



(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) 
1-0021764

(51)⁷ **B22D 11/04, 11/10, 27/02**

(13) **B**

(21) 1-2012-01552

(22) 01.06.2012

(45) 25.09.2019 378

(43) 25.12.2013 309

(73) JFE Steel Corporation (JP)

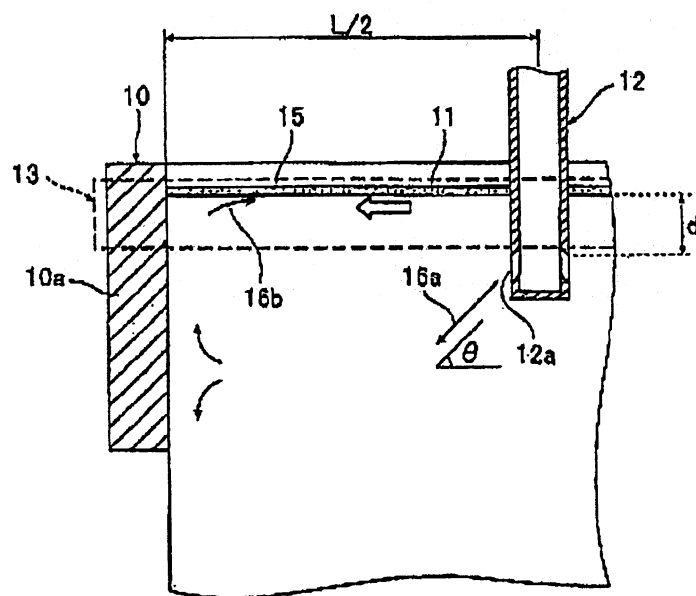
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, Japan

(72) Kenichiro TAMIYA (JP), Hiroshi SEKIGUCHI (JP), Kazuhiro KARIYA (JP),
Hiroki FUJITA (JP)

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

(54) **PHƯƠNG PHÁP ĐÚC THÉP LIÊN TỤC SỬ DỤNG TỪ TRƯỜNG TĨNH**

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp đúc thép liên tục bằng cách sử dụng từ trường tĩnh, được làm thích ứng để đúc thép một cách liên tục nhờ sử dụng các cực nam châm được lắp trên các mặt sau của các thành phía đối diện của khuôn đúc liên tục ở mức xấp xỉ bề mặt thép nóng chảy để phát ra từ trường tĩnh cắt ngang toàn bộ chiều rộng phía trong khuôn để hãm dòng bề mặt thép nóng chảy, bao gồm: việc điều khiển dòng bề mặt thép nóng chảy bằng cách điều chỉnh dòng điện cần phải cấp vào các cực nam châm, tương ứng với các điều kiện đúc đối với thép nhờ đó điều chỉnh được từ trường tĩnh phát ra theo khả năng hãm dòng bề mặt thép nóng chảy. Theo phương pháp này, thép nóng chảy chứa ít nhất là nhôm ở mức không dưới 0,010% theo khối lượng; và dòng bề mặt thép nóng chảy trong khuôn được điều khiển nhờ việc điều chỉnh dòng điện cần phải cấp vào các cực nam châm nhờ đó từ trường tĩnh có thể có mật độ từ thông thỏa mãn công thức biểu thị một tương quan cụ thể. Phương pháp này cho phép sản xuất vật đúc chất lượng cao, ngăn chặn sự cuốn theo dòng chảy khuôn.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến các phương pháp đúc thép liên tục sử dụng từ trường tĩnh và cụ thể hơn là đề cập đến các phương pháp đúc thép liên tục sử dụng từ trường tĩnh bao gồm việc điều chỉnh dòng bề mặt thép nóng chảy trong quá trình đúc liên tục bằng cách tạo ra từ trường tĩnh trong thép nóng chảy ở trong khuôn đúc.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong quá trình đúc liên tục theo hệ thống như được thể hiện trên Fig.5, thép nóng chảy trong kết chứa như là gáo 1 được rót vào gàu chuyên 2 là kết chứa trung gian, sau đó được rót từ gàu chuyên 2 vào khuôn 4 qua vòi phun nhúng chìm 3 để lấy vật đúc ra một cách liên tục từ đáy khuôn 4 như được thể hiện theo mũi tên.

Theo quá trình đúc được nêu trên, như được thể hiện trên Fig.6, bề mặt phía trên của thép nóng chảy trong khuôn 4 được phủ bởi dòng chảy khuôn 5 nhằm đạt được sự bôi trơn giữa khuôn 4 và vỏ hóa rắn, ngăn chặn sự sụt giảm nhiệt độ của thép nóng chảy, ngăn chặn sự tái oxy hóa thép nóng chảy, sự hấp thu các tạp chất phi kim loại trong thép nóng chảy và các vấn đề khác.

Như được thể hiện trên Fig.6, trong quá trình rót thép nóng chảy vào khuôn 4, dòng bề mặt thép nóng chảy 6b gây ra bởi dòng xả của thép nóng chảy (sự phun thép nóng chảy) 6a được xả ra từ vòi phun nhúng chìm 3. Nếu dòng bề mặt thép nóng chảy 6b là quá nhanh, nó cuốn theo dòng chảy khuôn 5 vào thép nóng chảy. Dòng chảy khuôn được cuốn theo 5 có thể bao gồm trong vật đúc như được sản xuất và gây ra các khuyết tật bề mặt theo dạng xoắn được sản xuất từ vật đúc.

Như các biện pháp chống lại vấn đề này, được biết là để hãm thép dòng nóng chảy trong khuôn đúc bằng cách áp từ trường tĩnh có cường độ cụ thể lên thép nóng chảy trong khuôn bằng cách sử dụng các cực nam châm được lắp trên các mặt phía sau của các thành bên đối nhau của khuôn (xem JP 2-117756 A và JP 2-75455 A, chẳng hạn).

Cụ thể hơn là: JP 2-117756 A bộc lộ "phương pháp điều khiển dòng bao gồm: bố trí một số cuộn dây điện từ theo phương thẳng đứng theo kiểu sao cho chúng nằm đối xứng với vòi phun; và áp từ trường tối ưu đối với các điều kiện đúc hiện thời với

thép nóng chảy ở trong khuôn đúc bằng cách dẫn động từng cuộn dây điện từ riêng hoặc theo sự kết hợp".

JP 2-75455 A bộc lộ "phương pháp đúc liên tục được làm thích ứng để tiến hành việc đúc bằng cách làm cho lực điện từ tác dụng lên dòng thép nóng chảy từ vòi phun theo hướng đối nhau với hướng chảy của nó, trong đó từ trường ở đầu phun xấp xỉ (Gauss) của cơ cấu tác động lực điện từ được điều khiển một cách thích hợp đối với lưu lượng dòng thép nóng chảy (tấn/phút/số lỗ xả) nhờ đó điều chỉnh lực điện từ nằm trong phạm vi đáp ứng các điều kiện cụ thể".

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Tuy nhiên, phương pháp điều khiển dòng theo JP 2-117756 A, là điều khiển dòng thép nóng chảy ở trong khuôn đúc nhờ một số cuộn dây điện từ, bao gồm vấn đề của sự biến đổi và sự phức tạp vì số các cuộn dây điện từ khác nhau ở các vị trí khác nhau cần được dẫn động tương ứng với sự thay đổi các điều kiện đúc. Ngoài ra, sự hãm điện từ được áp lên nhờ cuộn dây điện từ được dẫn động sẽ tác động lên cột nước từ vòi phun, nhờ đó dòng bề mặt thép nóng chảy không thể điều khiển được một cách trực tiếp.

Theo phương pháp đúc liên tục như được mô tả trong JP 2-75455 A, từ trường được điều khiển như là hàm số của lưu lượng dòng (tấn/phút/số lỗ xả) của dòng xả thép nóng chảy từ vòi phun và không thể điều khiển được như là hàm số của tốc độ đúc hoặc chiều rộng vật đúc. Một vấn đề khác của phương pháp này là việc áp từ trường tĩnh lên dòng xả thép nóng chảy, không thể điều khiển dòng bề mặt thép nóng chảy một cách trực tiếp.

Sáng chế được thực hiện nhằm giải quyết những khó khăn được nêu trên, với mục đích là đề xuất phương pháp đúc thép một cách liên tục sử dụng từ trường tĩnh, phương pháp này cho phép sản xuất các vật đúc có chất lượng cao trong đó dòng chảy khuôn được cuốn theo vào trong đó được ngăn chặn bằng cách áp từ trường tĩnh tối ưu lên dòng bề mặt thép nóng chảy ở trong khuôn đúc một cách trực tiếp và liên tục tương ứng với các điều kiện đúc, nhờ đó làm cho lực điện từ luôn luôn được thích hợp với các điều kiện đúc được biến đổi có thể có đối với sự tác động liên tục lên dòng bề mặt thép nóng chảy và nhờ đó điều khiển tốc độ của dòng bề mặt thép nóng chảy theo kiểu thích hợp.

Để sản xuất được các vật đúc chất lượng cao với các khuyết tật bề mặt thực tế nhờ việc đúc liên tục, các tác giả sáng chế đã tiến hành các nghiên cứu một cách cẩn cù đối với các vấn đề khác nhau bao gồm việc ngăn chặn việc cuốn theo vào dòng chảy khuôn bởi dòng thép nóng chảy trong khuôn đúc liên tục, dòng bề mặt thép nóng chảy cụ thể xảy ra khi thép nóng chảy được xả ra từ vòi phun nhúng chìm vào khuôn như là vòi phun và cuối cùng thu được các phát hiện sau đây dẫn tới sáng chế.

(1) Trên cơ sở tương quan như được thể hiện trên Fig.4 giữa chỉ số tốc độ dòng M của dòng bề mặt thép nóng chảy và chỉ số khuyết tật cuộn dây khi dòng bề mặt thép nóng chảy không bị hãm bởi từ trường tĩnh, các khuyết tật cuộn dây có thể bị gây ra bởi sự cuốn theo của dòng chảy khuôn tăng lên trong cuộn dây cán nguội được sản xuất từ tấm vật đúc khi tốc độ của dòng bề mặt thép nóng chảy được tăng cường, trong khi cũng được tăng cường ở các tốc độ dòng quá thấp chỉ ra sự hiện diện của phạm vi tối ưu của tốc độ dòng bề mặt. Như được thấy trên Fig.4, các khuyết tật của cuộn dây cán nguội giảm xuống một cách đáng kể với tốc độ dòng bề mặt thích hợp nếu thép được đúc chứa không dưới 0,010% nhôm theo khối lượng. Lưu ý rằng, chỉ số tốc độ dòng của dòng bề mặt thép nóng chảy là tỷ lệ với tốc độ của dòng bề mặt thép nóng chảy nếu dòng không bị hãm bởi từ trường tĩnh.

(2) Tốc độ dòng bề mặt thép nóng chảy phụ thuộc vào các điều kiện đúc như là tốc độ đúc và chiều rộng vật đúc. Cụ thể là, nếu dòng bề mặt thép nóng chảy không bị hãm bởi từ trường tĩnh, chỉ số tốc độ dòng M của dòng bề mặt thép nóng chảy có thể được biểu thị theo công thức (I) dưới đây như là hàm số của tốc độ đúc, chiều rộng vật đúc và các điều kiện đúc khác. Như được nêu trên, tốc độ V (m/giây) của dòng bề mặt thép nóng chảy là tỷ lệ với chỉ số tốc độ dòng M của dòng bề mặt thép nóng chảy nếu dòng không bị hãm bởi từ trường tĩnh.

$$M = V_c \cdot \cos \theta / [S \cdot \{d + (L/2) \cdot \tan \theta\}^{1/2} \cdot 100] \quad \dots (I)$$

Trong công thức này thì:

M là chỉ số tốc độ dòng của dòng bề mặt thép nóng chảy;

V_c là tốc độ đúc (m/phút);

L là chiều rộng vật đúc (m);

d là độ sâu nhúng chìm của các lỗ xả vòi phun nhúng chìm (m);

S là tổng diện tích của các lỗ xả vòi phun nhúng chìm (m^2); và

θ là góc nghiêng của các lỗ xả vòi phun nhúng chìm ($^\circ$),

Với tổng diện tích của các lỗ xả vòi phun nhúng chìm thể hiện tổng diện tích các mặt cắt ngang các lỗ xả mà từng lỗ xả này vuông góc với hướng chếch của lỗ thích hợp.

(3) Tốc độ dòng bề mặt thép nóng chảy phụ thuộc vào mật độ từ thông của từ trường tĩnh được phát ra cắt ngang toàn bộ chiều rộng phía trong khuôn đúc liên tục bởi các cực nam châm được lắp trên các mặt sau của các thành phía đối diện của khuôn ở mức xấp xỉ của bề mặt thép nóng chảy. Cụ thể là, tốc độ của dòng bề mặt thép nóng chảy được giảm xuống theo đường thẳng với công thức (II) dưới đây là hàm số của mật độ từ thông của từ trường tĩnh được áp lên dòng.

$$V \propto V_0 - \exp(-B^2 \cdot t) \quad \dots \text{ (II)}$$

Trong công thức này có:

V là tốc độ dòng bề mặt thép nóng chảy (m/giây);

V_0 là tốc độ dòng hạ xuống theo thành khuôn phía cạnh gần (m/giây);

B là mật độ từ thông (T); và

t là thời gian hãm (giây).

Nói cách khác, sáng chế đề xuất phương pháp đúc thép một cách liên tục sử dụng từ trường tĩnh, được làm thích ứng để đúc thép một cách liên tục chứa không dưới 0,010% nhôm theo khối lượng bằng cách sử dụng các cực nam châm được lắp trên các mặt sau của các thành phía đối diện khuôn đúc liên tục ở mức xấp xỉ bề mặt thép nóng chảy phát ra từ trường tĩnh cắt ngang toàn bộ chiều rộng phía trong khuôn để hãm dòng bề mặt thép nóng chảy, bao gồm: điều khiển dòng bề mặt thép nóng chảy nhờ điều chỉnh dòng điện cần phải cấp cho các cực nam châm, tương ứng với các điều kiện đúc đối với thép, nhờ đó điều chỉnh từ trường tĩnh được phát ra theo khả năng hãm dòng bề mặt thép nóng chảy.

Theo sáng chế, được ưu tiên là các điều kiện đúc được nhập vào cụm điều khiển được đấu nối với các cực nam châm qua tấm nguồn điện, trị số dòng điện thích hợp để được nhập vào các điều kiện đúc được tính toán trong cụm điều khiển và được

chuyển vào tấm nguồn điện nhờ đó làm cho nguồn điện cấp điện cho các cực nam châm bởi dòng điện thích hợp và từ trường tĩnh được áp lên bề mặt của thép nóng chảy ở trong khuôn đúc nhờ các cực nam châm khi được cấp bởi dòng điện thích hợp, nhờ đó hãm dòng bề mặt thép nóng chảy và dòng bề mặt thép nóng chảy trong khuôn được điều khiển nhờ sự điều chỉnh dòng điện cần cấp cho các cực nam châm, tương ứng với sự thay đổi các điều kiện đúc để nhờ đó điều chỉnh cường độ của từ trường tĩnh.

Theo sáng chế, dòng bề mặt thép nóng chảy trong khuôn được điều khiển nhờ việc điều chỉnh dòng điện cần cấp cho các cực nam châm, như vậy từ trường tĩnh có thể có mật độ từ thông thỏa mãn công thức (X) dưới đây.

$$120 \cdot S \cdot \{d + (L/2) \cdot \tan \theta\}^{1/2} \leq V_c \cdot \cos \theta \cdot \exp(-B^2) \\ \leq 280 \cdot S \cdot \{d + (L/2) \cdot \tan \theta\}^{1/2} \quad \dots \quad (X)$$

Trong công thức này với:

V_c là tốc độ đúc (m/phút); L là chiều rộng vật đúc (m);

d là độ nhúng chìm của các lỗ xả vòi phun nhúng chìm (m);

S là tổng diện tích của các lỗ xả vòi phun nhúng chìm (m^2);

θ là góc chéo của các lỗ xả vòi phun nhúng chìm ($^\circ$); và

B là mật độ từ thông (T),

Với tổng diện tích các lỗ xả vòi phun nhúng chìm đề cập đến tổng diện tích các mặt cắt ngang của các lỗ xả mà từng lỗ vuông góc với hướng chéo của lỗ có liên quan.

Theo phương pháp của sáng chế về đúc thép một cách liên tục sử dụng từ trường tĩnh (sau đây còn được gọi là "phương pháp đúc liên tục theo sáng chế"), dòng xả thép nóng chảy từ vòi phun không được điều khiển mà dòng bề mặt thép nóng chảy là yếu tố vật liệu gây ra các bất lợi này khi việc cuốn theo dòng chảy khuôn được điều khiển trực tiếp bằng cách áp dụng từ trường tĩnh cho dòng, nhờ đó việc điều khiển một cách đơn giản và hữu hiệu dòng bề mặt thép nóng chảy được tiến hành.

Vì từ trường tĩnh được áp lên dòng bề mặt thép nóng chảy được thay đổi tương ứng với các điều kiện đúc, có thể điều khiển một cách phù hợp dòng bề mặt thép nóng chảy về dòng bề mặt tối ưu nhằm làm giảm tỷ lệ khuyết tật của cuộn dây thu được

bằng cách cán vật đúc được sản xuất theo phương pháp đúc liên tục, cho phép sản xuất ra các vật đúc chất lượng cao.

Theo phương pháp đúc liên tục của sáng chế là phương pháp áp dụng từ trường tĩnh có mật độ từ thông thỏa mãn công thức (X), có thể đạt được chỉ số khuyết tật cuộn dây không lớn hơn 0,5, có thể nói rằng, để sản xuất ra vật đúc cho phép cuộn dây chất lượng cao với các khuyết tật bề mặt ít hơn ngay cả khi nếu thép được đúc chứa dưới 0,010 % nhôm theo khối lượng và do đó, thu được nhôm oxit một cách chắc chắn được tạo ra trong đó và cuộn theo dòng chảy khuôn.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Trên các hình vẽ, trong đó:

Fig.1 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện khuôn tiêu biểu, các cực nam châm và vòi phun nhúng chìm, tất cả để sử dụng theo phương pháp đúc liên tục của sáng chế;

Fig.2 là hình vẽ sơ đồ khối thể hiện thiết bị để áp từ trường tĩnh vào phía trong khuôn như được thể hiện trên Fig.1;

Fig.3 là hình vẽ biểu đồ thể hiện các chỉ số khuyết tật cuộn dây nhận được theo Các phương án cụ thể (A) và (B), Phương án đối chứng (C) và trường hợp quy chiếu (D);

Fig.4 là đồ thị thể hiện tương quan giữa chỉ số tốc độ dòng của dòng bề mặt thép nóng chảy và chỉ số khuyết tật cuộn dây;

Fig.5 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện tổng quát máy đúc liên tục được sử dụng theo phương pháp đúc liên tục; và

Fig.6 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện bên trong khuôn như được thể hiện trên Fig.5.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, phương pháp đúc liên tục theo sáng chế sẽ được mô tả chi tiết trên cơ sở phương án được ưu tiên như được thể hiện trên các hình vẽ kèm theo.

Trước khi mô tả phương pháp đúc liên tục theo sáng chế, hệ thống đúc liên tục thích hợp để sử dụng trong phương pháp theo sáng chế được thể hiện.

Fig.1 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện một phương án cụ thể của hệ thống đúc liên tục để áp dụng phương pháp đúc liên tục theo sáng chế chỉ theo một phần của nó (nửa bên trái theo hướng chiều rộng của vật đúc). Trên hình vẽ, khuôn được thể hiện với ký hiệu chỉ dẫn là số 10.

Khuôn 10 khi được làm thích ứng để tạo một cách liên tục các vật đúc có mặt cắt ngang dạng hình chữ nhật, có hai thành bên theo chiều dọc đối nhau (không được thể hiện trên hình vẽ) và hai thành bên theo chiều ngang đối nhau 10a (chỉ một thành bên này được thể hiện) và làm nguội thép nóng chảy được xả ra từ vòi phun nhúng chìm 12. Trên bề mặt phía trên của thép nóng chảy trong khuôn 10, dòng chảy khuôn 11 được tạo ra.

Các thành bên theo chiều dọc là các thành bên đối nhau của khuôn 10 nối các thành bên theo chiều ngang 10a ở giữa chúng và từng thành bên có cực nam châm 13 được lắp trên mặt sau của nó.

Cực nam châm 13 bao gồm cuộn dây điện từ và dòng bề mặt thép nóng chảy 16b trong khuôn 10 được hãm nhờ từ trường tĩnh áp lên bởi cuộn dây điện từ được cấp bởi dòng điện cụ thể. Cực nam châm 13 kéo dài vượt quá chiều rộng phía trong của khuôn 10, với các đầu của nó đi ra từ các mặt phía trong của các thành bên theo chiều ngang 10a tương ứng, theo hướng về phía ngoài của khuôn 10 và được định vị ở độ cao giống như hoặc xấp xỉ với độ cao bề mặt 15 của thép nóng chảy. Nói cách khác, cực nam châm 13 phát ra từ trường tĩnh qua bề mặt thép nóng chảy 15 trong khuôn 10.

Vòi phun nhúng chìm 12 là một thành phần dạng hình trụ được làm từ vật liệu chịu lửa với phần đầu phía trên của nó được đầu nối với vòi phun gầu chuyên (không được thể hiện trên hình vẽ) và phần đầu phía dưới của nó được nhúng chìm trong thép nóng chảy trong khuôn 10.

Vòi phun nhúng chìm 12 như được thể hiện có các lỗ xả 12a trong phần đầu phía dưới được tạo ra trên thành bên của vòi phun 12 sao cho đường đi tạo thành lỗ xả 12a bị chệch xuống phía dưới. Các trị số của tổng diện tích S của các mặt cắt ngang các lỗ xả 12a mà từng lỗ này vuông góc với hướng chệch của lỗ liên quan 12a (tổng diện tích S của các mặt cắt ngang lỗ xả), góc θ ở giữa hướng xả và hướng nằm ngang (góc chệch lỗ xả θ) và chiều sâu nhúng d (chiều sâu nhúng lỗ xả d) được nhập vào cụm điều khiển 20, sẽ được mô tả sau.

Đối với hệ thống đúc liên tục với kết cấu như được nêu trên, dòng bề mặt thép nóng chảy ở trong khuôn đúc bị ảnh hưởng bởi tốc độ đúc, chiều rộng vật đúc, cũng như các thông số kích thước và vị trí đối với vòi phun nhúng chìm bao gồm chiều sâu nhúng lỗ xả, tổng diện tích các mặt cắt ngang lỗ xả và góc chéo lỗ xả như được nêu trên.

Như đã được nêu trên, tốc độ dòng bề mặt thép nóng chảy ở trong khuôn đúc là tỷ lệ với chỉ số tốc độ dòng M của dòng bề mặt thép nóng chảy nếu dòng không bị hãm bởi từ trường tĩnh và chỉ số tốc độ dòng M của dòng bề mặt thép nóng chảy có thể được biểu thị theo công thức (I) dưới đây như là hàm số của các điều kiện đúc.

$$M = V_c \cdot \cos \theta / [S \cdot \{d + (L/2) \cdot \tan \theta\}^{1/2} \cdot 100] \quad \dots (I)$$

Trong công thức này:

M là chỉ số tốc độ dòng của dòng bề mặt thép nóng chảy;

V_c là tốc độ đúc (m/phút);

L là chiều rộng vật đúc (m);

d là chiều sâu nhúng các lỗ xả của vòi phun nhúng (m);

S là tổng diện tích các lỗ xả vòi phun nhúng chìm (m^2); và

θ là góc chéo của các lỗ xả vòi phun nhúng chìm ($^\circ$),

Với tổng diện tích của các lỗ xả vòi phun nhúng thì đề cập đến tổng diện tích các mặt cắt ngang các lỗ xả mà từng lỗ xả vuông góc với hướng chéo của lỗ liên quan.

Với chỉ số tốc độ dòng M của dòng bề mặt thép nóng chảy mà từ trường tĩnh không áp lên là tỷ lệ với tốc độ V của dòng, tốc độ dòng bề mặt thép nóng chảy được giảm xuống theo đường thẳng với công thức (II) dưới đây nhờ sự tương tác của từ trường tĩnh.

$$V \propto V_0 \cdot \exp(-B^2 \cdot t) \quad \dots (II)$$

Trong công thức này:

V là tốc độ của dòng bề mặt thép nóng chảy (m/giây);

V_0 là tốc độ dòng giảm xuống theo thành khuôn phía cạnh gần (m/giây);

B là mật độ từ thông (T); và

t là thời gian hãm (giây).

Nếu dòng bề mặt thép nóng chảy không bị hãm (được giảm xuống về tốc độ) bởi từ trường tĩnh trong các điều kiện đúc khác nhau, tương quan giữa chỉ số tốc độ dòng M của dòng bề mặt thép nóng chảy và chỉ số khuyết tật bề mặt cuộn dây được tìm thấy sau khi cán nguội như được thể hiện trên Fig.4.

Cụ thể hơn là: tốc độ của dòng bề mặt thép nóng chảy được tăng cường theo tỷ lệ tăng chỉ số tốc độ dòng M của dòng, dẫn đến sự tăng các khuyết tật cuộn dây gây ra bởi sự cuốn theo dòng chảy khuôn. Mặt khác, các khuyết tật cuộn dây cũng có thể tăng lên do, chẳng hạn là sự giảm nhiệt độ ở mặt khum thép nóng chảy nếu chỉ số tốc độ dòng M là quá thấp. Như vậy là nhận thấy rằng, chỉ số khuyết tật cuộn dây phụ thuộc vào chỉ số tốc độ dòng M và chỉ số tốc độ dòng M có phạm vi tối ưu.

Trên Fig.4, tương quan giữa chỉ số tốc độ dòng của dòng bề mặt thép nóng chảy và chỉ số khuyết tật cuộn dây được thể hiện đối với ba loại thép nóng chảy có các thành phần nhôm là dưới 0,003 % theo khối lượng như là 0,01% theo khối lượng và 0,08% theo khối lượng tương ứng. Thép chứa không dưới 0,010% nhôm theo khối lượng là chắc chắn nhận được nhôm oxit được tạo ra trong đó sẽ làm cho dòng chảy khuôn tăng lên về hàm lượng nhôm oxit và giảm độ nhót. Ngoài ra, nếu thép nóng chảy có hàm lượng nhôm cao hơn, sự cuốn theo dòng chảy khuôn sẽ chắc chắn xảy ra hơn vì sức căng giữa các bề mặt giảm xuống do phản ứng hóa học ở các mặt phân cách dòng từ/kim loại. Như được thấy trên hình vẽ, chỉ số khuyết tật cuộn dây là thấp (chỉ là 0,5) với chỉ số tốc độ dòng M là từ 1,2 đến 2,8 ngay cả khi nếu hàm lượng nhôm trong thép là không dưới 0,01% theo khối lượng.

Từ những gì được nêu trên, rõ ràng là, nhằm điều khiển tốc độ dòng của dòng bề mặt thép nóng chảy phù hợp với trị số tối ưu của nó hoặc trị số xấp xỉ trị số tối ưu, nhờ đó ngăn chặn dòng bề mặt thép nóng chảy bị cuốn theo dòng chảy khuôn và dạng tương tự, nhất thiết phải điều chỉnh dòng điện được cấp vào cực nam châm 13, tương ứng với sự thay đổi các điều kiện đúc bao gồm tốc độ đúc, chiều rộng vật đúc được nêu trên, cũng như các thông số kích thước và vị trí đối với vòi phun nhúng chìm nhằm điều chỉnh cường độ từ trường tĩnh tạo sự tác động lên dòng bề mặt thép nóng chảy.

Giả thiết rằng, sự cuốn theo dòng chảy khuôn bởi dòng bề mặt thép nóng chảy xảy ra một giây sau khi dòng chảy ra từ vòi phun tiếp cận bề mặt thép nóng chảy, được tính đến trên cơ sở các công thức (I) và (II) như được nêu trên để từ trường tối ưu được áp dụng nằm trong phạm vi được biểu thị bởi công thức (X) dưới đây.

$$120 \cdot S \cdot \{d + (L/2) \cdot \tan \theta\}^{1/2} \leq V_c \cdot \cos \theta \cdot \exp(-B^2)$$

$$\leq 280 \cdot S \cdot \{d + (L/2) \cdot \tan \theta\}^{1/2} \quad \dots (X)$$

Trong công thức này:

V_c là tốc độ đúc (m/phút);

L là chiều rộng vật đúc (m);

d là chiều sâu nhúng của các lỗ xả vòi phun nhúng chìm (m);

S là tổng diện tích các lỗ xả vòi phun nhúng chìm (m^2);

θ là góc chéo của các lỗ xả của vòi phun nhúng chìm ($^\circ$); và

B là mật độ từ thông (T),

Với tổng diện tích các lỗ xả vòi phun nhúng chìm là đề cập đến tổng diện tích các mặt cắt ngang của các lỗ xả mà từng lỗ này vuông góc với hướng chéo của lỗ liên quan.

Cụ thể hơn là: tốc độ V của dòng bề mặt thép nóng chảy có thể được biểu thị bằng cách sử dụng công thức (II) như sau:

$$V = C_1 \cdot V_0 \cdot \exp(-B^2 \cdot t) \quad \dots (II')$$

[trong đó C_1 là hằng số tỷ lệ].

Nếu không có từ trường tĩnh được áp lên thép nóng chảy và do đó, không có sự hãm tác dụng lên dòng bề mặt thép nóng chảy, mật độ từ thông B của từ trường tĩnh là bằng 0 tesla ($B = 0$), vì vậy công thức (II') biểu thị tốc độ dòng bề mặt thép nóng chảy được viết lại dưới dạng $V = C_1 \cdot V_0$. Trong trường hợp đó, tốc độ V của dòng bề mặt thép nóng chảy là tỷ lệ với chỉ số tốc độ dòng M của dòng bề mặt thép nóng chảy, có thể được biểu thị theo công thức như sau:

$$V = C_1 \cdot V_0 = C_2 \cdot M \quad \dots (III)$$

[Trong đó C_2 là hằng số tỷ lệ đối với chỉ số M]. Như được thấy từ Fig.4, M tốt hơn là bằng 1,2 hoặc lớn hơn nữa, nhưng không được lớn hơn 2,8. Do đó, công thức (III) có thể được viết lại dưới dạng:

$$1,2 \leq V/C_2 \leq 2,8 \quad (IV)$$

Mặt khác, công thức (II') và (III) được viết lại:

$$V = C_2 \cdot M \cdot \exp(-B^2 \cdot 1),$$

Với chỉ số tốc độ dòng M của dòng bề mặt thép nóng chảy được biểu thị theo công thức (I), dẫn đến:

$$V/C_2 = V_c \cdot \cos 0 \cdot \exp(-B^2 \cdot t) / [100 \cdot S \cdot \{d + (L/2) \cdot \tan 0\}^{1/2}].$$

Nếu sự cuốn theo dòng chảy khuôn bởi dòng bề mặt thép nóng chảy xảy ra một giây sau khi dòng phun ra từ vòi phun tiếp cận bề mặt thép nóng chảy, giá trị t là bằng 1, vì vậy công thức nêu trên được viết lại là:

$$V/C_2 = V_c \cdot \cos \theta \cdot \exp(-B^2) / [100 \cdot S \cdot \{d + (L/2) \cdot \tan \theta\}^{1/2}] \dots (V).$$

Vì tốc độ V mà ở đó dòng bề mặt thép nóng chảy không cuốn theo dòng chảy của khuôn có thể có trị số bất kỳ thỏa mãn công thức (IV), các công thức (IV) và (V) được viết:

$$1,2 \leq V_c \cdot \cos \theta \cdot \exp(-B^2) / [100 \cdot S \cdot \{d + (L/2) \cdot \tan \theta\}^{1/2}] \leq 2,8$$

và người ta nhận thấy rằng, bằng cách biến đổi công thức này mà từ trường tĩnh với mật độ từ thông được biểu thị theo công thức (X) tác dụng một cách tối ưu lên dòng bề mặt thép nóng chảy.

Kết quả là, chỉ cần có cụm điều khiển 20 như được thể hiện trên Fig.2 để điều khiển mật độ từ thông của từ trường tĩnh được phát ra bởi cực nam châm 13, cụ thể là dòng điện cần phải cấp cho cực nam châm 13, vì vậy công thức (X) như được nêu trên có thể được đáp ứng.

Fig.2 là hình vẽ sơ đồ khối thể hiện tương quan giữa cụm điều khiển 20 và cực nam châm 13 được đấu nối với cụm điều khiển 20 qua tấm nguồn điện 21.

Vào cụm điều khiển 20, các điều kiện đúc bao gồm diện tích S , góc θ , chiều sâu d , cũng như loại thép và chiều rộng vật đúc được đưa vào khi bắt đầu đúc và tốc độ đúc được đưa vào một cách liên tục sau khi quá trình đúc được bắt đầu. Từng thời

điểm, các điều kiện như tốc độ đúc được thay đổi, cụm điều khiển 20 tiếp nhận các dữ liệu của điều kiện đúc mới.

Về vấn đề này, các dữ liệu về tốc độ đúc được tự động truyền từ các trục vít nhon vào cụm điều khiển 20.

Cụm điều khiển 20 sử dụng công thức (X) như được xác lập trước để tính toán mật độ từ thông tối ưu của từ trường tĩnh, sau đó tính toán trị số dòng điện cần thiết để tạo từ trường tĩnh có mật độ từ thông được tính toán và hướng trị số dòng điện được tính toán vào tám nguồn điện 21.

Tám nguồn điện 21 cấp cho cuộn dây 13a của cực nam châm 13 dòng điện với trị số dòng điện như được truyền từ cụm điều khiển 20.

Cực nam châm 13 phát ra từ trường tĩnh có mật độ từ thông như được tính toán bởi cụm điều khiển 20, cụ thể là, từ trường tĩnh luôn được làm thích ứng đối với các điều kiện đúc.

Sau đây là phần mô tả đối với phương pháp đúc liên tục theo sáng chế.

Phương pháp đúc liên tục theo sáng chế là tương đương với phương pháp đúc thông thường khi việc đúc được tiến hành bằng cách rót thép nóng chảy được tinh luyện từ kết chứa như là gáo 1 vào gàu chuyên 2 như là kết chứa trung gian, sau đó rót thép nóng chảy từ gàu chuyên 2 vào khuôn 4 qua vòi phun nhúng chìm 3 như được thể hiện trên Fig.5.

Theo sáng chế, các điều kiện đúc như là loại thép, chiều rộng vật đúc L, chiều sâu nhúng d của các lỗ xả vòi phun nhúng chìm, tổng diện tích S của các mặt cắt ngang lỗ xả vòi phun nhúng chìm và góc chéo θ của các lỗ xả vòi phun nhúng chìm được nhập khi bắt đầu đúc vào cụm điều khiển 20 trong đó công thức (X) được xác lập và tốc độ đúc được nêu cụ thể như là trị số ban đầu tương ứng với loại thép, chiều rộng vật đúc và các thông số khác.

Khi đó, cụm điều khiển 20 sẽ tính toán mật độ từ thông tối ưu bằng cách trừ các trị số điều kiện đúc các nhập vào công thức (X) và hướng trị số dòng điện để phát ra từ trường tĩnh có mật độ từ thông được tính toán vào tám nguồn điện 21. Tám nguồn điện 21 tiếp nhận trị số dòng điện hướng từ cụm điều khiển 20 cấp dòng điện có trị số cụ thể vào cực nam châm 13 và cực nam châm 13 áp từ trường tĩnh thích hợp tương ứng

để nhập các điều kiện đúc nhằm điều khiển tốc độ dòng bề mặt thép nóng chảy đến các trị số thích hợp hoặc trị số nằm trong phạm vi thích hợp.

Tiếp đó, quá trình đúc được bắt đầu và tốc độ đúc được nhập tự động vào cụm điều khiển 20 theo thời gian thực tế sau khi quá trình đúc đã được bắt đầu. Nếu các điều kiện như là loại thép, chiều rộng vật đúc L hoặc chiều sâu nhúng d của các lỗ xả vòi phun được thay đổi, các dữ liệu đối với điều kiện đúc được thay đổi được nhập liên tục vào cụm điều khiển 20. Chừng nào các dữ liệu mới còn được nhập vào, cụm điều khiển 20 sử dụng công thức (X) để tính toán mới mật độ từ thông tối ưu trên cơ sở các dữ liệu điều kiện đúc mới được nhập vào, sau đó xác định trị số dòng điện để phát ra từ trường tĩnh có mật độ từ thông tối ưu được biến đổi và hướng trị số dòng điện được xác định vào tám nguồn điện 21,

Tám nguồn điện 21 cấp điện vào cuộn dây điện từ của cực nam châm 13 với dòng điện có trị số bằng với trị số dòng điện như được nêu mới cụ thể bởi cụm điều khiển 20 tương ứng với sự thay đổi các điều kiện đúc và cực nam châm 13 áp lên từ trường tĩnh thích hợp đối với các điều kiện đúc mới lên bề mặt 15 của thép nóng chảy trong khuôn 10, có thể nói rằng, truyền lực điện từ vào dòng bề mặt thép nóng chảy 16b theo hướng đối nhau với hướng dòng của nó để hãm dòng 16b và điều khiển tốc độ của nó đến trị số thích hợp.

Theo phương pháp đúc liên tục như được mô tả trên, trong đó các cực nam châm được lắp trên các mặt sau của các thành phía đối diện của khuôn đúc liên tục ở mức xấp xỉ bề mặt thép nóng chảy và từ trường tĩnh được phát ra bởi các cực nam châm cắt qua toàn bộ chiều rộng phía trong khuôn để hãm dòng bề mặt thép nóng chảy trong khuôn nhờ sự tác động của lực điện từ của từ trường tĩnh, cường độ từ trường tĩnh được điều chỉnh bằng cách điều chỉnh dòng điện cần phải cấp vào các cực nam châm, theo sự thay đổi các điều kiện đúc như là tốc độ đúc và chiều rộng vật đúc, nhờ đó có thể tiến hành việc phanh thích hợp đối với dòng bề mặt thép nóng chảy gây ra bởi việc phun thép nóng chảy được xả ra từ vòi phun nhúng chìm, phù hợp tương ứng với tốc độ dòng bề mặt thép nóng chảy, có thể nói là điều khiển dòng bề mặt thép nóng chảy một cách trực tiếp và liên tục đối với tốc độ tối ưu.

Ngoài ra, theo phương pháp đúc liên tục của sáng chế là phương pháp áp từ trường tĩnh với mật độ từ thông thỏa mãn công thức (X), có thể điều khiển dòng bề

mặt thép nóng chảy đến tốc độ V tương ứng với chỉ số tốc độ dòng M của dòng bể mặt thép nóng chảy không có các từ trường tĩnh được áp lên đó, tức là từ 1,2 đến 2,8 về trị số và đạt được chỉ số khuyết tật cuộn dây không lớn hơn 0,5. Như vậy, phương pháp theo sáng chế tạo khả năng sản xuất vật đúc cho phép cuộn dây với các khuyết tật bề mặt ít hơn nhờ sự cuốn theo của dòng chảy khuôn và dạng tương tự.

Các phương án cụ thể

Phương pháp đúc liên tục theo sáng chế và các phương pháp đúc liên tục khác được ứng dụng để đúc liên tục thép cacbon siêu thấp (với các hàm lượng nhôm được nêu trong Bảng 1 dưới đây) để sản xuất các vật đúc bằng cách sử dụng hệ thống đúc liên tục với khuôn của nó có chiều dài cạnh ngắn là 0,26m.

Tốc độ đúc tối đa:	2,0 m/phút
Chiều rộng vật đúc (L):	1,0 m
Chiều sâu nhúng (d) của các lỗ xả vòi phun nhúng chìm:	0,2 m
Tổng diện tích (S) của các lỗ xả vòi phun nhúng chìm:	0,01 m ²
Góc chéo (θ) của các lỗ xả vòi phun nhúng chìm:	15°

Trong mỗi phương án cụ thể (A) và (B), từ trường tĩnh mà mật độ từ thông của nó thỏa mãn công thức (X) được áp một cách đồng đều lên toàn bộ bề mặt thép nóng chảy trong khuôn ngay cả khi nếu các điều kiện đúc được thay đổi.

Theo phương án đối chứng (C), từ trường tĩnh với mật độ từ thông không thỏa mãn được công thức (X), cụ thể hơn là, mật độ từ thông tạo biểu thức " $V \cdot \cos \theta \cdot \exp(-B^2) / [S \cdot \{d + (L/2) \cdot \tan \theta\}^{1/2}]$ " cho trị số 290 được áp lên một cách đồng đều trên toàn bộ bề mặt thép nóng chảy trong khuôn.

Theo trường hợp tham chiếu (D) trong đó hàm lượng nhôm là thấp, từ trường tĩnh với mật độ từ thông tạo biểu thức " $V \cdot \cos \theta \cdot \exp(-B^2) / [S \cdot \{d + (L/2) \cdot \tan \theta\}^{1/2}]$ " cho trị số 300 được áp lên một cách đồng đều trên toàn bộ bề mặt của thép nóng chảy trong khuôn.

Các vật đúc được sản xuất theo các phương án cụ thể (A) và (B), phương án đối chứng (C) và trường hợp tham chiếu (D) được quấn để tạo thành các cuộn và các

cuộn này được kiểm tra về chỉ số khuyết tật. Các kết quả như được thể hiện trên Bảng 1 và trên Fig.3.

Cả các chỉ số khuyết tật cuộn khi được tìm thấy theo các phương án cụ thể (A) và (B), cả hai sử dụng phương pháp đúc theo sáng chế, là lớn hơn 0,5, chứng tỏ rằng sáng chế cho phép việc sản xuất cuộn dây chất lượng cao có ít các khuyết tật bề mặt ngay cả khi thép được đúc có chứa không dưới 0,010 % nhôm theo khối lượng.

Theo Phương án đối chứng (C), là trường hợp trong đó thép được đúc có chứa không dưới 0,010 % nhôm theo khối lượng và chỉ số tốc độ dòng M của dòng bề mặt thép nóng chảy được điều khiển đến 2,9, chỉ số khuyết tật cuộn dây quá cao, vượt quá 0,7.

Trong Trường hợp tham chiếu (D) trong đó thép được đúc có chứa dưới 0,010 % nhôm theo khối lượng và chỉ số tốc độ dòng M của dòng bề mặt thép nóng chảy được điều khiển đến 3,0, kết quả tốt, cụ thể là, chỉ số khuyết tật cuộn dây thu được là không lớn hơn 0,5.

Rõ ràng là từ phương pháp đúc liên tục theo sáng chế được nêu trên có thể làm giảm đáng kể các khuyết tật cuộn dây.

Bảng 1

	Hàm lượng nhôm (% theo khối lượng)	$V_c \cdot \cos \theta \cdot \exp(-B^2) / [S \cdot \{d + (L/2) \cdot \tan \theta\}^{1/2}]$	Chỉ số khuyết tật
Phương án cụ thể (A)	0,018	270	0,41
Phương án cụ thể (B)	0,045	190	0,34
Phương án đối chứng (C)	0,018	290	0,71
Trường hợp tham chiếu (D)	0,005	300	0,48

Chú thích các số chỉ dẫn và các ký hiệu

- 1: gáo
- 2: gàu chuyên
- 3, 12: vòi phun nhúng chìm
- 4, 10: khuôn
- 5, 11: dòng chảy khuôn
- 6a, 16a: dòng xả thép nóng chảy
- 6b, 16b: dòng bề mặt thép nóng chảy
- 13: cực nam châm
- 15: bề mặt thép nóng chảy
- 20: cụm điều khiển
- 21: tấm nguồn điện

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp đúc thép liên tục sử dụng từ trường tĩnh, được làm thích ứng để đúc thép một cách liên tục bằng cách sử dụng các cực nam châm được lắp trên các mặt sau của các thành phía đối diện khuôn đúc liên tục ở mức xấp xỉ của bề mặt thép nóng chảy để phát ra từ trường tĩnh cắt ngang toàn bộ chiều rộng phía trong khuôn để hãm dòng bề mặt thép nóng chảy, phương pháp này bao gồm:

điều khiển dòng bề mặt thép nóng chảy bằng cách điều chỉnh dòng điện cần phải cấp vào các cực nam châm, tương ứng với các điều kiện đúc đối với thép, nhờ đó điều chỉnh từ trường tĩnh được phát ra khả năng hãm dòng bề mặt thép nóng chảy, trong đó:

thép nóng chảy chứa ít nhất là nhôm ở mức không ít hơn 0,010% theo khối lượng; và

dòng bề mặt thép nóng chảy trong khuôn được điều khiển bằng cách điều chỉnh dòng điện cần phải cấp vào các cực nam châm sao cho từ trường tĩnh có thể có mật độ từ thông thỏa mãn công thức (X) dưới đây:

$$120 \cdot S \cdot \{d + (L/2) \cdot \tan \theta\}^{1/2} \leq V_c \cdot \cos \theta \cdot \exp(-B^2) \\ \leq 280 \cdot S \cdot \{d + (L/2) \cdot \tan \theta\}^{1/2} \quad \dots (X)$$

[trong đó:

V_c là tốc độ đúc (m/phút);

L là chiều rộng vật đúc (m);

d là chiều sâu nhúng của các lỗ xả vòi phun nhúng chìm (m);

S là tổng diện tích các lỗ xả vòi phun nhúng chìm (m^2);

θ là góc chéo các lỗ xả vòi phun nhúng chìm ($^\circ$); và

B là mật độ từ thông (T),

với tổng diện tích các lỗ xả vòi phun nhúng chìm là chỉ tổng diện tích các mặt cắt ngang các lỗ xả mà từng lỗ xả này vuông góc với hướng chéo của lỗ liên quan].

FIG.1

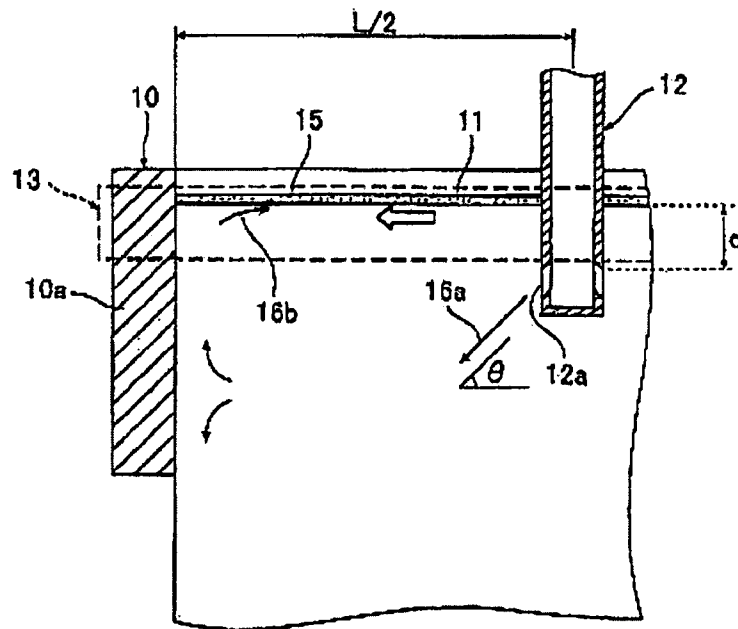


FIG.2

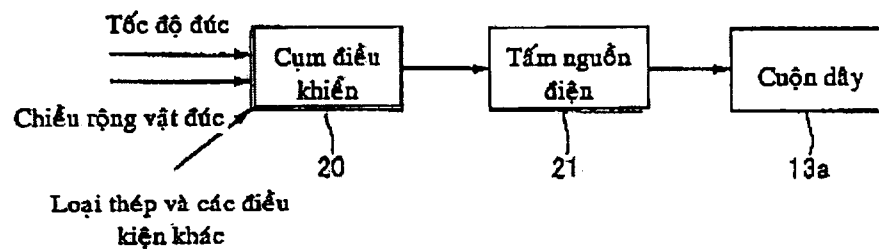


FIG.3

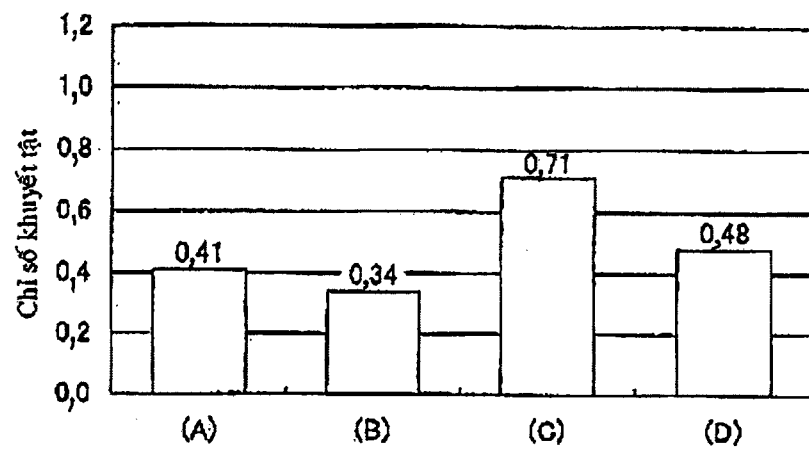


FIG.4

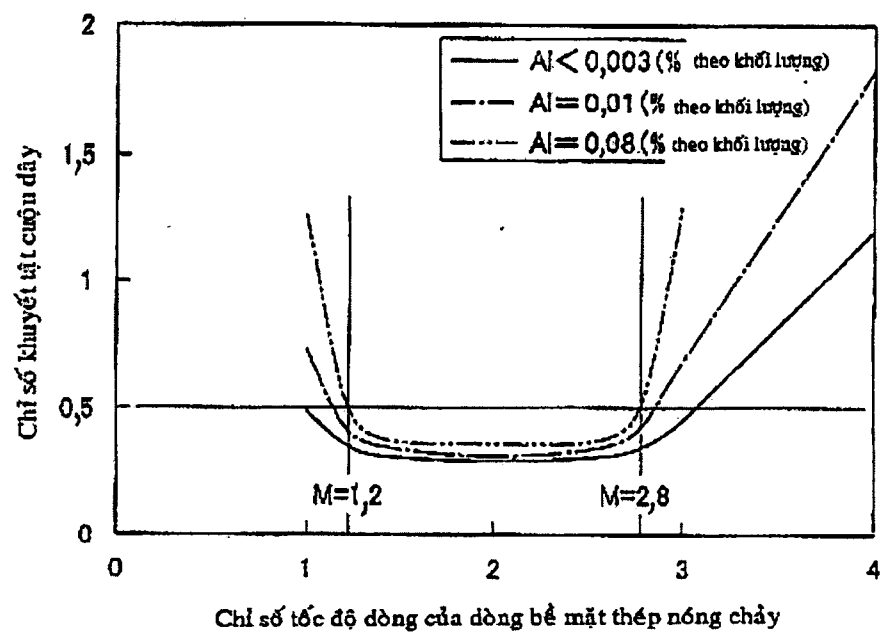


FIG.5

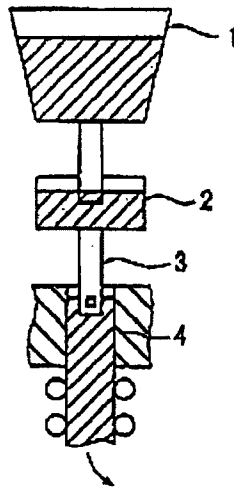


FIG.6

