



(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)



1-0033218

(51)⁸ B22D 11/22; B22D 11/051; B22D
11/124

(13) B

(21) 1-2017-03559

(22) 12/06/2015

(86) PCT/JP2015/002963 12/06/2015

(87) WO/2016/162906 13/10/2016

(30) 2015-077893 06/04/2015 JP

(45) 25/09/2022 414

(43) 25/01/2018 358A

(73) JFE Steel Corporation (JP)

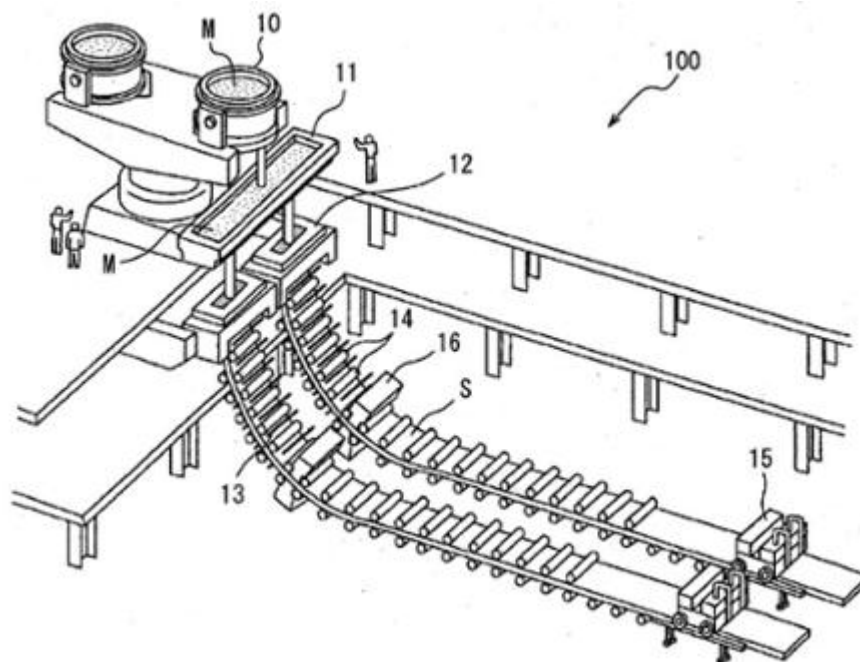
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, Japan

(72) AWAJIYA, Yutaka (JP); MIKI, Yuji (JP); NABESHIMA, Seiji (JP); TSUTSUMI, Koichi (JP).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT SẢN PHẨM THÉP ĐÚC LIÊN TỤC BẰNG CÁCH SỬ DỤNG MÁY ĐÚC LIÊN TỤC

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất sản phẩm thép đúc liên tục bằng cách sử dụng máy đúc liên tục, trong đó có thể thu được sản phẩm thép đúc liên tục có các vết nứt bề mặt được giảm xuống mà không làm giảm năng suất, ngay cả sử dụng thép nóng chảy có hợp phần hóa học quy định. Phương pháp được bộc lộ bao gồm các bước: đưa thép nóng chảy vào làm nguội sơ cấp trong khuôn, thép nóng chảy chứa 0,13% khối lượng hoặc lớn hơn và 0,20% khối lượng hoặc nhỏ hơn là C và 0,50% khối lượng hoặc lớn hơn là Mn; rút thép đúc liên tục ra khỏi khuôn ở tốc độ rút là 1,0 m/phút hoặc cao hơn; và đưa thép đúc liên tục vào làm nguội thứ cấp bao gồm việc làm cho nhiệt độ bề mặt của thép đúc liên tục giảm xuống dưới điểm chuyển hóa Ar_3 và sau đó tăng trở lại ở trên điểm chuyển hóa Ac_3 , trong đó khuôn được dao động trong các điều kiện dao động thỏa mãn thời gian dịch chuyển âm, T_n , là 0,08 giây hoặc lớn hơn và 0,20 giây hoặc nhỏ hơn và tỷ lệ thời gian dịch chuyển âm, R_{NS} , là 0,30 hoặc lớn hơn và 0,38 hoặc nhỏ hơn, và trong đó thời gian từ khi thép đúc liên tục đi qua khuôn đến khi nhiệt độ bề mặt của thép đúc liên tục đạt đến điểm chuyển hóa Ar_3 lớn hơn 60 giây.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến các phương pháp sản xuất sản phẩm thép đúc liên tục bằng cách sử dụng máy đúc liên tục.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong quá trình đúc thép liên tục, việc ngăn ngừa sự hình thành các vết nứt bề mặt trong sản phẩm thép đúc liên tục là rất quan trọng để cho phép sản phẩm thép đúc liên tục duy trì chất lượng bề mặt tốt sau khi cán. Theo khía cạnh này, một số kỹ thuật đã biết để ngăn chặn các vết nứt bề mặt được gây ra trong sản phẩm thép đúc liên tục bằng cách làm mịn các hạt auxtenit trong cấu trúc tinh thể của sản phẩm thép đúc liên tục thông qua sự chuyển hóa $\gamma \rightarrow \alpha$ trong quá trình làm nguội thứ cấp của thép đúc liên tục, như được mô tả trong tài liệu JPH9225607A (Tài liệu Patent 1), JPH11197809A (Tài liệu Patent 2), và JPH947854A (Tài liệu Patent 3). Việc làm mịn các hạt auxtenit dẫn đến sự gia tăng diện tích bề mặt của các biên hạt auxtenit tương đối giòn. Điều này giúp sự phân bố ứng suất được đặt trên các biên hạt auxtenit của sản phẩm thép đúc liên tục khi sản phẩm thép đúc liên tục này được đưa vào điều chỉnh (uốn cong và nắn thẳng) ở các vùng điều chỉnh của máy đúc liên tục, và ít vết nứt bề mặt xuất hiện. Ngoài ra, nếu xuất hiện các vết nứt, các hạt auxtenit mịn làm cho các vết nứt khó lan truyền.

Tài liệu Patent 1 mô tả kỹ thuật ngăn ngừa sự hình thành các vết nứt ngang trong sản phẩm thép đúc liên tục bằng cách làm nguội thép đúc liên tục sao cho nhiệt độ bề mặt của chúng được làm cho giảm xuống dưới điểm chuyển hóa A_3 trong khoảng thời gian 2 phút sau khi rút ra khỏi khuôn và sau đó tăng trở lại 850°C hoặc cao hơn trong quá trình làm nguội thứ cấp của thép đúc liên tục bằng cách sử dụng máy đúc liên tục kiểu uốn dọc hoặc kiểu cong.

Tài liệu Patent 2 mô tả kỹ thuật để ngăn ngừa sự hình thành các vết nứt bề mặt trong sản phẩm thép đúc liên tục bằng cách làm nguội thép đúc liên tục sao cho nhiệt độ bề mặt của chúng tạm thời được làm cho giảm xuống dưới điểm chuyển hóa A_3 và sau đó đưa thép đúc liên tục vào làm nguội nhẹ trong khoảng thời gian từ 0,5 phút đến 2,0 phút với mật độ dòng nước từ $0,003 \text{ L/cm}^2\cdot\text{phút}$ đến $0,015 \text{ L/cm}^2\cdot\text{phút}$, để làm cho nhiệt độ bề mặt của chúng tăng trở lại trên điểm chuyển hóa A_3 trong quá trình làm nguội thứ cấp của thép đúc

liên tục bằng cách sử dụng máy đúc liên tục kiểu uốn dọc hoặc kiểu cong.

Tài liệu Patent 3 mô tả kỹ thuật ngăn ngừa sự hình thành các vết nứt bề mặt trong sản phẩm thép đúc liên tục, khi thực hiện đúc liên tục thép cacbon hợp kim thấp với độ nhạy nứt cao, có hàm lượng cacbon đương lượng, C_p , được xác định bởi Biểu thức (1) dưới đây, là 0,10 hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,18 bằng cách sử dụng máy đúc liên tục kiểu uốn dọc hoặc kiểu cong, bằng cách rút thép đúc liên tục khỏi mặt khum của thép nóng chảy trong khuôn cho đến đầu dưới của khuôn trong khoảng thời gian 1 phút, và đưa ngay thép đúc liên tục vào làm nguội thứ cấp sao cho nhiệt độ bề mặt của chúng được làm cho giảm xuống đến hoặc nhỏ hơn điểm chuyển hóa A_3 trong khoảng thời gian 1 phút.

$$C_p = [C] + [Mn] / 33 + [Ni] / 25 + [Cu] / 44 + [N] / 1.7 \dots (1)$$

Trong đó C_p là hàm lượng cacbon đương lượng, và dấu ngoặc vuông được sử dụng để chỉ hàm lượng (% khối lượng) của nguyên tố kèm theo trong thép.

Danh sách tài liệu trích dẫn

Tài liệu Patent

Tài liệu Patent 1: JPH9225607A

Tài liệu Patent 2: JPH11197809A

Tài liệu Patent 3: JPH947854A

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Các kỹ thuật được mô tả trong các tài liệu từ Tài liệu Patent 1 đến Tài liệu Patent 3 đều nhằm mục đích ngăn ngừa sự hình thành các vết nứt bề mặt trong sản phẩm thép đúc liên tục bằng cách điều khiển nhiệt độ của thép đúc liên tục trong quá trình làm nguội thứ cấp và các hạt auxtenit làm mịn trong cấu trúc tinh thể của thép đúc liên tục.

Gần đây, để nâng cao năng suất, thì cần phải làm tăng tốc độ rút thép đúc liên tục ra khỏi khuôn. Tuy nhiên, tốc độ rút cao hơn, làm cho các vết nứt bề mặt hình thành thường xuyên hơn trong sản phẩm thép đúc liên tục. Nghiên cứu của các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng trong trường hợp mà thép giàu Mn giàu C chứa 0,13% khối lượng hoặc lớn hơn và 0,20% khối lượng

hoặc nhỏ hơn là C và 0,50% khối lượng hoặc lớn hơn là Mn được đưa vào đúc liên tục ở tốc độ rút là 1,0 m/phút hoặc cao hơn, kỹ thuật được mô tả trong các tài liệu từ Tài liệu Patent 1 đến Tài liệu Patent 3 không thể đủ ngăn ngừa sự hình thành các vết nứt bề mặt như các vết nứt ngang và các vết nứt dọc trong sản phẩm thép đúc liên tục thu được.

Trong thép giàu Mn giàu C, ngay cả nếu nó là thép cacbon hợp kim thấp có hàm lượng cacbon đương lượng, C_p , là 0,10 hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,18 như được nêu ở trên, các vết nứt bề mặt vẫn có thể xuất hiện trong sản phẩm thép đúc liên tục, ngay cả khi kiểm soát nhiệt độ bề mặt cho thép đúc liên tục như được đề xuất trong Tài liệu Patent 3. Ngoài ra, trong thép giàu Mn giàu C như được đề cập ở trên, các vết nứt bề mặt có thể xuất hiện là hậu quả tất yếu nếu nó là thép có đương lượng cacbon C_p lớn hơn 0,18.

Do đó, có thể hữu ích khi đề xuất phương pháp sản xuất sản phẩm thép đúc liên tục bằng cách sử dụng máy đúc liên tục sao cho phương pháp này có thể sản xuất sản phẩm thép đúc liên tục có các vết nứt bề mặt được giảm xuống mà không làm suy giảm năng suất, ngay cả sử dụng thép nóng chảy có hợp phần hóa học quy định như được đề cập ở trên.

Giải quyết vấn đề

Do đó, các tác giả sáng chế đã thực hiện nghiên cứu chuyên sâu và kết quả là, đã phát hiện ra rằng khi thép giàu Mn giàu C mà chứa 0,13% khối lượng hoặc lớn hơn và 0,20% khối lượng hoặc nhỏ hơn là C và 0,50% khối lượng hoặc lớn hơn là Mn được đưa vào đúc liên tục ở tốc độ rút là 1,0 m/phút hoặc cao hơn, có thể đủ ngăn ngừa sự hình thành các vết nứt bề mặt như các vết nứt ngang và các vết nứt dọc, nếu cả hai điều kiện sau đây được đáp ứng:

- (1) Việc chỉ làm mịn các hạt auxtenit trong quá trình làm nguội thứ cấp như được đề xuất trong các tài liệu từ Tài liệu Patent 1 đến Tài liệu Patent 3 là không đủ, và thời gian từ khi thép đúc liên tục đi qua khuôn cho đến khi nhiệt độ bề mặt của thép đúc liên tục đạt đến điểm chuyển hóa A_{r3} cần lớn hơn 60 giây.
- (2) Việc chỉ tối ưu các điều kiện làm nguội thứ cấp là không đủ, mà các điều kiện làm nguội sơ cấp (sự đông đặc ban đầu trong khuôn) cũng cần được tối ưu hóa. Tức là, là các điều kiện dao động khuôn, thời gian dịch chuyển âm, T_n , và tỷ lệ thời gian dịch chuyển âm, R_{NS} , cần nằm trong các khoảng bằng số quy định.

Do đó, sáng chế đề xuất:

phương pháp sản xuất sản phẩm thép đúc liên tục bằng cách sử dụng máy đúc liên tục kiểu uốn dọc hoặc kiểu cong, phương pháp này bao gồm các bước:

đưa thép nóng chảy vào làm nguội sơ cấp trong khuôn, thép nóng chảy chứa 0,13% khối lượng hoặc lớn hơn và 0,20% khối lượng hoặc nhỏ hơn là C và 0,50% khối lượng hoặc lớn hơn là Mn;

rút thép đúc liên tục ra khỏi khuôn ở tốc độ rút là 1,0 m/phút hoặc cao hơn; và

đưa thép đúc liên tục vào làm nguội thứ cấp, việc làm nguội thứ cấp bao gồm việc làm cho nhiệt độ bề mặt của thép đúc liên tục giảm xuống dưới điểm chuyển hóa Ar_3 và sau đó tăng trở lại trên điểm chuyển hóa Ac_3 ,

trong đó khuôn được dao động trong các điều kiện dao động thỏa mãn thời gian dịch chuyển âm, T_n , là 0,08 giây hoặc lớn hơn và 0,20 giây hoặc nhỏ hơn và tỷ lệ thời gian dịch chuyển âm, R_{NS} , là 0,30 hoặc lớn hơn và 0,38 hoặc nhỏ hơn, và

trong đó thời gian từ khi thép đúc liên tục đi qua khuôn đến khi nhiệt độ bề mặt của thép đúc liên tục đạt đến điểm chuyển hóa Ar_3 là lớn hơn 60 giây.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Theo đó, phương pháp sản xuất sản phẩm thép đúc liên tục bằng cách sử dụng máy đúc liên tục như được bộc lộ trong bản mô tả này, có thể tạo ra sản phẩm thép đúc liên tục có các vết nứt bề mặt được giảm xuống mà không làm suy giảm năng suất, ngay cả sử dụng thép nóng chảy có hợp phần hóa học quy định như được đề cập ở trên.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Trong các hình vẽ kèm theo:

Fig.1 là biểu đồ minh họa máy đúc liên tục kiểu uốn dọc mà có thể được sử dụng theo một trong số các phương án được bộc lộ;

Fig.2 là hình chiếu mặt cắt ngang dọc theo hướng đúc của thép đúc liên tục rút ra khỏi khuôn trong máy đúc liên tục kiểu uốn dọc được minh họa

trên Fig.1;

Fig.3 là hình chiếu mặt cắt ngang dọc theo hướng đúc của thép đúc liên tục rút ra khỏi khuôn trong máy đúc liên tục kiểu cong mà có thể được sử dụng theo các phương án khác theo sáng chế; và

Fig.4 là hình vẽ phối cảnh của sản phẩm thép đúc liên tục minh họa các vết nứt ngang và dọc được tạo ra trên bề mặt của sản phẩm thép đúc liên tục.

Mô tả chi tiết sáng chế

Một trong các phương án được bộc lộ sẽ được mô tả chi tiết dưới đây có tham khảo đến các hình vẽ.

Trước hết, kết cấu của máy đúc liên tục kiểu uốn dọc 100 có kiểu dải kép mà có thể được sử dụng trong một phương án sẽ được mô tả. Máy đúc liên tục 100 có các gàu rót 10, thùng trung gian 11, các khuôn 12, các vòi phun 13, các cặp con lăn 14, các thiết bị cắt 15, và các máy khuấy điện từ 16.

Gàu rót 10 được đặt ở phần trên cùng của máy đúc liên tục chứa thép nóng chảy M. Thép nóng chảy M được đổ vào từ đáy của gàu rót 10 vào thùng trung gian 11 được đặt ở dưới gàu rót 10. Sau đó, thép nóng chảy M được đổ từ đáy của thùng trung gian 11 thông qua các vòi nhúng vào các khuôn 12, nơi mà thép nóng chảy được đưa vào làm nguội sơ cấp.

Các con lăn 14 được sắp xếp theo cặp dọc theo đường cong, như cung tròn hoặc đường cong hypebon, để định hướng thép đúc liên tục S rút ra khỏi các khuôn 12 từ hướng dọc sang hướng ngang, và ngăn ngừa sự biến dạng của thép đúc liên tục S được gây ra bởi áp suất sát tĩnh. Một số con lăn 14 có chức năng làm các con lăn kẹp để rút thép đúc liên tục S. Tham khảo Fig.2, thép đúc liên tục S được rút theo chiều dọc từ khuôn 12, được cho đi qua vùng dọc 20A, được uốn cong ở vùng uốn 20B, được giữ ở kết cấu uốn cong trong vùng uốn cong 20C, sau đó được duỗi thẳng thành biên dạng phẳng ở vùng nắn thẳng 20D, và được cho đi qua vùng ngang 20E. Thép nóng chảy còn lại một phần không được đông đặc trong thép đúc liên tục S từ ngay dưới khuôn và trên khắp vùng ngang, và các con lăn 14 được bố trí để đỡ các bề mặt của thép đúc liên tục S dọc theo đường ngay dưới khuôn và gần như trên khắp toàn bộ chiều dài của vùng ngang. Các vòi phun 13 được bố trí giữa các con lăn gần kề theo hướng đúc, và từ các vòi phun 13, nước làm nguội được phun vào thép đúc liên tục S để làm nguội thứ cấp. Trong thực tế, nhiều hơn một vòi phun được

bố trí giữa các con lăn gần kề, nhưng ở Fig.1 một số trong số chúng mỗi vòi phun được chỉ ra dưới dạng giản đồ bởi đoạn thẳng nối các vòi phun.

Ở phía đầu vào của vùng nằm ngang được bố trí thiết bị cắt 15, như mô đốt hàn xì hoặc thiết bị cắt thủy lực, để cắt thép đúc liên tục được đông đặc S. Sản phẩm thép đúc liên tục (phôi tấm, thỏi đúc, hoặc phôi) được cắt bởi thiết bị cắt 15 được xả từ máy đúc liên tục 100 và được vận chuyển đến thiết bị cán.

Tham khảo Fig.2, thép đúc liên tục S chịu ứng suất uốn trong vùng uốn 20B và vùng nắn thẳng 20D. Ứng suất uốn này làm cho ứng suất kéo tác động lên mặt đáy của sản phẩm thép đúc liên tục S trong vùng uốn 20B, trong khi tác động lên mặt trên của vùng nắn thẳng 20D. Điều này có thể gây ra các vết nứt ngang C_1 trên mặt đáy hoặc mặt trên (phần lớn ở các góc) của sản phẩm thép đúc liên tục S (phôi tấm), như được minh họa trên Fig.4. Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ "vết nứt ngang" để chỉ vết nứt bề mặt mà được tạo ra trong sản phẩm thép đúc liên tục dọc theo hướng thẳng đứng với hướng đúc.

Ngoài ra, khi bề mặt của thép đúc liên tục được đưa vào làm nguội mạnh ngay sau khi thép đúc liên tục được rút ra khỏi khuôn 12, sản phẩm thép đúc liên tục S (phôi tấm) có thể bị các vết nứt dọc C_2 do sự tạo thành vỏ đông đặc không đều, như được minh họa trên Fig.4. Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ "vết nứt dọc" để chỉ vết nứt bề mặt được tạo ra trong sản phẩm thép đúc liên tục gần như dọc theo hướng đúc.

Một trong các phương án được bộc lộ đề cập đến phương pháp ngăn ngừa sự hình thành các vết nứt bề mặt trong các sản phẩm thép đúc liên tục trong quá trình đúc liên tục, và cụ thể, đề cập đến phương pháp ngăn ngừa sự hình thành các vết nứt ngang và các vết nứt dọc trong các thép bao tinh (các thép cacbon hợp kim thấp từ bao tinh thấp đến siêu bao tinh).

Lưu ý rằng máy đúc liên tục kiểu cong như được minh họa trong Fig.3 có thể cũng được sử dụng trong các phương pháp được bộc lộ trong bản mô tả này. Trong máy đúc liên tục kiểu uốn dọc, thép đúc liên tục được rút ra theo chiều dọc hướng xuống từ mỗi khuôn 12, mà bề mặt thành bên trong của nó do đó là phẳng. Tuy nhiên, ở máy đúc liên tục kiểu uốn cong, thép đúc liên tục S được rút ra khỏi khuôn dọc theo đường dẫn hình cung, nơi mà khuôn uốn cong 21 được sử dụng tương ứng. Độ cong bề mặt thành bên trong của khuôn 21 cho phép thép đúc liên tục được cấp ở kết cấu uốn cong và sau đó được nắn thẳng

ở vùng nắn thẳng 20D. Không giống như kiểu uốn dọc, kiểu cong không bao gồm việc uốn ở vùng uốn.

Hợp phần hóa học của thép nóng chảy sẽ được mô tả dưới đây.

Trong trường hợp thép có hàm lượng cacbon đương lượng, C_p , như được xác định bởi biểu thức (1) nêu trên, là 0,10 hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,18, các biên hạt auxtenit với các màng ferit trước cùng tích thường được quan sát rõ ràng ở phần lớp bề mặt của phôi tấm thu được. Ở điều kiện này, nếu ứng suất kéo tác động lên thép đúc liên tục như được minh họa trên Fig.2 và Fig.3, vết nứt dễ dàng phát triển dọc theo biên hạt auxtenit, gây ra vết nứt ngang. Ngược lại, hiệu quả làm giảm vết nứt ngang có thể thu được bằng cách đưa bề mặt thép đúc liên tục đã được rút ra vào làm nguội mạnh ngay dưới khuôn, sao cho nhiệt độ bề mặt được làm cho giảm xuống dưới điểm chuyển hóa Ar_3 và sau đó tăng trở lại $850^\circ C$ hoặc cao hơn hoặc ở trên điểm chuyển hóa Ac_3 , để làm mịn các hạt auxtenit ở các phần lớp bề mặt của thép đúc liên tục.

Tuy nhiên, thép thể hiện xu hướng sau đây khi nó chứa 0,13% khối lượng hoặc lớn hơn và 0,20% khối lượng hoặc nhỏ hơn là C và 0,50% khối lượng hoặc lớn hơn là Mn:

- (A) Độ sâu móc dao động tăng lên, ứng suất được tập trung ở các phần lõm đặt móc, và các vết nứt ngang dễ dàng tạo ra.
- (B) Các điểm chuyển hóa Ar_3 và Ac_3 có xu hướng giảm xuống và, ở tốc độ rút được tăng lên, có xu hướng khó thu được hiệu quả tăng cường độ dẻo bằng cách làm nguội mạnh phôi tấm.
- (C) Nó có xu hướng trở nên giòn trên khoảng nhiệt độ rộng và nhạy với các vết nứt, so với thép nghèo Mn thấp hoặc nghèo C đối với hàm lượng cacbon đương lượng giống nhau.
- (D) Việc làm nguội không đều dẫn đến vỏ đông đặc có độ dày không đều, và các vết nứt dọc dễ dàng tạo ra trong khuôn.

Theo quan điểm nêu trên, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng trong trường hợp mà thép giàu Mn giàu C mà chứa 0,13% khối lượng hoặc lớn hơn và 0,20% khối lượng hoặc nhỏ hơn là C và 0,50% khối lượng hoặc lớn hơn là Mn được đưa vào đúc liên tục ở tốc độ rút là 1,0 m/phút hoặc cao hơn, thì không thể đủ ngăn ngừa sự hình thành các vết nứt bề mặt như các vết nứt

ngang và các vết nứt dọc ở sản phẩm thép đúc liên tục thu được bằng cách điều khiển nhiệt độ bề mặt của thép đúc liên tục như được đề cập ở trên.

Do đó, thép nóng chảy như được bộc lộ trong bản mô tả này có hợp phần hóa học chứa 0,13% khối lượng hoặc lớn hơn và 0,20% khối lượng hoặc nhỏ hơn là C và 0,50% khối lượng hoặc lớn hơn Mn. Nếu hàm lượng của C nhỏ hơn 0,13% khối lượng hoặc hàm lượng của Mn nhỏ hơn 0,50% khối lượng, có thể ngăn ngừa đủ để không hình thành các vết nứt bề mặt bằng cách điều khiển nhiệt độ bề mặt của thép đúc liên tục theo cách giống như được thực hiện với các kỹ thuật thông thường, và vấn đề được bộc lộ trong bản mô tả này không phát sinh. Tuy nhiên, nếu hàm lượng C vượt quá 0,20% khối lượng, thì các điểm chuyển hóa Ar_3 và Ac_3 giảm xuống, mà trong trường hợp này có thể khó thực hiện các điều kiện làm nguội thứ cấp như được quy định theo phương án này mà nhiệt độ bề mặt của thép đúc liên tục được làm cho giảm xuống dưới điểm chuyển hóa Ar_3 và sau đó tăng trở lại lên trên điểm chuyển hóa Ac_3 ở vùng dọc giữa đầu đáy của khuôn và vùng uốn trong máy đúc liên tục.

Nếu hàm lượng của Mn vượt quá 2,5% khối lượng, như trường hợp với hàm lượng tăng lên của C, các điểm chuyển hóa Ar_3 và Ac_3 giảm xuống, mà trong trường hợp này có thể khó thực hiện các điều kiện làm nguội thứ cấp như được quy định theo phương án này và, hơn nữa, các kết tủa MnS dễ dàng tạo ra và độ nhạy nứt có xu hướng được tăng lên theo đó. Do đó, điều mong muốn là hàm lượng Mn là 2,5% khối lượng hoặc nhỏ hơn.

Hợp phần hóa học của thép nóng chảy có thể tùy ý chứa ít nhất một nguyên tố trong số các nguyên tố gồm Si: 0,8% khối lượng hoặc nhỏ hơn, P: 0,10% khối lượng hoặc nhỏ hơn, S: 0,05% khối lượng hoặc nhỏ hơn, Al: 0,05% khối lượng hoặc nhỏ hơn, Cu: 0,5% khối lượng hoặc nhỏ hơn, Ni: 1,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn, Cr: 0,6% khối lượng hoặc nhỏ hơn, V: 0,14% khối lượng hoặc nhỏ hơn, Nb: 0,09% khối lượng hoặc nhỏ hơn, Ti: 0,4% khối lượng hoặc nhỏ hơn, và N: 0,02% khối lượng hoặc nhỏ hơn, và phần còn lại gồm có Fe và các tạp chất ngẫu nhiên.

Phương pháp sản xuất sản phẩm thép đúc liên tục theo một trong số các phương án được bộc lộ bao gồm các bước: đưa thép nóng chảy vào làm nguội sơ cấp trong khuôn; rút thép đúc liên tục ra khỏi khuôn ở tốc độ rút là 1,0 m/phút hoặc cao hơn; và đưa thép đúc liên tục vào làm nguội thứ cấp, việc làm nguội bao gồm việc làm cho nhiệt độ bề mặt của thép đúc liên tục giảm xuống dưới điểm chuyển hóa Ar_3 và sau đó tăng trở lại lên trên điểm chuyển hóa Ac_3 .

Khi tốc độ rút nhỏ hơn 1,0 m/phút, có thể ngăn ngừa đủ để không hình thành các vết nứt bề mặt bằng cách điều khiển nhiệt độ bề mặt của thép đúc liên tục theo cách giống như được thực hiện với các kỹ thuật thông thường, và vấn đề được bộc lộ trong bản mô tả này không phát sinh. Không có giới hạn trên được đặt ra cho tốc độ rút, nhưng giới hạn trên có thể là 2,5 m/phút. Ở tốc độ rút cao hơn 2,5 m/phút, thì khó có thể thực hiện các điều kiện làm nguội thứ cấp như được quy định theo phương án này mà nhiệt độ bề mặt của thép đúc liên tục được làm cho giảm xuống dưới điểm chuyển hóa Ar_3 và sau đó tăng trở lại trên điểm chuyển hóa Ac_3 trong vùng dọc giữa đầu cuối của khuôn và vùng uốn trong máy đúc liên tục.

Trong quá trình làm nguội sơ cấp, mỗi khuôn được làm dao động lên và xuống có chu kỳ theo hướng dọc. Về việc này, theo một trong các phương án được bộc lộ, quan trọng là thiết lập các điều kiện dao động khuôn sao cho thỏa mãn thời gian dịch chuyển âm T_n , là 0,08 giây hoặc lớn hơn và 0,20 giây hoặc nhỏ hơn và tỷ lệ thời gian dịch chuyển âm, R_{NS} , là 0,30 hoặc lớn hơn và 0,38 hoặc nhỏ hơn. Nếu T_n vượt quá 0,20 giây hoặc R_{NS} vượt quá 0,38, các mốc dao động trở lên sâu đến mức mà có vai trò như các vết khía ở bề mặt của thép đúc liên tục, và sự hình thành các vết nứt ngang trở nên rõ rệt. Nếu T_n nhỏ hơn 0,08 giây, sự bôi trơn giữa khuôn và vỏ đông đặc là không đủ, làm mất ổn định hoạt động, và thậm chí tệ hơn, gây ra sự nứt vỡ. Nếu R_{NS} nhỏ hơn 0,30, dòng vào và sự tiêu thụ bột đúc giảm xuống, gây ra sự nứt vỡ. Do đó, nếu T_n là 0,08 giây hoặc lớn hơn và 0,20 giây hoặc nhỏ hơn và R_{NS} là 0,30 hoặc lớn hơn và 0,38 hoặc nhỏ hơn, thì có thể ngăn ngừa sự nứt vỡ và sự hình thành các vết nứt ngang. Ngoài ra, cỡ hạt của các hạt γ trước đó mà được tạo ra ở giai đoạn đầu sau khi đông đặc là tương đối nhỏ khi T_n là 0,20 giây hoặc nhỏ hơn và R_{NS} là 0,38 hoặc nhỏ hơn, so với khi T_n lớn hơn 0,20 giây hoặc R_{NS} lớn hơn 0,38. Các tác giả sáng chế tin rằng hiện tượng này cũng góp phần vào làm giảm các vết nứt ngang.

Trong bản mô tả này, cần lưu ý là khoảng thời gian mà tốc độ đi xuống của khuôn cao hơn tốc độ rút của thép đúc liên tục là khoảng thời gian dịch chuyển âm, và khung thời gian cho khoảng thời gian này trên mỗi chu kỳ được gọi trong bản mô tả này là "thời gian dịch chuyển âm, T_n , (giây)." Ngược lại, khoảng thời gian mà tốc độ đi xuống của khuôn bằng hoặc thấp hơn tốc độ rút của sản phẩm thép đúc là khoảng thời gian dịch chuyển dương, và khung thời gian cho khoảng thời gian này trên mỗi chu kỳ được gọi trong bản mô tả này

là "thời gian dịch chuyển dương, T_p , (giây)." Nếu tần số dao động khuôn được ký hiệu là f (Hz), thì $T_n + T_p = 1/f$. Tỷ lệ thời gian dịch chuyển âm, R_{NS} , được xác định bởi $T_n / (T_n + T_p)$. Lưu ý rằng dạng sóng dao động không được giới hạn cụ thể và có thể là dạng sin hoặc không phải dạng sin.

Sau đó, theo một trong các phương án được bộc lộ, điều quan trọng là thời gian từ khi thép đúc liên tục đi qua khuôn đến khi nhiệt độ bề mặt của thép đúc liên tục đạt đến điểm chuyển hóa Ar_3 lớn hơn 60 giây. Nếu thời gian này không lớn hơn 60 giây, sản phẩm thép đúc liên tục sẽ được làm nguội nhanh ngay sau khi được rút ra khỏi khuôn, dẫn đến sự tạo ra vỏ đông đặc không đều và gây ra các vết nứt dọc. Nếu thời gian lớn hơn 60 giây, sự hình thành các vết nứt dọc có thể được ngăn ngừa.

Do đó, phương pháp đúc thép liên tục theo một trong các phương án được bộc lộ có thể tạo ra các sản phẩm thép đúc liên tục chất lượng cao (phôi tấm, thỏi đúc, hoặc phôi) với các vết nứt ngang và dọc được giảm xuống. Điều này giúp loại bỏ công việc sửa chữa trên bề mặt của các sản phẩm thép đúc liên tục và loại bỏ sự xáo trộn hoạt động cán do sự hình thành các vết nứt trong quá trình cán, nhờ đó cải thiện năng suất. Theo đó, năng lượng cần trong quá trình tạo ra sắt và luyện thép để sản xuất thép từ quặng sắt có thể được giảm xuống với mức tăng về năng suất tương ứng, mà thực tế là có hiệu quả theo quan điểm về các ứng dụng công nghiệp và sự tiêu thụ năng lượng.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Máy đúc liên tục được minh họa trên Fig.1 được sử dụng để thực hiện quá trình đúc liên tục các mẫu thép có các hợp phần hóa học được thể hiện trong bảng 1 (phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất ngẫu nhiên) trong các điều kiện đúc liên tục được thể hiện trong bảng 2. Trong bảng 2, các điều kiện đúc liên tục được gạch dưới nếu nằm ngoài khoảng được bộc lộ. Bảng 1 còn thể hiện, cho mỗi hợp phần hóa học, hàm lượng cacbon đương lượng, CE, được quy định bởi biểu thức (2) và hàm lượng cacbon đương lượng, Cp, được quy định bởi biểu thức (3), điểm chuyển hóa Ar_3 được quy định bởi Biểu thức (4), và điểm chuyển hóa Ac_3 được quy định bởi Biểu thức (5).

$$CE = [C] + [Mn] / 33 \quad \dots (2)$$

$$C_p = [C] + [Mn] / 33 + [Ni] / 25 + [Cu] / 44 + [N] / 1,7 \quad \dots (3)$$

$$Ar_3 = 910 - 273 \times [C] - 74 \times [Mn] - 16 \times [Cr] \quad \dots (4)$$

$$Ac_3 = 937 - 476,5 \times [C] + 56 \times [Si] - 19,7 \times [Mn] - 4,9 \times [Cr] + 124,8 \times [V] - 19 \times [Nb] + 198 \times [Al] \quad \dots (5)$$

Trong đó các dấu ngoặc vuông được sử dụng để chỉ hàm lượng (% khối lượng) của nguyên tố kèm theo trong thép. Các mẫu thép B, C, và D có các hàm lượng cacbon đương lượng, CE và Cp, lớn hơn 0,18, và tất cả các mẫu khác có các hàm lượng đương lượng cacbon, CE và Cp, nằm trong khoảng từ 0,10 đến 0,18.

Trong Bảng 2, là các điều kiện làm nguội thứ cấp, "Nhiệt độ làm nguội" là nhiệt độ bề mặt thấp nhất của thép đúc liên tục ở vùng dọc giữa đầu đáy của khuôn và vùng uốn, "Thời gian đạt đến điểm Ar₃" là thời gian từ khi thép đúc liên tục đi qua khuôn đến thời gian thứ nhất mà nhiệt độ bề mặt của thép đúc liên tục đạt đến điểm chuyển hóa Ar₃, và "Nhiệt độ phục hồi" là nhiệt độ bề mặt cao nhất của thép đúc liên tục mà thu được sau khi nhiệt độ bề mặt của thép đúc liên tục được giảm xuống đến thấp nhất và trước khi thép đúc liên tục đi đến vùng uốn. Đối với mỗi điều kiện thực nghiệm, các điều kiện nêu trên, "Nhiệt độ làm nguội", "Thời gian đạt đến điểm Ar₃" và "Nhiệt độ hồi phục" được thay đổi bằng cách điều chỉnh tốc độ rút (tốc độ đúc) của sản phẩm thép đúc liên tục và sự phân bố mật độ dòng nước của nước làm nguội thứ cấp. Lưu ý rằng nhiệt độ bề mặt nêu trên của thép đúc liên tục là nhiệt độ bề mặt ở các góc của thép đúc liên tục mà được xác định bởi sự đông đặc và sự phân tích truyền nhiệt, sẽ được thảo luận sau.

Các sự thay đổi về các nhiệt độ bề mặt của thép đúc liên tục trong mỗi điều kiện được xác định bởi sự đông đặc hai chiều và sự phân tích truyền nhiệt dựa trên sự tính toán số học, như được mô tả trong tài liệu JPH4231158A. Cụ thể, đối với mỗi vòi phun, các thực nghiệm ngoài dây chuyền được tiến hành để thu được dữ liệu liên quan đến sự phân bố hệ số truyền nhiệt, mà dữ liệu này phụ thuộc vào lượng nước làm nguội và nhiệt độ bề mặt của thép đúc liên tục. Các điều kiện biên ở bề mặt của thép đúc liên tục trong vùng làm nguội thứ cấp được điều chỉnh tương ứng với lượng nước làm nguội thông qua mỗi vòi phun, vị trí bề mặt của thép đúc liên tục tương đối với mỗi vòi phun, và nhiệt độ bề mặt của thép đúc liên tục ở mỗi thời điểm và ở mỗi vị trí. Việc làm nguội bằng cách tiếp xúc với các con lăn đỡ được đánh giá dựa trên các hệ số truyền nhiệt được thiết lập theo cách giống như được mô tả trong tài liệu JPH4231158A. Như vậy, các điều kiện biên ở bề mặt của thép đúc liên tục được thay đổi theo hàm của vị trí theo hướng đúc. Do đó, trong việc đông đặc

hai chiều và phân tích truyền nhiệt của mặt cắt ngang vuông góc với hướng đúc, vị trí theo hướng đúc được chuyển đổi thành thời gian trôi qua bằng cách chia cho tốc độ rút, nhờ đó thiết lập các điều kiện biên ở mỗi thời gian trôi qua. Sự phân bố nhiệt độ ở mỗi thời gian trôi qua ở mặt cắt ngang vuông góc với hướng đúc thu được làm kết quả của sự phân tích. Do đó, thời gian trôi qua có thể được chuyển đổi thành vị trí theo hướng đúc bằng cách nhân với tốc độ rút, nhờ đó thu được sự phân bố nhiệt độ ở mặt cắt ngang vuông góc với hướng đúc ở vị trí bất kỳ theo hướng đúc. Sau đó, "Nhiệt độ làm nguội", "Thời gian đạt đến điểm Ar_3 " và "Nhiệt độ phục hồi" như được thể hiện trong Bảng 2 có thể được xác định từ các thay đổi về sự phân bố nhiệt độ bề mặt mà đã thu được từ thép đúc liên tục ở mặt cắt ngang vuông góc với hướng đúc làm chức năng của vị trí theo hướng đúc.

Đối với mỗi ví dụ thực nghiệm, vi cấu trúc lớp bề mặt phơi tẩm và sự xuất hiện của các vết nứt được kiểm tra, và các kết quả được thể hiện trong Bảng 2. Đối với "Vi cấu trúc lớp bề mặt phơi tẩm" trong Bảng 2, thì việc quan sát vi cấu trúc được thực hiện ở đầu của phơi tẩm sau mỗi thực nghiệm, và việc đánh giá "các hạt thô" được đưa ra nếu các biên giữa các hạt γ trước được quan sát rõ ràng và các hạt γ trước thô còn lại trong vi cấu trúc, trong khi việc đánh giá "vi cấu trúc được làm mịn" được đưa ra nếu các biên giữa các hạt γ trước không rõ ràng trong vi cấu trúc. Đối với "các vết nứt", thì việc quan sát bằng mắt thường được tiến hành để khảo sát các điều kiện bề mặt của mỗi sản phẩm thép đúc liên tục ngay sau khi đúc liên tục và của bề mặt sản phẩm thép đúc liên tục sau bước cán tiếp theo, và việc đánh giá "không quan sát thấy" được đưa ra nếu không có vết nứt ngang và vết nứt dọc, và nếu không là "có quan sát thấy".

Bảng 1

Loại thép	C (% khối lượng)	Si (% khối lượng)	Mn (% khối lượng)	P (% khối lượng)	S (% khối lượng)	Al (% khối lượng)	Cu (% khối lượng)	Ni (% khối lượng)	Cr (% khối lượng)	V (% khối lượng)	Nb (% khối lượng)	N (% khối lượng)	CE	Cp	Ar ₃ (°C)	Ac ₃ (°C)
A	0,13	0,26	0,52	0,010	0,004	0,03	0,01	0,01	0,04	0,005	0,03	0,004	0,146	0,149	835	885
B	0,14	0,34	1,4	0,011	0,004	0,02	0,01	0,02	0,03	0,006	0,02	0,005	0,182	0,186	768	866
C	0,14	0,28	2,1	0,008	0,005	0,03	0,01	0,01	0,02	0,003	0,01	0,006	0,204	0,208	716	851
D	0,19	0,34	0,52	0,012	0,006	0,02	0,01	0,02	0,02	0,004	0,01	0,005	0,206	0,210	819	859
E	0,12	0,33	0,52	0,009	0,006	0,03	0,01	0,01	0,03	0,006	0,01	0,004	0,136	0,139	838	894
F	0,12	0,38	1,4	0,011	0,005	0,02	0,01	0,01	0,04	0,007	0,02	0,006	0,162	0,167	773	878
G	0,13	0,29	0,40	0,011	0,006	0,04	0,01	0,01	0,05	0,003	0,01	0,006	0,142	0,146	844	891

Bảng 2

Thực nghiệm số	Hạng mục	Loại thép	Các điều kiện làm nguội thử cấp			Các điều kiện dao động			Các kết quả đánh giá		
			Tốc độ kéo (m/phút)	Nhiệt độ làm nguội (°C)	Thời gian đạt đến điểm A ₃ (giây)	Nhiệt độ hồi phục (°C)	T _n (giây)	R _{ts} (-)	Vi cấu trúc lớp bề mặt phối thép	Các vết nứt	Ghi chú
1	Ví dụ	A	1,20	820	72	890	0,09	0,32	vi cấu trúc được làm mịn	không quan sát thấy	
2	Ví dụ		1,15	810	70	920	0,19	0,36	vi cấu trúc được làm mịn	không quan sát thấy	
3	Ví dụ		1,30	826	65	880	0,15	0,31	vi cấu trúc được làm mịn	không quan sát thấy	
4	Ví dụ		1,20	820	76	890	0,16	0,38	vi cấu trúc được làm mịn	không quan sát thấy	
5	Ví dụ so sánh		1,20	845	-	920	0,14	0,33	các hạt thô	có quan sát thấy	Các vết nứt ngang đã xuất hiện.
6	Ví dụ so sánh		1,30	826	58	880	0,16	0,34	vi cấu trúc được làm mịn	có quan sát thấy	Các vết nứt dọc đã xuất hiện.
7	Ví dụ so sánh		1,40	806	62	860	0,16	0,36	các hạt thô	có quan sát thấy	Các vết nứt ngang đã xuất hiện.
8	Ví dụ so sánh		1,30	826	66	880	0,25	0,35	vi cấu trúc được làm mịn	có quan sát thấy	Các vết nứt ngang đã xuất hiện.
9	Ví dụ so sánh		1,40	830	65	880	0,07	0,33	-	-	Việc đúc đã dừng lại do báo động BO.
10	Ví dụ so sánh		1,20	820	72	890	0,18	0,45	vi cấu trúc được làm mịn	có quan sát thấy	Các vết nứt ngang đã xuất hiện.
11	Ví dụ so sánh		1,10	805	86	910	0,18	0,25	-	-	Việc đúc đã dừng lại do báo động BO.
12	Ví dụ tham chiếu		0,80	760	78	950	0,25	0,45	vi cấu trúc được làm mịn	không quan sát thấy	Các vết nứt ngang không xuất hiện.
13	Ví dụ	B	1,40	760	62	880	0,14	0,34	vi cấu trúc được làm mịn	không quan sát thấy	
14	Ví dụ so sánh		1,30	820	-	930	0,16	0,35	các hạt thô	có quan sát thấy	Các vết nứt ngang đã xuất hiện.
15	Ví dụ so sánh		1,40	760	32	880	0,16	0,33	vi cấu trúc được làm mịn	có quan sát thấy	Các vết nứt dọc đã xuất hiện.
16	Ví dụ so sánh		1,20	730	71	900	0,25	0,36	vi cấu trúc được làm mịn	có quan sát thấy	Các vết nứt ngang đã xuất hiện.
17	Ví dụ so sánh		1,10	720	76	920	0,18	0,45	vi cấu trúc được làm mịn	có quan sát thấy	Các vết nứt ngang đã xuất hiện.
18	Ví dụ	C	1,40	700	62	860	0,14	0,34	vi cấu trúc được làm mịn	không quan sát thấy	
19	Ví dụ so sánh		1,30	750	-	910	0,16	0,35	các hạt thô	có quan sát thấy	Các vết nứt ngang đã xuất hiện.
20	Ví dụ so sánh		1,40	700	38	860	0,16	0,33	vi cấu trúc được làm mịn	có quan sát thấy	Các vết nứt dọc đã xuất hiện.
21	Ví dụ so sánh		1,20	680	71	880	0,25	0,36	vi cấu trúc được làm mịn	có quan sát thấy	Các vết nứt ngang đã xuất hiện.
22	Ví dụ so sánh		1,10	650	78	910	0,18	0,45	vi cấu trúc được làm mịn	có quan sát thấy	Các vết nứt ngang đã xuất hiện.

Bảng 2 (tiếp theo)

Thực nghiệm số	Hạng mục	Steel Type	Tốc độ kéo (m/phút)	Các điều kiện làm nguội thứ cấp			Các điều kiện dao động		Các kết quả đánh giá		
				Nhiệt độ làm nguội (°C)	Thời gian đạt đến điểm A_{T_3} (giây)	Nhiệt độ hồi phục (°C)	T_n (giây)	R_{NS} (-)	Vị cấu trúc lớp bề mặt phối thép	Các vết nứt	Ghi chú
23	Ví dụ	D	1,40	810	62	880	0,14	0,34	vi cấu trúc được làm mịn	không quan sát thấy	
24	Ví dụ so sánh		1,30	840	-	910	0,16	0,35	các hạt thô	có quan sát thấy	Các vết nứt ngang đã xuất hiện.
25	Ví dụ so sánh		1,40	810	48	880	0,16	0,33	vi cấu trúc được làm mịn	có quan sát thấy	Các vết nứt dọc đã xuất hiện.
26	Ví dụ so sánh		1,20	790	76	920	0,25	0,36	vi cấu trúc được làm mịn	có quan sát thấy	Các vết nứt ngang đã xuất hiện.
27	Ví dụ so sánh		1,10	770	89	930	0,18	0,45	vi cấu trúc được làm mịn	có quan sát thấy	Các vết nứt ngang đã xuất hiện.
28	Ví dụ tham chiếu	E	1,40	820	66	910	0,14	0,34	vi cấu trúc được làm mịn	không quan sát thấy	
29	Ví dụ tham chiếu		1,30	850	-	920	0,16	0,35	các hạt thô	có quan sát thấy	Các vết nứt ngang đã xuất hiện.
30	Ví dụ tham chiếu		1,40	820	42	910	0,16	0,33	vi cấu trúc được làm mịn	không quan sát thấy	Các vết nứt dọc không xuất hiện.
31	Ví dụ tham chiếu		1,20	810	69	930	0,25	0,36	vi cấu trúc được làm mịn	không quan sát thấy	Các vết nứt ngang không xuất hiện.
32	Ví dụ tham chiếu		1,10	790	82	940	0,18	0,45	vi cấu trúc được làm mịn	không quan sát thấy	Các vết nứt ngang không xuất hiện.
33	Ví dụ tham chiếu	F	1,40	765	61	885	0,14	0,34	vi cấu trúc được làm mịn	không quan sát thấy	
34	Ví dụ tham chiếu		1,30	790	-	930	0,16	0,35	các hạt thô	có quan sát thấy	Các vết nứt ngang đã xuất hiện.
35	Ví dụ tham chiếu		1,40	765	39	885	0,16	0,33	vi cấu trúc được làm mịn	không quan sát thấy	Các vết nứt dọc không xuất hiện.
36	Ví dụ tham chiếu		1,20	740	78	900	0,25	0,36	vi cấu trúc được làm mịn	không quan sát thấy	Các vết nứt ngang không xuất hiện.
37	Ví dụ tham chiếu		1,10	730	83	920	0,18	0,45	vi cấu trúc được làm mịn	không quan sát thấy	Các vết nứt ngang không xuất hiện.
38	Ví dụ tham chiếu	G	1,40	830	62	900	0,14	0,34	vi cấu trúc được làm mịn	không quan sát thấy	
39	Ví dụ tham chiếu		1,30	860	-	940	0,16	0,35	các hạt thô	có quan sát thấy	Các vết nứt ngang đã xuất hiện.
40	Ví dụ tham chiếu		1,40	830	48	900	0,16	0,33	vi cấu trúc được làm mịn	không quan sát thấy	Các vết nứt dọc không xuất hiện.
41	Ví dụ tham chiếu		1,20	820	66	920	0,25	0,36	vi cấu trúc được làm mịn	không quan sát thấy	Các vết nứt ngang không xuất hiện.
42	Ví dụ tham chiếu		1,10	790	79	940	0,18	0,45	vi cấu trúc được làm mịn	không quan sát thấy	Các vết nứt ngang không xuất hiện.

Ở thực nghiệm số 8 và 10 trong đó T_n vượt quá 0,20 giây hoặc R_{NS} vượt quá 0,38, các vết nứt ngang đã xuất hiện mặc dù các điều kiện làm nguội thứ cấp nằm trong khoảng được bộc lộ trong bản mô tả này. Ngược lại, ở thực nghiệm số 12 mà tốc độ rút thấp hơn 1,0 m/phút, không có các vết nứt ngang xuất hiện mặc dù thực tế rằng T_n vượt quá 0,20 và R_{NS} vượt quá 0,38. Từ điều này, có thể được thấy rằng các vết nứt ngang có thể xuất hiện khi mà tốc độ rút là 1,0 m/phút hoặc cao hơn, ngay cả nếu các điều kiện làm nguội thứ cấp nằm trong khoảng được bộc lộ trong bản mô tả này, và các vết nứt ngang này có thể được ngăn ngừa bằng cách thiết lập các điều kiện dao động khuôn T_n là 0,20 giây hoặc nhỏ hơn và R_{NS} là 0,38 hoặc nhỏ hơn.

Ngoài ra, xu hướng này được quan sát tương tự trong loại thép B, C, và D mà hàm lượng cacbon là 0,13% khối lượng hoặc lớn hơn và 0,20 % khối lượng hoặc nhỏ hơn và hàm lượng mangan là 0,50% khối lượng hoặc lớn hơn (Thực nghiệm số 16, 17, 21, 22, 26, và 27). Ngược lại, ở loại thép E, F, và G mà hàm lượng cacbon nhỏ hơn 0,13% khối lượng hoặc hàm lượng mangan nhỏ hơn 0,50% khối lượng, không có các vết nứt ngang xuất hiện khi tốc độ rút là 1,0 m/phút hoặc cao hơn, ngay cả nếu T_n vượt quá 0,20 giây hoặc R_{NS} vượt quá 0,38 (Thực nghiệm số 31, 32, 36, 37, 41, và 42). Mặc dù lý do không chắc chắn, điều này có lẽ là kết quả do hàm lượng cacbon thấp hoặc mangan thấp và độ nhạy nứt thấp. Từ điều này, có thể thấy được rằng các vết nứt ngang có thể tạo ra trong thép giàu Mn giàu C mà chứa 0,13% khối lượng hoặc lớn hơn và 0,20% khối lượng hoặc nhỏ hơn là cacbon và 0,50% khối lượng hoặc lớn hơn của mangan khi được đưa vào đúc liên tục ở tốc độ rút là 1,0 m/phút hoặc cao hơn, ngay cả nếu các điều kiện làm nguội thứ cấp nằm trong khoảng được bộc lộ trong bản mô tả này, và các vết nứt ngang này có thể được ngăn ngừa bằng cách thiết lập các điều kiện dao động khuôn sao cho T_n là 0,20 hoặc nhỏ hơn và R_{NS} là 0,38 hoặc nhỏ hơn.

Ở loại thép A, B, C, và D mà hàm lượng cacbon là 0,13% khối lượng hoặc lớn hơn và 0,20% khối lượng hoặc nhỏ hơn và hàm lượng mangan là 0,50% khối lượng hoặc lớn hơn, các vết nứt dọc đã xuất hiện trong các sản phẩm đúc liên tục ở các phần giữa theo chiều ngang tương ứng điểm Ar_3 là 60 giây hoặc nhỏ hơn (Thực nghiệm số 6, 15, 20, và 25). Ngược lại, ở loại thép E, F, và G mà hàm lượng cacbon nhỏ hơn 0,13% khối lượng hoặc hàm lượng mangan nhỏ hơn 0,50% khối lượng, không có vết nứt dọc xuất hiện ngay cả khi thời gian đạt đến điểm Ar_3 là 60 giây hoặc nhỏ hơn (Thực nghiệm số 30, 35, và 40).

Mặc dù lý do không chắc chắn, điều này có lẽ là kết quả do hàm lượng cacbon hoặc mangan thấp, ngăn ngừa sự tạo ra vỏ đông đặc có độ dày không đều. Từ điều này, có thể thấy được rằng các vết nứt dọc có thể tạo ra trong thép giàu Mn giàu C mà chứa 0,13% khối lượng hoặc lớn hơn và 0,20% khối lượng hoặc nhỏ hơn là cacbon và 0,50% khối lượng của mangan khi được đưa vào đúc liên tục ở tốc độ rút là 1,0 m/phút hoặc cao hơn, và các vết nứt dọc này có thể được ngăn ngừa bằng cách thiết lập thời gian đạt đến điểm Ar_3 lớn hơn 60 giây.

Lưu ý rằng Thử nghiệm số 5, 7, 14, 19, 24, 29, 34, và 39 mà nhiệt độ làm nguội ở hoặc ở trên điểm chuyển hóa Ar_3 hoặc nhiệt độ hồi phục ở hoặc ở dưới điểm chuyển hóa Ac_3 , các hạt γ trước là thô và các vết nứt ngang xuất hiện, bất kể hợp phần thép.

Từ các ví dụ nêu trên, theo sáng chế này, có thể tạo ra các sản phẩm thép đúc liên tục chất lượng cao mà không có các vết nứt bề mặt, trong khi cho phép sử dụng các máy đúc liên tục hợp lý và hiệu quả.

Khả năng ứng dụng công nghiệp

Theo đó, phương pháp sản xuất sản phẩm thép đúc liên tục bằng cách sử dụng máy đúc liên tục như được bộc lộ trong bản mô tả này, có thể tạo ra các sản phẩm thép đúc liên tục có các vết nứt bề mặt được giảm xuống mà không làm suy giảm năng suất, ngay cả sử dụng thép nóng chảy có hợp phần hóa học quy định như được đề cập ở trên.

Danh sách số chỉ dẫn

- 100 Máy đúc liên tục (kiểu uốn dọc)
- 10 Gàu rót
- 11 Thùng trung gian
- 12 Khuôn
- 13 Vòi phun
- 14 Con lăn
- 15 Thiết bị cắt
- 16 Máy khuấy điện từ
- 20A Vùng dọc
- 20B Vùng uốn
- 20C Vùng uốn cong
- 20D Vùng nắn thẳng
- 20E Vùng ngang

21	Khuôn uốn cong
M	Thép nóng chảy
S	Thép đúc liên tục
C ₁	Vết nứt ngang
C ₂	Vết nứt dọc

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp sản xuất sản phẩm thép đúc liên tục bằng cách sử dụng máy đúc liên tục kiểu uốn dọc hoặc kiểu cong, phương pháp này bao gồm các bước:

đưa thép nóng chảy vào làm nguội sơ cấp trong khuôn, thép nóng chảy chứa 0,13% khối lượng hoặc lớn hơn và 0,20% khối lượng hoặc nhỏ hơn là C, 0,50% khối lượng hoặc lớn hơn và 2,5% khối lượng hoặc nhỏ hơn là Mn, tùy ý ít nhất một nguyên tố trong số các nguyên tố gồm Si: 0,8% khối lượng hoặc nhỏ hơn, P: 0,10% khối lượng hoặc nhỏ hơn, S: 0,05% khối lượng hoặc nhỏ hơn, Al: 0,05% khối lượng hoặc nhỏ hơn, Cu: 0,5% khối lượng hoặc nhỏ hơn, Ni: 1,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn, Cr: 0,6% khối lượng hoặc nhỏ hơn, V: 0,14% khối lượng hoặc nhỏ hơn, Nb: 0,09% khối lượng hoặc nhỏ hơn, Ti: 0,4% khối lượng hoặc nhỏ hơn, và N: 0,02% khối lượng hoặc nhỏ hơn, và phần còn lại gồm có Fe và các tạp chất ngẫu nhiên

rút thép đúc liên tục ra khỏi khuôn ở tốc độ rút là 1,0 m/phút hoặc cao hơn; và

đưa thép đúc liên tục vào làm nguội thứ cấp, việc làm nguội thứ cấp bao gồm việc làm cho nhiệt độ bề mặt của thép đúc liên tục giảm xuống dưới điểm chuyển hóa Ar_3 và sau đó tăng trở lại trên điểm chuyển hóa Ac_3 ,

trong đó khuôn được dao động trong các điều kiện dao động thỏa mãn thời gian dịch chuyển âm, T_n , là 0,08 giây hoặc lớn hơn và 0,20 giây hoặc nhỏ hơn và tỷ lệ thời gian dịch chuyển âm, R_{NS} , là 0,30 hoặc lớn hơn và 0,38 hoặc nhỏ hơn, và

trong đó thời gian từ khi thép đúc liên tục đi qua khuôn đến khi nhiệt độ bề mặt của thép đúc liên tục đạt đến điểm chuyển hóa Ar_3 là lớn hơn 60 giây,

trong đó

thời gian dịch chuyển âm, T_n , là khung thời gian cho khoảng thời gian trên mỗi chu kỳ dao động của khuôn mà tốc độ đi xuống của khuôn cao hơn tốc độ rút của sản phẩm thép đúc liên tục;

thời gian dịch chuyển dương, T_p , là khung thời gian cho khoảng thời gian trên mỗi chu kỳ dao động của khuôn mà tốc độ đi xuống của khuôn bằng hoặc thấp hơn tốc độ rút của sản phẩm thép đúc liên tục;

tỷ lệ thời gian dịch chuyển âm, R_{NS} , được xác định bởi $T_n / (T_n + T_p)$.

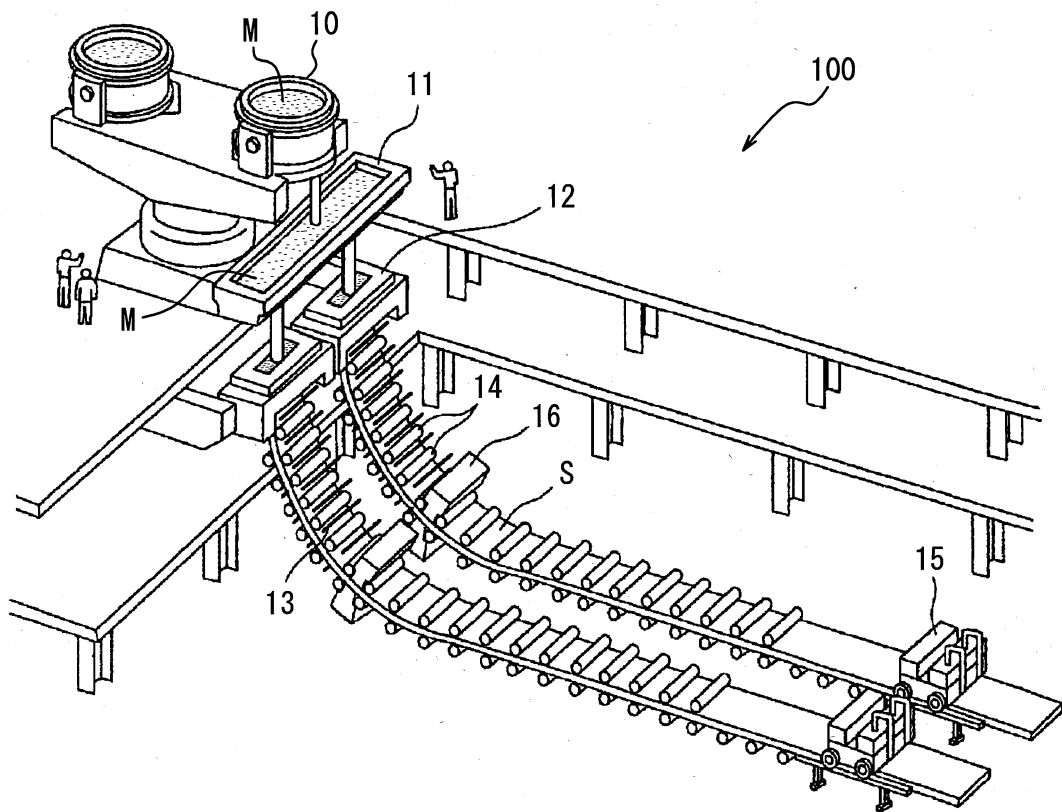
FIG. 1

FIG. 2

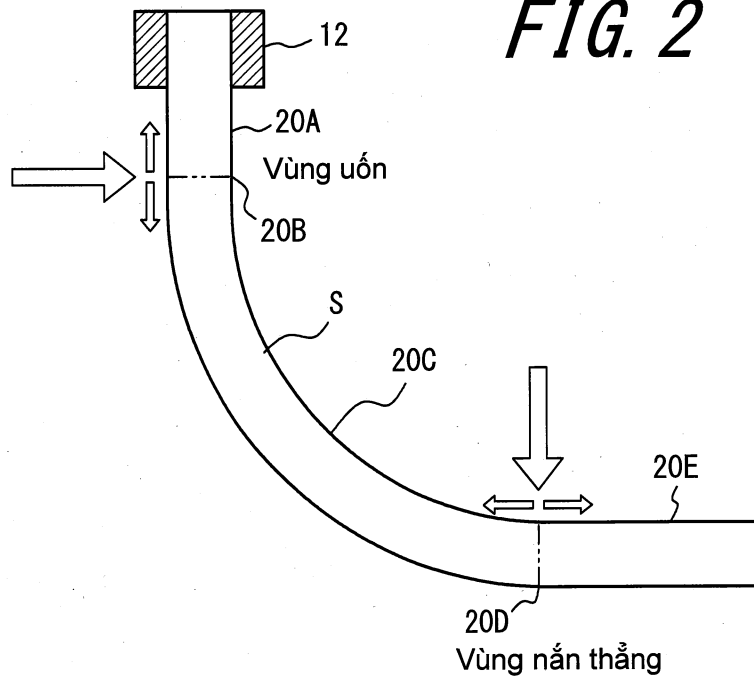


FIG. 3

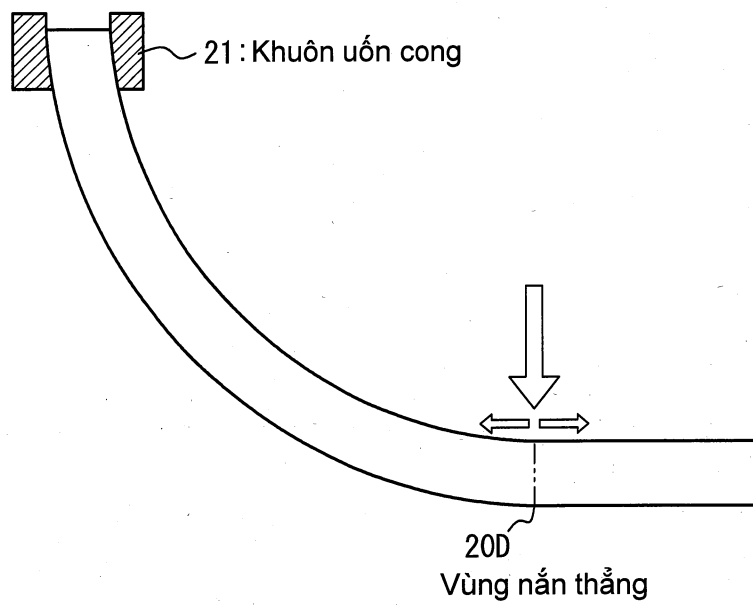


FIG. 4