



(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)



1-0052811

(51)^{2020.01} C22C 38/04; B22D 11/06

(13) B

(21) 1-2022-02328

(22) 17/09/2020

(86) PCT/CN2020/115957 17/09/2020

(87) WO 2021/052429 A1 25/03/2021

(30) 201910889368.0 19/09/2019 CN

(45) 27/10/2025 451

(43) 25/07/2022 412A

(73) BAOSHAN IRON & STEEL CO., LTD. (CN)

NO.885, FUJIN ROAD, BAOSHAN DISTRICT, SHANGHAI, 201900, P.R.CHINA

(72) WU, Jianchun (CN).

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) TẤM/DẢI THÉP NHÁM LOẠI MỎNG VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT CHÚNG

(21) 1-2022-02328

(57) Sáng chế đề cập đến tấm/dải thép nhám loại mỏng và phương pháp sản xuất chúng, trong đó thép đã được bổ sung theo cách lựa chọn các nguyên tố vi hợp kim như B; trong quá trình nấu chảy, độ kiềm của xỉ, các loại tạp chất trong thép, điểm nóng chảy, và hàm lượng oxy tự do và hàm lượng nhôm tan (Al) trong thép nóng chảy được kiểm soát; và việc đúc liên tục dải mỏng trực cán kép được thực hiện để đúc thép dải (11) có độ dày từ 1,5 đến 3mm; sau khi ra khỏi các trục cán kết tinh (8a, 8b), thép dải (11) trực tiếp đi vào khoang đóng kín bên dưới (10) chứa môi trường khí không oxy hóa, và đi vào máy cán trực tiếp (13) theo cách bịt kín để trải qua bước cán nóng, tiếp đó sau khi cán, thép dải (11) được làm nguội bằng cách phun không khí, do đó làm giảm một cách hiệu quả độ dày của gỉ bề mặt và cải thiện độ đồng đều nhiệt độ và chất lượng bề mặt. Trục cán thép thu được có thể được sử dụng trực tiếp làm dải/tấm nhám cán nóng, hoặc làm dải/tấm nhám hoàn thiện sau khi được cắt và hoàn thiện, và có thể áp dụng rộng rãi với các lĩnh vực kiến trúc, sản xuất cơ khí, xe ô tô, cầu, phương tiện vận tải, đóng tàu, v.v..

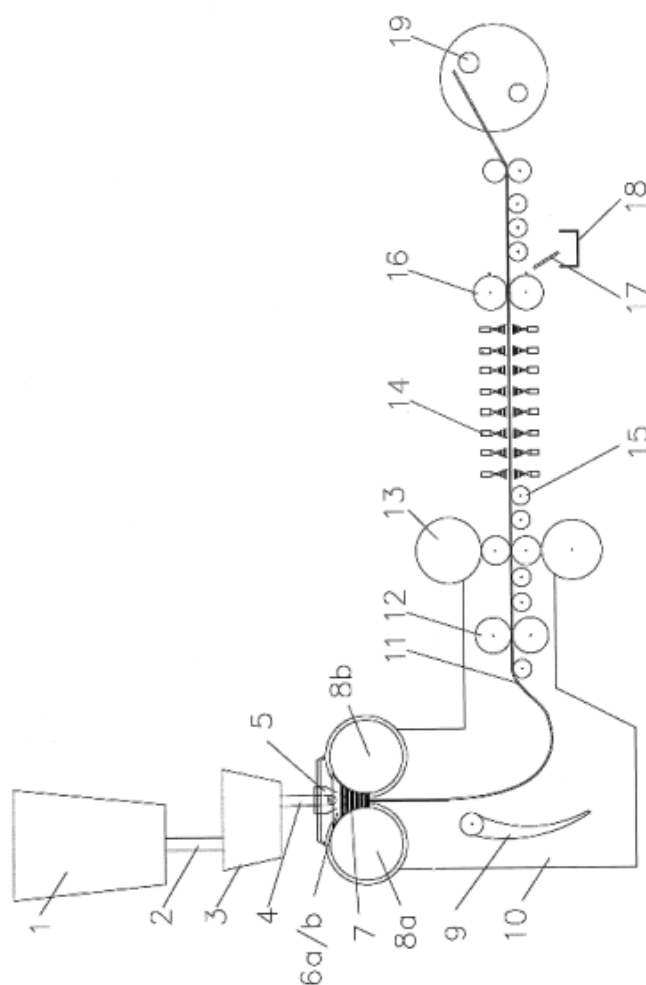


Fig.1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến quy trình đúc liên tục và sản phẩm trong ngành luyện kim, cụ thể là đến tấm/dải thép nhám loại mỏng và phương pháp sản xuất chúng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Thép dải mỏng truyền thống phần lớn được sản xuất bằng cách cán liên tục nhiều lần phôi tấm đúc có độ dày từ 70 đến 200mm. Quy trình cán nóng truyền thống là: đúc liên tục + nung lại phôi tấm đúc và bảo quản nóng + cán thô + cán tinh + làm nguội + cuộn. Cụ thể, phôi tấm đúc có độ dày khoảng 200mm thu được trước tiên bằng cách đúc liên tục; phôi tấm đúc được nung nóng lại và được giữ; tiếp đó, việc cán thô và cán tinh được thực hiện để thu được dải thép có độ dày thường lớn hơn 2mm; và cuối cùng, việc làm nguội lớp và cuộn được thực hiện trên dải thép để hoàn thành toàn bộ quy trình sản xuất cán nóng. Nếu dải thép có độ dày nằm trong khoảng từ nhỏ hơn hoặc bằng 1,5mm cần được tạo ra, điều này là tương đối khó, vì việc cán nguội tiếp theo và ủ dải thép cán nóng thường là cần thiết. Ngoài ra, sơ đồ quy trình dài, mức tiêu thụ năng lượng cao, số thiết bị đơn vị lớn, và chi phí đầu tư xây dựng cao dẫn đến chi phí sản xuất cao.

Sơ đồ quy trình đúc liên tục phôi tấm mỏng và cán là: đúc liên tục + bảo quản nóng và ủ nóng đều phôi tấm đúc + cán liên tục nóng + làm nguội + cuộn. Các khác biệt chính giữa quy trình này và quy trình truyền thống là như sau: độ dày của phôi tấm đúc trong quy trình phôi tấm mỏng được giảm đáng kể đến nằm trong khoảng từ 50 đến 90mm. Vì phôi tấm đúc là mỏng, nên phôi tấm đúc chỉ cần trải qua 1 đến 2 lần cán thô (khi độ dày của phôi tấm đúc nằm trong khoảng từ 70 đến 90mm), hoặc không cần qua bước cán thô (khi độ dày của phôi tấm là 50mm). Trái lại, phôi tấm đúc liên tục theo quy trình truyền thống cần được cán lặp lại nhiều lần trước khi có thể được làm mỏng đến kích cỡ yêu cầu trước khi cán tinh. Ngoài ra, phôi tấm đúc trong quy trình sản xuất tấm mỏng không trải qua bước làm nguội, mà đi vào lò ủ nóng đều trực tiếp để ủ nóng đều và bảo quản nóng, hoặc lượng nhiệt nhỏ được bổ sung. Vì vậy, quy trình phôi tấm mỏng rút ngắn đáng kể sơ đồ quy trình, làm giảm mức tiêu thụ năng lượng, giảm chi phí đầu tư, và bởi vậy giảm chi phí sản xuất. Tuy nhiên, do tốc độ làm nguội nhanh, quy trình đúc liên tục phôi tấm mỏng và cán làm tăng độ bền thép và tỷ số giới hạn chảy trên

giới hạn bền, do đó làm tăng tải cán, vì vậy kích cỡ độ dày của sản phẩm cán nóng mà có thể được sản xuất theo cách kinh tế không thể quá mỏng, thường $\geq 1,5\text{mm}$. Xem các bằng độc quyền sáng chế Trung Quốc số CN200610123458.1, CN200610035800.2 và CN200710031548.2.

Quy trình đúc liên tục phôi tấm mỏng và cán vô tận (viết tắt ESP) nổi lên trong những năm gần đây là quy trình cải tiến được phát triển trên cơ sở quy trình đúc liên tục phôi tấm mỏng và cán bán vô tận nêu trên. ESP thực hiện việc cán vô tận đối với việc đúc liên tục phôi tấm, và loại bỏ việc cắt phôi tấm bằng ngọn lửa và lò nung mà được sử dụng để bảo quản nóng, ủ nóng đều và chuyển tiếp phôi tấm. Chiều dài của toàn bộ dây chuyền sản xuất được rút ngắn đáng kể đến khoảng 190 m. Phôi tấm sản xuất bằng cách đúc liên tục bằng thiết bị đúc liên tục có độ dày từ 90 đến 110mm và độ rộng từ 1100 đến 1600mm. Phôi tấm sản xuất bằng cách đúc liên tục đi qua bàn cán nung nóng cảm ứng để thực hiện việc bảo quản nóng và ủ nóng đều trên phôi tấm. Tiếp đó, phôi tấm đi vào quy trình cán thô, cán tinh, làm nguội lớp, và cuộn để thu được tấm cán nóng. Vì quy trình này thực hiện việc cán vô tận, tấm cán nóng có độ dày tối thiểu bằng 0,8mm có thể thu được, mở rộng phạm vi cỡ của tấm cán nóng. Ngoài ra, năng suất của một dây chuyền sản xuất có thể đạt đến 2,2 triệu tấn/năm. Hiện nay, quy trình này đã được phát triển và thúc đẩy nhanh chóng, và có nhiều dây chuyền sản xuất ESP hoạt động trên khắp thế giới.

Quy trình đúc liên tục dải mỏng và cán có sơ đồ quy trình ngắn hơn so với quy trình đúc liên tục phôi tấm mỏng và cán. Công nghệ đúc liên tục dải mỏng là công nghệ tiên tiến trong lĩnh vực nghiên cứu luyện kim và vật liệu. Sự xuất hiện của nó đem lại cuộc cách mạng cho ngành thép. Công nghệ này thay đổi quy trình sản xuất dải thép trong ngành luyện kim truyền thống bằng cách hợp nhất việc đúc liên tục, cán, và thậm chí xử lý nhiệt, vì vậy phôi dải mỏng sản xuất có thể được tạo thành dải thép mỏng ở một thời điểm sau một lần cán nóng trực tiếp. Bởi vậy, quy trình sản xuất được đơn giản hóa đáng kể, chu kỳ sản xuất được rút ngắn, và độ dài của dây chuyền sản xuất chỉ khoảng 50 m. Do vậy, chi phí đầu tư thiết bị cũng được giảm, và chi phí sản xuất được giảm đáng kể. Đây là quy trình sản xuất dải thép cán nóng thân thiện môi trường có hàm lượng cacbon thấp. Quy trình đúc liên tục dải mỏng trực cán kép là dạng chính của quy trình đúc liên tục dải mỏng, và cũng là quy trình đúc liên tục dải mỏng duy nhất mà đã được công nghiệp hóa trên thế giới.

Sơ đồ quy trình thông thường để đúc liên tục dải mỏng trực cán kép được thể hiện trên Fig.1. Thép nóng chảy trong gàu rót 1 đi qua đường xả gàu rót 2, gàu chuyên 3, vòi phun nhúng chìm 4 và bộ phân phối 5, và tiếp đó được đổ trực tiếp vào bể nóng chảy 7 được tạo ra với các cơ cấu bịt kín bên 6a, 6b và hai trục cán kết tinh quay ngược chiều 8a, 8b có thể làm nguội nhanh. Thép nóng chảy hóa rắn trên bề mặt chu vi của các trục cán kết tinh quay 8a, 8b để tạo ra vỏ hóa rắn mà phát triển dần dần, và tiếp đó tạo ra dải 11 dày từ 1 đến 5mm với khe hở tối thiểu (điểm kẹp) giữa hai trục cán kết tinh. Dải thép được dẫn hướng bởi tấm dẫn hướng 9 đến các trục cán kẹp 12 và đưa đến máy cán 13 để được cán thành dải mỏng từ 0,7 đến 2,5mm, và tiếp đó được làm nguội bởi bộ phận làm nguội 14. Sau khi đầu của nó được cắt rời bởi máy cắt lia 16, cuối cùng dải này được đưa đến máy cuộn 19 để được cuộn thành cuộn.

Đối với các hãng sản xuất sắt thép đối mặt với trường hợp thị trường khắc nghiệt, cách duy nhất để các hãng tồn tại và phát triển là mở rộng hỗn hợp sản phẩm, và thúc đẩy hiệu quả kinh tế và tính cạnh tranh. Nhà máy thép cần sản xuất sản phẩm cạnh tranh hơn. Tấm nhám là tấm thép cán nóng có mẫu trên bề mặt của nó. Dưới dạng sản phẩm dải/tấm cán nóng đặc biệt, sản phẩm này được sử dụng rộng rãi trong xây dựng, chế tạo máy, xe ô tô, cầu, phương tiện vận tải, đóng tàu và các lĩnh vực khác. Nhu cầu thị trường của sản phẩm này là tương đối cao. Đặc biệt, nhu cầu thị trường đối với tấm nhám loại mỏng là cao hơn. Vì tấm nhám loại rất mỏng ($\leq 1,5\text{mm}$) có yêu cầu cao về độ ổn định cán của máy cán và hình dạng cuộn của máy cuộn, chúng có thể được tạo ra chỉ bởi một số nhà sản xuất nội địa. Kết quả trực tiếp là giá thị trường của tấm nhám cán nóng loại mỏng cao hơn giá của tấm nhám cán nóng có độ dày 2,0mm hoặc lớn hơn từ 120 đến 200 Nhân dân tệ/tấn. Các loại sản phẩm chính bao gồm tấm nhám có mẫu hạt tròn, tấm nhám có mẫu hình thoi và tấm nhám có mẫu đậu lăng. Tấm nhám có mẫu đậu lăng có các đặc tính gồm độ bền mài, bề ngoài đẹp, tính chống trượt, tính đẩy dầu và nước, khả năng làm sạch tốt, và tiêu thụ thép ít hơn. Vì vậy, mẫu đậu lăng đã trở thành mẫu chủ đạo trên tấm nhám. Tấm nhám có mẫu đậu lăng có nhiều trường hợp ứng dụng tốt, nhu cầu thị trường lớn và giá cao, và đã trở thành sự đa dạng bổ sung giá trị cao và sản phẩm thông thường của các hãng cán liên tục nóng. Các nhà máy thép lớn đang cạnh tranh để phát triển và sản xuất loại tấm này.

Khi thép dải cán nóng được sử dụng làm tấm cán nóng loại mỏng, chất lượng bề

mặt của thép dải được yêu cầu. Thường yêu cầu rằng độ dày của lớp gỉ oxit trên bề mặt của thép dải cần mỏng nhất có thể. Điều này yêu cầu việc kiểm soát sự tạo ra lớp gỉ oxit trên dải đúc trong các công đoạn tiếp theo. Ví dụ, trong quy trình đúc liên tục trực cán kép thông thường đối với thép dải mỏng, thiết bị khoang đóng kín được sử dụng từ trực cán kết tinh đến đầu vào của máy cán để ngăn chặn sự oxy hóa dải đúc. Việc bổ sung hydro vào thiết bị khoang đóng kín như được mô tả trong bằng độc quyền sáng chế Mỹ số 6920912 và kiểm soát hàm lượng oxy nhỏ hơn 5% trong thiết bị khoang đóng kín như được mô tả trong đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Mỹ số 20060182989 có thể giúp kiểm soát độ dày của lớp gỉ oxit trên bề mặt dải đúc. Tuy nhiên, có một số bằng độc quyền sáng chế đề cập đến cách kiểm soát độ dày của lớp gỉ oxit trong quá trình vận chuyển từ máy cán đến máy cuộn, đặc biệt là trong quá trình làm nguội thép dải bằng cách làm nguội lớp hoặc làm nguội phun. Khi thép dải nhiệt độ cao tiếp xúc với nước làm nguội, độ dày của lớp gỉ oxit trên bề mặt của dải đúc phát triển nhanh chóng. Đồng thời, sự tiếp xúc của thép dải nhiệt độ cao với nước làm nguội cũng có thể gây ra nhiều vấn đề: thứ nhất, các đốm nước (đốm gỉ) có thể được tạo ra trên bề mặt của thép dải, mà sẽ ảnh hưởng đến chất lượng bề mặt; thứ hai, nước làm nguội để làm nguội lớp hoặc làm nguội phun có xu hướng gây ra sự làm nguội cục bộ không đều trên bề mặt của thép dải, dẫn đến vi cấu trúc không đều bên trong thép dải, vì vậy các tính chất của thép dải là không đồng đều và chất lượng sản phẩm bị ảnh hưởng; thứ ba, sự làm nguội cục bộ không đều trên bề mặt của thép dải có thể làm hỏng hình dạng dải, mà sẽ ảnh hưởng đến chất lượng hình dạng.

Tuy nhiên, vì bản thân quy trình đúc liên tục dải mỏng khác biệt bởi sự hóa rắn nhanh, nên thép sản xuất bởi quy trình này thường có các vấn đề như cấu trúc không đều, độ giãn dài thấp, tỷ số giới hạn chảy trên giới hạn bền cao và khả năng tạo hình kém. Đồng thời, hạt austenit trong dải đúc đương nhiên là không đều, sao cho cấu trúc của sản phẩm cuối thu được sau khi biến đổi austenit là không đều. Vì vậy, các tính chất của sản phẩm là không ổn định. Do đó, việc sử dụng dây chuyền sản xuất đúc liên tục dải mỏng để sản xuất tấm nhám loại mỏng có độ bền cao là khó khăn và thách thức. Không thể sản xuất chúng bằng cách sao chép thành phần và quy trình truyền thống. Do vậy, cần có các cải tiến quan trọng về thành phần và quy trình.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Một mục đích của sáng chế là đề xuất tấm/dải thép nhám loại mỏng và

phương pháp sản xuất chúng, trong đó các quy trình trung gian phức tạp như nung phôi tấm, cán nóng lặp lại nhiều lần và tương tự có thể được giảm bớt. Với việc sử dụng quy trình đúc liên tục dải mỏng trực cán kép + quy trình cán nóng trực tiếp một lần, quy trình sản xuất là ngắn hơn, hiệu quả là cao hơn, và chi phí đầu tư đối với dây chuyền sản xuất và chi phí sản xuất được giảm đáng kể. Tấm/dải thép nhám loại mỏng cán nóng sản xuất bởi quy trình theo sáng chế không cần được cán thêm. Sản phẩm này có thể được bán trên thị trường trực tiếp để sử dụng. Hiệu quả chi phí của tấm và dải được cải thiện đáng kể. Sản phẩm này có thể được sử dụng rộng rãi trong xây dựng, chế tạo máy, xe ô tô, cầu, phương tiện vận tải, đóng tàu và các lĩnh vực khác.

Để đạt được mục đích nêu trên, giải pháp kỹ thuật của sáng chế là như sau:

Theo sáng chế, các nguyên tố vi hợp kim như B được bổ sung theo cách lựa chọn vào thép. Trong quy trình nấu chảy, độ bazơ để kết xỉ, loại và điểm nóng chảy của các tạp chất trong thép, hàm lượng oxy tự do trong thép nóng chảy, và hàm lượng nhôm tan trong axit Al được kiểm soát. Tiếp đó, việc đúc liên tục dải mỏng trực cán kép được thực hiện để đúc thép dải có độ dày từ 1,5 đến 3mm. Sau khi thép dải ra khỏi trục cán kết tinh, thép dải này trực tiếp đi vào khoang đóng kín bên dưới có môi trường khí không oxy hóa, và đi vào máy cán trực tiếp để cán nóng trong điều kiện đóng kín. Thép dải đã cán được làm nguội bằng cách làm nguội phun khí. Việc làm nguội phun khí có thể làm giảm một cách hiệu quả độ dày của lớp gỉ oxit trên bề mặt của thép dải, làm tăng độ đồng đều nhiệt độ của thép dải, và cải thiện chất lượng bề mặt của dải. Cuộn thép cuối được sản xuất có thể được sử dụng trực tiếp làm tấm/dải thép nhám cán nóng, hoặc làm tấm/dải thép nhám hoàn thiện sau khi cắt xén-làm phẳng.

Cụ thể, tấm/dải thép nhám loại mỏng theo sáng chế bao gồm các nguyên tố hóa học sau theo tỷ lệ phần trăm trọng lượng: C: $\leq 0,06\%$, Si: $\leq 0,5\%$, Mn: $\leq 1,7\%$, P: $\leq 0,04\%$, S: $\leq 0,007\%$, N: 0,004-0,010%, Al: $< 0,001\%$, B: 0,001-0,006%, tổng oxy [O]_T: 0,007-0,020%, Mn/S ≥ 250 ; và phần còn lại gồm Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi khác.

Tốt hơn nếu tấm/dải thép nhám loại mỏng theo sáng chế bao gồm các nguyên tố hóa học sau theo tỷ lệ phần trăm trọng lượng: C: 0,02-0,06%, Si: 0,1-0,5%, Mn: 0,4-1,7%, P: $\leq 0,04\%$, S: $\leq 0,007\%$, N: 0,004-0,010%, Al: $< 0,001\%$, B: 0,001-0,006%, tổng oxy [O]_T: 0,007-0,020%, Mn/S ≥ 250 ; và phần còn lại gồm Fe và các tạp chất không thể

tránh khỏi khác.

Theo một số phương án, trong tấm/dải thép nhám loại mỏng theo sáng chế, $Mn/S > 250$.

Tấm/dải thép nhám theo sáng chế có chiều cao mẫu h ít nhất là 20% độ dày của dải/tấm cơ sở, tức là, $h \geq 0,2a$.

Vi cấu trúc của tấm/dải thép nhám là vi cấu trúc hỗn hợp của ferit khối lớn+ferit hình kim+peclit. Tấm/dải thép nhám có giới hạn chảy $\geq 235\text{MPa}$, độ bền kéo $\geq 340\text{MPa}$, và độ giãn dài $\geq 26\%$.

Tốt hơn nếu tấm/dải thép nhám theo sáng chế có độ dày từ 0,8 đến 2,5mm, tốt hơn nếu độ dày từ 1,0 đến 1,6mm.

Trong thiết kế thành phần của tấm/dải thép nhám loại mỏng theo sáng chế:

C: C là nguyên tố tăng cường cơ bản và kinh tế nhất trong thép. Nguyên tố này làm tăng độ bền thép bằng cách tăng cường dung dịch rắn và tăng cường kết tủa. C là nguyên tố cơ bản để kết tủa xementit trong quá trình biến đổi. Vì vậy, mức hàm lượng C quyết định phần lớn mức độ bền của thép. Tức là, hàm lượng C cao hơn dẫn đến mức độ bền cao hơn. Tuy nhiên, vì dung dịch rắn có khe và sự kết tủa C không gây hại lớn cho độ dẻo và độ dai của thép, và hàm lượng C cao quá mức là không mong muốn với đặc tính hàn, nên hàm lượng C không thể quá cao. Độ bền thép được bù đắp bằng cách bổ sung thích hợp (các) nguyên tố hợp kim. Đồng thời, đối với việc đúc liên tục thổi tấm thông thường, việc đúc trong vùng phản ứng peritectic dễ tạo ra các vết nứt ở bề mặt của phôi tấm đúc, và các sự cố vỡ có thể xuất hiện trong các trường hợp khắc nghiệt. Điều tương tự là đúng với việc đúc liên tục dải mỏng, tức là việc đúc trong vùng phản ứng peritectic dễ tạo ra các vết nứt ở bề mặt của phôi dải đúc, và dải sẽ bị vỡ trong các trường hợp khắc nghiệt. Do đó, việc đúc dải mỏng chứa hợp kim Fe-C cũng cần tránh vùng phản ứng peritectic. Vì vậy, hàm lượng C sử dụng theo sáng chế trong khoảng $\leq 0,06\%$. Theo một số phương án, hàm lượng C nằm trong khoảng từ 0,02 đến 0,06%.

Si: Si đóng vai trò trong việc tăng cường dung dịch rắn trong thép, và việc bổ sung Si vào thép có thể cải thiện độ tinh khiết thép và đáp ứng việc khử oxy. Tuy nhiên, hàm lượng Si cao quá mức sẽ làm hỏng khả năng hàn và độ dai của vùng chịu tác động nhiệt hàn. Vì vậy, hàm lượng Si sử dụng theo sáng chế nằm trong khoảng $\leq 0,5\%$. Theo một số phương án, hàm lượng Si nằm trong khoảng từ 0,1 đến 0,5%.

Mn: Mn là một trong số các nguyên tố hợp kim rẻ nhất. Nguyên tố này có thể cải thiện khả năng tôi của thép. Nguyên tố này có độ tan rắn đáng kể trong thép, và làm tăng độ bền thép bằng cách tăng cường dung dịch rắn không có hư hại với độ dẻo hoặc độ dai của thép. Nguyên tố này là nguyên tố tăng cường quan trọng nhất để cải thiện độ bền thép, và cũng có thể đóng vai trò trong việc khử oxy trong thép. Tuy nhiên, hàm lượng Mn cao quá mức sẽ làm hỏng khả năng hàn và độ dai của vùng chịu tác động nhiệt hàn. Vì vậy, hàm lượng Mn sử dụng theo sáng chế nằm trong khoảng $\leq 1,7\%$. Theo một số phương án, hàm lượng Mn nằm trong khoảng từ 0,4 đến 1,7%.

P: Nếu hàm lượng P cao, thì dễ tách ở ranh giới hạt, vì vậy độ giòn nguội của thép sẽ tăng, do đó làm suy giảm khả năng hàn, và độ dẻo của thép sẽ bị giảm, do đó làm suy giảm khả năng uốn nguội. Trong quy trình đúc liên tục dải mỏng, tốc độ làm nguội hóa rắn của dải đúc là rất nhanh, và bởi vậy sự tách ra của P có thể được ngăn chặn một cách hiệu quả. Kết quả là các nhược điểm của P có thể được tránh một cách hiệu quả, và việc sử dụng toàn bộ các ưu điểm của P có thể được tiến hành. Do đó, theo sáng chế, hàm lượng P là cao hơn so với được sử dụng trong quy trình sản xuất truyền thống, và giới hạn với hàm lượng nguyên tố P được nói lỏng một cách thích hợp. Quy trình khử phospho được loại bỏ khỏi quy trình luyện thép. Trong hoạt động thực tế, không cần cân nhắc quy trình khử phospho hoặc cũng không cần bổ sung phospho theo cách dự tính, và hàm lượng P nằm trong khoảng $\leq 0,04\%$.

S: Nói chung, S là nguyên tố có hại trong thép. Cụ thể, nguyên tố này tạo độ giòn nóng cho thép, làm giảm độ dẻo và độ dai của thép, và tạo ra các vết nứt trong quá trình cán. S cũng làm giảm khả năng hàn và tính chống ăn mòn. Do đó, theo sáng chế, S cũng được kiểm soát dưới dạng nguyên tố tạp chất, và hàm lượng của nó nằm trong khoảng $\leq 0,007\%$. Theo một số phương án, hàm lượng S được kiểm soát trong khoảng $\leq 0,0067\%$. Ngoài ra, $Mn/S \geq 250$. Theo một số phương án, $Mn/S > 250$.

Al: Để kìm hãm các tạp chất trong thép, Al không thể được sử dụng cho việc khử oxy như yêu cầu bởi sáng chế. Trong việc sử dụng vật liệu chịu lửa, việc đưa thêm Al vào cũng cần được tránh càng nhiều càng tốt, và hàm lượng nhôm tan trong axit Al được yêu cầu là: $< 0,001\%$.

N: Tương tự với nguyên tố C, nguyên tố N có thể cải thiện độ bền thép bởi dung dịch rắn có khe. Theo sáng chế, lượng nhất định N cần tồn tại trong thép vì sự tương tác của N và B là cần thiết trong thép để tạo ra pha kết tủa của BN. Tuy nhiên, dung dịch

rắn có khe của N gây hại cho độ dẻo và độ dai của thép với mức độ tương đối lớn, và sự tồn tại của N tự do có thể làm tăng tỷ số giới hạn chảy trên giới hạn bền của thép. Vì vậy, hàm lượng N cần không quá cao. Hàm lượng N sử dụng theo sáng chế nằm trong khoảng từ 0,004 đến 0,010%.

B: Vai trò đáng kể của B trong thép đó là lượng nhỏ của B có thể gia tăng nhiều lần khả năng tôi của thép. B có thể cho phép kết tủa ưu tiên hạt BN thô trong austenit nhiệt độ cao, do đó ngăn chặn sự kết tủa AlN mịn, làm suy yếu tác dụng chốt chặt của AlN mịn trên ranh giới hạt, và thúc đẩy khả năng phát triển hạt. Vì vậy, hạt austenit được làm thô và được đồng nhất hóa. Điều này là có lợi cho sự kết tinh lại sau khi cán. Việc làm thô và đồng nhất hóa hạt austenit còn giúp cải thiện tỷ số giới hạn chảy trên giới hạn bền của sản phẩm và cải thiện khả năng tạo hình của sản phẩm. Ngoài ra, sự kết hợp của B và N có thể ngăn chặn một cách hiệu quả sự xuất hiện pha có điểm nóng chảy thấp B_2O_3 ở ranh giới hạt.

B là nguyên tố hoạt hóa mà dễ tách ra, và có xu hướng tách ra ở ranh giới hạt. Khi thép chứa B được sản xuất theo quy trình truyền thống, hàm lượng B thường được kiểm soát rất chặt, thường khoảng từ 0,001 đến 0,003%. Trong quy trình đúc liên tục dải mỏng, tốc độ làm nguội hóa rắn là nhanh. Vì vậy, sự tách ra của B có thể ngăn cản một cách hiệu quả, và nhiều B hơn có thể được hoà tan rắn. Do đó, giới hạn với hàm lượng B có thể được nới lỏng một cách thích hợp. Hạt BN thô cũng có thể được tạo ra bằng cách kiểm soát quy trình một cách thích hợp để ngăn cản sự kết tủa AlN mịn. Theo cách này, B đóng vai trò trong việc cố định nitơ. Do đó, hàm lượng B cao hơn được sử dụng trong sáng chế so với trong quy trình truyền thống, và nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,006%.

Phương pháp sản xuất tấm/dải thép nhám loại mỏng theo sáng chế bao gồm các bước sau:

1) Nấu chảy

trong đó việc nấu chảy được thực hiện theo thành phần nêu trên; trong đó độ bazơ $a = CaO/SiO_2$ (tỷ lệ khối lượng) để kết xỉ trong quy trình luyện thép được kiểm soát ở $a < 1,5$, tốt hơn là $a < 1,2$, hoặc $a = 0,7 - 1,0$; trong đó tỷ lệ MnO/SiO_2 (tỷ lệ khối lượng) trong thép nóng chảy để tạo ra tạp chất ba thành phần $MnO-SiO_2-Al_2O_3$ có điểm nóng chảy thấp được kiểm soát trong khoảng từ 0,5 đến 2, tốt hơn nếu từ 1 đến 1,8; trong đó hàm

lượng oxy tự do $[O]_{\text{tự do}}$ trong thép nóng chảy nằm trong khoảng từ 0,0005 đến 0,005%; và trong đó Mn và S trong thép nóng chảy phải được kiểm soát để đáp ứng quan hệ sau: $Mn/S \geq 250$;

2) Đúc liên tục

trong đó việc đúc liên tục dải mỏng trực cán kép được sử dụng, trong đó dải đúc dày 1,5 đến 3mm được tạo ra với khe hở nhỏ nhất giữa hai trục cán kết tinh; trong đó trục cán kết tinh có đường kính từ 500 đến 1500mm, tốt hơn là 800mm; trong đó nước được cấp đến phần bên trong của trục cán kết tinh để làm nguội; trong đó thiết bị đúc có tốc độ đúc từ 60 đến 150 m/phút; trong đó hệ thống hai công đoạn để phân phối và phân bố thép nóng chảy được sử dụng để phân phối thép nóng chảy trong quá trình đúc liên tục, tức là, gàu chuyên + bộ phân phối;

3) Bảo vệ khoang đóng kín bên dưới

trong đó sau khi dải đúc liên tục ra khỏi trục cán kết tinh, dải đúc có nhiệt độ từ 1420 đến 1480°C, và trực tiếp đi vào khoang đóng kín bên dưới, trong đó khí không oxy hóa được cấp đến khoang đóng kín bên dưới, trong đó nồng độ oxy trong khoang đóng kín bên dưới được kiểm soát ở $<5\%$; và trong đó dải đúc có nhiệt độ từ 1150 đến 1300°C ở đầu ra của khoang đóng kín bên dưới;

4) Cán nóng trực tiếp

trong đó dải đúc được phân phối qua các trục cán kẹp vào khoang đóng kín bên dưới đến máy cán, và được cán thành tấm nhám có độ dày từ 0,8 đến 2,5mm ở nhiệt độ cán từ 1100 đến 1250°C và tỷ lệ giảm do cán nóng được kiểm soát trong khoảng từ 10 đến 50%, tốt hơn nếu từ 30 đến 50%, trong đó dải thép cán nóng có độ dày từ 0,8 đến 2,5mm, tốt hơn nếu từ 1,0 đến 1,6mm;

5) Làm nguội sau cán

trong đó thép dải cán trực tiếp được cho qua bước làm nguội sau cán, trong đó việc làm nguội phun khí được sử dụng để làm nguội, trong đó tốc độ làm nguội nằm trong khoảng từ 20 đến 100°C/giây;

6) Cuộn thép dải

trong đó thép dải cán nóng được cuộn thành cuộn sau khi làm nguội, trong đó nhiệt độ cuộn được kiểm soát trong khoảng từ 600 đến 700°C.

Tốt hơn nếu ở bước 1), lò điện hoặc lò chuyển được sử dụng để nấu chảy để tạo ra thép nóng chảy, và tùy ý, tiếp đó thép nóng chảy được phân phối đến lò LF, lò VD/VOD hoặc lò RH dùng để tinh chế để điều chỉnh thành phần.

Tốt hơn nếu ở bước 3), khí không oxy hóa là khí N_2 , Ar, hoặc CO_2 được tạo ra bởi sự thăng hoa của đá khô.

Tốt hơn nếu ở bước 4), các trục cán dùng để sản xuất tấm/dải thép nhám bằng cách cán bao gồm trục cán trên và trục cán dưới, trong đó trục cán trên là trục cán được dập nổi, và trục cán dưới là trục cán phẳng; trong đó trục cán được dập nổi có cấu trúc bề mặt bao gồm các dấu hiệu dạng đậu lăng; và trong đó trục cán trên được dập nổi có đường kính trục cán mà lớn hơn từ 0,3 đến 3mm so với đường kính trục cán của trục cán phẳng dưới.

Tốt hơn nếu ở bước 4), trên cơ sở đường trục của thân trục cán của trục cán phẳng dưới, trục cán phẳng dưới có đường kính trục cán ở tâm của trục cán phẳng dưới mà nhỏ hơn từ 0,15 đến 0,22mm so với đường kính trục cán ở cả hai đầu, và hình dạng trục cán dạng parabol có sự chuyển tiếp nhẵn từ tâm đến cả hai đầu được tạo ra.

Tốt hơn nếu ở bước 5), việc làm nguội phun khí sử dụng tỷ lệ khí-nước từ 15:1 đến 10:1, áp suất khí từ 0,5 đến 0,8 MPa, và áp suất nước từ 1,0 đến 1,5 MPa. Như được sử dụng ở đây, tỷ lệ khí-nước đề cập đến tỷ lệ lưu lượng giữa không khí nén với nước, và đơn vị của lưu lượng là m^3 /giờ.

Tốt hơn nếu ở bước 5), 1-2 cặp vòi phun tia ngang cao áp được vận hành ở đầu ra nơi mà tấm/dải thép nhám đi ra sau khi làm nguội phun khí để làm sạch nước tích tụ trên bề mặt của tấm/dải thép nhám, trong đó áp suất vòi phun nằm trong khoảng từ 0,5 đến 0,8 MPa, và lưu lượng nằm trong khoảng từ 20 đến 200 m^3 /giờ.

Tốt hơn nếu ở bước 6), việc cuộn sử dụng cuộn bằng máy cuộn kép hoặc cuộn bằng máy cuộn Carrousel.

Tốt hơn nếu ở bước 6), thép dải cán nóng và được làm nguội được cuộn trực tiếp thành cuộn sau khi phân đầu chất lượng kém của thép dải được cắt rời.

Trong phương pháp sản xuất theo sáng chế:

Để cải thiện khả năng đúc của thép nóng chảy dùng cho việc đúc liên tục dải

mỏng, độ bazơ $a = \text{CaO}/\text{SiO}_2$ để kết xỉ trong quy trình luyện thép được kiểm soát ở $a < 1,5$, tốt hơn nếu $a < 1,2$, hoặc $a = 0,7-1,0$.

Để cải thiện khả năng đúc của thép nóng chảy dùng cho việc đúc liên tục dải mỏng, thì cần thu được tạp chất ba thành phần $\text{MnO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ có điểm nóng chảy thấp, như được thể hiện trong vùng được tô sẫm trên Fig.2. MnO/SiO_2 trong tạp chất ba thành phần $\text{MnO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ được kiểm soát trong khoảng từ 0,5 đến 2, tốt hơn nếu từ 1 đến 1,8.

Để cải thiện khả năng đúc của thép nóng chảy dùng cho việc đúc liên tục dải mỏng, O là nguyên tố cơ bản để tạo ra tạp chất oxit trong thép. Vì cần tạo ra tạp chất ba thành phần $\text{MnO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ có điểm nóng chảy thấp theo sáng chế, oxy tự do $[\text{O}]_{\text{tự do}}$ cần nằm trong khoảng từ 0,0005 đến 0,005%.

Để cải thiện khả năng đúc của thép nóng chảy dùng cho việc đúc liên tục dải mỏng, trong số các thành phần nêu trên, Mn và S phải được kiểm soát để thỏa mãn quan hệ sau: $\text{Mn}/\text{S} \geq 250$.

Dải đúc kim loại có độ dày từ 1,5 đến 3mm được sản xuất bằng cách sử dụng thiết bị đúc liên tục dải mỏng trực cán kép. Sau khi dải đúc rời khỏi trục cán kết tinh, dải đúc có nhiệt độ từ 1420 đến 1480°C, và trực tiếp đi vào khoang đóng kín bên dưới. Khoang đóng kín bên dưới được cấp với khí không oxy hóa, như khí CO_2 thu được bởi sự thăng hoa của đá khô, v.v.. Nồng độ oxy trong khoang đóng kín bên dưới được kiểm soát ở mức $< 5\%$. Sự bảo vệ chống oxy hóa được tạo ra bởi khoang đóng kín bên dưới cho dải đúc kéo dài đến đầu vào của máy cán. Nhiệt độ của dải đúc ở đầu ra của khoang đóng kín bên dưới nằm trong khoảng từ 1150 đến 1300°C.

Cơ sở lý thuyết cho sự kết tủa pha BN trong dải đúc diễn ra trong khoang đóng kín bên dưới:

Các phương trình nhiệt động giữa bo và nitơ, và giữa nhôm và nitơ trong $\gamma\text{-Fe}$ trong thép là như sau:

$$\text{BN} = \text{B} + \text{N}; \quad \text{Log}[\text{B}][\text{N}] = -13970/T + 5,24 \quad (1)$$

$$\text{AlN} = \text{Al} + \text{N}; \quad \text{Log}[\text{Al}][\text{N}] = -6770/T + 1,03 \quad (2)$$

Như được thể hiện bởi Fig.3, nhiệt độ tại đó BN sẽ kết tủa trong thép là khoảng 1280°C, và sự kết tủa BN ngang bằng ở 980°C, trong khi sự kết tủa AlN đã vừa bắt đầu

(nhiệt độ tại đó AlN bắt đầu kết tủa là khoảng 980°C). Sự kết tủa BN diễn ra trước AlN theo cách nhiệt động. Theo sáng chế, sự kết hợp của B và N được hoàn thành trong khoang được đóng kín bên dưới để tạo ra hạt BN thô. Điều này cho phép ngăn cản sự kết tủa AlN mịn, và bởi vậy làm suy giảm tác dụng chốt chặt của AlN mịn trên ranh giới hạt, vì vậy khả năng phát triển hạt được cải thiện, và hạt austenit được làm thô. Kết quả là, hạt austenit đồng đều hơn, mà có lợi để làm giảm một cách hiệu quả tỷ số giới hạn chảy trên giới hạn bền của sản phẩm và cải thiện các tính chất của sản phẩm. Ngoài ra, sự kết hợp của B và N có thể ngăn chặn một cách hiệu quả sự xuất hiện của pha có điểm nóng chảy thấp B_2O_3 ở ranh giới hạt.

Trong số các trục cán sử dụng cho tấm nhám, trục cán được dập nổi là trục cán trên, và cấu trúc bề mặt của nó bao gồm các dấu hiệu dạng đậu lăng. Để đảm bảo rằng dải cán không dính với trục cán và rằng dải đi ra một cách ổn định, đường kính trục cán của trục cán trên được dập nổi cần lớn hơn đường kính trục cán của trục cán phẳng dưới từ 0,3 đến 3mm. Vì trục cán được dập nổi không có hình dạng trục cán, để đảm bảo hình dạng tấm của tấm nhám sau khi cán và tránh tạo ra các sóng ở giữa, khi trục cán phẳng dưới được tạo ra, trên cơ sở đường trục của thân trục cán của trục cán này, đường kính trục cán ở tâm được tạo ra nhỏ hơn đường kính trục cán ở cả hai đầu từ 0,15 đến 0,22mm, và hình dạng trục cán dạng parabol có sự chuyển tiếp nhẵn từ tâm đến cả hai đầu được tạo ra. Do nhiệt độ cán cao theo sáng chế, chiều cao mẫu h có thể đạt đến lớn hơn hoặc bằng 20% độ dày tấm cơ sở a, tức là, $h \geq 0,2a$.

Việc làm nguội sau cán được thực hiện trên thép dải cán nóng trực tiếp. Cụ thể, thép dải được làm nguội bằng cách làm nguội phun khí. Quy trình làm nguội phun khí có thể làm giảm một cách hiệu quả độ dày của lớp gỉ oxit trên bề mặt thép dải, cải thiện độ đồng đều nhiệt độ của thép dải, và thúc đẩy chất lượng bề mặt của thép dải. Việc làm nguội phun khí sử dụng tỷ lệ khí-nước từ 15:1 đến 10:1, áp suất khí từ 0,5 đến 0,8 MPa, và áp suất nước từ 1,0 đến 1,5 MPa. Sau khi phun khí, sương mù nước cao áp được tạo ra và được phun trên bề mặt của dải thép. Một mặt, sương mù này đóng vai trò trong việc làm giảm nhiệt độ của dải thép. Mặt khác, sương mù nước này tạo ra màng khí dày đặc mà che phủ bề mặt của thép dải để bảo vệ thép dải khỏi sự oxy hóa, do đó ngăn chặn một cách hiệu quả sự phát triển của lớp gỉ oxit trên bề mặt của thép dải cán nóng. Với việc sử dụng quy trình làm nguội này, các vấn đề gây ra bởi việc làm nguội phun hoặc

làm nguội lớp truyền thống có thể được tránh, và nhiệt độ bề mặt của thép dải có thể giảm đồng đều, để làm tăng độ đồng đều nhiệt độ của thép dải, và đạt được tác dụng đồng nhất hóa vi cấu trúc bên trong. Đồng thời, việc làm nguội là đồng đều, và chất lượng hình dạng và độ ổn định đặc tính của thép dải có thể được cải thiện. Ngoài ra, độ dày của lớp gỉ oxit trên bề mặt của thép dải có thể được giảm một cách hiệu quả. Tốc độ làm nguội đối với việc làm nguội phun khí nằm trong khoảng 20 đến 100°C/giây.

Do sự có mặt của các chỗ đập nổi trên mặt trên của tấm thép nhám, nước dễ tích tụ trên mặt trên sau khi làm nguội. Do đó, 1-2 cặp vòi phun tia ngang cao áp được vận hành ở đầu ra nơi mà tấm/dải thép nhám đi ra sau khi làm nguội phun khí để làm sạch nước tích tụ trên bề mặt của tấm/dải thép nhám, trong đó áp suất vòi phun nằm trong khoảng từ 0,5 đến 0,8 MPa, và lưu lượng nằm trong khoảng từ 20 đến 200 m³/giờ.

Sau khi phần đầu chất lượng kém của thép dải được cán nóng và làm nguội được cắt rời với lực cắt đầu, thép dải được cuộn trực tiếp thành cuộn. Nhiệt độ cuộn được kiểm soát để nằm trong khoảng từ 600 đến 700°C, vì vậy cấu trúc austenit nhiệt độ cao trong thép dải đã cán được biến đổi thành vi cấu trúc hỗn hợp của ferit khối lớn + ferit hình kim + peclit.

Sau quy trình sản xuất nêu trên, tấm/dải thép nhám loại mỏng cuối có giới hạn chảy ít nhất 235 MPa, độ bền kéo ít nhất là 340 MPa, và độ giãn dài ít nhất là 26%. Fig.4 là ảnh chụp tấm nhám thực được sản xuất theo sáng chế.

So với giải pháp kỹ thuật đã biết, sáng chế có các khác biệt và các cải tiến sau:

Các dấu hiệu quan trọng nhất mà phân biệt sáng chế với công nghệ đúc liên tục dải mỏng hiện có bao gồm đường kính trục cán của trục cán kết tinh và kiểu phân phối thép nóng chảy tương ứng. Dấu hiệu kỹ thuật của công nghệ EUROSTRIP là trục cán kết tinh có đường kính lớn $\Phi 1500\text{mm}$. Do các trục cán kết tinh lớn cùng với dung tích lớn của bể nóng chảy, nên dễ phân phối thép nóng chảy, nhưng chi phí cho việc sản xuất trục cán kết tinh và chi phí để vận hành và bảo trì là cao. Dấu hiệu kỹ thuật của công nghệ CASTRIP là trục cán kết tinh có đường kính nhỏ $\Phi 500\text{mm}$. Do các trục cán kết tinh nhỏ cùng với dung tích nhỏ của bể nóng chảy, nên khó phân phối thép nóng chảy, nhưng chi phí cho việc sản xuất thiết bị đúc và chi phí để vận hành và

bảo trì là thấp. Để giải quyết thách thức về sự phân phối đồng đều thép nóng chảy trong bể nóng chảy nhỏ, CASTRIP sử dụng hệ thống ba công đoạn để phân phối và phân bố thép nóng chảy (gàu chuyên + chi tiết chuyển tiếp + bộ phân phối). Việc sử dụng hệ thống phân phối ba công đoạn cho thép nóng chảy dẫn đến sự tăng trực tiếp chi phí của vật liệu chịu lửa. Quan trọng hơn, hệ thống phân phối ba công đoạn dùng cho thép nóng chảy kéo dài đường dẫn dòng của thép nóng chảy, và độ giảm nhiệt độ của thép nóng chảy cũng lớn hơn. Để đạt được nhiệt độ yêu cầu của thép nóng chảy trong bể nóng chảy, nhiệt độ rót cần được gia tăng đáng kể. Nhiệt độ rót tăng sẽ dẫn đến các vấn đề như chi phí luyện thép tăng, mức tiêu thụ năng lượng tăng và tuổi thọ của vật liệu chịu lửa bị rút ngắn.

Các trục cán kết tinh có đường kính trục cán $\Phi 800\text{mm}$ là được ưu tiên theo sáng chế. Hệ thống hai công đoạn để phân phối và phân bố thép nóng chảy (gàu chuyên + bộ phân phối) được sử dụng. Thép nóng chảy chảy ra khỏi bộ phân phối tạo ra các mẫu phân phối khác nhau dọc theo các bề mặt trục cán và hai mặt bên, và chảy theo hai đường mà không giao nhau. Do việc sử dụng hệ thống phân phối hai công đoạn, trái với hệ thống phân phối ba công đoạn, chi phí của vật liệu chịu lửa được giảm đáng kể; và đường dẫn dòng của thép nóng chảy được rút ngắn, vì vậy độ giảm nhiệt độ của thép nóng chảy được giảm, và nhiệt độ rót có thể được giảm. So với hệ thống phân phối ba công đoạn, nhiệt độ rót có thể được giảm từ 30 đến 50°C. Nhiệt độ rót giảm có thể làm giảm một cách hiệu quả chi phí luyện thép, tiết kiệm năng lượng và kéo dài tuổi thọ của vật liệu chịu lửa. Việc sử dụng kết hợp các trục cán kết tinh có đường kính trục cán ưu tiên $\Phi 800\text{mm}$ và hệ thống hai công đoạn để phân phối và phân bố thép nóng chảy theo sáng chế không chỉ đáp ứng các yêu cầu phân phối ổn định thép nóng chảy, mà còn đạt được các mục đích gồm cấu trúc đơn giản, thao tác thuận tiện và chi phí xử lý thấp.

Việc sản xuất sản phẩm dải mỏng theo giải pháp kỹ thuật đã biết bằng quy trình đúc liên tục dải mỏng và các quy trình tương ứng được báo cáo trong nhiều bằng độc quyền sáng chế. Tuy nhiên, việc sản xuất tấm/dải thép nhám loại mỏng chứa B bằng cách đúc liên tục dải mỏng chưa được báo cáo. Tuy nhiên, xem xét rằng các bằng độc quyền sáng chế/tài liệu sau là tương đương với sáng chế về mặt kiểm soát quy trình và thiết bị để sản xuất sản phẩm. Các chi tiết là như sau:

Đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Trung Quốc số CN107716552A mô tả phương pháp sản xuất tấm nhám dày 1,4mm bằng cách sử dụng quy trình

CSP. Dây chuyền sản xuất dòng ngắn CSP được dùng theo phương pháp này để sản xuất tấm nhám loại mỏng, trong đó tỷ lệ giảm khối lượng là không nhỏ hơn 10%, và chất lượng hình dạng tấm là rất tốt. Quy trình đúc liên tục dải mỏng và cán tiên tiến hơn được sử dụng theo sáng chế, và việc sản xuất tấm nhám có độ dày tối thiểu nhỏ hơn lên đến 1,0mm có thể được thực hiện.

Đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Trung Quốc số CN108486476A mô tả tấm thép nhám cán nóng chứa vanadi 700 Mpa và phương pháp sản xuất tấm thép này. Quy trình cán nóng truyền thống được sử dụng trong đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế này để sản xuất sản phẩm tấm nhám được vi hợp kim hóa có độ bền cao và độ dày từ 1,5 đến 8,0mm. Việc sản xuất liên tục sản phẩm loại cực mỏng theo mẻ không thể được thực hiện, và việc sản xuất liên tục là khó khăn. Quy trình đúc liên tục dải mỏng được sử dụng cho việc sản xuất theo sáng chế, và độ dày sản phẩm, mức độ bền và việc thực hiện quy trình đương nhiên là khác.

Tài liệu “Trial-Rolling and Process Improvement of Thin-gauge Checkered Plate” chủ yếu giải quyết các vấn đề xử lý của tấm nhám dày 2,3mm, và không mô tả quy trình và cỡ độ dày theo sáng chế. Tài liệu “Research and Application of New Rolling Technology for Extremely-thin-gauge Checkered Plate” sử dụng quy trình dòng ngắn ESP, và tấm nhám loại mỏng được sản xuất chủ yếu có độ dày khoảng 1,8mm. Đã đạt được các kết quả tương đối thỏa đáng, nhưng cũng khác với sáng chế về cách xử lý và cỡ độ dày.

Các ưu điểm chính của sáng chế bao gồm:

1. Theo sáng chế, tấm/dải thép nhám loại mỏng được sản xuất bằng công nghệ đúc liên tục dải mỏng, với sự bổ sung thích hợp nguyên tố vết bo (B) vào thép. Điều này đã không được báo cáo từ trước đến nay.

2. Theo sáng chế, các quy trình phức tạp như nung phôi tấm, cán nóng lặp lại nhiều lần và tương tự được giảm bớt. Với việc sử dụng quy trình đúc liên tục dải mỏng trực cán kép + quy trình cán nóng trực tiếp một lần, quy trình sản xuất là ngắn hơn, hiệu quả cao hơn, và chi phí đầu tư đối với dây chuyền sản xuất và chi phí sản xuất được giảm đáng kể.

3. Theo sáng chế, nhiều bước trung gian phức tạp trong quy trình sản xuất truyền thống được giảm bớt. So với quy trình truyền thống để sản xuất tấm/dải thép nhám, mức

tiêu thụ năng lượng và mức phát thải CO₂ trong quá trình sản xuất theo sáng chế được giảm đáng kể, và thu được sản phẩm thân thiện môi trường.

4. Theo sáng chế, quy trình đúc liên tục dải mỏng được sử dụng để sản xuất tấm/dải thép nhám loại mỏng cán nóng, trong đó bản thân dải đúc có độ dày tương đối mỏng, và không được cán trực tiếp đến độ dày sản phẩm mong muốn. Vì vậy, việc sản xuất sản phẩm loại mỏng không yêu cầu cán thêm, và sản phẩm có thể được bán trực tiếp để sử dụng. Mục đích của việc cung cấp tấm cán nóng loại mỏng có thể đạt được, và tính hiệu quả chi phí của các tấm và các dải có thể được cải thiện đáng kể.

5. Theo sáng chế, với việc bổ sung lượng vết của nguyên tố bo để ưu tiên kết tủa hạt BN thô trong austenit nhiệt độ cao và ngăn cản sự kết tủa AlN mịn, tác dụng chốt chặt của AlN mịn trên ranh giới hạt bị suy giảm, và khả năng phát triển hạt được thúc đẩy. Kết quả là, hạt austenit được làm thô và đồng nhất hóa. Điều này là có lợi để cải thiện các tính chất của sản phẩm.

6. Theo sáng chế, bằng cách sử dụng việc làm nguội phun khí đối với thép dải đã cán, các vấn đề gây ra bởi việc làm nguội phun hoặc làm nguội lớp truyền thống có thể được tránh, và nhiệt độ bề mặt của thép dải có thể giảm đồng đều, để làm tăng độ đồng đều nhiệt độ của thép dải, và đạt được tác dụng đồng nhất hóa vi cấu trúc bên trong. Đồng thời, việc làm nguội là đồng đều, và chất lượng hình dạng và độ ổn định đặc tính của thép dải có thể được cải thiện. Ngoài ra, độ dày của lớp gỉ oxit trên bề mặt của thép dải có thể được giảm một cách hiệu quả.

7. Trong quy trình truyền thống để làm nguội thổi tấm, sự kết tủa các nguyên tố hợp kim hóa diễn ra, và sự hòa tan lại các nguyên tố hợp kim hóa là không đủ khi thổi tấm được nung nóng lại, vì vậy tỷ lệ sử dụng các nguyên tố hợp kim hóa thường bị giảm. Trong quy trình đúc liên tục dải mỏng theo sáng chế, dải đúc nhiệt độ cao được cán nóng trực tiếp, và các nguyên tố hợp kim bổ sung chủ yếu tồn tại ở trạng thái dung dịch rắn. Bởi vậy, tỷ lệ sử dụng các nguyên tố hợp kim hóa có thể tăng.

8. Vì việc đúc liên tục dải mỏng có tính chất của sự hóa rắn nhanh, nên độ bền của sản phẩm tấm nhám loại mỏng chi phí thấp theo sáng chế được đảm bảo. Vì vậy, yêu cầu làm giảm khối lượng của sản phẩm như vậy trên thị trường hiện nay có thể được thỏa mãn. Đồng thời, chi phí vật liệu có thể được tiết kiệm một

cách hiệu quả đối với người sử dụng phía sau. Nếu sản phẩm được sử dụng trong lĩnh vực phương tiện vận tải như xe và tàu thủy, sự giảm khối lượng cũng có thể đem lại cho những người sử dụng này các ưu điểm của việc tiết kiệm tiêu thụ nhiên liệu hoặc tiêu thụ điện (xe năng lượng mới) và làm giảm sự phát thải khí xả.

9. Theo sáng chế, máy cuộn Carrousel được sử dụng cho dải thép cán nóng để rút ngắn một cách hiệu quả chiều dài của dây chuyền sản xuất. Đồng thời, việc cuộn tại chỗ có thể cải thiện đáng kể độ chính xác điều chỉnh nhiệt độ cuộn và cải thiện độ ổn định của các tính chất sản phẩm.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ sơ lược thể hiện sơ đồ quy trình đúc liên tục dải mỏng trực cán kép;

Fig.2 là sơ đồ ba pha của $\text{MnO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ (vùng tô sẫm: vùng điểm nóng chảy thấp);

Fig.3 là sơ đồ thể hiện các đường cong kết tủa nhiệt động của BN và AlN;

Fig.4 là ảnh chụp tấm nhám thực được sản xuất theo sáng chế;

Fig.5 là hình vẽ sơ lược thể hiện độ dày tấm cơ sở và độ dày mẫu của tấm thép theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn dựa vào các ví dụ sau, nhưng các ví dụ này không nhằm giới hạn sáng chế. Các thay đổi bất kỳ được tiến hành bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này trong việc thực hiện sáng chế dựa trên bản mô tả này sẽ nằm trong phạm vi bảo hộ của yêu cầu bảo hộ theo sáng chế.

Xét Fig.1, thép nóng chảy mà theo thành phần hóa học được thiết kế theo sáng chế đi qua gàu rót 1, đường xả gàu rót 2, gàu chuyên 3, vòi phun nhúng chìm 4 và bộ phân phối 5, và tiếp đó được đổ trực tiếp vào bể nóng chảy 7 được tạo ra với các cơ cấu bịt kín bên 6a, 6b và hai trục cán kết tinh quay ngược chiều 8a, 8b có thể làm nguội nhanh chóng. Thép nóng chảy hóa rắn trên các bề mặt chu vi của các trục cán kết tinh quay 8a, 8b để tạo ra vỏ hóa rắn mà phát triển dần, và tiếp đó tạo ra dải đúc 11 dày 1,5 đến 3mm ở khe hở tối thiểu (điểm kẹp) giữa hai trục cán kết tinh. Đường kính của trục cán kết tinh theo sáng chế nằm trong khoảng 500 đến 1500mm, tốt hơn là 800mm, và

nước được cấp đến phần bên trong của trục cán kết tinh để làm nguội. Phụ thuộc vào độ dày của dải đúc, tốc độ đúc của thiết bị đúc nằm trong khoảng 60 đến 150 m/phút.

Sau khi dải đúc 11 ra khỏi các trục cán kết tinh 8a và 8b, nhiệt độ của dải đúc nằm trong khoảng từ 1420 đến 1480°C, và dải đúc trực tiếp đi vào khoang đóng kín bên dưới 10. Khoang đóng kín bên dưới 10 được cấp với khí trơ để bảo vệ thép dải, tức là bảo vệ thép dải khỏi sự oxy hóa. Môi trường khí bảo vệ chống oxy hóa có thể là N₂, hoặc Ar, hoặc khí không oxy hóa khác, như khí CO₂ thu được bởi sự thăng hoa của đá khô. Nồng độ oxy trong khoang đóng kín bên dưới 10 được kiểm soát để <5%. Sự bảo vệ chống oxy hóa tạo ra bởi khoang đóng kín bên dưới 10 cho dải đúc 11 kéo dài đến đầu vào của máy cán 13. Nhiệt độ của dải đúc ở đầu ra của khoang đóng kín bên dưới 10 nằm trong khoảng từ 1150 đến 1300°C. Tiếp đó, dải đúc được phân phối đến máy cán nóng 13 qua tấm dẫn hướng lặc 9, các trục cán kẹp 12 và bàn cán 15. Sau khi cán nóng, dải cán nóng có độ dày trong khoảng từ 0,8 đến 2,5mm được tạo ra. Thép dải đã cán được làm nguội bằng cách làm nguội phun khí với việc sử dụng bộ phận làm nguội nhanh phun khí 14 để cải thiện độ đồng đều nhiệt độ của thép dải. Sau khi phần đầu của thép dải được cắt rời bởi máy cắt lia 16, phần đầu cắt rơi vào hốc máy cắt lia 18 dọc theo tấm dẫn hướng máy cắt lia 17, và dải cán nóng với phần đầu cắt rời đi vào máy cuộn 19 để cuộn. Sau khi cuộn thép được lấy ra khỏi máy cuộn, cuộn này được để nguội trong không khí đến nhiệt độ phòng. Cuộn thép cuối sản xuất có thể được sử dụng trực tiếp làm tấm/dải thép nhám cán nóng, hoặc làm tấm/dải thép nhám hoàn thiện sau khi cắt xén-làm phẳng. Các trục cán dùng cho việc cán nóng bao gồm trục cán trên và trục cán dưới, trong đó trục cán trên là trục cán được dập nổi, và trục cán dưới là trục cán phẳng; trong đó trục cán được dập nổi có cấu trúc bề mặt bao gồm các dấu hiệu dạng đầu lạng; và trong đó trục cán trên được dập nổi có đường kính trục cán mà lớn hơn từ 0,3 đến 3mm so với đường kính trục cán của trục cán phẳng dưới. Trên cơ sở đường trục của thân trục cán của trục cán phẳng dưới, trục cán phẳng dưới có đường kính trục cán ở tâm của trục cán phẳng dưới mà nhỏ hơn từ 0,15 đến 0,22mm so với đường kính trục cán ở cả hai đầu, và hình dạng trục cán dạng parabol có sự chuyển tiếp nhẵn từ tâm đến cả hai đầu được tạo ra.

Thành phần hóa học của các ví dụ theo sáng chế được thể hiện trên bảng 1, trong đó phần còn lại là Fe và các tạp chất không tránh khỏi khác. Các thông số quy trình sản xuất theo sáng chế được thể hiện trên bảng 2, và các tính chất cơ học của các dải cán

nóng thu được cuối cùng được thể hiện trên bảng 3.

Tóm lại, tấm/dải thép nhám loại mỏng cuối được sản xuất với thành phần thép thiết kế bằng cách sử dụng quy trình đúc liên tục dải mỏng theo sáng chế có giới hạn chảy ít nhất là 235 MPa, độ bền kéo ít nhất là 340 MPa, và độ giãn dài ít nhất là 26%, và độ uốn cong nguội là đủ điều kiện. Dải/tấm này có thể sử dụng rộng rãi trong xây dựng, chế tạo máy, xe ô tô, cầu, phương tiện vận tải, đóng tàu và các lĩnh vực khác.

Bảng 1: Thành phần hóa học của các ví dụ thép (% trọng lượng)

	C	Si	Mn	P	S	N	O	Al	B
Ví dụ 1	0,03	0,13	1,35	0,008	0,004	0,0077	0,0093	0,0009	0,004
Ví dụ 2	0,04	0,10	0,90	0,013	0,003	0,0051	0,0110	0,0006	0,001
Ví dụ 3	0,02	0,24	1,28	0,015	0,004	0,0059	0,0150	0,0004	0,003
Ví dụ 4	0,05	0,36	1,10	0,023	0,004	0,0088	0,0130	0,0008	0,005
Ví dụ 5	0,03	0,44	0,65	0,009	0,002	0,0054	0,0120	0,0007	0,004
Ví dụ 6	0,05	0,42	0,67	0,012	0,002	0,0048	0,0070	0,0008	0,005
Ví dụ 7	0,06	0,28	0,85	0,015	0,003	0,0040	0,0100	0,0005	0,004
Ví dụ 8	0,02	0,17	1,00	0,014	0,004	0,0100	0,0085	0,0006	0,003
Ví dụ 9	0,03	0,26	0,84	0,018	0,003	0,0068	0,0200	0,0003	0,004
Ví dụ 10	0,04	0,44	0,40	0,040	0,001	0,0065	0,0125	0,0004	0,006
Ví dụ 11	0,05	0,50	0,65	0,030	0,002	0,0080	0,0090	0,0005	0,004
Ví dụ 12	0,02	0,27	1,70	0,022	0,0067	0,0075	0,0118	0,0003	0,002
Ví dụ 13	0,06	0,48	1,37	0,038	0,004	0,0065	0,0132	0,0006	0,006
Ví dụ 14	0,045	0,23	1,40	0,017	0,003	0,0064	0,0075	0,0005	0,004

Bảng 2: Các thông số quy trình của các ví dụ

	Độ dày dải đúc mm	Môi trường khí trong khoang đóng kín bên dưới	Nồng độ oxy trong khoang đóng kín bên dưới / %	Nhiệt độ cán nóng °C	Tỷ lệ giảm cán nóng / %	Độ dày dải cán nóng mm	Tốc độ làm nguội sau cán, °C/giây	Nhiệt độ cuộn °C
Ví dụ 1	2,2	N ₂	3,5	1180	32	1,5	35	690
Ví dụ 2	2,4	Ar	4,2	1220	48	1,25	30	600
Ví dụ 3	2,1	N ₂	2,5	1200	43	1,2	30	660
Ví dụ 4	1,9	CO ₂	2,7	1150	34	1,25	20	650
Ví dụ 5	1,6	Ar	3,5	1185	38	1,0	32	680
Ví dụ 6	2,6	Ar	2,8	1100	50	1,3	72	670
Ví dụ 7	1,9	N ₂	1,5	1190	32	1,3	65	680
Ví dụ 8	2,0	CO ₂	0,8	1220	38	1,25	100	690
Ví dụ 9	1,5	N ₂	1,5	1250	33	1,0	22	670
Ví dụ 10	2,0	N ₂	1,9	1170	30	1,4	75	700
Ví dụ 11	2,5	Ar	1,8	1240	36	1,6	30	675
Ví dụ 12	2,2	N ₂	2,6	1170	34	1,45	60	685
Ví dụ 13	2,0	CO ₂	2,4	1180	30	1,4	30	690
Ví dụ 14	1,8	Ar	2,5	1160	33	1,2	25	680

Bảng 3: Các tính chất của sản phẩm thép trong các ví dụ

	Độ dày dải đúc, mm	Độ dày dải sản phẩm cuối, mm	Giới hạn chảy, MPa	Độ bền kéo, MPa	Độ giãn dài %	Đường kính uốn 180° d=1,5a (a là độ dày dải)
Ví dụ 1	2,2	1,5	255	355	28	Đạt
Ví dụ 2	2,4	1,25	248	360	26	Đạt
Ví dụ 3	2,1	1,2	270	343	27	Đạt
Ví dụ 4	1,9	1,25	254	358	28	Đạt
Ví dụ 5	1,6	1,0	263	364	31	Đạt
Ví dụ 6	2,6	1,3	258	385	28	Đạt
Ví dụ 7	1,9	1,3	258	375	29	Đạt
Ví dụ 8	2,0	1,25	252	395	33	Đạt
Ví dụ 9	1,5	1,0	261	383	29	Đạt
Ví dụ 10	2,0	1,4	249	360	32	Đạt
Ví dụ 11	2,5	1,6	256	387	29	Đạt
Ví dụ 12	2,2	1,45	249	390	27	Đạt
Ví dụ 13	2,0	1,4	256	375	28	Đạt
Ví dụ 14	1,8	1,2	260	390	30	Đạt

Theo sáng chế, quy trình đúc liên tục dải mỏng được sử dụng để sản xuất tấm nhám loại mỏng. Do độ dày mỏng, quy trình đúc liên tục dải mỏng có ưu điểm về chi phí và sản xuất bền vững đối với sản phẩm độ bền cao cán nóng loại mỏng có độ dày nằm trong khoảng từ nhỏ hơn hoặc bằng 1,5mm. Độ dày đặc trưng của tấm nhám loại mỏng được cấp trực tiếp ở dạng sản phẩm cán nóng nằm trong khoảng từ 1,0 đến 1,6mm. Do độ dày mỏng của sản phẩm, nếu quy trình sản xuất truyền thống được sử dụng để sản xuất, các vấn đề liên quan đến hình dạng tấm của sản phẩm sẽ xuất hiện, và sản phẩm không thể được sản xuất. Nếu sản xuất bằng cách sử dụng quy trình đúc liên tục phôi tấm mỏng và cán, sự tiêu hao trục cán của các trục cán cán cũng tăng đáng kể. Quy trình sản xuất như vậy chắc chắn sẽ làm tăng chi phí sản xuất tấm nhám loại mỏng. Do đó, việc sử dụng quy trình đúc liên tục dải mỏng để sản xuất sản phẩm tấm nhám loại mỏng không chỉ có thể đáp ứng yêu cầu của thị trường đối với loại mỏng và khối lượng nhẹ, mà còn làm giảm chi phí sản xuất và cải thiện tính sinh lợi và tính cạnh tranh của sản phẩm.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm/dải thép nhám loại mỏng, bao gồm các nguyên tố hóa học sau theo tỷ lệ phần trăm trọng lượng: $C \leq 0,06\%$, $Si \leq 0,5\%$, $Mn \leq 1,7\%$, $P \leq 0,04\%$, $S \leq 0,007\%$, N: 0,004-0,010%, Al tan: $< 0,001\%$, B: 0,001-0,006%, tổng oxy $[O]_T$: 0,007-0,020%, $Mn/S \geq 250$; và phần còn lại gồm Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi khác;

tấm/dải thép nhám loại mỏng có vi cấu trúc mà là vi cấu trúc hỗn hợp của ferit khối lớn+ferit hình kim+peclit;

tấm/dải thép nhám loại mỏng có giới hạn chảy $\geq 235\text{MPa}$, độ bền kéo $\geq 340\text{MPa}$, và độ giãn dài $\geq 26\%$.

2. Tấm/dải thép nhám loại mỏng theo điểm 1, trong đó tấm/dải thép nhám loại mỏng bao gồm các nguyên tố hóa học sau theo tỷ lệ phần trăm trọng lượng: C: 0,02-0,06%, Si: 0,1-0,5%, Mn: 0,4-1,7%, $P \leq 0,04\%$, $S \leq 0,007\%$, N: 0,004-0,010%, Al tan: $< 0,001\%$, B: 0,001-0,006%, tổng oxy $[O]_T$: 0,007-0,020%, $Mn/S \geq 250$; và phần còn lại gồm Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi khác.

3. Tấm/dải thép nhám loại mỏng theo điểm 1, trong đó tấm/dải thép nhám loại mỏng có chiều cao mẫu h ít nhất là 20% độ dày của tấm/dải cơ sở, tức là, $h \geq 0,2a$.

4. Tấm/dải thép nhám loại mỏng theo điểm 1, trong đó tấm/dải thép nhám loại mỏng có độ dày từ 0,8 đến 2,5mm.

5. Tấm/dải thép nhám loại mỏng theo điểm 4, trong đó tấm/dải thép nhám loại mỏng có độ dày từ 1,0 đến 1,6mm.

6. Phương pháp sản xuất tấm/dải thép nhám loại mỏng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, bao gồm các bước sau:

1) nấu chảy

trong đó việc nấu chảy được thực hiện trên thành phần xác định trong điểm 1; trong đó độ bazơ $a = \text{CaO}/\text{SiO}_2$ (tỷ lệ khối lượng) để kết xỉ trong quy trình luyện thép được kiểm soát ở $a = 0,7-1,0$; trong đó tỷ lệ MnO/SiO_2 (tỷ lệ khối lượng) trong thép nóng chảy để sản xuất tạp chất ba thành phần $\text{MnO}-\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3$ có điểm nóng chảy thấp được kiểm soát trong khoảng từ 0,5 đến 2; trong đó hàm lượng oxy tự do $[O]_{\text{tự do}}$ trong thép nóng chảy nằm trong khoảng từ 0,0005 đến 0,005%; và trong đó Mn và S trong thép nóng chảy phải được kiểm soát để đáp ứng quan hệ sau: $Mn/S \geq 250$;

2) đúc liên tục

trong đó việc đúc liên tục dải mỏng trực cán kép được sử dụng, trong đó dải đúc dày từ 1,5 đến 3mm được tạo ra với khe hở nhỏ nhất giữa hai trục cán kết tinh; trong đó trục cán kết tinh có đường kính từ 500 đến 1500mm; trong đó nước được cấp đến phần bên trong của trục cán kết tinh để làm nguội; trong đó thiết bị đúc có tốc độ đúc từ 60 đến 150 m/phút; trong đó hệ thống hai công đoạn để phân phối và phân bố thép nóng chảy được sử dụng để phân phối thép nóng chảy trong việc đúc liên tục, tức là, gàu chuyên + bộ phân phối;

3) bảo vệ khoang đóng kín bên dưới

trong đó sau khi dải đúc liên tục ra khỏi trục cán kết tinh, dải đúc có nhiệt độ từ 1420 đến 1480°C, và trực tiếp đi vào khoang đóng kín bên dưới, trong đó khí không oxy hóa được cấp đến khoang đóng kín bên dưới, trong đó nồng độ oxy trong khoang đóng kín bên dưới được kiểm soát ở mức <5%; và trong đó dải đúc có nhiệt độ từ 1150 đến 1300°C ở đầu ra của khoang đóng kín bên dưới;

4) cán nóng trực tiếp

trong đó dải đúc được phân phối qua các trục cán kép trong khoang đóng kín bên dưới đến máy cán, và cán thành tấm nhám có độ dày từ 0,8 đến 2,5mm ở nhiệt độ cán từ 1100 đến 1250°C và tỷ lệ giảm do cán nóng được kiểm soát nằm trong khoảng từ 10 đến 50%, trong đó dải thép cán nóng có độ dày từ 0,8 đến 2,5mm;

5) làm nguội sau cán

trong đó thép dải cán trực tiếp được cho qua bước làm nguội sau cán, trong đó việc làm nguội phun khí được sử dụng để làm nguội, trong đó tốc độ làm nguội nằm trong khoảng từ 20 đến 100°C/giây;

6) cuộn thép dải

trong đó thép dải cán nóng được cuộn thành cuộn sau khi làm nguội, trong đó nhiệt độ cuộn được kiểm soát nằm trong khoảng từ 600 đến 700°C.

7. Phương pháp sản xuất tấm/dải thép nhám loại mỏng theo điểm 6, trong đó ở bước 1), lò điện hoặc lò chuyển được sử dụng để nấu chảy để tạo ra thép nóng chảy, và tùy ý, sau đó thép nóng chảy được phân phối đến lò LF, lò VD/VOD hoặc lò RH dùng cho việc tinh chế để điều chỉnh thành phần.

8. Phương pháp sản xuất tấm/dải thép nhám loại mỏng theo điểm 6, trong đó ở bước 3), khí không oxy hóa là khí N₂, Ar, hoặc CO₂ được tạo ra bởi sự thăng hoa của đá khô.

9. Phương pháp sản xuất tấm/dải thép nhám loại mỏng theo điểm 6, trong đó ở bước 4), các trục cán dùng để sản xuất tấm/dải thép nhám bằng cách cán bao gồm trục cán trên và trục cán dưới, trong đó trục cán trên là trục cán được dập nổi, và trục cán dưới là trục cán phẳng; trong đó trục cán được dập nổi có cấu trúc bề mặt bao gồm các dấu hiệu dạng đậu lăng; và trong đó trục cán trên được dập nổi có đường kính trục cán mà lớn hơn từ 0,3 đến 3mm so với đường kính trục cán của trục cán phẳng dưới.

10. Phương pháp sản xuất tấm/dải thép nhám loại mỏng theo điểm 9, trong đó ở bước 4), trên cơ sở đường trục của thân trục cán của trục cán phẳng dưới, trục cán phẳng dưới có đường kính trục cán ở tâm của trục cán phẳng dưới mà nhỏ hơn từ 0,15 đến 0,22mm so với đường kính trục cán ở cả hai đầu, và hình dạng trục cán dạng parabol có sự chuyển tiếp nhẵn từ tâm đến cả hai đầu được tạo ra.

11. Phương pháp sản xuất tấm/dải thép nhám loại mỏng theo điểm 6, trong đó ở bước 5), việc làm nguội phun khí sử dụng tỷ lệ lưu lượng khí-nước từ 15:1 đến 10:1, áp suất khí từ 0,5 đến 0,8 MPa, và áp suất nước từ 1,0 đến 1,5 MPa, trong đó lưu lượng có đơn vị $\text{m}^3/\text{giờ}$.

12. Phương pháp sản xuất tấm/dải thép nhám loại mỏng theo điểm 6, trong đó ở bước 5), 1-2 cặp vòi phun tia ngang cao áp được vận hành ở đầu ra nơi mà tấm/dải thép nhám đi ra sau khi làm nguội phun khí để làm sạch nước tích tụ trên bề mặt của tấm/dải thép nhám, trong đó áp suất vòi phun nằm trong khoảng từ 0,5 đến 0,8 MPa, và lưu lượng nằm trong khoảng từ 20 đến 200 $\text{m}^3/\text{giờ}$.

13. Phương pháp sản xuất tấm/dải thép nhám loại mỏng theo điểm 6, trong đó ở bước 6), việc cuộn sử dụng cuộn bằng máy cuộn kép hoặc cuộn bằng máy cuộn Carrousel.

14. Phương pháp sản xuất tấm/dải thép nhám loại mỏng theo điểm 6, trong đó ở bước 1), tỷ lệ MnO/SiO_2 (tỷ lệ khối lượng) trong thép nóng chảy để sản xuất tạp chất ba thành phần $\text{MnO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ có điểm nóng chảy thấp được kiểm soát trong khoảng từ 1 đến 1,8.

15. Phương pháp sản xuất tấm/dải thép nhám loại mỏng theo điểm 6, trong đó ở bước 2), trục cán kết tinh có đường kính 800mm.

16. Phương pháp sản xuất tấm/dải thép nhám loại mỏng theo điểm 6, trong đó ở bước 4), tỷ lệ giảm do cán nóng được kiểm soát nằm trong khoảng từ 30 đến 50%.

1/3

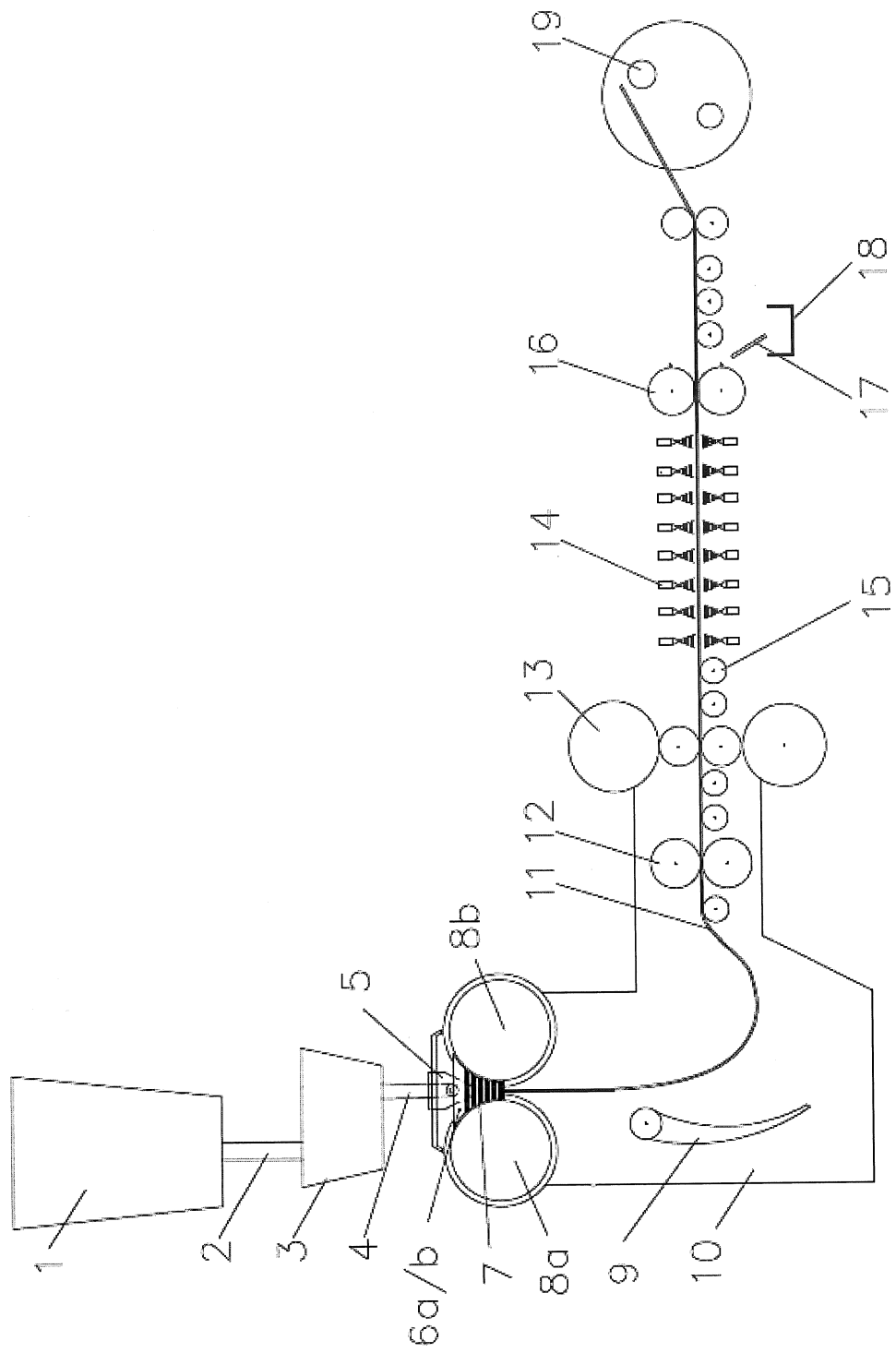


Fig.1

2/3

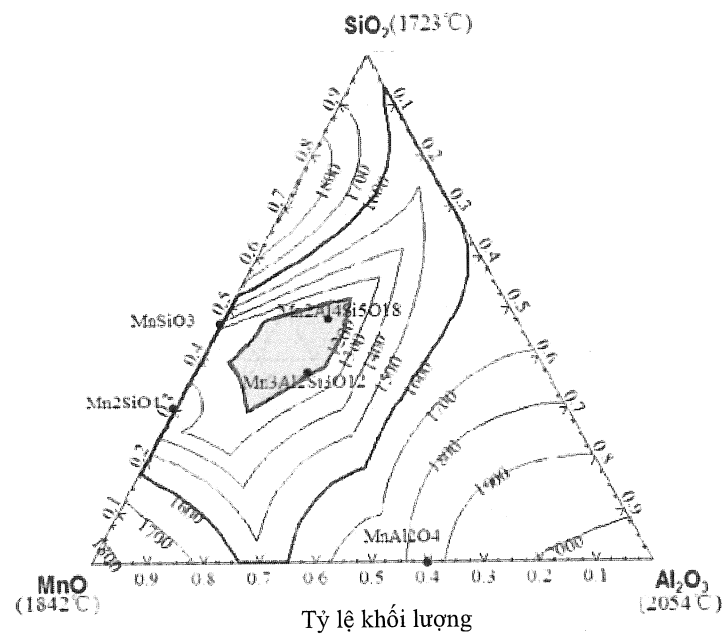


Fig.2

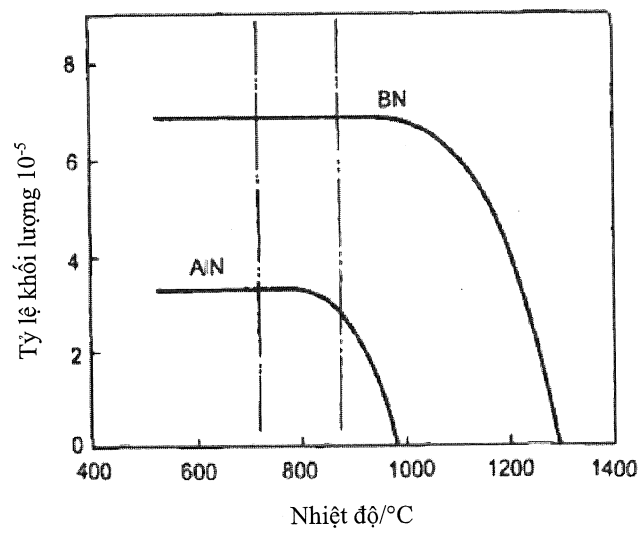


Fig.3

3/3

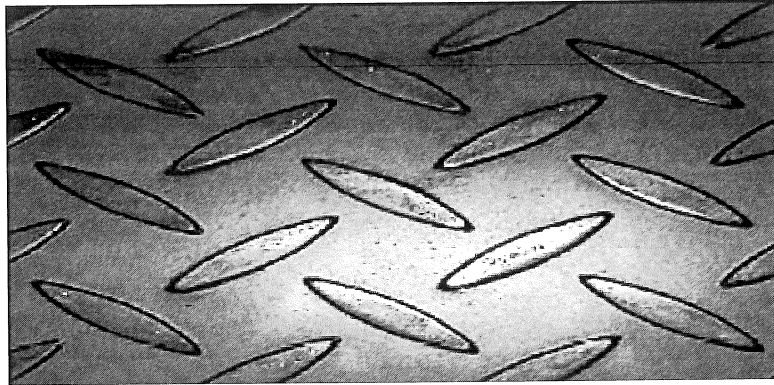


Fig.4

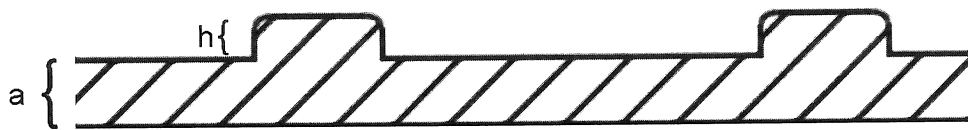


Fig.5