



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

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

(11)



1-0023302

(51)<sup>7</sup> B22D 11/16

(13) B

(21) 1-2012-01305

(22) 10/05/2012

(45) 27/04/2020 385

(43) 25/11/2013 308A

(73) JFE Steel Corporation (JP)

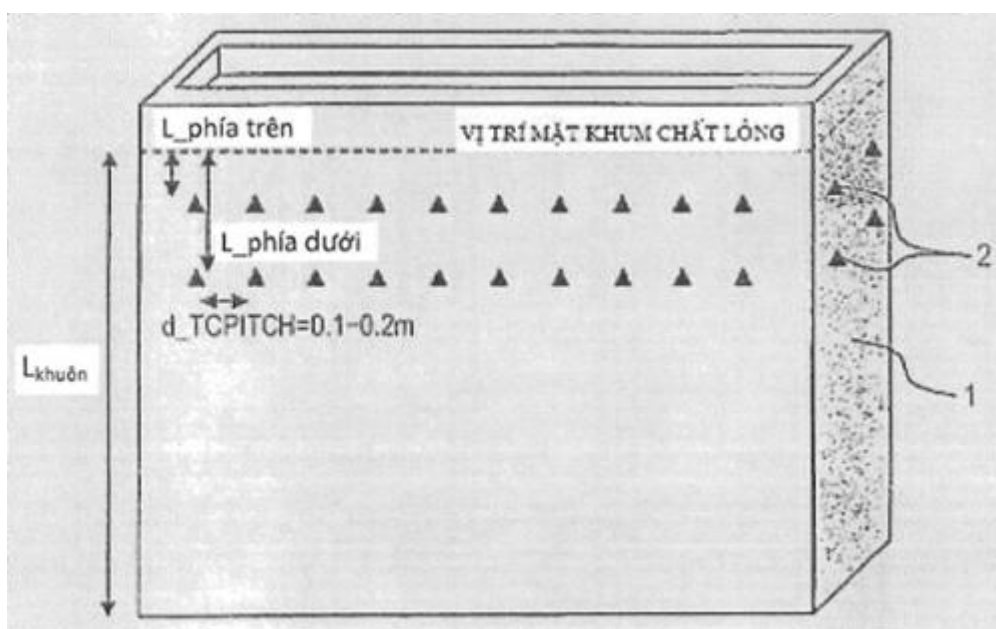
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, Japan

(72) Yoichi ITO (JP); Taiji SHIMAZAKI (JP); Seiji NABESHIMA (JP)

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

(54) PHƯƠNG PHÁP PHÁT HIỆN NÚT VỠ TRONG VẬT ĐÚC LIÊN TỤC

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp phát hiện nứt vỡ trong vật đúc liên tục có thể ngăn chặn trước dòng chảy của thép nóng chảy bên dưới đầu phía dưới của khuôn do xảy ra nứt vỡ. Các cặp nhiệt được lắp chìm trong khuôn đúc liên tục ở các khoảng cách từ 100 đến 200mm theo hướng chiều rộng, ở hai vị trí trong phạm vi từ 50 đến 300mm bên dưới mặt khum của chất lỏng theo hướng đúc và ở vị trí độ sâu từ 5 đến 15mm tính từ bề mặt tấm đồng ở phía thép nóng chảy và các trị số nhiệt độ đo được tương ứng của các cặp nhiệt được sử dụng để xác định việc xảy ra nứt vỡ.



### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến phương pháp phát hiện nứt vỡ với độ chính xác cao bằng cách phát hiện một cách chính xác hiện tượng bất thường dẫn đến việc nứt vỡ xảy ra trong vỏ hóa rắn (vết nứt trên vỏ hóa rắn) trong khuôn đúc thép liên tục, và cụ thể hơn là đề cập đến phương pháp phát hiện nứt vỡ do xảy ra sự trề hóa rắn của vỏ hóa rắn gây ra bởi các chất ngoại lai như là bột hoặc tạp chất khác một cách dễ dàng với độ chính xác cao.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Để đảm bảo sự phát triển bình thường của vỏ hóa rắn trong khuôn đúc thép liên tục là cực kỳ quan trọng đối với hoạt động đúc liên tục cũng như đối với chất lượng thép. Cụ thể là, việc xuất hiện dòng chảy thép nóng chảy xảy ra khi phần nứt vỡ của vỏ hóa rắn đi ra từ đầu phía dưới của khuôn gây ra vấn đề nghiêm trọng đối với hoạt động đúc liên tục cũng như đối với tính năng bảo dưỡng của thiết bị. Theo đó, các phương pháp phát hiện nứt vỡ khác nhau đã được đề xuất theo cách thông thường.

Thông thường, đối với phương pháp phát hiện nứt vỡ, các phương pháp khác nhau được đề xuất bao gồm các phương pháp (1), (2) sau đây.

(1) Phương pháp trong đó các cặp nhiệt được lắp chìm trong tấm đồng của khuôn và các sự bất thường được phát hiện trên cơ sở thông tin nhiệt độ hoặc thông tin dòng nhiệt thu được bởi các cặp nhiệt này.

(2) Phương pháp trong đó thiết bị đo dùng để đo áp suất được lắp trên bộ phận làm rung khuôn hoặc khuôn và các sự bất thường được phát hiện trên cơ sở sự thay đổi lực cản hoặc lực ma sát.

Hiện nay, trong hầu hết tất cả các thiết bị đúc liên tục (máy đúc liên tục), phương pháp (1) là phương pháp sử dụng nhiệt độ được đo bởi các cặp nhiệt để phát hiện nứt vỡ cưỡng ép xảy ra do sự bám dính hoặc dạng tương tự thường được sử dụng như một công

nghe đã biết (chẳng hạn xem tài liệu không phải sáng chế 1, tài liệu không phải sáng chế 2).

Gần đây, khi xét đến các khó khăn trong việc phát hiện nứt vỡ trong hiện tượng truyền nhiệt không ổn định bằng cách chỉ sử dụng các nhiệt độ được xác định nhờ các cặp nhiệt được lắp chìm trong khuôn, đã có đề xuất phương pháp phát hiện trong đó kết hợp kết quả phân tích truyền nhiệt hóa rắn với các nhiệt độ được xác định nhờ các cặp nhiệt (chẳng hạn, xem tài liệu sáng chế 1, tài liệu sáng chế 2). Các giải pháp kỹ thuật được bộc lộ trong các tài liệu sáng chế này khác biệt ở chỗ, trong tính toán thông lượng nhiệt cục bộ, không xác định các nhiệt độ ở hai điểm theo hướng chiều dày khuôn không được xác định, mà chỉ tính toán thông lượng nhiệt thông qua sự tính toán truyền nhiệt hóa rắn trên cơ sở thông tin về nhiệt độ ở một điểm và nhiệt độ nước trong rãnh làm mát tấm đồng.

Danh sách tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế 1: Bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 4105839

Tài liệu sáng chế 2: Bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 4112783

Tài liệu không phải sáng chế 1: Tetsu-to-Haganè 68 (1982) Số 7, trang 784-793

Tài liệu không phải sáng chế 2: Tetsu-to-Haganè 74 (1988) Số 7, trang 1274-1281

Tuy nhiên, việc xác định sự phân bố nhiệt độ trong rãnh làm mát tấm đồng theo hướng đúc là cực kỳ khó vì sự rò rỉ nước là chắc chắn xảy ra. Mặc dù công thức tính toán sử dụng nhiệt độ cố định  $T_w$  ở phía ngoài rãnh như là nhiệt độ nước trong rãnh cũng được chỉ ra trong các tài liệu sáng chế như nêu trên, được xem là rất khó để hiểu rõ về hiện tượng không ổn định với độ chính xác cao trừ khi không sử dụng sự phân bố nhiệt độ nước theo hướng đúc, do đó khó có khả năng nói rằng phương pháp đã cân nhắc một cách chính xác trong việc tính toán đến sự ảnh hưởng gây ra bởi chiều dày màng bột và việc tạo khe hở không khí.

Hầu hết các hiện tượng gây nứt vỡ xảy ra là do sự phát triển bất thường của vỏ hóa rắn hoặc sự ức chế phát triển vỏ hóa rắn và vì vậy, nếu có thể xác định được thời điểm mà thông lượng nhiệt cục bộ  $q$  được biểu diễn theo công thức sau đây trở nên bất thường,

việc xác định có thể trở thành phương pháp phát hiện nứt vỡ một cách hữu hiệu.

$$Q = \lambda/dx(T_{\text{phía ngoài}} - T_{\text{phía trong}}) \dots \quad (4)$$

Ở đây,  $q$ : thông lượng nhiệt cục bộ ( $\text{W/m}^2$ ),  $X$ : hệ số dẫn nhiệt ( $\text{W/m/K}$ ) của tấm đồng của khuôn,  $d$ : khoảng cách cặp nhiệt ( $\text{m}$ ),  $T_{\text{phía ngoài}}$ : nhiệt độ ( $^{\circ}\text{C}$ ) được xác định bởi cặp nhiệt ở phía ngoài (phía thép nóng chảy),  $T_{\text{phía trong}}$ : nhiệt độ ( $^{\circ}\text{C}$ ) được xác định bởi cặp nhiệt ở phía trong (phía rãnh làm mát).

Thông lượng nhiệt có thể được tính toán trên cơ sở sự chênh lệch nhiệt độ giữa hai cặp nhiệt khác nhau về vị trí theo hướng chiều sâu tính từ bề mặt tấm đồng phía thép nóng chảy. Tuy nhiên, khi các cặp nhiệt được lắp trên toàn bộ chu vi khuôn theo cặp, cần sử dụng một số lượng lớn các cặp nhiệt, nên vẫn có hạn chế là sẽ đặt tải điện cực kỳ lớn cho hoạt động đúc thép thực tế.

Các tác giả sáng chế đã nghiên cứu sự ngăn ngừa dòng chảy của thép nóng chảy gây ra bởi nứt vỡ do sự trở hóa rắn bằng cách sử dụng đồng thời các cặp nhiệt được đề xuất để phát hiện nứt vỡ cường bức như được đề cập ở trên có hoặc không có sự cải biến, và đã nghiên cứu chi tiết điều kiện lắp các cặp nhiệt và phương pháp xác định có khả năng xác định nứt vỡ do sự trở hóa rắn ngay cả khi lượng thay đổi nhiệt độ của nhiệt độ được xác định bởi một cặp nhiệt mà không sử dụng các giá trị thông lượng nhiệt thu được bởi các cặp nhiệt khác nhau về vị trí theo hướng chiều sâu từ bề mặt của tấm đồng phía thép nóng chảy.

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp phát hiện hiện tượng phát triển bất thường của vỏ hóa rắn dẫn đến việc tạo nứt vỡ đối với phôi tấm trong khuôn ở phía trên của khuôn, việc xuất hiện dòng chảy thép nóng chảy gây ra bởi phần nứt vỡ của vỏ hóa rắn từ đầu phía dưới của khuôn có thể được ngăn chặn, nhờ đó sự tổn hao về mặt thao tác đúc liên tục cũng như về mặt bảo dưỡng trang thiết bị do xảy ra dòng chảy thép nóng chảy có thể được giảm đi đến mức tối thiểu.

Để đạt được các mục đích nêu trên, một khía cạnh của sáng chế đề xuất đối tượng

như được nêu ở các mục (1) và (2) dưới đây, ưu tiên là các mục từ (3) đến (7).

(1) Sáng chế đề xuất phương pháp phát hiện nứt vỡ trong vật đúc liên tục, trong đó các cặp nhiệt được lắp chìm vào trong khuôn đúc liên tục ở các khoảng cách từ 100 đến 200mm theo hướng chiều rộng, ở hai vị trí trong phạm vi từ 50 đến 300mm bên dưới mặt khum của chất lỏng theo hướng đúc và ở vị trí độ sâu từ 5 đến 15mm tính từ bề mặt của tấm đồng ở phía thép nóng chảy và các trị số nhiệt độ được đo tương ứng của các cặp nhiệt được sử dụng để xác định việc xảy ra nứt vỡ.

(2) Theo phương pháp phát hiện nứt vỡ trong vật đúc liên tục nêu trên như được mô tả ở mục (1), được xác định là vỏ hóa rắn bất thường dẫn đến làm xảy ra nứt vỡ khi trị số của tích số N của lượng thay đổi nhiệt độ của cặp nhiệt dây phía trên là  $\Delta T$ -phía trên và lượng thay đổi nhiệt độ của cặp nhiệt dây phía dưới  $\Delta T$ -phía dưới ở từng vị trí theo chiều rộng tại thời điểm  $t_i$  được tính toán theo công thức xác định sau đây là lớn hơn so với trị số ngưỡng cho trước.

$$N = \eta \times \Delta T\text{-phía trên} \times \Delta T\text{-phía dưới}$$

$$\Delta T\text{-phía trên} = \{T_{\text{Trung bình-phía trên}}(t_i - t_2) - T\text{-phía trên}(t_i - t_2)\} / \Delta t$$

$$\Delta T\text{-phía dưới} = \{T_{\text{Trung bình-phía dưới}}(t_i) - T\text{-phía dưới}(t_i)\} / \Delta t$$

trong đó

$\eta$  là hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ tuyệt đối của cặp nhiệt (khoảng bằng 1)

$$t_2 = (L\text{-phía dưới} - L\text{-phía trên} + \alpha) / V_R \times 60 (\text{giây})$$

$T\text{-phía trên}(t_i - t_2)$ : nhiệt độ của cặp nhiệt dây phía trên ( $^{\circ}\text{C}$ ) tại thời điểm  $t_i - t_2$

$T\text{-phía dưới}(t_i)$ : nhiệt độ của cặp nhiệt dây phía dưới ( $^{\circ}\text{C}$ ) tại thời điểm  $t_i$

$T_{\text{Trung bình-phía trên}}(t_i - t_2)$ : nhiệt độ trung bình của cặp nhiệt dây phía trên ( $^{\circ}\text{C}$ ) trong n giây trước thời điểm  $t_i - t_2$

$T_{\text{Trung bình-phía dưới}}(t_i)$ : nhiệt độ trung bình của cặp nhiệt dây phía dưới ( $^{\circ}\text{C}$ ) trong n giây trước thời điểm  $t_i$

L-phía trên: khoảng cách (m) từ mặt khum của chất lỏng đến cặp nhiệt độ phía trên

L-phía dưới: khoảng cách (m) từ mặt khum của chất lỏng đến cặp nhiệt độ phía dưới

$V_R$ : tốc độ đúc (m/phút)

$\alpha$ : hằng số tính đến thời gian trễ lan truyền (từ 0 đến 0,05 m)

$\Delta t$ : thời gian lấy mẫu (giây)

(3) Theo phương pháp phát hiện nứt vỡ trong vật đúc liên tục nêu trên như được mô tả ở mục (2), đối với trị số ngưỡng để xác định có hay không việc xảy ra nứt vỡ,  $N$  (= từ 100 đến 300) được sử dụng đối với cặp nhiệt độ bố trí ở vị trí theo chiều sâu là từ 5 đến 15mm cách bề mặt của tấm đồng ở phía thép nóng chảy.

(4) Theo phương pháp phát hiện nứt vỡ trong vật đúc liên tục nêu trên như được mô tả ở mục (2), tín hiệu từ cặp nhiệt độ bố trí trong vùng phía ngoài vị trí thu được bằng cách trừ đi một lượng cho trước (chẳng hạn, từ 20 đến 30mm) từ chiều rộng phôi tấm không được sử dụng đối với cặp nhiệt độ bố trí trên cạnh chiều dài của khuôn đúc liên tục.

(5) Theo phương pháp phát hiện nứt vỡ trong vật đúc liên tục nêu trên như được mô tả ở mục (2), khi vị trí mặt khum của mức bề mặt thép nóng chảy (vị trí mặt khum) có trị số nhỏ hơn so với trị số thu được bằng cách trừ một lượng cho trước (chẳng hạn, từ 20 đến 30mm) từ vị trí cặp nhiệt độ phía trên, xác định được rằng mức bề mặt thép nóng chảy được hạ xuống và việc xác định có hay không có việc xảy ra nứt vỡ trên cơ sở công thức xác định không được thực hiện.

(6) Theo phương pháp phát hiện nứt vỡ trong vật đúc liên tục nêu trên như được mô tả ở mục (2), khi trị số gia tốc  $A$  của tốc độ đúc thỏa mãn các điều kiện là  $A < 0,5 \text{ m/phút}^2$  hoặc  $A > 0,5 \text{ m/phút}^2$ , xác định được rằng sự thay đổi nhiệt độ cặp nhiệt độ là gây ra bởi sự thay đổi nhanh trong tốc độ đúc và việc xác định nguy cơ xảy ra nứt vỡ trên cơ

sở công thức xác định không được thực hiện.

(7) Theo phương pháp phát hiện nứt vỡ trong vật đúc liên tục nêu trên như được mô tả ở mục (2), thời gian lấy mẫu  $\Delta t$  của dữ liệu cặp nhiệt được đặt từ 0,5 đến 1,0 giây và nhiệt độ trung bình trong khoảng thời gian từ 5 đến 10 giây đã qua được sử dụng làm trị số trung bình nhiệt độ của cặp nhiệt.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Theo phương pháp phát hiện nứt vỡ theo sáng chế, sự phát triển bất thường của vỏ hóa rắn trở thành nguyên nhân gây ra nứt vỡ ở thời điểm đúc liên tục có thể được phát hiện và vì vậy, khi xác định được rằng, vỏ hóa rắn bất thường dẫn đến xảy ra nứt vỡ, tốc độ đúc được giảm xuống sao cho dòng chảy ra của thép nóng bên dưới đầu phía dưới của khuôn do nứt vỡ có thể được ngăn chặn trước.

Hơn nữa, theo phương pháp phát hiện nứt vỡ theo sáng chế, việc xuất hiện dòng chảy ra của thép nóng chảy bắt đầu từ đầu phía dưới của khuôn do nứt vỡ cũng có thể được ngăn chặn trước ở thời điểm đúc với tốc độ cao và vì vậy việc tăng năng suất và tiết kiệm năng lượng có thể đạt được.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Fig.1 là hình vẽ thể hiện các vị trí nơi các cặp nhiệt được lắp chìm vào trong tấm đồng của khuôn trong phương pháp phát hiện nứt vỡ theo phương án thứ nhất của sáng chế;

Fig.2 là đồ thị thể hiện ví dụ về cách tính toán hệ số hiệu chỉnh cặp nhiệt  $\eta$ ;

Fig.3 là các hình vẽ thể hiện cơ chế xâm nhập của chất ngoại lai như các tạp chất hoặc bột khuôn gây ra nứt vỡ;

Fig.4 là đồ thị thể hiện ví dụ về sự chuyển biến mức độ thay đổi nhiệt độ của cặp nhiệt khi không xảy ra nứt vỡ;

Fig.5 là đồ thị thể hiện ví dụ về sự chuyển biến mức độ thay đổi nhiệt độ của cặp nhiệt khi xảy ra nứt vỡ;

Fig.6 là đồ thị thể hiện ví dụ về sự chuyển biến của trị số N khi không xảy ra nứt vỡ;

Fig. 7 là đồ thị thể hiện ví dụ về sự chuyển biến của trị số N khi xảy ra nứt vỡ;

Fig. 8 là đồ thị thể hiện ví dụ về sự chuyển biến của trị số N khi không xảy ra nứt vỡ (ví dụ về phân tích dữ liệu từ trước); và

Fig. 9 là đồ thị thể hiện ví dụ về sự chuyển biến của trị số N khi xảy ra nứt vỡ (ví dụ về phân tích dữ liệu từ trước).

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Sau đây, phương án của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết kết hợp với các hình vẽ kèm theo. Fig.1 là hình vẽ thể hiện các vị trí nơi các cặp nhiệt được lắp chìm vào trong tấm đồng của khuôn trong phương pháp phát hiện nứt vỡ theo phương án thứ nhất của sáng chế. Tấm đồng của khuôn là tấm tạo ra bề mặt phía trong của khuôn trong máy đúc liên tục để sản xuất thép.

Ở phương pháp theo phương án này, như được biểu diễn bởi tam giác màu đen trên Fig.1 dưới dạng hình vẽ sơ lược, các cặp nhiệt được bố trí theo hai dãy ở các vị trí trong phạm vi từ 50 đến 300mm bên dưới mặt khum của chất lỏng theo hướng đúc (theo hướng thẳng đứng) và ở các khoảng cách từ 100mm đến 200mm theo hướng chu vi khuôn. Lý do mà các cặp nhiệt được bố trí theo hai dãy ở các vị trí trong phạm vi từ 50 đến 300mm bên dưới mặt khum của chất lỏng theo hướng đúc là như dưới đây.

Đó là, khi các cặp nhiệt được bố trí ở các vị trí trong phạm vi từ 0 đến 50mm bên dưới mặt khum của chất lỏng, các cặp nhiệt bị ảnh hưởng mạnh bởi sự thay đổi về vị trí mức bề mặt thép nóng chảy như là sự nâng hạ mức bề mặt thép nóng chảy và vì vậy, mong muốn bố trí các cặp nhiệt dãy phía trên nằm ở dưới vị trí này. Mặt khác, để lưu ý đến trường hợp trong đó các cặp nhiệt được bố trí ở vị trí cách một khoảng lớn hơn 300mm bên dưới mặt khum của chất lỏng, ngay cả khi sự phát triển bất thường của vỏ hóa rắn có thể được phát hiện, thì khoảng cách từ các nhiệt kế đến đầu phía dưới của khuôn chỉ còn là 600mm hoặc nhỏ hơn và vì vậy, trong khi đúc tốc độ cao với tốc độ đúc

là 3,0 m/phút hoặc tương tự, thép nóng chảy tiếp cận đầu phía dưới của khuôn trong thời gian xấp xỉ từ 5 đến 6 giây, do đó có khả năng là không đủ cho phần bị ức chế phát triển của vỏ hóa rắn phục hồi trạng thái lạnh lặn bằng cách giảm tốc tốc độ đúc. Theo đó, mong muốn là bố trí các cặp nhiệt độ phía dưới trong phạm vi 300mm bên dưới mặt khum của chất lỏng. Thông thường, khoảng cách từ mặt khum của chất lỏng đến đầu phía dưới của khuôn là xấp xỉ 900mm. Tuy nhiên, khi khoảng cách đến đầu phía dưới của khuôn là dài hơn 900mm, vị trí bố trí các cặp nhiệt độ phía dưới có thể được thiết lập sao cho khoảng cách của nó từ mặt khum của chất lỏng là dài hơn 300 mm. Tức là, khoảng cách đủ mà ít nhất là vị trí nơi các cặp nhiệt độ phía dưới được bố trí được thiết lập sao cho khi sự phát triển bất thường của vỏ hóa rắn có thể được phát hiện, biện pháp khắc phục sự phát triển bất thường của vỏ hóa rắn có thể được thực hiện khoảng cách từ mặt khum của chất lỏng đến đầu phía dưới của khuôn.

Khoảng cách giữa các các cặp nhiệt càng hẹp theo hướng chiều rộng, càng có lợi ích đối với sự phát hiện vị trí mà ở đó vỏ hóa rắn phát triển một cách bất thường. Tuy nhiên, việc phát hiện nứt vỡ đòi hỏi việc xác định tính toán theo thời gian thực (trực tuyến - ON line) và vì vậy, khi số lượng các cặp nhiệt tăng lên quá mức, chi phí cho hệ thống tính toán và tải điện đặt trên hệ thống tính toán trở nên rất lớn. Theo đó, quan trọng là làm giảm số lượng các cặp nhiệt càng nhiều càng tốt. Hơn nữa, việc giảm số lượng các cặp nhiệt cũng là quan trọng về mặt hạn chế sự làm việc của tám đồng và chi phí của các cặp nhiệt.

Trong các hoàn cảnh này, các tác giả sáng chế đã thực hiện khảo sát thực nghiệm đối với các kích cỡ chiều rộng của các lỗ hoặc các phần bị nứt mà qua đó các thép nóng chảy chảy ra khi nứt vỡ xảy ra, các kích cỡ của các phần được tạo rãnh khi các vết nứt theo phương thẳng đứng xuất hiện hoặc tương tự, và đã đạt được các kết quả như là các phát hiện sau đây:

chiều rộng lỗ hoặc chiều rộng vết nứt dẫn đến việc xảy ra nứt vỡ: từ 120mm đến 200mm, và

kích cỡ phần tạo rãnh khi vết nứt theo chiều dọc xuất hiện: từ 20 đến 80mm.

Theo đó, để phát hiện sự bất bình thường như là vết nứt theo chiều dọc bằng cách sử dụng các cặp nhiệt, điều quan trọng là bố trí các cặp nhiệt với các khoảng cách cực nhỏ xấp xỉ từ 50 đến 100mm. Tuy nhiên, các tác giả cũng nhận thấy rằng, để phát hiện nứt vỡ gây ra sự hư hại lớn đối với thiết bị, sự phát triển bất thường của vỏ hóa rắn có thể được nắm bắt một cách đầy đủ bằng cách bố trí các cặp nhiệt ở các khoảng cách xấp xỉ từ 100 đến 200mm theo hướng chiều rộng.

Trên cơ sở sự phát hiện này, các tác giả sáng chế đã nghiên cứu phương pháp phát hiện nứt vỡ bằng cách bố trí các cặp nhiệt dưới các điều kiện trong đó các khoảng cách theo hướng chiều rộng được thiết lập là 150mm, các cặp nhiệt dây phía trên được bố trí ở vị trí 50mm bên dưới mặt khum của chất lỏng và các cặp nhiệt dây phía dưới được bố trí ở vị trí 250mm bên dưới mặt khum của chất lỏng.

Tiếp theo, việc tính toán sẽ được mô tả sau được thực hiện về cơ bản theo thời gian thực và trực tuyến nhờ máy tính và vì vậy, khoảng thời gian  $\Delta t$  mà nhiệt độ cặp nhiệt được lấy mẫu càng ngắn, thì tốc độ đúc, mà phương pháp có thể phải thực hiện, càng cao. Tuy nhiên, khi thời gian lấy mẫu  $\Delta t$  là quá ngắn, xuất hiện nhược điểm là tải tính toán trở nên rất lớn. Như được mô tả trên, trong quá trình đúc tốc độ cao với tốc độ đúc là 3,0 m/phút, phần phát triển bất thường của vỏ hóa rắn (phần bất thường của vỏ hóa rắn) được kéo với tốc độ giảm là 50 mm/giây. Theo đó, khi thời gian lấy mẫu là từ 1,5 đến 2 giây, khả năng phát hiện trở thành bước khoảng cách 100mm theo hướng đúc và vì vậy, xác suất xem xét phần phát triển bất thường trở nên cao. Theo đó, được ưu tiên là thiết lập thời gian lấy mẫu xấp xỉ từ 0,5 đến 1,0 giây trong đó khả năng phát hiện là 50 mm hoặc thấp hơn.

Trong việc phát hiện sự xảy ra nứt vỡ, sử dụng độ dài vật đúc tại vị trí mặt khum làm tham chiếu, lượng thay đổi nhiệt độ của các nhiệt độ được xác định bởi các cặp nhiệt được định vị ở các dây phía trên và phía dưới được hướng tới.

$$\Delta T_{\text{phía trên}} = \{T_{\text{Trung bình.phía trên}}(t_1-t_2) - T_{\text{phía trên}}(t_1-t_2)\} / \Delta t$$

$$\Delta T_{\text{phía dưới}} = \{T_{\text{Trung bình.phía dưới}}(t_1) - T_{\text{phía dưới}}(t_1)\} / \Delta t$$

$$t_2 = (L\text{-phía dưới} - L\text{-phía trên} + \alpha) / V_R \times 60 \text{ (giây)}$$

T.phía trên ( $t_1$ - $t_2$ ): nhiệt độ của cặp nhiệt dây phía trên ( $^{\circ}\text{C}$ ) tại thời điểm  $t_1$ - $t_2$  (trước thời điểm  $t_1$  một khoảng thời gian  $t_2$ )

T.phía dưới ( $t_1$ ): nhiệt độ của cặp nhiệt dây phía dưới ( $^{\circ}\text{C}$ ) tại thời điểm  $t_1$  mà nhiệt độ cặp nhiệt được lấy mẫu

Ttrung bình.phía trên ( $t_1$ - $t_2$ ): nhiệt độ trung bình của cặp nhiệt dây phía trên ( $^{\circ}\text{C}$ ) trong n giây trước thời điểm  $t_1$ - $t_2$

Ttrung bình.phía dưới ( $t_1$ ): nhiệt độ trung bình của cặp nhiệt dây phía dưới ( $^{\circ}\text{C}$ ) trong n giây trước thời điểm  $t_1$

L.phía trên: khoảng cách (m) từ mặt khum của chất lỏng đến cặp nhiệt dây phía trên

L.phía dưới: khoảng cách (m) từ mặt khum của chất lỏng đến cặp nhiệt dây phía dưới

$V_R$ : tốc độ đúc (m/phút)

$\alpha$ : hằng số tính đến thời gian trễ lan truyền (từ 0 đến 0,05m)

$\Delta t$ : thời gian lấy mẫu (giây)

Việc phát hiện xảy ra nứt vỡ được xác định trên cơ sở thời điểm mà phần bất thường của vỏ hóa rắn đi qua dây cặp nhiệt dưới cùng và vì vậy, khi tốc độ đúc  $V_R$  được cố định, cùng một vị trí của phần bất thường vỏ hóa rắn tương ứng với chiều dài vật đúc ở vị trí mặt khum được xác định bằng cách sử dụng cặp nhiệt dây phía trên và cặp nhiệt dây phía dưới bằng cách lấy thời gian đi qua  $t_2$  trong quá trình mà phần bất thường của vỏ hóa rắn đi qua giữa các dây cặp nhiệt phía trên và phía dưới ( $t_2 = (L\text{-phía dưới} - L\text{-phía trên} + \alpha) / V_R \times 60$  (giây)) để xem xét. Theo công thức này,  $\alpha$  được cho trước bằng cách lấy trường hợp trong đó khi phần bất thường của vỏ hóa rắn được kéo và tiến xuống phía dưới, phần bất thường của vỏ hóa rắn bị trễ chút ít so với vỏ hóa rắn sao cho tốc độ đúc bị trễ chút ít khi đưa vào tính toán,  $\alpha$  được đặt là từ 0 đến 0,05 m.

Sự phát hiện việc xảy ra nứt vỡ được tiến hành bằng cách sử dụng trị số N được biểu diễn theo công thức sau đây.

$$N = \eta \times \Delta T_{\text{phía trên}} \times \Delta T_{\text{phía dưới}}$$

$\eta$ : hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ tuyệt đối của cặp nhiệt (gần bằng 1)

Lý do mà tích số  $\Delta T_{\text{phía trên}}$  và  $\Delta T_{\text{phía dưới}}$  được đánh giá là mặc dù  $\Delta T_{\text{phía trên}}$  có thể được tăng lên một cách đáng kể đáp lại sự thay đổi về mức bề mặt thép nóng chảy,  $\Delta T_{\text{phía dưới}}$  hầu như không bị ảnh hưởng bởi sự thay đổi về mức bề mặt thép nóng chảy và vì vậy, việc xảy ra nứt vỡ có thể được phát hiện với độ chính xác cao bằng cách xác định rằng nứt vỡ xảy ra khi cả  $\Delta T_{\text{phía trên}}$  và  $\Delta T_{\text{phía dưới}}$  được tăng lên đồng thời.

Lý do mà hệ số  $\eta$  được bổ sung vào công thức là như sau. Nhiệt độ tuyệt đối của cặp nhiệt thường chỉ thay đổi ở mức vài °C trừ khi vị trí lắp ráp cặp nhiệt thay đổi khi xét việc tạo tấm đồng và vì vậy, không có vấn đề gì về trị số N. Tuy nhiên, có thể có trường hợp trong đó nhiệt độ tuyệt đối của cặp nhiệt khác chút ít do sự khác nhau riêng trong số các khuôn, số lần sử dụng tấm đồng hoặc chiều dày của tấm đồng bị giảm tương ứng với số lần sử dụng tấm đồng, kiểu bột khuôn hoặc tương tự.  $\eta$  được bổ sung nhờ tính đến việc xảy ra trường hợp này.

Các tác giả sáng chế đã xác nhận rằng, bằng cách nhân N với hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ tuyệt đối của cặp nhiệt  $\eta$  để làm giảm sai số, trị tuyệt đối N được thống nhất hơn. Tốt hơn là thiết lập hệ số  $\eta$  đối với từng sự khác nhau riêng trong số các khuôn được nêu trên, đối với mỗi lần sử dụng tấm đồng, đối với từng kiểu bột khuôn hoặc dạng tương tự hoặc đối với từng sự kết hợp các thông số này.

Đối với phương pháp cụ thể, như được dẫn chứng cụ thể trên Fig.2, các nhiệt độ tấm đồng của phần trạng thái vững chắc được so sánh giữa cặp nhiệt dây phía trên và cặp nhiệt dây phía dưới đối với gần như là cùng kiểu thép sử dụng cùng bột khuôn và hệ số hiệu chỉnh  $\eta$  được tính toán trên cơ sở các nhiệt độ được xác định bởi cặp nhiệt dây phía

trên và cặp nhiệt độ phía dưới từ trị số góc nghiêng và trị số N được tính toán bằng cách sử dụng công thức sau đây:

$$\eta = (\eta\text{-phía trên} \times \eta\text{-phía dưới})^{0,5}$$

Trong chừng mực mà các tác giả sáng chế đã khảo sát, có thể xác nhận rằng trị số  $\eta$  xấp xỉ từ 0,8 đến 1,2 sao cho  $\eta$  là cực kỳ gần với 1 nhờ đó sự ảnh hưởng của  $\eta$  đối với trị số N thực chất là nhỏ.

Fig. 3 là các hình vẽ thể hiện trường hợp trong đó chất ngoại lai 5 như là bột xâm nhập vào vỏ hóa rắn 4 bao quanh thép nóng chảy 3. Khi sự xâm nhập của chất ngoại lai 5 xảy ra, sự phát triển của vỏ hóa rắn 4 bị ngăn cản khiến chiều dày của vỏ hóa rắn ở phần bị ảnh hưởng bởi chất ngoại lai trở thành nhỏ hơn so với chiều dày của vỏ hóa rắn ở phần lành lặn. Giả thiết rằng khả năng dẫn nhiệt của chất ngoại lai 5 xâm nhập như là bột hoặc tạp chất là cực kỳ nhỏ so với khả năng dẫn nhiệt của thép và vì vậy, phần này ngăn cản dòng nhiệt, nhờ đó nhiệt độ được xác định bởi cặp nhiệt 2 trong tấm đồng 1 trở nên nhỏ.

Phương pháp theo phương án này tập trung vào lượng thay đổi nhiệt độ của cặp nhiệt và các vị trí lấy mẫu nơi lượng thay đổi nhiệt độ của cả cặp nhiệt độ phía trên và lượng thay đổi nhiệt độ của cặp nhiệt độ phía dưới được hạ xuống một cách nhanh chóng hoặc được tăng lên một cách nhanh chóng ở cùng một vị trí của tấm.

Trong tính toán lượng thay đổi nhiệt độ đối với nhiệt độ trung bình ở vị trí ngay trước, trị số nhiệt độ trung bình trong quá trình từ 5 đến 10 giây ngay trước khi được sử dụng. Sở dĩ như vậy là vì khi khoảng thời gian của việc tính toán nhiệt độ trung bình là quá dài, không chỉ tải được áp lên đối với việc tính toán trực tuyến được tăng lên mà nhiệt độ cặp nhiệt cũng thay đổi tức thì trong khoảng thời gian mà tốc độ đúc thay đổi. Theo đó, nhiệt độ trung bình trong phạm vi 10 giây được sử dụng bằng cách chọn phạm vi phơi tấm còn nằm trong khuôn để tính toán.

Nhiệt độ tuyệt đối của cặp nhiệt bị ảnh hưởng bởi dòng chảy trong khuôn, chiều dày tấm đồng, trạng thái tiếp xúc giữa tấm đồng và cặp nhiệt và trạng thái trong rãnh làm nguội (được đóng kín hoặc thay đổi tốc độ dòng nước làm nguội) và tương tự, và có thể

là trường hợp trong đó trị số tuyệt đối khác đáng kể ngay cả trong cùng điều kiện đúc đối với trị số nhiệt độ. Theo đó, nếu có thể, nhiệt độ tuyệt đối của cặp nhiệt có thể được phân chia thành các nhóm tương ứng theo các hàm lượng và kiểu thép cụ thể và trị số ngưỡng được xác định đối với từng nhóm sao cho việc phát hiện sự xảy ra nứt vỡ có thể được thực hiện với độ chính xác cao hơn. Tuy nhiên, khi việc phân nhóm gây khó khăn về mặt tính toán, việc xác định có thể được thực hiện bằng cách sử dụng trị số ngưỡng kết hợp.

Trong giai đoạn đúc ban đầu hoặc giai đoạn kết thúc việc đúc, tốc độ đúc có khả năng được tăng hoặc được giảm một cách đáng kể, từ đó làm tăng khả năng mà bề mặt thép nóng chảy hạ thấp đáng kể từ vị trí tham chiếu. Trong trường hợp này, nhiệt độ tuyệt đối của cặp nhiệt được lắp chìm trong tấm đồng thay đổi một cách chắc chắn và vì vậy, có mong muốn loại bỏ khoảng thời gian ứng với trường hợp này ra khỏi phương pháp xác định theo sáng chế hoặc mong muốn thiết lập trị số ngưỡng thực chất đối với vùng này. Theo đó, theo phương án này, khi mức bề mặt thép nóng chảy bị hạ xuống trong phạm vi vị trí là 20mm phía trên vị trí của các cặp nhiệt dây phía trên hoặc khi sự gia tăng tốc độ đúc vượt quá  $\pm 0,5$  m/phút<sup>2</sup>, trường hợp được loại ra khỏi việc xác định được nêu trên.

Tiếp theo, hiện nay, sự vận hành đúc liên tục trong đó chiều rộng của phôi tấm bị co lại hoặc giãn ra trong quá trình đúc thường là xảy ra. Theo đó, khi cặp nhiệt ở lân cận góc của xỉ tương thích với chiều rộng phôi tấm, xuất hiện hiện tượng trong đó nhiệt độ bị hạ xuống hoặc được tăng lên một cách nhanh chóng. Trong trường hợp này, khi việc xác định sự xảy ra nứt vỡ được thực hiện một cách trực tiếp bằng cách sử dụng công thức xác định được đề cập ở trên, việc xác định này làm tăng sai số. Theo đó, theo phương án này, các cặp nhiệt được bố trí phía ngoài các vị trí thu được bằng cách trừ đi 20mm từ chiều rộng phôi tấm W được loại trừ ra khỏi công thức xác định được đề cập ở trên nhờ sự xử lý che chắn, do đó ngăn chặn được sự cảnh báo sai.

### **Các ví dụ thực hiện sáng chế**

Sau đây, một ví dụ của sáng chế sẽ được mô tả. Các tác giả sáng chế đã thực hiện hoạt động đúc liên tục trong một khoảng thời gian dài bằng cách sử dụng khuôn trong đó có các cặp nhiệt được lắp chìm trong tấm đồng như được thể hiện trên Fig.1 trong thiết bị

đúc phôi tấm liên tục.

Thép cacbon cực thấp được sử dụng làm nguyên liệu đúc và bột khuôn trong đó độ bazơ ( $\text{CaO}/\text{SiO}_2$ ), là tỷ lệ thành phần giữa thành phần  $\text{CaO}$  và thành phần  $\text{SiO}_2$  là bằng 1,1 và độ nhớt là bằng 1,0 poa (poise) được sử dụng. Chiều dày phôi tấm là 220mm, chiều rộng phôi tấm là từ 1000 đến 2000mm và chiều dài khuôn (khoảng cách từ mặt khum của chất lỏng đến đầu phía dưới của khuôn)  $L_{\text{khuôn}} = 800\text{mm}$ . Hoạt động đúc liên tục được thực hiện với tốc độ đúc  $V_R$  được xác định trong phạm vi trong đó 3,0 m/phút là tốc độ tối đa.

Các cặp nhiệt được bố trí ở hai vị trí theo hướng đúc (theo phương thẳng đứng) như được chỉ ra bởi các hình tam giác màu đen trải rộng trên Fig.1, tức là, vị trí cặp nhiệt dây thứ nhất L-phía trên (=50mm) và vị trí cặp nhiệt dây thứ hai L-phía dưới (=250mm) và các cặp nhiệt được bố trí theo hướng chu vi ở các khoảng cách là 150mm. Độ sâu lắp ráp của các cặp nhiệt là 10mm cách bề mặt của bề mặt tấm đồng phía thép nóng chảy.

Lượng thay đổi nhiệt độ của cặp nhiệt khi nứt vỡ xảy ra và lượng thay đổi nhiệt độ của phần bình thường của cặp nhiệt được thể hiện trên Fig.4 và Fig.5 để so sánh. Tức là, Fig.4 thể hiện ví dụ về sự chuyển biến lượng thay đổi nhiệt độ của cặp nhiệt khi nứt vỡ không xảy ra, và Fig.5 thể hiện ví dụ về sự chuyển biến lượng thay đổi nhiệt độ của cặp nhiệt khi nứt vỡ xảy ra.

Có thể xác nhận rằng, ở một phần của vỏ hóa rắn nơi nứt vỡ xảy ra, sự xâm nhập bột hoặc tương tự xảy ra sao cho nhiệt độ tuyệt đối của cặp nhiệt được hạ xuống xấp xỉ  $7,5^\circ\text{C}$  so với các cặp nhiệt dây phía trên và xấp xỉ  $18^\circ\text{C}$  so với các cặp nhiệt dây phía dưới ở cùng chiều dài vật đúc ở vị trí mặt khum (332m).

Ngược lại, cũng có thể xác nhận rằng, ở phần thông thường của vỏ hóa rắn, cả hai lượng thay đổi nhiệt độ của cặp nhiệt dây phía trên và lượng thay đổi nhiệt độ của cặp nhiệt dây phía dưới là ổn định về cơ bản trong khoảng  $\pm 5^\circ\text{C}/\text{giây}$ .

Fig. 6 và Fig.7 là các hình vẽ thể hiện mối tương quan giữa trị số N được đề cập ở trên và chiều dài vật đúc. Fig.6 thể hiện ví dụ về sự chuyển biến trị số N khi nứt vỡ không

xảy ra và Fig.7 thể hiện ví dụ về sự chuyển biến trị số N khi nứt vỡ xảy ra. Trên các hình vẽ này, chiều dài vật đúc lấy trên trục hoành chỉ chiều dài vật đúc ở vị trí mặt khum. Từ các đồ thị trên các hình vẽ này, có thể xác nhận rằng, trị số N trở thành trị số lớn, tức là, 100 hoặc lớn hơn ở vị trí nơi nứt vỡ đã xảy ra so với các vị trí khác.

Giả thiết rằng việc xảy ra nứt vỡ ở đầu phía dưới của khuôn có thể được ngăn chặn theo cách mà trị số ngưỡng được thiết lập đối với trị số N, tốc độ đúc được hạ xuống càng nhiều càng tốt khi trị số N vượt quá trị số ngưỡng và việc đúc ở tốc độ thấp được duy trì cho đến khi chiều dày vỏ ở phần mà ở đó sự phát triển của vỏ hóa rắn bị ức chế gần như trở thành bằng với chiều dày vỏ ở phần bình thường. Trên cơ sở sự giả thiết như thế, dữ liệu nhiệt độ của cặp nhiệt khi nứt vỡ xảy ra sáu lần sau cùng được phân tích. Các ví dụ tiêu biểu về dữ liệu nhiệt độ của cặp nhiệt được thể hiện trên Fig.8 và Fig.9.

Khi nứt vỡ xảy ra, trị số N trở thành trị số cực lớn, tức là 200 hoặc lớn hơn nữa và vì vậy, có khả năng phân biệt phần bình thường và phần bất thường với nhau trên cơ sở công thức xác định được đề cập ở trên. Tiếp theo, dấu vết của nứt vỡ được nhận thấy khi trị số N bằng 100 hoặc lớn hơn.

Các tác giả sáng chế đã thực hiện đánh giá như nêu trên về trị số N trong hoạt động đúc liên tục trong khoảng 6 tháng, và đã thực hiện khảo sát bằng cách thiết lập 130 là trị số ngưỡng của trị số N đối với điều kiện lắp ráp cặp nhiệt của lần này. Các trường hợp trong đó trị số N là bằng 130 hoặc cao hơn đã tăng lên năm lần trong vòng 6 tháng, và việc xử lý làm giảm tốc độ để hạ tốc độ đúc xuống còn 0,5 m/phút hoặc thấp hơn được thực hiện một cách nhanh chóng mỗi lần trị số N bằng 130 hoặc cao hơn. Nhờ thực hiện việc xử lý giảm tốc độ như thế, dòng chảy của thép nóng chảy bên dưới đầu phía dưới của khuôn do nứt vỡ hoàn toàn không xảy ra.

Hơn nữa, sự biến dạng và sự lõm vào của dấu hiệu dao động được xác nhận ngay cả bằng mắt thường trên hai phôi tấm ngoài các phôi tấm được xử lý giảm tốc độ như được đề cập ở trên và vì vậy, có thể nhận thấy rằng, sự phát hiện và xử lý giảm tốc độ là hữu hiệu, nhờ đó tính hiệu quả của phương pháp phát hiện nứt vỡ theo phương án này được xác nhận.

Mặc dù sáng chế đã được mô tả dựa trên phương án minh họa, sáng chế không bị giới hạn bởi phương án được đề cập ở trên và các phương án cải biến khác nhau có thể được thực hiện một cách thích hợp trong phạm vi của yêu cầu bảo hộ khi cần thiết. Chẳng hạn, vị trí lắp ráp các cặp nhiệt, trị số ngưỡng của trị số N và tương tự có thể được thực hiện khác với các trị số tương ứng ở các phương án nêu trên phụ thuộc vào thiết bị đúc liên tục hoặc tương tự.

Như đã được mô tả cho đến đây, theo phương pháp phát hiện nứt vỡ theo sáng chế, vì sự phát triển bất thường của vỏ hóa rắn trở thành nguyên nhân gây nứt vỡ ở thời điểm đúc liên tục có thể được phát hiện, bằng cách làm giảm tốc độ đúc khi xác định được rằng vỏ hóa rắn bất thường dẫn đến nứt vỡ xảy ra, dòng chảy của thép nóng chảy từ đầu phía dưới của khuôn do nứt vỡ có thể được ngăn chặn từ trước.

Theo phương pháp phát hiện nứt vỡ theo sáng chế, sự xảy ra dòng chảy của thép nóng chảy từ đầu phía dưới của khuôn do nứt vỡ có thể được ngăn chặn từ trước ngay cả ở thời điểm đúc tốc độ cao và vì vậy, cả hiệu quả tăng năng suất và tiết kiệm năng lượng có thể được hiện thực hóa.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp phát hiện nứt vỡ trong vật đúc liên tục, phương pháp này bao gồm các bước:

sử dụng các trị số nhiệt độ được đo tương ứng của các cặp nhiệt để xác định việc xảy ra nứt vỡ, trong đó các cặp nhiệt là các cặp nhiệt phía trên và cặp nhiệt phía dưới; và các cặp nhiệt được lắp chìm trong khuôn đúc liên tục ở các khoảng cách từ 100 đến 200mm theo hướng chiều rộng, ở hai vị trí trong phạm vi từ 50 đến 300mm bên dưới mặt khum của chất lỏng theo hướng đúc và ở vị trí độ sâu là từ 5 đến 15mm từ bề mặt của tấm đồng ở phía thép nóng chảy; và

xác định rằng vỏ hóa rắn bất thường dẫn đến nứt vỡ xảy ra khi trị số của tích số N của lượng thay đổi nhiệt độ của cặp nhiệt dây phía trên  $\Delta T_{\text{phía trên}}$  và lượng thay đổi nhiệt độ của cặp nhiệt dây phía dưới  $\Delta T_{\text{phía dưới}}$  ở từng vị trí theo chiều rộng ở thời điểm  $t_i$  được tính toán theo công thức xác định sau đây là lớn hơn so với trị số ngưỡng cho trước, trong đó:

$$N = \eta \times \Delta T_{\text{phía trên}} \times \Delta T_{\text{phía dưới}}$$

$$\Delta T_{\text{phía trên}} = \{T_{\text{Trung bình-phía trên}}(t_i - t_2) - T_{\text{phía trên}}(t_i - t_2)\} / \Delta t$$

$$\Delta T_{\text{phía dưới}} = \{T_{\text{Trung bình-phía dưới}}(t_i) - T_{\text{phía dưới}}(t_i)\} / \Delta t$$

trong đó:

$\eta$ : hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ tuyệt đối của cặp nhiệt (khoảng bằng 1),

$$t_2 = (L_{\text{phía dưới}} - L_{\text{phía trên}} + \alpha) / V_R \times 60 \text{ (giây)},$$

$T_{\text{phía trên}}(t_i - t_2)$ : nhiệt độ của cặp nhiệt dây phía trên ( $^{\circ}\text{C}$ ) tại thời điểm  $t_i - t_2$ ,

$T_{\text{phía dưới}}(t_i)$ : nhiệt độ của cặp nhiệt dây phía dưới ( $^{\circ}\text{C}$ ) tại thời điểm  $t_i$ ,

$T_{\text{Trung bình-phía trên}}(t_i - t_2)$ : nhiệt độ trung bình của cặp nhiệt dây phía trên ( $^{\circ}\text{C}$ ) trong n giây trước thời điểm  $t_i - t_2$ ,

$T_{\text{Trung bình-phía dưới}}(t_i)$ : nhiệt độ trung bình của cặp nhiệt dây phía dưới ( $^{\circ}\text{C}$ )

trong  $n$  giây trước thời điểm  $t_i$ ,

$L$ -phía trên: khoảng cách (m) từ mặt khum của chất lỏng đến cặp nhiệt dây phía trên,

$L$ -phía dưới: khoảng cách (m) từ mặt khum của chất lỏng đến cặp nhiệt dây phía dưới,

$V_R$ : tốc độ đúc (m/phút),

$\alpha$ : hằng số tính đến thời gian trễ lan truyền (từ 0 đến 0,05m), và

$\Delta t$ : thời gian lấy mẫu (giây).

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó dưới dạng trị số ngưỡng để xác định có hay không có việc xảy ra nứt vỡ,  $N$  (bằng từ 100 đến 130) được sử dụng đối với cặp nhiệt được bố trí ở vị trí sâu từ 5 đến 15mm tính từ bề mặt tấm đồng ở phía thép nóng chảy.

3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó tín hiệu từ cặp nhiệt được bố trí trong vùng ngoài vị trí thu được bằng cách trừ đi lượng cho trước từ chiều rộng phôi tấm không được sử dụng đối với các cặp nhiệt được bố trí trên cạnh theo chiều dọc của khuôn đúc liên tục.

4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó khi vị trí mặt khum có trị số nhỏ hơn so với trị số thu được bằng cách trừ đi lượng cho trước từ vị trí của các cặp nhiệt dây phía trên, xác định được rằng mức bề mặt thép nóng chảy được hạ xuống, và việc xác định có hay không có việc xảy ra nứt vỡ dựa trên công thức xác định không được thực hiện.

5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó khi trị số gia tốc  $A$  của tốc độ đúc thỏa mãn biểu thức  $A < -0,5 \text{ m/phút}^2$  hoặc  $A > 0,5 \text{ m/phút}^2$ , xác định được rằng sự thay đổi nhiệt độ cặp nhiệt được gây ra bởi sự thay đổi nhanh về tốc độ đúc và việc xác định nguy cơ xảy ra nứt vỡ trên cơ sở công thức xác định không được thực hiện.

6. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó thời gian lấy mẫu  $\Delta t$  của dữ liệu cặp nhiệt được thiết lập là từ 0,5 đến 1,0 giây, và nhiệt độ trung bình trong

khoảng thời gian từ 5 đến 10 giây đã qua được sử dụng như là trị số trung bình nhiệt độ của cặp nhiệt.

FIG.1

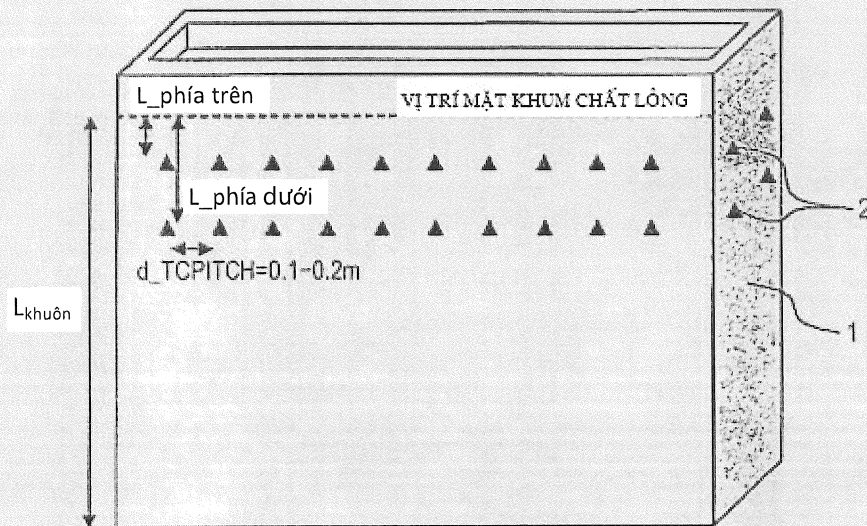


FIG.2

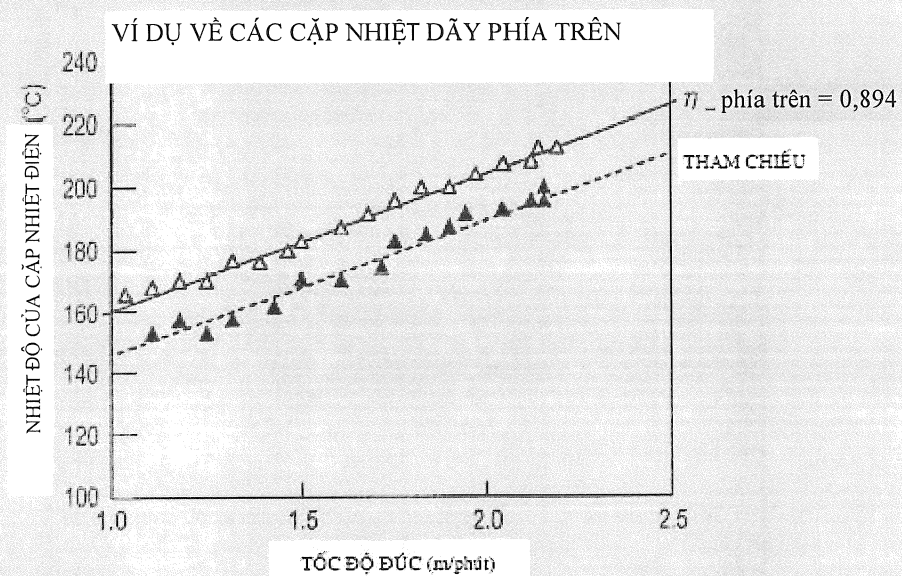


FIG.5

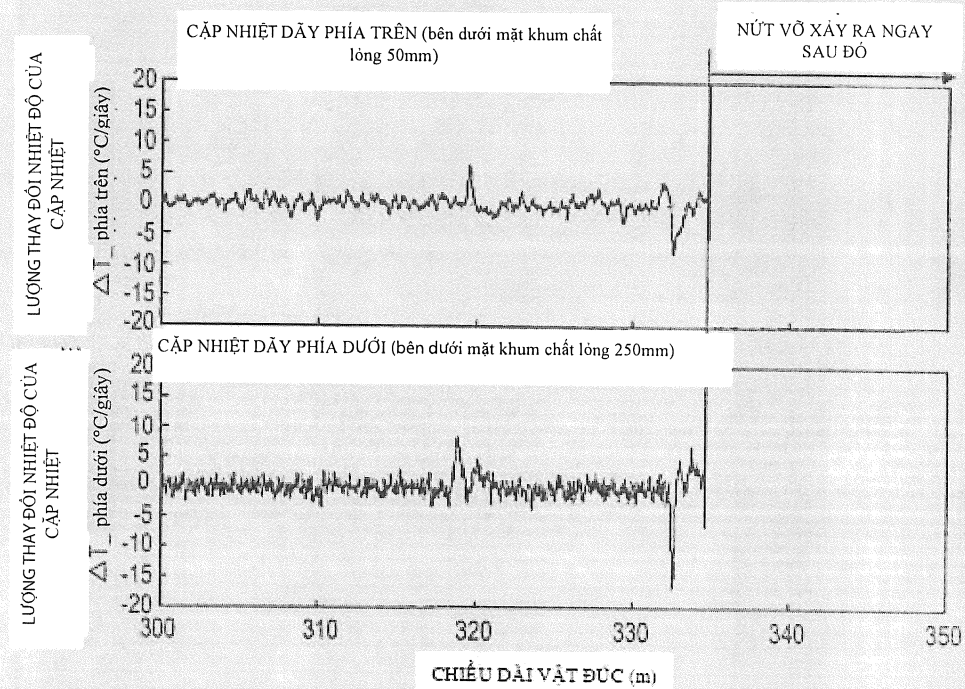


FIG.6

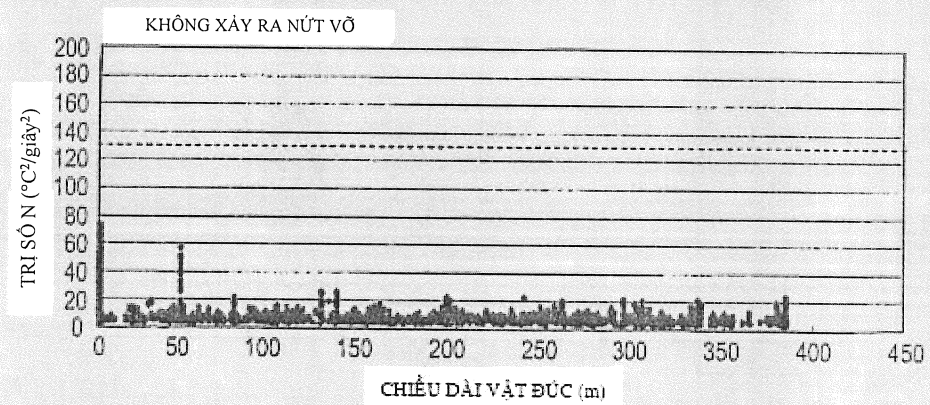


FIG.7

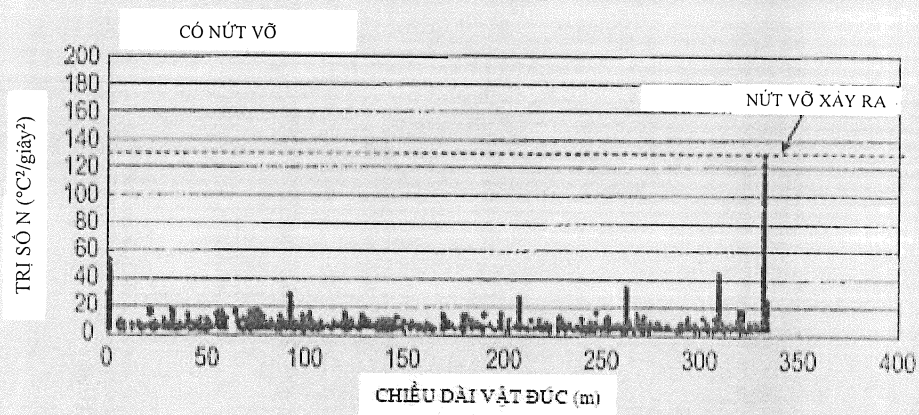


FIG.8

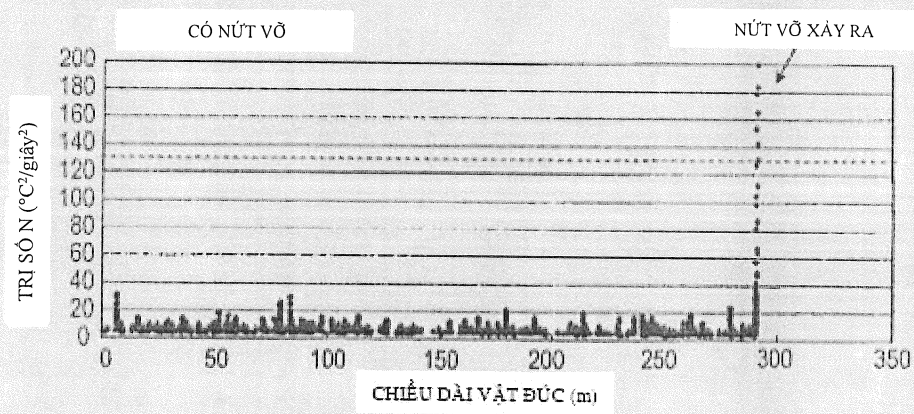


FIG.9

