đơn vị thời gian) để nước làm nguội trên bề mặt của phôi đúc ở trạng thái sôi hạt nhân trong bước làm nguội thứ nhất. Bước làm nguội thứ hai bao gồm làm nguội phôi đúc với nước làm nguội được cung cấp với mật độ dòng trên một đơn vị thời gian là 2% hoặc lớn hơn và 50% hoặc nhỏ hơn mật độ dòng của

nước làm nguội trong bước làm nguội thứ nhất để trạng thái sôi hạt nhân của nước làm nguội trên bề mặt của phôi đúc được duy trì trong bước làm nguội thứ hai.

(2) Trong phương pháp làm nguội thứ cấp cho phôi đúc liên tục theo (1), bước làm nguội thứ hai có thể được thực hiện sao cho nhiệt độ bề mặt T_s (°C) của phôi đúc khi bắt đầu làm nguội phôi đúc và mật độ dòng W (lít/(m².phút)) của nước làm nguội trong bước làm nguội thứ hai thỏa mãn mối quan hệ của biểu thức (1).

$$T_s < 10^{[0,08 \times \ln(W) + 2]} \quad (1)$$

trong đó $\ln$ là logarit tự nhiên và $^{\wedge}$ là toán tử lũy thừa trong biểu thức (1).

(3) Trong phương pháp làm nguội thứ cấp cho phôi đúc liên tục theo (2), bước làm nguội thứ hai có thể được thực hiện sao cho khi chiều dày của phôi đúc là t (m), độ dẫn nhiệt trung bình của phôi đúc theo hướng chiều dày trong khu vực loại trừ phần chưa hóa rắn của phôi đúc là λ (kcal/(m.giờ.°C)), và nhiệt độ hóa rắn của phôi đúc là T_c (°C), thông lượng nhiệt q (kcal/(m².giờ)) của nước làm nguội thỏa mãn mối quan hệ của biểu thức (2).

$$q \geq \lambda[4(T_c - T_s)/t] \quad (2)$$

(4) Trong phương pháp làm nguội thứ cấp cho phôi đúc liên tục theo biểu thức bất kỳ trong số các biểu thức từ (1) đến (3), bước làm nguội thứ hai có thể được thực hiện sao cho mật độ dòng W của nước làm nguội thỏa mãn mối quan hệ của biểu thức (3).

$$W > e^{[(\log(\lambda[4(T_c - T_s)/t]) - 5,2)/0,17]} \quad (3)$$

trong đó e là cơ số của logarit tự nhiên, $\log$ là logarit thường, và $^{\wedge}$ là toán tử lũy thừa trong biểu thức (3).

(5) Trong phương pháp làm nguội thứ cấp cho phôi đúc liên tục theo biểu thức bất kỳ trong số các biểu thức từ (1) đến (4), số lượng lớn các trục lăn và số lượng lớn các vòi phun có thể được bố trí trong vùng nằm ngang, các trục lăn được sắp xếp theo hướng đúc và được định hướng để các hướng trục của chúng vuông góc với hướng đúc, các vòi phun mà xả nước làm nguội về phía bề mặt của phôi đúc được sắp xếp theo hướng chiều rộng phôi đúc giữa các trục lăn liên kế với nhau theo hướng đúc. Bề mặt làm nguội được tạo thành khi nước làm nguội được xả từ mỗi vòi phun va chạm với bề mặt của phôi đúc có dạng hình chữ nhật góc tròn hoặc dạng hình elip. Ít nhất trong bước

làm nguội thứ nhất, nước làm nguội được xả sao cho trục chính của bề mặt làm nguội nghiêng một góc trong phạm vi từ 5 đến 45 độ so với hướng vuông góc với hướng đúc.

(6) Thiết bị làm nguội thứ cấp cho phôi đúc liên tục theo sáng chế là thiết bị mà phôi đúc được đúc trong thiết bị đúc liên tục được làm nguội thứ cấp trong vùng làm nguội thứ cấp bao gồm vùng thẳng đứng, vùng cong, và vùng nằm ngang, và vùng nằm ngang bao gồm phần làm nguội thứ nhất và phần làm nguội thứ hai. Trong phần làm nguội thứ nhất, phôi đúc có thể được làm nguội với nước làm nguội được cung cấp với mật độ dòng trên một đơn vị thời gian là 300 đến 4000 lít/(m².phút) (trong đó phút là đơn vị thời gian) để nước làm nguội trên bề mặt của phôi đúc ở trạng thái sôi hạt nhân trong phần làm nguội thứ nhất. Trong phần làm nguội thứ hai, phôi đúc được làm nguội với nước làm nguội được cung cấp với mật độ dòng trên một đơn vị thời gian là 2% hoặc lớn hơn và 50% hoặc nhỏ hơn mật độ dòng của nước làm nguội trong phần làm nguội thứ nhất để trạng thái sôi hạt nhân của nước làm nguội trên bề mặt của phôi đúc được duy trì trong phần làm nguội thứ hai.

(7) Trong thiết bị làm nguội thứ cấp cho phôi đúc liên tục theo (6), số lượng lớn các trục lăn và số lượng lớn các vòi phun được bố trí trong vùng nằm ngang, các trục lăn được sắp xếp theo hướng đúc và được định hướng để các hướng trục của chúng vuông góc với hướng đúc, các vòi phun xả nước làm nguội về phía bề mặt của phôi đúc được sắp xếp theo hướng chiều rộng phôi đúc giữa các trục lăn liên tiếp với nhau theo hướng đúc. Các vòi phun có thể xả nước làm nguội để bề mặt làm nguội được tạo thành khi nước làm nguội được xả từ mỗi vòi phun và chạm với bề mặt của phôi đúc có dạng hình chữ nhật góc tròn hoặc dạng hình elip. Ít nhất trong phần làm nguội thứ nhất, các vòi phun được sắp xếp sao cho trục chính của bề mặt làm nguội nghiêng một góc trong phạm vi từ 5 đến 45 độ so với hướng vuông góc với hướng đúc.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Theo sáng chế, trong vùng nằm ngang, bước làm nguội thứ nhất được thực hiện sao cho mật độ dòng trên một đơn vị thời gian của nước làm nguội là 300 đến 4000 lít/(m².phút) để nước làm nguội trên bề mặt của phôi đúc ở trạng thái sôi hạt nhân trong phần làm nguội thứ nhất. Ngoài ra, bước làm nguội thứ hai được thực hiện sao cho mật độ dòng là 2% hoặc lớn hơn và 50% hoặc nhỏ hơn trong bước làm nguội thứ nhất để

trạng thái sôi hạt nhân của nước làm nguội trên bề mặt của phôi đúc được duy trì. Do đó, lượng nước làm nguội có thể được giảm, và làm nguội thứ cấp có thể được thực hiện hiệu quả mà không cần đầu tư lớn.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 minh họa cấu trúc chung của thiết bị đúc liên tục.

Fig.2 minh họa thiết bị phun làm nguội được bao gồm trong thiết bị làm nguội thứ cấp theo phương án.

Fig.3 minh họa dạng khác của thiết bị phun làm nguội được bao gồm trong thiết bị làm nguội thứ cấp theo phương án.

Fig.4 là đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa tốc độ dòng chảy của nước làm nguội, nhiệt độ bề mặt của phôi đúc, và khả năng làm nguội.

Mô tả chi tiết sáng chế

Tham chiếu đến Fig.1, phương pháp làm nguội thứ cấp cho phôi đúc liên tục theo phương án là phương pháp mà phôi đúc 3 được đúc bởi thiết bị đúc liên tục 1 được làm nguội thứ cấp trong vùng làm nguội thứ cấp 11 bao gồm vùng thẳng đứng 5, vùng cong 7, và vùng nằm ngang 9. Vùng nằm ngang 9 bao gồm phần làm nguội thứ nhất 13 trong đó bước làm nguội thứ nhất được thực hiện và phần làm nguội thứ hai 15 trong đó bước làm nguội thứ hai được thực hiện.

Mỗi hạng mục của phương pháp làm nguội thứ cấp bây giờ sẽ được mô tả cụ thể.

Thiết bị đúc liên tục

Như được minh họa trên Fig.1, thiết bị đúc liên tục 1 là thiết bị trong đó thép nóng chảy được rót vào khuôn 17 từ thùng trung gian (không được minh họa) được đỡ bởi các trục lăn 19 và được kéo ra dưới dạng phôi đúc 3 trong khi được làm nguội thứ cấp bởi các thiết bị phun làm nguội 21 được bố trí giữa các trục lăn 19.

Như được minh họa trên Fig.1, vùng làm nguội thứ cấp 11, trong đó phôi đúc 3 được làm nguội thứ cấp, được chia thành vùng thẳng đứng 5, vùng cong 7, và vùng nằm ngang 9. Phương pháp làm nguội thứ cấp theo sáng chế liên quan đến phương pháp làm nguội phôi đúc 3 trong vùng nằm ngang 9.

Bước làm nguội thứ nhất

Trong bước làm nguội thứ nhất được thực hiện trong phần làm nguội thứ nhất 13

của vùng nằm ngang 9 trong vùng làm nguội thứ cấp 11, phôi đúc 3 được làm nguội với nước làm nguội được cung cấp bởi các thiết bị phun làm nguội 21 với mật độ dòng trên một đơn vị thời gian là 300 đến 4000 lít/(m².phút) (trong đó phút là đơn vị thời gian) để nước làm nguội trên bề mặt của phôi đúc 3 ở trạng thái sôi hạt nhân trong phần làm nguội thứ nhất 13.

Mật độ dòng trên một đơn vị thời gian của nước làm nguội trong phần làm nguội thứ nhất 13 là giá trị được tính toán bằng cách chia tổng lượng nước làm nguội (lít/phút) trong phần làm nguội thứ nhất 13 cho diện tích (m²) của phần làm nguội thứ nhất 13.

Các thiết bị phun làm nguội 21 là các thiết bị phun chất lỏng hoặc hỗn hợp của chất lỏng và chất khí lên bề mặt của phôi đúc 3. Ví dụ của chất lỏng là nước, và ví dụ của chất khí là không khí.

Như được minh họa trên Fig.1, các thiết bị phun làm nguội 21 được bố trí giữa các trục lăn 19 mà truyền tải phôi đúc 3 theo hướng đúc.

Ngoài ra, như được minh họa trên Fig.2, mỗi thiết bị phun làm nguội 21 bao gồm số lượng lớn các vòi phun 23 được sắp xếp theo hướng chiều rộng của phôi đúc 3 trong khu vực giữa các trục lăn 19. Các vòi phun 23 được minh họa trên Fig.2 là các vòi phun dẹp. Mỗi vòi phun dẹp xả chất làm nguội 25, đóng vai trò nước làm nguội, dưới dạng quạt lan truyền theo hướng chiều rộng phôi đúc với vòi phun 23 ở tâm. Do đó, bề mặt va chạm trong đó nước làm nguội va chạm với bề mặt của phôi đúc có dạng tuyến tính kéo dài với chiều rộng nhỏ theo hướng đúc và chiều rộng lớn theo hướng chiều rộng phôi đúc. Trong bản mô tả này, dạng tuyến tính kéo dài của bề mặt va chạm trong đó nước làm nguội được xả từ mỗi vòi phun hình dẹp va chạm với bề mặt của phôi đúc được gọi là "dạng hình chữ nhật góc tròn".

Loại vòi phun 23 không bị giới hạn cụ thể, và các thiết bị phun có các vòi tương tự như các vòi phun dẹp có thể được sử dụng thay thế. Các ví dụ về các thiết bị phun như vậy bao gồm các vòi phun hình bầu dục (các thiết bị phun hình elip hoặc các thiết bị phun hình bầu dục), các vòi phun hình nón đầy đủ (các thiết bị phun hình nón hoặc các thiết bị phun hình tròn), là các vòi xả các dòng phun nước dạng hình nón, hoặc các vòi xả các dòng phun nước dạng hình tứ giác-kim tự tháp, như các thiết bị phun hình vuông (các thiết bị phun hình tứ giác, các thiết bị phun hình vuông, hoặc các thiết bị

phun hình chữ nhật), là các thiết bị phun hình nón đầy đủ hình tứ giác.

Khi các vòi phun hình dẹp hoặc các vòi phun hình bầu dục được sử dụng như các vòi phun 23, mỗi vòi được bố trí điển hình sao cho trục chính của bề mặt làm nguội (bề mặt va chạm trong đó nước làm nguội va chạm với bề mặt của phôi đúc), mà có dạng hình chữ nhật góc tròn hoặc dạng hình elip, vuông góc với hướng đúc. Tuy nhiên, như được minh họa trên Fig.3, giả sử rằng góc của trục chính được mô tả ở trên mà vuông góc với hướng đúc là 0 độ, nước làm nguội tốt hơn là được xả từ các vòi mà mỗi vòi được bố trí sao cho trục chính nghiêng một góc trong phạm vi từ 5 đến 45 độ ($\theta = 5$ đến 45 độ trên Fig.3).

Lý do cho điều này bây giờ sẽ được mô tả.

Như đã được mô tả ở trên, các vòi phun 23 được sắp xếp theo hướng chiều rộng của phôi đúc 3 trong mỗi khu vực giữa các trục lăn 19. Khi các vòi phun 23 là các thiết bị phun dẹp, nước làm nguội được xả từ các vòi phun 23 chảy dọc theo bề mặt của phôi đúc 3 với vận tốc cao theo hướng trục chính của bề mặt va chạm trong đó nước làm nguội va chạm với bề mặt của phôi đúc 3 (sau đây được gọi là hướng chiều rộng phun) và tại vận tốc tương đối thấp theo hướng trục phụ của bề mặt va chạm (sau đây được gọi là hướng chiều dày phun). Do đó, sau khi va chạm với bề mặt của phôi đúc, nước làm nguội lan truyền tương đối nhẹ nhàng theo hướng chiều dày phun, nghĩa là, theo hướng đúc. Theo hướng chiều rộng phun, các dòng phun nước làm nguội được xả từ các thiết bị phun liền kề va chạm với nhau với các vận tốc theo những hướng ngược nhau tại các đầu của chúng, và sau đó thay đổi các hướng của chúng để lan truyền theo hướng đúc. Kết quả là, nước làm nguội chảy theo hướng đúc dọc theo bề mặt của phôi đúc với vận tốc tương đối chậm sau khi va chạm với bề mặt của phôi đúc.

Khi trục chính của bề mặt làm nguội nghiêng so với hướng vuông góc với hướng đúc, sự giao thoa giữa các dòng phun nước làm nguội được xả từ các thiết bị phun liền kề xảy ra theo hướng chiều dày phun, trong đó vận tốc tương đối thấp, và không xảy ra theo hướng chiều rộng phun, trong đó vận tốc lớn. Do đó, nước làm nguội chảy dọc theo bề mặt của phôi với vận tốc cao. Theo kết quả của các nghiên cứu được thực hiện bởi các tác giả, người ta nhận thấy rằng khi nước làm nguội chảy dọc theo bề mặt của phôi đúc, khả năng làm nguội được tăng lên khi vận tốc của nước làm nguội được tăng lên.

Do đó, khả năng làm nguội được tăng lên khi mỗi vòi phun 23 được bố trí sao cho trục chính của bề mặt làm nguội nghiêng so với hướng vuông góc với hướng đúc. Giả sử rằng góc của hướng vuông góc với hướng đúc là 0 độ, trục chính của bề mặt làm nguội tốt hơn là nghiêng một góc trong phạm vi từ 5 đến 45 độ.

Như đã được mô tả ở trên, trong bước làm nguội thứ nhất được thực hiện bởi các thiết bị phun làm nguội 21, làm nguội được thực hiện với mật độ dòng trên một đơn vị thời gian là 300 đến 4000 lít/(m².phút) để nước làm nguội ở trạng thái sôi hạt nhân trên toàn bộ hoặc ít nhất một phần của bề mặt của phôi đúc 3.

Khi phôi đúc được làm nguội ở hệ số truyền nhiệt cao (sau đây được gọi là làm nguội mạnh) trước khi phôi đúc vào vùng nằm ngang 9, có nguy cơ cao là nứt sẽ xảy ra, cụ thể, ở phần góc của phôi đúc 3. Do đó, làm nguội mạnh có thể được thực hiện trong vùng nằm ngang 9.

Tuy nhiên, như đã được mô tả ở trên, tốc độ dòng chảy của nước làm nguội được sử dụng trong quá trình làm nguội mạnh cần phải được giảm để giảm đầu tư. Theo đó, phương pháp cung cấp nước làm nguội với tốc độ dòng chảy cao chỉ trong bước làm nguội thứ nhất và cung cấp nước làm nguội với tốc độ dòng chảy thấp trong phần làm nguội thứ hai 15 đã được nghiên cứu.

Fig.4 là đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa tốc độ dòng chảy của nước làm nguội, nhiệt độ bề mặt của phôi đúc 3, và khả năng làm nguội. Trục thẳng đứng biểu diễn khả năng làm nguội, và trục ngang biểu diễn nhiệt độ bề mặt của phôi đúc. Đồ thị thể hiện ba trường hợp trong đó tốc độ dòng chảy của nước làm nguội là cao, trung bình và thấp.

Trong đồ thị của Fig.4, khu vực nhiệt độ bằng hoặc thấp hơn điểm tối đa cục bộ của khả năng làm nguội là khu vực sôi hạt nhân, và khu vực nhiệt độ bằng hoặc cao hơn điểm tối thiểu cục bộ của khả năng làm nguội là khu vực sôi màng. Sôi hạt nhân là trạng thái sôi trong đó các bọt được tạo ra từ các điểm hình thành bọt đóng vai trò các hạt nhân và trong đó nước làm nguội có khả năng trích xuất lượng nhiệt rất lớn từ đối tượng làm nguội. Sôi màng là trạng thái sôi trong đó màng hơi nước được tạo thành tại ranh giới giữa nước làm nguội và đối tượng làm nguội và đóng vai trò lớp chắn nhiệt làm giảm lượng nhiệt có thể được trích xuất từ đối tượng làm nguội bởi nước làm nguội.

Như đã rõ từ đồ thị của Fig.4, khi nhiệt độ của phôi đúc 3 thấp, nghĩa là, trong

khu vực sôi hạt nhân, ảnh hưởng của tốc độ dòng chảy của nước làm nguội lên khả năng làm nguội là nhỏ. Do đó, khả năng làm nguội cao có thể đạt được với tốc độ dòng chảy thấp bằng cách thực hiện làm nguội với tốc độ dòng chảy cao trong bước làm nguội thứ nhất để giảm nhiệt độ bề mặt của phôi đúc 3 để sôi hạt nhân xảy ra, và sau đó duy trì sôi hạt nhân với tốc độ dòng chảy thấp trong phần làm nguội thứ hai 15.

Khái niệm về phương pháp làm nguội phôi đúc theo sáng chế bây giờ sẽ được mô tả có tham chiếu đến đồ thị của Fig.4. Khi quá trình đúc tiến hành từ vị trí đầu vào về phía vị trí đầu ra của thiết bị đúc liên tục, đối với lịch sử nhiệt độ bề mặt của phôi đúc, nhiệt độ thường thay đổi từ phải (phía nhiệt độ cao) sang trái (phía nhiệt độ thấp) trong đồ thị của Fig.4. Mặc dù nhiệt độ của phôi đúc 3 vẫn cao trong vùng cong 7, làm nguội quá mức không được thực hiện và nước làm nguội được cung cấp với tốc độ dòng chảy thấp (xem khu vực ở bên phải của điểm O trên Fig.4) để ngăn chặn nứt hoặc tương tự của phôi đúc 3. Khi phôi đúc 3 rời vùng cong 7 và vào vùng nằm ngang 9 (điểm A trên Fig.4), có ít nguy cơ nứt phôi đúc 3 hơn. Do đó, làm nguội mạnh có thể được thực hiện, và tốc độ dòng chảy của nước làm nguội có thể được tăng lên đáng kể (điểm A' trên Fig.4). Do đó, làm nguội với tốc độ dòng chảy cao được bắt đầu trong bước làm nguội thứ nhất theo sáng chế. Phôi đúc 3 được làm nguội mạnh với tốc độ dòng chảy cao, và nhiệt độ bề mặt được giảm đáng kể. Trong trường hợp nhanh nhất, trạng thái của nước làm nguội chuyển thành sôi hạt nhân (điểm B trên Fig.4) trong khu vực phía đầu ra theo hướng đúc từ vị trí tại đó bề mặt của phôi đúc được làm nguội bằng nước làm nguội được xả từ các vòi được đặt trong vùng đầu tiên giữa các trục lăn trong vùng nằm ngang. Khi phôi đúc 3 được làm nguội liên tục, nhiệt độ bề mặt của chúng được giảm hơn nữa và đạt đến điểm C trên Fig.4. Khi nhiệt độ bề mặt của phôi đúc 3 được giảm xuống điểm C, sôi hạt nhân có thể được duy trì ngay cả khi tốc độ dòng chảy của nước làm nguội thấp. Do đó, tốc độ dòng chảy của nước làm nguội được giảm, nghĩa là, bước làm nguội thứ hai được bắt đầu để liên tục thực hiện làm nguội mạnh với tốc độ dòng chảy thấp (điểm C' trên Fig.4).

Trong sáng chế, tốc độ dòng chảy của nước làm nguội thường thay đổi như được thể hiện bởi các mũi tên trống trên Fig.4.

Trong phương án, làm nguội với tốc độ dòng chảy cao trong bước làm nguội thứ

nhất được thực hiện sao cho mật độ dòng trên một đơn vị thời gian là 300 đến 4000 lít/(m².phút). Lý do cho điều này bây giờ sẽ được mô tả.

Trên Fig.4, giá trị tối thiểu cục bộ của khả năng làm nguội thay đổi tùy thuộc vào tốc độ dòng chảy. Các nghiên cứu được thực hiện bởi các tác giả đã chỉ ra rằng khi mật độ dòng trên một đơn vị thời gian là 300 lít/(m².phút), nhiệt độ cho giá trị tối thiểu cục bộ của khả năng làm nguội là khoảng 1000°C.

Nói chung, nhiệt độ bề mặt của phôi đúc 3 trong vùng nằm ngang 9 là 1000°C hoặc nhỏ hơn, mà ở trong khu vực nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ mà khả năng làm nguội ở mức tối thiểu cục bộ. Do đó, khi mật độ dòng trên một đơn vị thời gian là 300 lít/(m².phút), làm nguội phôi đúc 3 trong vùng nằm ngang 9 có thể được bắt đầu với khả năng làm nguội cao hơn khả năng làm nguội ở mức tối thiểu cục bộ.

Ngoài ra, như được minh họa trên Fig.4, khi khả năng làm nguội nằm giữa mức tối thiểu cục bộ và mức tối đa cục bộ, khả năng làm nguội được tăng lên khi tốc độ dòng chảy của nước làm nguội được tăng lên. Do đó, sẽ có lợi khi tăng mật độ dòng trên một đơn vị thời gian trong phần làm nguội thứ nhất 13 của vùng nằm ngang 9.

Tuy nhiên, các tác giả đã tìm ra rằng khi mật độ dòng lớn hơn hoặc bằng 4000 lít/(m².phút), khả năng làm nguội hầu như không thay đổi theo sự gia tăng mật độ dòng trên một đơn vị thời gian, và nước làm nguội không thể được sử dụng hiệu quả.

Vì lý do được mô tả ở trên, làm nguội với tốc độ dòng chảy cao trong phần làm nguội thứ nhất 13 được thực hiện sao cho mật độ dòng trên một đơn vị thời gian là 300 đến 4000 lít/(m².phút). Phạm vi được ưu tiên hơn của tốc độ dòng chảy là từ 300 đến 2000 lít/(m².phút).

Theo phương án, làm nguội được thực hiện với tốc độ dòng chảy cao trong bước làm nguội thứ nhất để nhiệt độ bề mặt của phôi đúc 3 được giảm và sôi hạt nhân đạt được trong quá trình bước làm nguội thứ nhất, và sôi hạt nhân được duy trì với tốc độ dòng chảy thấp trong bước làm nguội thứ hai tiếp theo. Các điều kiện để đạt được hiệu quả như vậy trong những bước này bây giờ sẽ được thảo luận.

Các tác giả đã thực hiện các thí nghiệm khác nhau trong đó phôi đúc 3 được làm nguội với nước trong phòng thí nghiệm. Kết quả là, người ta tìm ra rằng khả năng làm nguội ở mức tối đa cục bộ khi nhiệt độ bề mặt T_s (°C) của phôi đúc 3 là $T_s = 10^{[0,08}$

$\times \ln(W) + 2]$.

Ở đây, W là mật độ dòng trên một đơn vị thời gian (lít/(m².phút)) và $\ln$ là logarit tự nhiên.

Do đó, trong bước làm nguội thứ nhất, làm nguội có thể được thực hiện với tốc độ dòng chảy cao để nhiệt độ được giảm xuống nhiệt độ thấp hơn T_s được đưa ra ở trên tùy thuộc vào mật độ dòng trên một đơn vị thời gian trong bước làm nguội thứ hai. Nói cách khác, làm nguội trong bước làm nguội thứ nhất có thể được thực hiện sao cho nhiệt độ bề mặt T_s (°C) của phôi đúc 3 ở thời điểm khi làm nguội trong bước làm nguội thứ hai được bắt đầu thỏa mãn biểu thức (1).

$$T_s < 10^{[0,08 \times \ln(W) + 2]} \quad (1)$$

Bước làm nguội thứ hai

Trong bước làm nguội thứ hai được thực hiện trong phần làm nguội thứ hai 15 của vùng nằm ngang 9, phôi đúc 3 được làm nguội với nước làm nguội với mật độ dòng trên một đơn vị thời gian là 2% hoặc lớn hơn và 50% hoặc nhỏ hơn trong bước làm nguội thứ nhất để trạng thái sôi hạt nhân của nước làm nguội trên bề mặt của phôi đúc 3 được duy trì.

Mật độ dòng trên một đơn vị thời gian của nước làm nguội trong phần làm nguội thứ hai 15 là giá trị được tính toán bằng cách chia tổng lượng nước làm nguội (lít/phút) được sử dụng trong phần làm nguội thứ hai 15 cho diện tích (m²) của phần làm nguội thứ hai 15.

Như đã được mô tả ở trên, khi bước làm nguội thứ nhất được thực hiện sao cho nhiệt độ bề mặt của phôi đúc 3 khi bắt đầu bước làm nguội thứ hai thỏa mãn biểu thức (1) được đưa ra ở trên, làm nguội có thể được thực hiện trong bước làm nguội thứ hai trong khi sôi hạt nhân được duy trì với mật độ dòng thấp, nghĩa là, mật độ dòng trên một đơn vị thời gian W được cho trong biểu thức (1). Mật độ dòng trên một đơn vị thời gian có thể được thiết lập thành 2% hoặc lớn hơn và 50% hoặc nhỏ hơn trong bước làm nguội thứ nhất. Phạm vi được ưu tiên hơn của mật độ dòng trên một đơn vị thời gian là từ 5% đến 20% trong bước làm nguội thứ nhất.

Nhiệt độ bề mặt của phôi đúc tăng do thông lượng nhiệt được tạo ra bởi nhiệt dung của bộ phận bên trong của phôi đúc 3. Độ tăng nhiệt độ cần phải được giảm để

duy trì nhiệt độ bề mặt của phôi đúc tại nhiệt độ được mô tả ở trên. Điều này là do nếu nhiệt độ bề mặt vượt quá nhiệt độ mà khả năng làm nguội ở mức tối đa cục bộ, sự phụ thuộc của khả năng làm nguội vào tốc độ dòng chảy tăng, và khả năng làm nguội cao không thể đạt được với tốc độ dòng chảy thấp.

Độ tăng nhiệt độ có thể được giảm để duy trì nhiệt độ bề mặt của phôi đúc tại nhiệt độ được mô tả ở trên khi thông lượng nhiệt của các dòng phun nước làm nguội từ bên ngoài của phôi đúc 3 lớn hơn thông lượng nhiệt được tạo ra bởi nhiệt dung của bộ phận bên trong của phôi đúc 3.

Lý tưởng thì phân bố nhiệt độ của phôi đúc 3 có nhiệt độ tối đa ở tâm theo hướng chiều dày và có thể được tính gần đúng bằng parabol. Do đó, thông lượng nhiệt phục hồi q' (kcal/(m².giờ)) có thể được biểu diễn bởi biểu thức (4).

$$q' = \lambda[4(T_c - T_s)/t] \quad (4)$$

Trong biểu thức (4), t là chiều dày (m) của phôi đúc, λ là độ dẫn nhiệt trung bình (kcal/(m.giờ.°C)) theo hướng chiều dày trong khu vực loại trừ phần chưa hóa rắn của phôi đúc, và T_c là nhiệt độ hóa rắn (°C) của phôi đúc.

Do đó, để thực hiện làm nguội trong phần làm nguội thứ hai 15 với tốc độ dòng chảy thấp, thông lượng nhiệt q (kcal/(m².giờ)) trong quá trình làm nguội có thể được thiết lập để thỏa mãn $q \geq q'$, nghĩa là, biểu thức (2).

$$q \geq \lambda[4(T_c - T_s)/t] \quad (2)$$

Nhiệt độ ở tâm của phôi đúc theo hướng chiều dày khó để đo, và thường là quanh nhiệt độ hóa rắn của phôi đúc 3. Do đó, nhiệt độ hóa rắn được sử dụng.

Các tác giả đã nghiên cứu mật độ dòng trên một đơn vị thời gian cần thiết để đạt được sự làm nguội với thông lượng nhiệt thỏa mãn biểu thức (2) được đưa ra ở trên.

Các tác giả đã thực hiện thí nghiệm làm nguội tấm thép trong phòng thí nghiệm, và đã thu được điều kiện mà thông lượng nhiệt (khả năng làm nguội) ở mức tối đa cục bộ trên Fig.4 dưới dạng công thức thực nghiệm được đưa ra bên dưới thể hiện mối quan hệ giữa mức tối đa cục bộ của thông lượng nhiệt và mật độ dòng trên một đơn vị thời gian.

$$q'' = 10^{[0,17\ln(W) + 5,2]} \quad (5)$$

Theo hai biểu thức, biểu thức (5) và biểu thức (4) được đưa ra ở trên, nghĩa là, q'

$= \lambda[4(T_c - T_s)/t]$, điều kiện cần được thỏa mãn trong bước làm nguội thứ hai là $q'' > q'$, có thể được thay đổi thành biểu thức (3) liên quan đến mật độ dòng trên một đơn vị thời gian W .

$$W > e^{[(\log\{\lambda[4(T_c - T_s)/t]\} - 5,2)/0,17]} \quad (3)$$

Trong biểu thức (3), e là cơ số của logarit tự nhiên và $\log$ là logarit thường.

Khi mật độ dòng trên một đơn vị thời gian trong phần làm nguội thứ hai 15 được thiết lập để thỏa mãn biểu thức (3) được đưa ra ở trên, làm nguội có thể được thực hiện trong khi sôi hạt nhân được duy trì với lượng nước nhỏ trong phần làm nguội thứ hai 15.

Như đã được mô tả ở trên, theo phương pháp làm nguội thứ cấp của phương án, trong vùng nằm ngang 9 của vùng làm nguội thứ cấp 11, bước làm nguội thứ nhất được thực hiện với mật độ dòng cao để nước làm nguội trên bề mặt của phôi đúc 3 ở trạng thái sôi hạt nhân. Ngoài ra, bước làm nguội thứ hai được thực hiện với mật độ dòng trên một đơn vị thời gian là 2% hoặc lớn hơn và 50% hoặc nhỏ hơn trong bước làm nguội thứ nhất để trạng thái sôi hạt nhân của nước làm nguội trên bề mặt của phôi đúc 3 được duy trì. Do đó, lượng nước làm nguội được sử dụng trong vùng nằm ngang 9 có thể được giảm, và làm nguội thứ cấp có thể được thực hiện hiệu quả mà không cần đầu tư lớn.

Phương pháp làm nguội thứ cấp được mô tả ở trên cho phôi đúc liên tục có thể được triển khai bởi thiết bị làm nguội thứ cấp trong đó vùng nằm ngang 9 bao gồm phần làm nguội thứ nhất 13 và phần làm nguội thứ hai 15. Trong phần làm nguội thứ nhất 13, mật độ dòng trên một đơn vị thời gian được đặt thành 300 đến 4000 lít/(m².phút) để nước làm nguội trên bề mặt của phôi đúc 3 ở trạng thái sôi hạt nhân. Trong phần làm nguội thứ hai 15, tốc độ dòng chảy được đặt thành 2% hoặc lớn hơn và 50% hoặc nhỏ hơn trong phần làm nguội thứ nhất 13 để trạng thái sôi hạt nhân của nước làm nguội trên bề mặt của phôi đúc 3 được duy trì.

Trạng thái sôi hạt nhân của nước làm nguội có thể được duy trì bằng cách, chẳng hạn, đo nhiệt độ của nước làm nguội trước và sau khi làm nguội phôi đúc 3, ước tính chế độ sôi của nước làm nguội bằng cách sử dụng giá trị của độ tăng nhiệt độ của nước làm nguội, và điều chỉnh lượng nước làm nguội để chế độ sôi được ước tính tiếp tục là sôi hạt nhân. So sánh sôi hạt nhân và sôi màng, thông lượng nhiệt lớn hơn trong sôi hạt

nhân. Do đó, độ tăng nhiệt độ của nước làm nguội trong quá trình sôi hạt nhân lớn hơn độ tăng nhiệt độ của nước làm nguội trong quá trình sôi màng.

Độ tăng nhiệt độ của nước làm nguội có thể được ước tính bởi biểu thức (6). Vì một phần nhiệt được tiêu thụ dưới dạng nhiệt hóa hơi, độ tăng nhiệt độ của nước làm nguội thu được bởi biểu thức (6) là giá trị gần đúng.

$$\Delta T = q/(\rho c W) \quad (6)$$

trong đó ΔT là độ tăng nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$) của nước làm nguội, q là thông lượng nhiệt (W.m^2) từ phôi đúc đến nước làm nguội, ρ là mật độ (kg/m^3) của nước làm nguội, c là nhiệt dung riêng ($\text{J}/(\text{kg.K})$) của nước làm nguội, và W là mật độ dòng trên một đơn vị thời gian ($\text{m}^3/(\text{m}^2.\text{s})$) của nước làm nguội.

Như đã được mô tả ở trên, giá trị của thông lượng nhiệt q khác nhau giữa sôi hạt nhân và sôi màng. Do đó, giá trị của độ tăng nhiệt độ ΔT của nước làm nguội được ước tính bởi biểu thức (6) được đưa ra ở trên cũng khác nhau giữa sôi hạt nhân và sôi màng. Theo đó, chế độ sôi của nước làm nguội có thể được ước tính tùy thuộc vào nhiệt độ thực tế có tăng hay không, được xác định từ các giá trị nhiệt độ đo được của nước làm nguội thu được trước và sau khi làm nguội phôi đúc 3, gần với giá trị được ước tính của độ tăng nhiệt độ cho sôi hạt nhân hoặc cho sôi màng dựa trên biểu thức (6) được đưa ra ở trên. Trạng thái sôi hạt nhân của nước làm nguội có thể được duy trì bằng cách điều chỉnh lượng nước làm nguội để chế độ sôi được ước tính có thể được giữ ở trạng thái sôi hạt nhân.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1

Đúc thép cacbon thấp đã được thực hiện bằng cách sử dụng thiết bị đúc liên tục 1 để xác minh hiệu quả của sáng chế, bây giờ sẽ được mô tả. Trong ví dụ được mô tả dưới đây, các giá trị bằng số, chẳng hạn, được cung cấp để tạo điều kiện cho việc hiểu sáng chế, và sáng chế không bị giới hạn trong ví dụ về bất kỳ khía cạnh nào.

Chiều dài của thiết bị đúc liên tục 1 là 45 m, và vùng nằm ngang 9 được cấu thành bởi mười lăm phân đoạn, mỗi phân đoạn có chiều dài 2 m. Liên quan đến các điều kiện đúc, tốc độ đúc là 2 m/phút, chiều dày của phôi đúc là 250 mm, và chiều rộng của phôi đúc là 1500 mm. Nước được sử dụng làm nước làm nguội đã được trộn với không khí

và đã được xả từ các thiết bị phun làm nguội 21. Nhiệt độ của nước và không khí là 30°C.

Nhiệt độ bề mặt của phôi đúc 3 là 850°C ở thời điểm khi phôi đúc 3 đã đạt đến vùng nằm ngang 9.

Nhiệt độ hóa rắn, hay nhiệt độ rắn, là 1500°C, và độ dẫn nhiệt trung bình là 39,4 kcal/(m.giờ.°C).

Nhiệt kế bức xạ đã được sử dụng để đo nhiệt độ.

Vị trí hóa rắn đã được xác định từ thử nghiệm siết đinh tán.

Các điều kiện làm nguội trong vùng nằm ngang 9 đã được thay đổi theo nhiều cách khác nhau trong các điều kiện được mô tả ở trên. Phần làm nguội thứ nhất 13 và phần làm nguội thứ hai 15 đã được phân chia dựa trên các phân đoạn, và mật độ dòng trên một đơn vị thời gian đã được thiết lập cho mỗi phân đoạn. Thông lượng nhiệt đã được xác định bằng cách tính toán dựa trên kết quả của thí nghiệm tương ứng với các điều kiện vận hành thực tế được thực hiện bằng cách sử dụng thiết bị thí nghiệm được lắp ráp mô phỏng thiết bị thực tế. Cụ thể hơn, trong thí nghiệm được mô tả ở trên, nhiệt độ bề mặt của phôi đúc đã được đo bằng cách sử dụng nhiệt kế bức xạ, và vị trí của giao diện hóa rắn đã được đo bằng cách sử dụng thiết bị đo sóng siêu âm. Sau đó, kết quả của các phép đo đã được sử dụng để tính toán thông lượng nhiệt bằng phương pháp tính toán thông lượng nhiệt nghịch đảo được mô tả trong tài liệu phi sáng chế 1.

Đối với ví dụ so sánh 1, mật độ dòng trên một đơn vị thời gian trong vùng nằm ngang 9 đã được thiết lập thành giá trị hằng số 180 lít/(m².phút).

Đối với các ví dụ so sánh 2 và 3, vùng nằm ngang 9 đã được đặt sao cho năm phân đoạn ở phía đầu vào của chúng đã cấu thành phần làm nguội thứ nhất 13 và mười phân đoạn còn lại đã cấu thành phần làm nguội thứ hai 15, và làm nguội đã được thực hiện bằng cách thiết lập mật độ dòng trên một đơn vị thời gian riêng lẻ. Ví dụ, trong ví dụ so sánh 2, làm nguội với mật độ dòng trên một đơn vị thời gian là 250 lít/(m².phút) đã được thực hiện trong năm phân đoạn trong phần làm nguội thứ nhất 13, và mật độ dòng trên một đơn vị thời gian đã được giảm xuống 140 lít/(m².phút) để làm nguội trong mười phân đoạn còn lại trong phần làm nguội thứ hai 15. Khi bắt đầu làm nguội thứ hai, nghĩa là, ở thời điểm khi mật độ dòng trên một đơn vị thời gian đã được giảm từ

250 lít/(m².phút) xuống 140 lít/(m².phút), nhiệt độ bề mặt của phôi đúc 3 là 763°C.

Đối với các ví dụ sáng chế, số lượng phân đoạn và mật độ dòng trên một đơn vị thời gian trong phần làm nguội thứ nhất 13 và phần làm nguội thứ hai 15 đã được thiết lập riêng lẻ, và làm nguội đã được thực hiện. Ví dụ, trong ví dụ sáng chế 1, làm nguội đã được thực hiện với mật độ dòng trên một đơn vị thời gian là 300 lít/(m².phút) trong năm phân đoạn trong phần làm nguội thứ nhất 13, và với mật độ dòng trên một đơn vị thời gian là 150 lít/(m².phút) trong mười phân đoạn còn lại trong phần làm nguội thứ hai 15. Nhiệt độ bề mặt của phôi đúc 3 khi bắt đầu làm nguội thứ hai là 140°C.

Các giá trị bằng số được thể hiện cụ thể trong bảng 1.

Trong ví dụ 1, mỗi vòi phun được định hướng để trục chính của bề mặt làm nguội kéo dài theo hướng vuông góc với hướng đúc, như được minh họa trên Fig.2.

[Bảng 1]

	Phân làm nguội thứ nhất		Bắt đầu làm nguội thứ hai	Phân làm nguội thứ hai		Giá trị tính toán của về phải của biểu thức (1)	Giá trị được thiết lập của về trái của biểu thức (2)	Giá trị tính toán của về phải của biểu thức (2)	Giá trị tính toán của về phải của biểu thức (3)	Vị trí hóa rắn (từ cuối thiết bị đúc)
	Mật độ dòng	Số lượng phân đoạn		Nhiệt độ bề mặt	Tỷ lệ so với làm nguội thứ nhất					
	L/(m ² .phút)		°C	L/(m ² .phút)	%	°C	10 ⁻⁵ kcal/(m ² .h)	10 ⁻⁵ kcal/(m ² .h)	L/(m ² .phút)	m
Ví dụ so sánh 1	180	(5)	(791)	180	100%	260	2,68	5,05	19,3	1,0
Ví dụ so sánh 2	250	5	763	140	56%	249	3,40	5,23	21,1	1,5
Ví dụ so sánh 3	700	5	95	90	13%	229	4,81	9,44	95,4	3,8
Ví dụ sáng chế 1	300	5	140	150	50%	252	9,97	9,15	88,2	10,0
Ví dụ sáng chế 2	500	5	131	100	20%	234	9,89	9,21	89,6	10,5
Ví dụ sáng chế 3	1000	3	123	100	10%	234	9,71	9,26	90,9	10,8
Ví dụ sáng chế 4	600	7	124	120	20%	242	9,48	9,25	90,7	10,9
Ví dụ sáng chế 5	4000	1	105	95	2%	231	12,4	9,37	93,7	10,9

Trong các ví dụ so sánh 1 và 2, các biểu thức (1) và (2) đã không được thỏa mãn, và làm nguội trong khu vực sôi màng đã được thực hiện trên toàn bộ vùng nằm ngang 9. Do đó, làm nguội không đủ, và nhiệt độ là cao tại lối ra của phần làm nguội.

Trong ví dụ so sánh 3, biểu thức (1) đã được thỏa mãn, để làm nguội trong khu vực sôi hạt nhân đã được thực hiện và nhiệt độ đã được giảm đủ trong phần làm nguội thứ nhất 13. Tuy nhiên, vì biểu thức (2) đã không được thỏa mãn, sôi hạt nhân đã không được duy trì và làm nguội trong khu vực sôi màng đã được thực hiện trong phần làm nguội thứ hai 15. Do đó, khả năng làm nguội không đủ, và nhiệt độ là cao tại lối ra của phần làm nguội.

Trong các ví dụ sáng chế từ 1 đến 5, làm nguội trong khu vực sôi hạt nhân đã được thực hiện và nhiệt độ đã được giảm đủ trong phần làm nguội thứ nhất 13. Ngoài ra, trong phần làm nguội thứ hai 15, sôi hạt nhân đã được duy trì, sao cho khả năng làm nguội đủ đã đạt được và nhiệt độ đã được duy trì ở mức thấp tại lối ra của phần làm nguội. Kết quả là, thời gian cần thiết để hoàn thành quá trình hóa rắn đã được giảm. Điều này có nghĩa là tốc độ đúc có thể được tăng lên và năng suất có thể được tăng lên tương ứng.

Ví dụ 2

Các thí nghiệm được thực hiện để xác minh ảnh hưởng của độ nghiêng vòi phun bây giờ sẽ được mô tả. Thiết bị đúc liên tục và các điều kiện vận hành giống như trong ví dụ 1.

Các vòi phun đẹp được lắp đặt trong vùng nằm ngang 9 đã được định hướng để trục chính của bề mặt làm nguội có dạng hình chữ nhật góc tròn được tạo thành trên bề mặt của phôi đúc bởi nước làm nguội được xả từ mỗi vòi phun nghiêng so với hướng vuông góc với hướng đúc.

Trong ví dụ sáng chế 6, trục chính của bề mặt làm nguội có dạng hình chữ nhật góc tròn được tạo thành trên bề mặt của phôi đúc bởi nước làm nguội được xả từ mỗi vòi phun trong vùng nằm ngang 9 nghiêng một góc 20° so với hướng vuông góc với hướng đúc. Làm nguội đã được thực hiện với mật độ dòng trên một đơn vị thời gian là 300 lít/(m².phút) trong năm phân đoạn trong phần làm nguội thứ nhất 13, và với mật độ dòng trên một đơn vị thời gian là 150 lít/(m².phút) trong mười phân đoạn còn lại trong

phần làm nguội thứ hai 15. Nhiệt độ bề mặt của phôi đúc 3 khi bắt đầu làm nguội thứ hai là 128°C.

Trong ví dụ sáng chế 7, các mật độ dòng trên một đơn vị thời gian trong phần làm nguội thứ nhất 13 và phần làm nguội thứ hai 15 giống như trong ví dụ sáng chế 6, và trục chính nghiêng một góc 60°.

Trong ví dụ sáng chế 8, mật độ dòng trên một đơn vị thời gian là 1000 lít/(m².phút) trong phần làm nguội thứ nhất 13, và là 100 lít/(m².phút) trong phần làm nguội thứ hai 15. Trục chính nghiêng một góc 20°.

Trong ví dụ sáng chế 9, các mật độ dòng trên một đơn vị thời gian trong phần làm nguội thứ nhất 13 và phần làm nguội thứ hai 15 giống như trong ví dụ sáng chế 8, và trục chính nghiêng một góc 60°.

[Bảng 2]

	Phần làm nguội thứ nhất			Bắt đầu làm nguội thứ hai	Phần làm nguội thứ hai			Giá trị tính toán của về phải của biểu thức (1)	Vị trí hóa rắn (từ cuối thiết bị đúc)
	Mật độ dòng	Số lượng phân đoạn	Độ nghiêng vòi	Nhiệt độ bề mặt	Mật độ dòng	Tỷ lệ so với làm nguội thứ nhất	Độ nghiêng vòi		
	L/(m ² .phút)			°C	L/(m ² .phút)	%		°C	m
Ví dụ sáng chế 6	300	5	20	128	150	50%	20	286	10,3
Ví dụ sáng chế 7	300	5	60	137	150	50%	60	286	9,9
Ví dụ sáng chế 8	1000	3	20	110	100	10%	20	357	11,3
Ví dụ sáng chế 9	1000	3	60	121	100	10%	60	357	10,6

Trong các ví dụ sáng chế 6 và 8, trong đó góc nghiêng của trục chính là 20°, nước làm nguội đã chảy dọc theo bề mặt của phôi đúc với vận tốc cao hơn trong các ví dụ sáng chế 1 và 3 (xem bảng 1), trong đó góc nghiêng của trục chính là 0° và trong ví dụ sáng chế 7 và 9, trong đó góc nghiêng của trục chính là 60°. Kết quả là, khả năng làm nguội đã được tăng lên và thời gian cần thiết để hoàn thành quá trình hóa rắn đã được giảm hơn nữa. Điều này có nghĩa là tốc độ đúc có thể được tăng lên và năng suất có thể được tăng lên tương ứng.

Do đó, nó được gợi ý rằng khả năng làm nguội có thể được tăng lên khi trục chính của bề mặt làm nguội có dạng hình chữ nhật góc tròn được tạo thành trên bề mặt của phôi đúc bởi nước làm nguội được xả từ mỗi vòi phun nghiêng một góc trong phạm vi nhất định (từ 5 đến 45 độ) so với hướng vuông góc với hướng đúc.

Phạm vi được ưu tiên của góc nghiêng được đặt thành 5 đến 45 độ vì ảnh hưởng là nhỏ khi góc nghiêng nhỏ hơn 5 độ và khả năng làm nguội được giảm khi góc vượt quá 45 độ, như được gợi ý trong trường hợp được mô tả ở trên trong đó góc là 60 độ.

Danh sách số chỉ dẫn

- 1 thiết bị đúc liên tục
- 3 phôi đúc
- 5 vùng thẳng đứng
- 7 vùng cong
- 9 vùng nằm ngang
- 11 vùng làm nguội thứ cấp
- 13 phần làm nguội thứ nhất
- 15 phần làm nguội thứ hai
- 17 khuôn
- 19 trục lăn
- 21 thiết bị phun làm nguội
- 23 vòi phun
- 25 chất làm nguội

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp làm nguội thứ cấp cho phôi đúc liên tục mà phôi đúc được đúc trong thiết bị đúc liên tục được làm nguội thứ cấp trong vùng làm nguội thứ cấp bao gồm vùng thẳng đứng, vùng cong, và vùng nằm ngang, phương pháp làm nguội thứ cấp bao gồm:

bước làm nguội thứ nhất được thực hiện trong phần đầu vào trong vùng nằm ngang theo hướng đúc và bước làm nguội thứ hai được thực hiện trong phần đầu ra trong vùng nằm ngang theo hướng đúc,

trong đó bước làm nguội thứ nhất bao gồm làm nguội phôi đúc với nước làm nguội được cung cấp với mật độ dòng trên một đơn vị thời gian là 300 đến 4000 lít/(m².phút) (trong đó phút là đơn vị thời gian) để nước làm nguội trên bề mặt của phôi đúc ở trạng thái sôi hạt nhân trong bước làm nguội thứ nhất, và

trong đó bước làm nguội thứ hai bao gồm làm nguội phôi đúc với nước làm nguội được cung cấp với mật độ dòng trên một đơn vị thời gian là 2% hoặc lớn hơn và 50% hoặc nhỏ hơn mật độ dòng của nước làm nguội trong bước làm nguội thứ nhất để trạng thái sôi hạt nhân của nước làm nguội trên bề mặt của phôi đúc được duy trì trong bước làm nguội thứ hai.

2. Phương pháp làm nguội thứ cấp cho phôi đúc liên tục theo điểm 1, trong đó bước làm nguội thứ hai được thực hiện sao cho nhiệt độ bề mặt T_s (°C) của phôi đúc khi bắt đầu làm nguội phôi đúc và mật độ dòng W (lít/(m².phút)) của nước làm nguội trong bước làm nguội thứ hai thỏa mãn mối quan hệ của biểu thức (1):

$$T_s < 10^{[0,08 \times \ln(W) + 2]} \quad (1)$$

trong đó $\ln$ là logarit tự nhiên và $^{\wedge}$ là toán tử lũy thừa trong biểu thức (1).

3. Phương pháp làm nguội thứ cấp cho phôi đúc liên tục theo điểm 2, trong đó bước làm nguội thứ hai được thực hiện sao cho khi chiều dày của phôi đúc là t (m), độ dẫn nhiệt trung bình của phôi đúc theo hướng chiều dày trong khu vực loại trừ phần chưa hóa rắn của phôi đúc là λ (kcal/(m.giờ.°C)), và nhiệt độ hóa rắn của phôi đúc là T_c (°C), thông lượng nhiệt q (kcal/(m².giờ)) của nước làm nguội thỏa mãn mối quan hệ của biểu thức (2):

$$q \geq \lambda[4(T_c - T_s)/t] \quad (2)$$

4. Phương pháp làm nguội thứ cấp cho phôi đúc liên tục theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ điểm 1 đến điểm 3, trong đó bước làm nguội thứ hai được thực hiện sao cho mật độ dòng W của nước làm nguội thỏa mãn mối quan hệ của biểu thức (3):

$$W > e^{[(\log(\lambda[4(T_c - T_s)/t]) - 5,2)/0,17]} \quad (3)$$

trong đó e là cơ số của logarit tự nhiên, $\log$ là logarit thường, và $^{\wedge}$ là toán tử lũy thừa trong biểu thức (3).

5. Phương pháp làm nguội thứ cấp cho phôi đúc liên tục theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ điểm 1 đến điểm 4, trong đó số lượng lớn các trục lẫn và số lượng lớn các vôi phun được bố trí trong vùng nằm ngang, các trục lẫn được sắp xếp theo hướng đúc và được định hướng để các hướng trục của chúng vuông góc với hướng đúc, các vôi phun mà xả nước làm nguội về phía bề mặt của phôi đúc được sắp xếp theo hướng chiều rộng phôi đúc giữa các trục lẫn mà liên kết với nhau theo hướng đúc,

trong đó bề mặt làm nguội được tạo thành khi nước làm nguội được xả từ mỗi vôi phun và chạm với bề mặt của phôi đúc có dạng hình chữ nhật góc tròn hoặc dạng hình elip, và

trong đó, ít nhất trong bước làm nguội thứ nhất, nước làm nguội được xả sao cho trục chính của bề mặt làm nguội nghiêng một góc trong phạm vi từ 5 đến 45 độ so với hướng vuông góc với hướng đúc.

6. Thiết bị làm nguội thứ cấp cho phôi đúc liên tục mà phôi đúc được đúc trong thiết bị đúc liên tục được làm nguội thứ cấp trong vùng làm nguội thứ cấp bao gồm vùng thẳng đứng, vùng cong, và vùng nằm ngang,

trong đó vùng nằm ngang bao gồm phần làm nguội thứ nhất và phần làm nguội thứ hai,

trong đó, trong phần làm nguội thứ nhất, phôi đúc có thể được làm nguội với nước làm nguội được cung cấp với mật độ dòng trên một đơn vị thời gian là 300 đến 4000 lít/(m².phút) (trong đó phút là đơn vị thời gian) để nước làm nguội trên bề mặt của phôi đúc ở trạng thái sôi hạt nhân trong phần làm nguội thứ nhất, và

trong đó, trong phần làm nguội thứ hai, phôi đúc có thể được làm nguội với nước làm nguội được cung cấp với mật độ dòng trên một đơn vị thời gian là 2% hoặc lớn hơn và 50% hoặc nhỏ hơn mật độ dòng của nước làm nguội trong phần làm nguội thứ nhất

để trạng thái sôi hạt nhân của nước làm nguội trên bề mặt của phôi đúc được duy trì trong phần làm nguội thứ hai.

7. Thiết bị làm nguội thứ cấp cho phôi đúc liên tục theo điểm 6, trong đó số lượng lớn các trục lăn và số lượng lớn các vòi phun được bố trí trong vùng nằm ngang, các trục lăn được sắp xếp theo hướng đúc và được định hướng để các hướng trục của chúng vuông góc với hướng đúc, các vòi phun mà xả nước làm nguội về phía bề mặt của phôi đúc được sắp xếp theo hướng chiều rộng phôi đúc giữa các trục lăn liên kề với nhau theo hướng đúc,

trong đó các vòi phun có thể xả nước làm nguội để bề mặt làm nguội được tạo thành khi nước làm nguội được xả từ mỗi vòi phun và chạm với bề mặt của phôi đúc có dạng hình chữ nhật góc tròn hoặc dạng hình elip, và

trong đó, ít nhất trong phần làm nguội thứ nhất, các vòi phun được sắp xếp sao cho trục chính của bề mặt làm nguội nghiêng một góc trong phạm vi từ 5 đến 45 độ so với hướng vuông góc với hướng đúc.

1/2

FIG.1

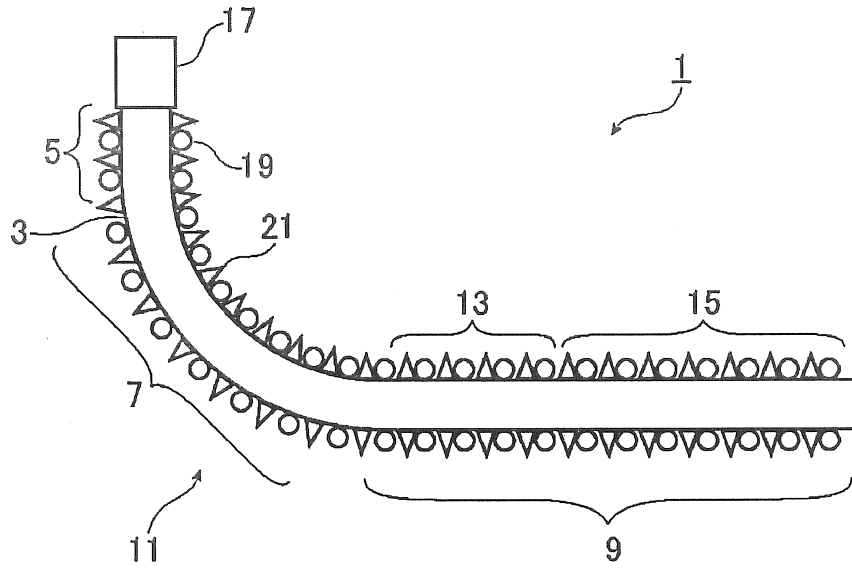
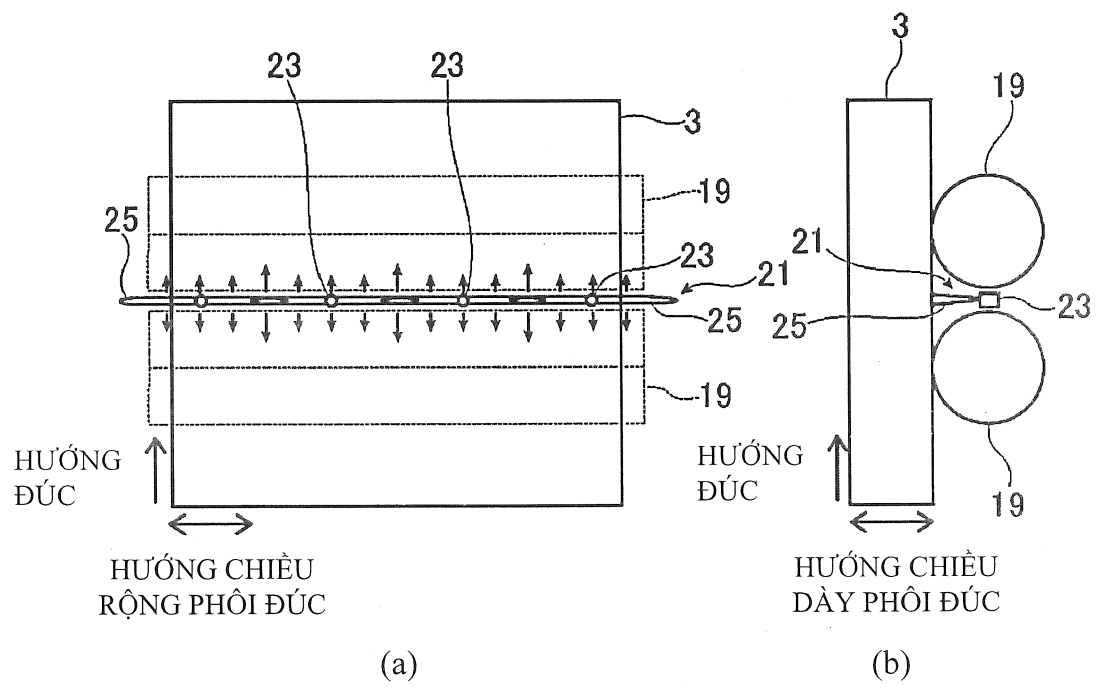


FIG.2



2/2

FIG.3

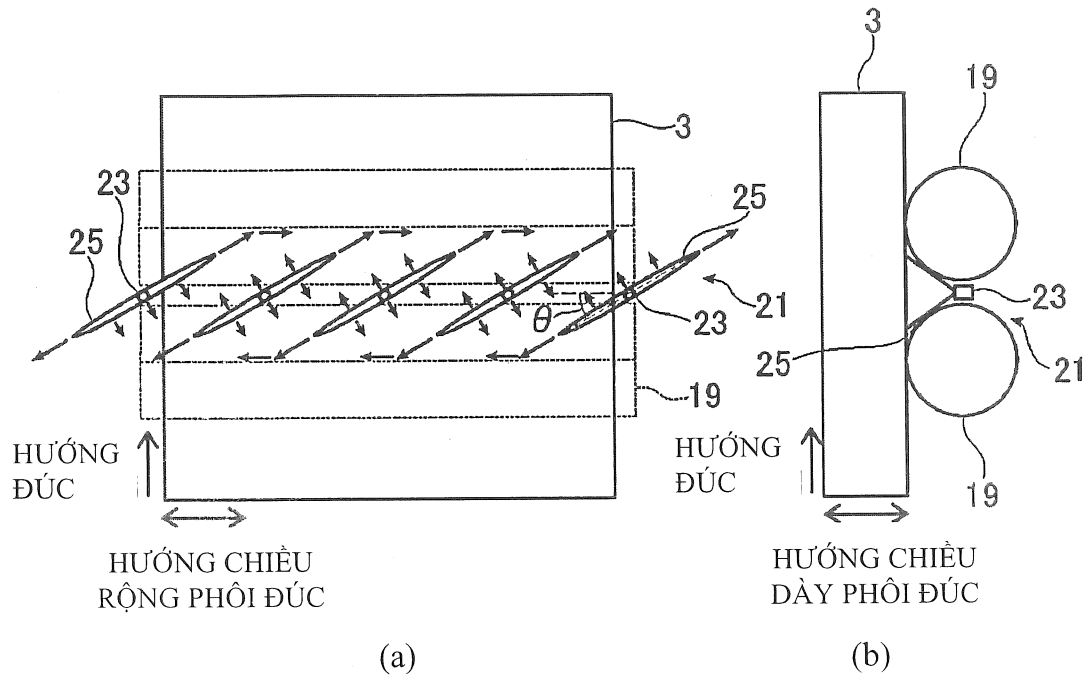


FIG.4

