



(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)



1-0025406

(51)⁷ C22C 38/14; C21D 9/46; C23C 2/28; (13) B
C23C 2/02; C23C 2/06; C21D 8/02;
C22C 38/50

(21) 1-2014-03674

(22) 11/09/2012

(86) PCT/JP2012/073163 11/09/2012

(87) WO 2013/150669 A1 10/10/2013

(30) 2012-087539 06/04/2012 JP

(45) 25/09/2020 390

(43) 26/01/2015 322A

(73) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)

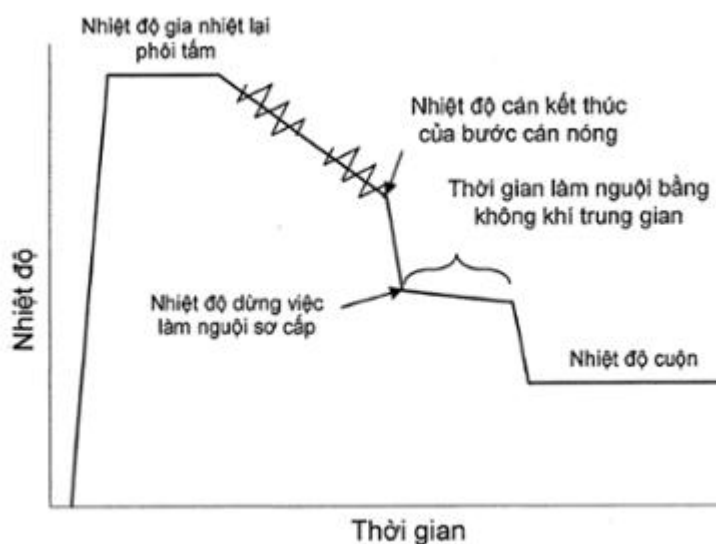
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071 Japan

(72) YOKOYAMA Takafumi (JP); NOMURA Shigeki (JP).

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

(54) TẤM THÉP CÁN NÓNG ĐƯỢC MẠ KẼM NHÚNG NÓNG VÀ QUY TRÌNH SẢN XUẤT TẤM THÉP NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao mà có khả năng giãn nở lỗ mỷ mãn thích hợp cho việc uốn mép bằng cách kéo và tốt hơn là có giới hạn chảy cao và độ bền kéo ít nhất là 650 MPa, tấm thép cán nóng được dùng làm vật liệu nền cho việc mạ có thành phần hóa học bao gồm, tính theo % khối lượng, các nguyên tố sau: C: từ nhỏ nhất 0,01 tới lớn nhất 0,20%; Si: lớn nhất 0,50%; Mn: từ nhỏ nhất 0,01% tới lớn nhất 1,30%; P: lớn nhất 0,05%; S: lớn nhất 0,01%; N: lớn nhất 0,01%; Al: lớn nhất 0,50%; và Ti: từ nhỏ nhất 0,05% tới lớn nhất 0,50%, và cấu trúc thép bao gồm ferit đa giác chiếm ít nhất 80% diện tích và phần còn lại chứa một hoặc hai hoặc nhiều loại được chọn từ ferit bainitic, bainit, pearlit và xementit.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng và quy trình sản xuất tấm thép này. Cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao mà thích hợp để làm tấm thép sản xuất xe cộ, cụ thể là bộ phận khung (treo) của xe cộ cần được tạo thành các hình dạng khác nhau bằng cách tạo hình ép hoặc tương tự và có khả năng giãn nở lỗ mỹ mãn và quy trình sản xuất tấm thép này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Tấm thép cán nóng được sản xuất theo cách tương đối không tồn kém được sử dụng rộng rãi cho thiết bị công nghiệp khác nhau bao gồm xe cộ và các thiết bị khác. Trong những năm gần đây, từ quan điểm điều chỉnh lượng phát thải cacbon dioxit để thực hiện các biện pháp chống lại hiện tượng ấm lên toàn cầu, đòi hỏi phải cải thiện về hiệu suất nhiên liệu của xe cộ, nên tấm thép cán nóng có độ bền cao đã được sử dụng rộng rãi cho xe cộ để làm giảm trọng lượng của thân xe và để đảm bảo tính an toàn khi va chạm. Hơn nữa, gần đây, đã có nhu cầu đối với tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao trong đó tấm thép cán nóng có độ bền cao là tấm thép nền để dùng làm bộ phận khung chẳng hạn như đòn treo mà đặc biệt yêu cầu có độ bền chống ăn mòn.

Trong tấm thép thích hợp làm bộ phận của xe cộ, không chỉ có độ bền mà cả các đặc tính gia công khác nhau, mà cần phải có khi bộ phận được chế tạo, chẳng hạn như khả năng ép tạo hình và khả năng hàn cũng cần phải được đáp ứng. Về cách tạo hình ép bộ phận khung, cách uốn mép bằng cách kéo và cán hình được sử dụng với tần suất cực kỳ cao và vì vậy tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao dùng để sản xuất bộ phận khung cần phải có khả năng giãn nở lỗ mỹ mãn.

Hơn nữa, có trường hợp trong đó tấm thép có độ bền cao được sử dụng để làm bộ phận mà cần có tính an toàn cao khi va chạm và để làm bộ phận mà cần tránh sự biến dạng dẻo khi tải trọng lớn tác dụng lên nó. Trong trường hợp như vậy, tấm thép có độ bền cao cần phải có giới hạn chảy cao. Vì vậy, có trường hợp trong đó tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao cũng cần phải có giới hạn chảy cao.

Thông thường, trong tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao, để đáp ứng cả giới hạn chảy cao và khả năng giãn nở lỗ rỗng, cấu trúc thép có cấu trúc một pha có xu hướng chứa ferit, ferit bainitic, hoặc bainit làm pha chính, và cacbua kết tủa mịn của Ti, Nb, V hoặc tương tự và Cu để nhờ đó làm tăng bền một cách đồng nhất pha chính. Ví dụ, các tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao đã được phát triển như được thể hiện dưới đây.

Trong tài liệu sáng chế 1 bộc lộ tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng có độ bền mà cao có cấu trúc thép chủ yếu bao gồm bainit và có các hàm lượng của không chỉ Ti, Nb, V mà còn cả P, Cu, Cr, Mo, Ni được kiểm soát một cách thích hợp, nhờ đó cải thiện độ bền mỏi của phần được hàn trong môi trường ăn mòn. Tuy nhiên, tấm thép này cần bổ sung lượng lớn các nguyên tố hợp kim đắt tiền chẳng hạn như Cu, Ni, Mo và vì vậy không thích hợp để sản xuất hàng loạt xét về khía cạnh kinh tế. Hơn nữa, tấm thép này có thể có khả năng giãn nở lỗ hơi kém.

Tài liệu sáng chế 2 bộc lộ tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao trong đó tấm thép cán nóng có cấu trúc (ferit + bainit) được tiến hành lịch sử nhiệt của quá trình mạ kẽm nhúng nóng tối ưu để kiểm soát một cách thích hợp cấu trúc, hình dạng của cacbua, và dung dịch C rắn, nhờ đó cải thiện khả năng giãn nở lỗ. Tuy nhiên, sản phẩm làm từ tấm thép này có độ bền kéo lớn hơn 650 MPa, sản phẩm này không thể có khả năng giãn nở lỗ đạt yêu cầu.

Tài liệu 3 bộc lộ tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng trong đó cấu trúc thép về cơ bản bao gồm một pha ferit có Ti cacbua được phân tán mịn, Ti cacbua chứa Mo và/hoặc W. Tuy nhiên, tấm thép này cần phải có nguyên tố hợp kim rất đắt tiền chẳng hạn như Mo và W được bổ sung vào và vì vậy không thích hợp để sản xuất hàng loạt xét về khía cạnh kinh tế.

Tài liệu 4 bộc lộ tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng trong đó cấu trúc chủ yếu bao gồm ferit và có trạng thái phân tán của pearlit và xementit được kiểm soát một cách tối ưu có Nb, V, Ti được bổ sung vào để làm tăng sự tăng cứng kết tủa, nhờ đó cải thiện khả năng giãn nở lỗ. Tuy nhiên, độ bền của tấm thép này ít nhất là 650 MPa, nên có thể tấm thép này không có khả năng giãn nở lỗ đạt yêu cầu.

Danh mục tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 5-331596

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 5-117834

Tài liệu sáng chế 3: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2003-321736

Tài liệu sáng chế 4: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2002-12947

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao có khả năng giãn nở lỗ mỹ mãn thích hợp cho việc uốn mép bằng cách kéo mà được sử dụng một cách rộng rãi để tạo hình bộ phận của xe cộ và, cụ thể là, bộ phận khung và tốt hơn là có giới hạn chảy cao, và quy trình sản xuất tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao này.

Các tác giả sáng chế đầu tiên đã giả sử rằng cấu trúc thép chủ yếu bao gồm ferit để đạt được khả năng giãn nở lỗ mỹ mãn và cả giới hạn chảy cao. Hơn nữa, các tác giả sáng chế đã tập trung vào Ti, là nguyên tố tương đối không đắt tiền và làm tăng đáng kể sự tăng cứng kết tủa ngay cả khi được bổ sung với

lượng nhỏ, và đã tiến hành nghiên cứu chuyên sâu phương pháp cải thiện khả năng giãn nở lỗ của tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng được bổ sung Ti có cấu trúc chủ yếu bao gồm ferit. Kết quả, các tác giả sáng chế đã thu được các phát hiện sau.

Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng khả năng giãn nở lỗ của tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao được bổ sung Ti, mà chủ yếu bao gồm ferit và Ti được bổ sung vào đó, có thể tăng lên đáng kể bằng cách tạo điều kiện thuận lợi cho sự chuyển hoá ferit trong khoảng nhiệt độ cao ít nhất không nhỏ hơn 650°C trên bảng điều kiện thực hiện sau khi cán nóng. Điều này được cho là vì chất kết tủa phù hợp Ti cacbua được tạo ra ở khoảng nhiệt độ thấp sau khi cuộn tấm thép cán nóng bị ức chế.

Hơn nữa, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng các kết quả nêu trên có thể đạt được bằng cách làm giảm mạnh hàm lượng Mn so với thép thông thường, mặc dù lượng Mn cụ thể được cho là thiết yếu để thu được độ bền cao trong tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao.

Hơn nữa, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng việc giảm hàm lượng Mn thể hiện không chỉ các hiệu quả nêu trên mà cả các hiệu quả làm ức chế sự austenit hoá trong khoảng thời gian trong đó tấm thép cán nóng được gia nhiệt lại ở dây chuyền mạ kẽm nhúng nóng liên tục và cấu trúc hỗn hợp ngẫu nhiên, mà thu được nhờ sự đồng nhất hoá cấu trúc thép do việc giảm sự vi phân đoạn của Mn và sự giãn nở của diện tích ferit và vì vậy cực kỳ hiệu quả để cải thiện khả năng giãn nở lỗ. Bằng cách kết hợp các hiệu quả này, các tác giả sáng chế đã thu được thành công khả năng giãn nở lỗ mỹ mãn vượt trội hơn tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao được bổ sung Ti thông thường.

Sáng chế được tạo ra dựa trên các phát hiện nêu trên là tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng có lớp mạ kẽm nhúng nóng trên bề mặt của tấm thép, tấm thép này có thành phần hoá học bao gồm, theo % khối lượng, các nguyên tố sau: C: nhỏ nhất 0,01 và lớn nhất 0,20%; Si: lớn nhất 0,50%; Mn: nhỏ

nhất 0,01% và lớn nhất 1,30%; P: lớn nhất 0,05%; S: lớn nhất 0,01%; N: lớn nhất 0,01%; Al: lớn nhất 0,50%; và Ti: nhỏ nhất 0,05% và lớn nhất 0,50%, và cấu trúc thép bao gồm ferit đa giác chiếm ít nhất 80% diện tích và phần còn lại chứa một hoặc hai hoặc nhiều loại được chọn từ ferit bainitic, bainit, pearlit, và xementit, trong đó tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng có đặc tính cơ học trong đó độ bền kéo ít nhất là 650 MPa.

Các khía cạnh ưu tiên của sáng chế là như sau:

- thành phần hoá học của tấm thép còn bao gồm một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ, theo % khối lượng, các nguyên tố sau: Cr: lớn nhất 0,80%; Ni: lớn nhất 0,50%; Cu: lớn nhất 0,50%; Mo: lớn nhất 0,50%; và B: lớn nhất 0,0050%,

- thành phần hoá học của tấm thép còn bao gồm một hoặc hai nguyên tố được chọn từ, theo % khối lượng, các nguyên tố sau: V: lớn nhất 0,5%; và Nb: lớn nhất 0,1%,

- thành phần hoá học của tấm thép còn bao gồm một hoặc hai nguyên tố được chọn từ, theo % khối lượng, các nguyên tố sau: Ca: lớn nhất 0,01%; và Bi: lớn nhất 0,01%, và

- tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng có đặc tính cơ học trong đó tích của tỷ lệ giãn nở lỗ giới hạn và độ bền kéo ít nhất là 60000 MPa·%, khả năng giãn nở lỗ thu được bằng thử nghiệm giãn nở lỗ được quy định bởi các tiêu chuẩn của liên đoàn sắt thép Nhật Bản (Japan Iron and Steel Federation Standards - JFS), và trong đó giới hạn chảy ít nhất là 80%, giới hạn chảy là tỷ số của ứng suất thử 0,2 với độ bền kéo.

Sáng chế cũng đề xuất quy trình sản xuất tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng, quy trình này bao gồm các bước từ (A) đến (C) sau:

(A) bước cán nóng bao gồm các công đoạn:

sau khi gia nhiệt phôi tấm có thành phần hoá học nêu trên đến nhiệt độ là nhỏ nhất 1100°C và lớn nhất 1350°C, tiến hành cán nóng phôi tấm; hoàn tất việc cán nóng trong khoảng nhiệt độ từ nhỏ nhất 850°C đến lớn nhất 980°C để nhờ đó tạo ra tấm thép cán nóng; tiến hành xử lý làm nguội sơ cấp tấm thép cán nóng, xử lý duy trì, và xử lý làm nguội thứ cấp theo trình tự nối tiếp, việc xử lý làm nguội sơ cấp làm nguội tấm thép cán nóng đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ nhỏ nhất 650°C đến lớn nhất 800°C bằng thiết bị làm nguội bằng nước, việc xử lý duy trì duy trì tấm thép cán nóng trong khoảng gian nhỏ nhất là Δt giây được xác định theo công thức sau trong khoảng nhiệt độ từ nhỏ nhất 650°C đến lớn nhất 800°C, việc xử lý làm nguội thứ cấp làm nguội tấm thép cán nóng đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ nhỏ nhất 400°C đến lớn nhất 650°C; và cuộn tấm thép cán nóng trong khoảng nhiệt độ từ nhỏ nhất 400°C đến lớn nhất 650°C,

$$\Delta t \text{ (giây)} = 5 \cdot Mn^4 \quad (1)$$

trong đó Mn trong công thức (1) có nghĩa là hàm lượng Mn (đơn vị: % khối lượng) trong thép,

(B) bước tẩy gỉ để tiến hành xử lý tẩy gỉ tấm thép cán nóng được tạo ra ở bước cán nóng; và

(C) bước mạ kẽm nhúng nóng liên tục bao gồm các công đoạn: gia nhiệt tấm thép cán nóng được tạo ra ở bước tẩy gỉ đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ nhỏ nhất 650°C đến lớn nhất 800°C; sau đó làm nguội và tiến hành xử lý mạ kẽm nhúng nóng tấm thép cán nóng; và duy trì thêm tấm thép cán nóng trong khoảng nhiệt độ từ nhỏ nhất 460°C đến lớn nhất 600°C để nhờ đó tiến hành xử lý hợp kim hoá tấm thép cán nóng.

Theo sáng chế, có thể tạo ra tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao và khả năng giãn nở lỗ mỹ mãn với chi phí thích hợp để sản xuất hàng loạt. Tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng theo sáng chế có khả năng giãn nở lỗ thích hợp để áp dụng cho việc uốn mép bằng cách kéo và cán

hình và vì vậy có thể được sử dụng một cách rộng rãi trong công nghiệp, cụ thể là, trong lĩnh vực xe cộ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ thể hiện sơ đồ nhiệt (lịch sử nhiệt) ở bước cán nóng được dùng trong ví dụ.

Fig.2 là hình vẽ thể hiện sơ đồ nhiệt ở bước mạ kẽm nhúng nóng liên tục được dùng trong ví dụ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây, tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hoá theo sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn. Trong phần mô tả, ký hiệu "%" bất kỳ dùng để chỉ thành phần hoá học của thép là "% khối lượng".

1. Thành phần hoá học của tấm thép

Thành phần hoá học của tấm thép mà là vật liệu nền mạ của tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng theo sáng chế là như sau.

C: nhỏ nhất 0,01% và lớn nhất 0,20%

C có tác dụng cải thiện độ bền của tấm thép. Nếu hàm lượng C nhỏ hơn 0,01%, tấm thép sẽ khó đạt độ bền kéo ít nhất là 650 MPa. Vì vậy, hàm lượng C được thiết lập là nhỏ nhất 0,01%, và tốt hơn là nhỏ nhất 0,05%. Mặt khác, nếu hàm lượng C là lớn hơn 0,20%, khả năng giãn nở lỗ và khả năng hàn của tấm thép bị suy giảm rất mạnh. Vì vậy, hàm lượng C được thiết lập là lớn nhất 0,20% và, tốt hơn là lớn nhất 0,12%.

Si: lớn nhất 0,50%

Si là nguyên tố làm tăng bền dung dịch rắn và có chức năng nâng cao độ bền của tấm thép. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Si là lớn hơn 0,50%, độ thấm ướt của tấm thép với chất lỏng mạ kẽm nhúng nóng bị suy giảm rất mạnh. Vì vậy, hàm lượng Si được thiết lập lớn nhất là 0,50%, và tốt hơn là lớn nhất 0,20%, và

tốt hơn nữa là lớn nhất 0,10%. Để thu được hiệu quả nhờ chức năng nêu trên, tốt hơn là hàm lượng Si nhỏ nhất 0,001%.

Mn: nhỏ nhất 0,01% và lớn nhất 1,30%

Mn có chức năng cố định S mà có thể gây ra tính giòn nóng dưới dạng MnS để tránh tính giòn nóng bị gây ra do S. Khi hàm lượng Mn là nhỏ hơn 0,01%, tấm thép sẽ khó thu được hiệu quả có được nhờ chức năng nêu trên. Vì vậy, hàm lượng Mn được thiết lập là nhỏ nhất 0,01%, và tốt hơn là nhỏ nhất 0,1%. Mặt khác, khi hàm lượng Mn là lớn hơn 1,30%, nhiệt độ chuyển hoá ferit bị giảm, vì thế khiến khó có thể nâng cao khả năng giãn nở lỗ bằng cách tạo điều kiện thuận lợi cho sự chuyển hoá ferit trong khoảng nhiệt độ cao ít nhất là 650°C. Vì vậy, hàm lượng Mn được thiết lập là lớn nhất 1,30% và, tốt hơn là lớn nhất 0,8%.

P: lớn nhất 0,05%

P là nguyên tố thường có mặt dưới dạng tạp chất. Tuy nhiên, P là nguyên tố làm tăng bền dung dịch rắn và có chức năng nâng cao độ bền của tấm thép, vì vậy P có thể được chứa một cách chủ động. Tuy nhiên, nếu hàm lượng P lớn hơn 0,05%, khả năng hàn và độ dai của tấm thép bị suy giảm rất mạnh. Vì vậy, hàm lượng P được thiết lập lớn nhất bằng 0,05% và tốt hơn nếu lớn nhất bằng 0,02%.

S: lớn nhất 0,01%

S là nguyên tố thường có mặt dưới dạng tạp chất và tạo ra MnS trong thép và làm giảm suy khả năng uốn mép bằng cách kéo. Nếu hàm lượng S là lớn hơn 0,01%, khả năng uốn mép bằng cách kéo của tấm thép giảm bị suy giảm rất mạnh. Vì vậy, hàm lượng S được thiết lập là lớn nhất 0,01%, và tốt hơn là lớn nhất 0,005%, và tốt hơn nữa là lớn nhất 0,002%.

N: lớn nhất 0,01%

N là nguyên tố thường có mặt dưới dạng tạp chất. Nếu hàm lượng N lớn hơn 0,01%, N tạo ra nitrua thô trong thép và làm suy giảm rất mạnh khả năng uốn mép bằng cách kéo. Vì vậy, hàm lượng N được thiết lập là lớn nhất 0,01%, và tốt hơn là lớn nhất 0,005%.

Al: lớn nhất 0,50%

Al có chức năng khử oxy thép để tăng độ bền vững của tấm thép. Tuy nhiên, ngay cả khi tấm thép này chứa Al với lượng lớn hơn 0,50%, điều quả có được nhờ chức năng nêu trên bị bão hoà và làm tăng chi phí. Vì vậy, hàm lượng Al được thiết lập là lớn nhất 0,50%, và tốt hơn là lớn nhất 0,20%, và tốt hơn nữa là lớn nhất 0,10%. Để thu được hiệu quả có được nhờ chức năng nêu trên, tốt hơn là hàm lượng Al được thiết lập là nhỏ nhất 0,001%. Hàm lượng Al trong thép có nghĩa là hàm lượng của Al tan được trong axit (sol. Al).

Ti: nhỏ nhất 0,05% và lớn nhất 0,50%

Ti là nguyên tố quan trọng trong sáng chế và có chức năng tạo ra cacbua trong thép và làm tăng bền ferit một cách đồng đều. Nếu hàm lượng Ti nhỏ hơn 0,05%, tấm thép sẽ khó thu được hiệu quả có được nhờ chức năng nêu trên. Vì vậy, hàm lượng Ti được thiết lập là nhỏ nhất 0,05%, và tốt hơn là nhỏ nhất 0,10%. Mặt khác, ngay cả khi hàm lượng Ti có mặt với lượng lớn hơn 0,50%, tác dụng có được nhờ chức năng nêu trên bị bão hoà và làm tăng chi phí. Vì vậy, hàm lượng Ti được thiết lập là lớn nhất 0,50% và tốt hơn là lớn nhất 0,30%.

Ngoài các nguyên tố nêu trên, tấm thép cán nóng làm vật liệu nền cần mạ có thể còn chứa các nguyên tố bất kỳ nêu dưới đây.

Một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ Cr: lớn nhất 0,80%; Ni: lớn nhất 0,50%; Cu: lớn nhất 0,50%; Mo: lớn nhất 0,50%; và B: lớn nhất 0,0050%

Mỗi nguyên tố trong số Cr, Ni, Cu, Mo, và B là nguyên tố có chức năng cải thiện độ thấm tôi của thép và có tác dụng cải thiện độ bền của tấm thép. Vì vậy, tấm thép có thể chứa một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số các

nguyên tố này. Tuy nhiên, nếu các hàm lượng của các nguyên tố này quá cao, nhiệt độ chuyển hoá ferit bị giảm tương tự với Mn và vì vậy sẽ khó cải thiện khả năng giãn nở lỗ của tấm thép mà có thể được cải thiện bằng cách tạo điều kiện thuận lợi cho sự chuyển hoá ferit trong khoảng nhiệt độ cao ít nhất là 650°C. Vì vậy, các hàm lượng của các nguyên tố này được thiết lập với hàm lượng nêu trên. Ở đây, B có chức năng trong việc cải thiện tải cán nóng đặc biệt mạnh, vì vậy hàm lượng B tốt hơn là lớn nhất 0,0009% xét về mặt năng suất. Ở khía cạnh này, để thu được một cách đảm bảo hơn nữa hiệu quả có được nhờ chức năng nêu trên, tốt hơn nếu điều kiện bất kỳ trong số các điều kiện: Cr: nhỏ nhất 0,001%; Ni: nhỏ nhất 0,001%; Cu: nhỏ nhất 0,001%; Mo: nhỏ nhất 0,001%; và B: nhỏ nhất 0,0001% được thoả mãn.

Một hoặc hai nguyên tố được chọn từ V: lớn nhất 0,5%; và Nb: lớn nhất 0,1%

Mỗi nguyên tố V và Nb có chức năng tạo ra cacbua trong thép và làm tăng bền ferit một cách đồng đều tương tự với Ti. Mặc dù V và Nb là các nguyên tố đắt tiền hơn Ti, nhưng một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố trong số các nguyên tố này có thể được chứa. Tuy nhiên, ngay cả nếu V có mặt với lượng lớn hơn 0,5% hoặc ngay cả nếu Ni có mặt với lượng lớn hơn 0,1%, hiệu quả có được nhờ chức năng nêu trên bị bão hoà và làm tăng chi phí. Vì vậy, hàm lượng V được thiết lập lớn nhất bằng 0,5% và hàm lượng Nb được thiết lập lớn nhất bằng 0,1%. Ở khía cạnh này, để thu được một cách đảm bảo hơn nữa tác dụng có được nhờ chức năng nêu trên, tốt hơn nếu một trong hai nguyên tố này có mặt với lượng nhỏ hơn 0,001%.

Một hoặc hai nguyên tố được chọn từ Ca: lớn nhất 0,01%; và Bi: lớn nhất 0,01%

Ca có chức năng phân tán mịn các tạp chất trong thép và Bi có chức năng làm giảm sự vi thiên tích của nguyên tố hợp kim thay thế như Mn và Si trong thép, vì vậy cả Ca và Bi đều có chức năng cải thiện khả năng giãn nở lỗ của tấm

thép. Vì vậy, một hoặc hai nguyên tố trong số Ca và Bi có thể được chứa. Tuy nhiên, nếu hàm lượng của một trong hai nguyên tố này lớn hơn 0,01%, tính dẻo giảm. Vì vậy, hàm lượng của một trong hai nguyên tố này được thiết lập là lớn nhất 0,01%. Ở khía cạnh này, để thu được một cách đảm bảo hiệu quả có được nhờ chức năng nêu trên, tốt hơn nếu một trong hai nguyên tố này có mặt với lượng là nhỏ nhất 0,0001%.

Ở khía cạnh này, C^* được xác định bởi phương trình (2) dưới đây tốt hơn là thỏa mãn phương trình (3) dưới đây. Theo cách này, tấm thép có thể có khả năng giãn nở lỗ mỹ mãn hơn.

$$C^* = C - 12,01 \times \{Ti/47,88 + Nb/92,91 + 0,5 \times V/50,94\} \quad (2)$$

$$- 0,020 \leq C^* \leq 0,050 \quad (3)$$

Ở đây, C^* nghĩa là lượng C không được cố định trong thép ngoài C tồn tại dưới dạng cacbua (TiC, NbC, VC, (Ti, V) C, (Ti, Nb) C, (Ti, Nb, V) C) chứa Ti, Nb, và V theo lượng C trong thép. Hơn nữa, Ti, Nb, và V ở phương trình (2) thể hiện các hàm lượng của các nguyên tố tương ứng trong thép (đơn vị: % khối lượng).

Bằng cách thiết lập C^* là nhỏ nhất - 0,020%, có thể ngăn chặn sự thoát C ở biên hạt ferit và vì vậy cải thiện khả năng giãn nở lỗ. Tốt hơn nữa nếu C^* là nhỏ nhất 0,010%. Mặt khác, bằng cách thiết lập C^* là lớn nhất 0,050%, có thể ngăn chặn sự tạo thành pha thứ hai chẳng hạn như xementit và pearlit và vì vậy cải thiện khả năng giãn nở lỗ. Tốt hơn nữa nếu C^* được thiết lập là lớn nhất 0,030%.

2. Cấu trúc thép của tấm thép

Tấm thép cán nóng mà là vật liệu nền mạ của tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng theo sáng chế có cấu trúc thép bao gồm ferit đa giác chiếm ít nhất 80% diện tích và phần còn lại chứa một hoặc hai hoặc nhiều loại được chọn từ nhóm bao gồm ferit bainitic, bainit, pearlit, và xementit.

Để có được khả năng giãn nở lỗ rỗng vĩnh viễn tuyệt và giới hạn chảy cao, tấm thép cán nóng có cấu trúc thép chủ yếu chứa ferit đa giác. Nếu tỷ lệ diện tích của ferit đa giác của pha chính là nhỏ hơn 80%, tấm thép cán nóng sẽ khó thu được khả năng giãn nở lỗ rỗng vĩnh viễn. Hơn nữa, tấm thép này cũng khó thu được tính dẻo vĩnh viễn. Vì vậy, tỷ lệ diện tích của ferit đa giác được thiết lập ít nhất là 80%. Tỷ lệ diện tích này tốt hơn là nhỏ nhất 90%, và tốt hơn nữa là nhỏ nhất 95%. Giới hạn trên của tỷ lệ diện tích của ferit đa giác không được quy định nhưng tốt hơn là lớn nhất 99,9%. Tốt hơn nữa, giới hạn trên của tỷ lệ diện tích của ferit đa giác là lớn nhất 99,5% và đặc biệt tốt hơn là lớn nhất 99%.

Martensit và austenit dư làm suy giảm mạnh khả năng giãn nở lỗ rỗng và cũng làm giảm giới hạn chảy. Vì vậy, cấu trúc còn lại ngoại trừ ferit đa giác không chứa martensit và austenit dư nhưng chứa một hoặc hai hoặc nhiều loại được chọn từ ferit bainitic, bainit, pearlit, và xementit. Tỷ lệ của các pha và các cấu trúc này không bị giới hạn ở tỷ lệ cụ thể. Thông thường, cấu trúc còn lại chứa xementit và trong một số trường hợp còn chứa cả ferit bainitic. Tuy nhiên, cấu trúc còn lại không nhất thiết chỉ giới hạn ở các cấu trúc này.

Tỷ lệ diện tích của các cấu trúc thép được tìm thấy bằng cách quan sát phần tấm thép biểu thị cấu trúc điển hình của tấm thép, mặt này là ở vị trí ở độ sâu bằng 1/4 độ dày tấm từ bề mặt của tấm thép.

3. Các đặc tính cơ học của tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng

Tấm thép có độ bền kéo nhỏ hơn 650 MPa khó đáp ứng các yêu cầu về độ bền cao hơn trong những năm gần đây. Vì vậy, tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng theo sáng chế có đặc tính cơ học trong đó độ bền kéo ít nhất là 650 MPa. Độ bền kéo này tốt hơn ít nhất là 680 MPa, và tốt hơn nữa là nhỏ nhất 700 MPa, và còn tốt hơn nữa là nhỏ nhất 750 MPa.

Ở khía cạnh này, như nêu trên, tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao cần phải có khả năng giãn nở lỗ rỗng vĩnh viễn, vì vậy tốt hơn nếu tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao có đặc tính cơ học

trong đó tích của tỷ lệ giãn nở lỗ giới hạn mà được xác định theo thử nghiệm giãn nở lỗ được quy định bởi JFS (các tiêu chuẩn của liên đoàn sắt thép Nhật Bản) T1001, và độ bền kéo ít nhất là 60000 MPa·%. Tích của tỷ lệ giãn nở lỗ giới hạn và độ bền kéo trở thành chỉ số của sự cân bằng độ bền - khả năng tạo hình trong khả năng uốn mép bằng cách kéo. Tỷ lệ giãn nở lỗ giới hạn tốt hơn là nhỏ nhất 70% và tốt hơn nữa là nhỏ nhất 75%.

Hơn nữa, như nêu trên, trong trường hợp trong đó tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao được dùng làm chi tiết mà cần phải tránh sự biến dạng dẻo, tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao có thể cũng cần phải có giới hạn chảy cao. Vì vậy, tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao tốt hơn là có đặc tính cơ học trong đó giới hạn chảy mà là tỷ số của ứng suất thử 0,2% với độ bền kéo ít nhất là 80%. Ứng suất chảy này đặc biệt tốt hơn ít nhất là 85%.

4. Lớp mạ kẽm nhúng nóng

Lớp mạ kẽm nhúng nóng không bị giới hạn một cách cụ thể nhưng tương tự như lớp mạ kẽm ở tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng thông thường. Trọng lượng phủ của lớp mạ kẽm nhúng nóng và nồng độ Fe sẽ được mô tả ở phần mô tả liên quan đến phương pháp sản xuất dưới đây.

5. Phương pháp sản xuất

Tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng theo sáng chế được sản xuất bằng phương pháp bao gồm (A) bước cán nóng, (B) bước tẩy gỉ, và (C) bước mạ kẽm nhúng nóng liên tục. Các điều kiện sản xuất sẽ được mô tả cho từng bước.

(A) Bước cán nóng

Nhiệt độ gia nhiệt lại phôi tấm: nhỏ nhất 1100°C và lớn nhất 1350°C

Nhiệt độ gia nhiệt phôi tấm khi phôi tấm có thành phần hoá học nêu trên được cán nóng được thiết lập là nhỏ nhất 1100°C và lớn nhất 1350°C. Để sản phẩm cuối có được độ bền cao và khả năng giãn nở lỗ mỹ mãn, các nguyên tố

chẳng hạn như Ti, Nb, và V để tạo ra cacbua cần được cung cấp ở trạng thái dung dịch rắn trong quá trình cán nóng. Nếu nhiệt độ gia nhiệt lại phôi tấm nhỏ hơn 1100°C , các nguyên tố này không được cung cấp ở trạng thái dung dịch rắn và vì vậy tạo thành cacbua thô, khiến cho sản phẩm cuối khó đạt được độ bền mong muốn. Vì vậy, nhiệt độ gia nhiệt lại phôi tấm được thiết lập là nhỏ nhất 1100°C . Mặt khác, nếu nhiệt độ gia nhiệt phôi tấm lớn hơn 1350°C , không chỉ tác dụng nêu trên bị bão hòa mà còn làm tăng sự tổn hao lớp vảy, vì vậy dẫn đến bất lợi về chi phí. Vì vậy, nhiệt độ gia nhiệt phôi tấm được thiết lập lớn nhất bằng 1350°C .

Nhiệt độ kết thúc cán của bước cán nóng: nhỏ nhất 850°C và lớn nhất 980°C

Nếu nhiệt độ kết thúc cán của bước cán nóng là nhỏ hơn 850°C , khả năng chống biến dạng của phôi tấm bị tăng quá mức, khiến cho phôi tấm khó cán. Vì vậy, nhiệt độ kết thúc cán của bước cán nóng được thiết lập ít nhất là 850°C . Mặt khác, nếu nhiệt độ kết thúc cán của bước cán nóng là lớn hơn 980°C , hạt ferit sau khi làm nguội được tạo thành thô, khiến cho sản phẩm cuối khó đạt được độ bền mong muốn. Vì vậy, nhiệt độ kết thúc cán của bước cán nóng được thiết lập lớn nhất bằng 980°C .

Nhiệt độ dừng làm nguội sơ cấp: nhỏ nhất 650°C và lớn nhất 800°C

Sau bước cán nóng nêu trên, tiến hành xử lý làm nguội sơ cấp bằng thiết bị làm nguội bằng nước. Nếu nhiệt độ dừng làm nguội sơ cấp là nhỏ hơn 650°C , cacbua liên kết với pha gốc ferit, khiến cho sản phẩm cuối khó thu được khả năng giãn nở lỗ rỗng. Vì vậy, nhiệt độ dừng làm nguội sơ cấp được thiết lập ít nhất là 650°C . Mặt khác, nếu nhiệt độ dừng làm nguội sơ cấp lớn hơn 800°C , cacbua được kết tủa trong ferit trở nên thô quá mức, khiến cho sản phẩm cuối khó đảm bảo độ bền mong muốn. Vì vậy, nhiệt độ dừng làm nguội sơ cấp được thiết lập lớn nhất bằng 800°C . Ở khía cạnh này, tốc độ làm nguội sơ cấp không được xác định một cách cụ thể nhưng tốt hơn nếu được thiết lập là nhỏ nhất

10°C/giây và nhỏ hơn 200°C/giây xuất phát từ sự giới hạn của thiết bị làm nguội bằng nước trên thực tế.

Thời gian duy trì trong khoảng nhiệt độ từ nhỏ nhất 650°C đến lớn nhất 800°C: nhỏ nhất Δt (giây)

$$\Delta t \text{ (giây)} = 5 \cdot \text{Mn}^4 \text{ (Mn: hàm lượng Mn (\% khối lượng) trong thép)}$$

Tấm thép cán nóng thu được ở bước xử lý làm nguội sơ cấp được duy trì trong khoảng thời gian nhỏ nhất Δt (giây) được xác định là hàm của hàm lượng Mn trong khoảng nhiệt độ từ nhỏ nhất 650°C đến lớn nhất 800°C. Khía cạnh cụ thể của việc duy trì có thể đạt được bằng cách giữ nhiệt hoặc gia nhiệt nhưng tốt hơn nếu đạt được bằng cách làm nguội bằng không khí xét về mặt năng suất. Vì vậy, dưới đây thời gian duy trì còn được gọi là "thời gian làm nguội trung gian bằng không khí".

Nếu thời gian duy trì nhỏ hơn Δt (giây), ferit đa giác trong một số trường hợp không thể được tạo ra một cách thích hợp, vì vậy khiến cho sản phẩm cuối khó đạt được khả năng giãn nở lỗ mỹ mãn. Giới hạn trên của thời gian duy trì không cần được quy định một cách cụ thể nhưng tốt hơn nếu được thiết lập là nhỏ nhất 30 giây xét về mặt năng suất.

Nhiệt độ dừng làm nguội thứ cấp/nhiệt độ cuộn: nhỏ nhất 400°C và lớn nhất 650°C

Sau bước xử lý duy trì nêu trên, tấm thép cán nóng được tiến hành xử lý làm nguội thứ cấp bằng thiết bị làm nguội bằng nước và sau đó được cuộn lại, nhờ đó được tạo thành cuộn cán nóng. Nếu nhiệt độ dừng làm nguội thứ cấp và nhiệt độ cuộn lớn hơn 650°C, Ti cacbua trở nên thô quá mức trong khi tấm thép cán nóng đang được cuộn, khiến cho sản phẩm cuối khó thu được độ bền mong muốn. Vì vậy, nhiệt độ dừng làm nguội thứ cấp và nhiệt độ cuộn được thiết lập bằng lớn nhất 650°C. Mặt khác, nếu nhiệt độ dừng làm nguội thứ cấp và nhiệt độ cuộn nhỏ hơn 400°C, bên trong của cuộn cán nóng được làm nguội không

đồng đều và vì vậy sự thay đổi các đặc tính trong cuộn là đáng kể, vì vậy trong một số trường hợp làm giảm hiệu suất. Vì vậy, nhiệt độ dùng làm nguội thứ cấp và nhiệt độ cuộn được thiết lập là nhỏ nhất 400°C. Ở khía cạnh này, tốc độ làm nguội thứ cấp không được quy định một cách cụ thể nhưng tốt hơn nếu được thiết lập là nhỏ nhất 10°C/giây và nhỏ hơn 200°C/giây xuất phát từ sự giới hạn của thiết bị làm nguội bằng nước trên thực tế.

Tốt hơn nếu bước cán nóng được thực hiện theo phương pháp thông thường trừ các điều kiện nêu trên. Ví dụ, tốt hơn nếu tạo ra phôi tấm dùng cho việc cán nóng bằng cách làm nóng chảy thép có thành phần hoá học nêu trên và sau đó đúc liên tục thép hoặc bằng cách đúc hoặc cán phá. Tốt hơn nếu bước đúc liên tục được tiến hành xét về mặt năng suất. Hơn nữa, trong trường hợp tiến hành bước đúc liên tục, để cải thiện độ chống nứt bằng cách kiểm soát các tạp chất, tốt hơn nếu khuấy thép nóng chảy trong khuôn bằng cách sử dụng từ trường ngoài hoặc thiết bị khuấy cơ học. Phôi tấm được tạo ra theo cách này có thể được tiến hành cán nóng một cách trực tiếp hoặc có thể được duy trì nhiệt hoặc được gia nhiệt lại và sau đó được tiến hành cán nóng.

Bước cán nóng thường được thực hiện theo nhiều rãnh hình. Tốt hơn nếu tỷ lệ giảm tiết diện ở mỗi rãnh hình là nhỏ nhất 10% và lớn nhất 60%. Nếu tỷ lệ giảm tiết diện ở mỗi rãnh hình là nhỏ nhất 10%, nhiều biến dạng có thể được đưa vào austenit và vì vậy các hạt tinh thể ferit được tạo ra do sự biến đổi có thể trở nên mịn và vì vậy cấu trúc của tấm thép cán nóng được tinh luyện, mà có thể cải thiện thêm tính dẻo và khả năng giãn nở lỗ. Hơn nữa, nếu tỷ lệ giảm tiết diện ở mỗi rãnh hình được thiết lập lớn nhất bằng 60%, sự tạo thành kết cấu được gây ra do austenite không được tái kết tinh có thể bị loại trừ, mà có thể cải thiện hơn nữa tính dẻo và khả năng giãn nở lỗ. Độ dày của tấm thép cán nóng có thể được thiết lập theo việc sử dụng nhưng thường nằm trong khoảng từ 1,6 mm đến 4,5 mm.

(B) Bước tẩy gỉ

Dải thép cán nóng tạo ra ở bước cán nóng được tiến hành xử lý tẩy gỉ ở bước tẩy gỉ để loại bỏ gỉ. Tốt hơn nếu tiến hành bước xử lý tẩy theo phương pháp thông thường. Trước hoặc sau bước tẩy gỉ, để làm phẳng hoặc nắn thẳng tấm thép cán nóng và để tạo điều kiện thuận lợi cho việc loại bỏ gỉ, còn tốt hơn nữa nếu tiến hành là phẳng tấm thép cán nóng. Tỷ lệ phần trăm giãn dài trong trường hợp trong đó dải thép cán nóng được là phẳng không được quy định ở giá trị cụ thể nhưng tốt hơn nếu là nhỏ nhất 0,1% và nhỏ hơn 3,0%.

(C) Bước mạ kẽm nhúng nóng liên tục

Tấm thép cán nóng được tẩy gỉ ở bước tẩy gỉ được tiến hành bước mạ kẽm nhúng nóng liên tục để thực hiện các xử lý gia nhiệt, mạ kẽm nhúng nóng, và hợp kim hóa theo trình tự, nhờ đó tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng được tạo ra.

Nhiệt độ gia nhiệt lớn nhất: nhỏ nhất 650°C và lớn nhất 800°C

Trong dây chuyền mạ kẽm nhúng nóng liên tục, tấm thép cán nóng được xử lý ủ trước khi tấm thép cán nóng được tiến hành xử lý mạ kẽm nhúng nóng để đạt được khả năng mạ mỹ mãn. Thiết bị ủ liên tục thông thường bao gồm ít nhất lò oxi hóa (hoặc lò không oxi hóa có đặc tính oxi hóa yếu) và lò khử. Bằng cách xử lý ủ này, bề mặt của tấm thép cán nóng được oxi hóa và được khử, nhờ đó được hoạt hóa. Nếu nhiệt độ gia nhiệt lớn nhất là nhỏ hơn 650°C, bề mặt của tấm thép cán nóng không thể được oxi hóa và được khử một cách đầy đủ và vì vậy khả năng mạ bị suy giảm. Vì vậy, nhiệt độ gia nhiệt lớn nhất được thiết lập ít nhất là 650°C. Mặt khác, nếu nhiệt độ gia nhiệt lớn nhất là lớn hơn 800°C, sự austenit hóa tấm thép cán nóng được thúc đẩy và vì thế làm suy giảm độ bền. Vì vậy, nhiệt độ gia nhiệt lớn nhất được thiết lập lớn nhất bằng 800°C. Thời gian duy trì trong khoảng nhiệt độ từ nhỏ nhất 650°C đến lớn nhất 800°C không được quy định cụ thể nhưng tốt hơn nếu duy trì tấm thép cán nóng trong thời gian duy trì từ nhỏ nhất 10 giây đến lớn nhất 200 giây.

Sau khi gia nhiệt tấm thép cán nóng đến nhiệt độ gia nhiệt lớn nhất, tấm thép cán nóng được làm nguội đến khoảng nhiệt độ gần nhiệt độ bề của bề mạ kẽm nhúng nóng để xử lý mạ kẽm nhúng nóng. Tốc độ làm nguội tại thời điểm này không được quy định cụ thể nhưng tốt hơn nếu thiết lập tốc độ làm nguội tại giá trị từ nhỏ nhất $1^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ đến lớn nhất $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ xuất phát từ sự hạn chế của thiết bị làm nguội trên thực tế. Hơn nữa, tốt hơn nếu tạo ra nhiệt độ dừng làm nguội từ nhỏ nhất 400°C đến lớn nhất 550°C .

Tấm thép cán nóng được làm nguội đến khoảng nhiệt độ này được nhúng vào bể mạ kẽm nhúng nóng, nhờ đó được xử lý mạ kẽm nhúng nóng. Tốt hơn nếu tiến hành xử lý mạ kẽm nhúng nóng bằng phương pháp thông thường. Ví dụ, tốt hơn nếu tiến hành xử lý mạ kẽm nhúng nóng dưới các điều kiện mạ kẽm nhúng nóng sau: nhiệt độ của bể mạ = nhỏ nhất 420°C và lớn nhất 500°C ; nhiệt độ của tấm thép cán được nhúng = nhỏ nhất 420°C đến lớn nhất 500°C ; và thời gian nhúng = lớn nhất 5 giây. Tốt hơn nếu bể mạ kẽm nhúng nóng có thành phần chứa Al là nhỏ nhất 0,08 % khối lượng và lớn nhất 0,2 % khối lượng. Ngoài ra, ngay cả khi bể mạ kẽm chứa Fe, Si, Mg, Mn, Cr, Ti và Pb, mà là các tạp chất không tránh khỏi, thì các nguyên tố này cũng không gây ảnh hưởng tới sáng chế. Tốt hơn nếu trọng lượng lớp màng được kiểm soát bằng phương pháp đã biết chẳng hạn như phương pháp gạt bằng khí sau khi tấm thép cán nóng được nhúng vào bể mạ kẽm nhúng nóng. Tốt hơn nếu trọng lượng lớp màng ở mỗi mặt được thiết lập là nhỏ nhất $25 \text{ mg}/\text{m}^2$ và lớn nhất $75 \text{ g}/\text{m}^2$.

Nhiệt độ xử lý hợp kim hóa: nhỏ nhất 460°C đến lớn nhất 600°C

Nếu nhiệt độ xử lý hợp kim hóa nhỏ hơn 460°C , tốc độ hợp kim hóa được làm chậm quá mức và vì thế năng suất bị suy giảm. Hơn nữa, có trường hợp trong đó tính không đồng đều xuất hiện ở bước xử lý hợp kim hóa. Vì vậy, nhiệt độ xử lý hợp kim hóa được thiết lập là nhỏ nhất 460°C . Mặt khác, nếu nhiệt độ xử lý hợp kim hóa là lớn hơn 600°C , việc xử lý hợp kim hóa bị thúc đẩy quá mức và vì vậy khả năng chống tạo bột của tấm thép suy giảm đáng kể. Vì vậy,

nhệt độ xử lý hợp kim hóa được thiết lập lớn nhất bằng 600°C . Thời gian xử lý hợp kim hóa không được quy định một cách cụ thể nhưng tốt hơn nếu được thiết lập từ 5 đến 60 giây.

Mặc dù nồng độ Fe trong lớp mạ kẽm nhúng nóng là khác nhau tùy thuộc vào các điều kiện xử lý nhiệt hợp kim hóa và trọng lượng lớp màng, tốt hơn nếu nồng độ Fe nằm trong khoảng từ 7 đến 14 % khối lượng.

Sau khi tấm thép cán nóng đi qua dây chuyền mạ kẽm nhúng nóng, để làm phẳng hoặc nắn thẳng dải thép và để kiểm soát độ nhám bề mặt của tấm thép, tấm thép này có thể được tiến hành là phẳng. Trong trường hợp này, để tránh làm giảm độ dẻo của tấm thép, tốt hơn nếu tỷ lệ phần trăm giãn dài được thiết lập lớn nhất bằng 2%.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Thép có thành phần hóa học được thể hiện trong bảng 1 được làm nóng chảy trong phòng thí nghiệm và được đúc thành thỏi thép và sau đó phôi tấm thép thu được bằng cách rèn thỏi thép này. Tiếp theo, phôi tấm thép thu được được cán nóng bằng thiết bị cán nóng để thử nghiệm dưới các điều kiện gia nhiệt và làm nguội được thể hiện trong bảng 2, nhờ đó thu được tấm thép cán nóng có độ dày bằng 3,2 mm. Sơ đồ gia nhiệt trong quá trình cán nóng được thể hiện trên Fig. 1. Các nhiệt độ ở các điểm tương ứng là các nhiệt độ bề mặt được đo bằng nhiệt kế bức xạ. Tốc độ làm nguội ở bước làm nguội sơ cấp và làm nguội thứ cấp, mà được thực hiện bằng cách làm nguội bằng nước, là khoảng $40^{\circ}\text{C}/\text{giây}$.

Tấm thép cán nóng được làm nguội đến nhiệt độ phòng được tiến hành xử lý tẩy gỉ bằng cách sử dụng chất lỏng tẩy gỉ axit clohydric thông thường làm chất khử cặn. Sau đó, tấm thép cán nóng không được tiến hành cán nguội mà được tiến hành xử lý gia nhiệt mô phỏng dây chuyền mạ kẽm nhúng nóng được thể hiện trên Fig.2 dưới các điều kiện được thể hiện trong bảng 2 bằng cách sử dụng thiết bị mô phỏng việc xử lý gia nhiệt liên tục.

Bảng 1

Loại thép	Thành phần hóa học (đơn vị: % khối lượng, phần còn lại: Fe và các tạp chất)								C*	Lưu ý
	C	Si	Mn	P	S	Al	Ti	Các nguyên tố khác		
A	0,066	0,01	0,49	0,012	0,002	0,049	0,19		0,0036	0,018 Ví dụ theo sáng chế
B	0,065	0,02	0,99	0,011	0,002	0,043	0,15		0,0037	0,027 Ví dụ theo sáng chế
C	0,063	0,01	1,49	0,011	0,002	0,044	0,15		0,0033	0,025 Ví dụ so sánh
D	0,105	0,01	0,49	0,011	0,002	0,047	0,19	V: 0,24	0,0036	0,029 Ví dụ theo sáng chế
E	0,061	0,03	0,54	0,010	0,001	0,048	0,11	V: 0,12	0,0035	0,019 Ví dụ theo sáng chế
F	0,068	0,01	0,55	0,012	0,002	0,049	0,15	Nb: 0,03	0,0036	0,026 Ví dụ theo sáng chế
G	0,066	0,4	0,49	0,012	0,002	0,049	0,19		0,0036	0,018 Ví dụ theo sáng chế
H	0,069	0,02	0,52	0,010	0,001	0,055	0,15	Cu: 0,25	0,0033	0,031 Ví dụ theo sáng chế
I	0,063	0,03	0,56	0,014	0,002	0,051	0,17	Cr: 0,16	0,0031	0,020 Ví dụ theo sáng chế
J	0,066	0,02	0,48	0,015	0,001	0,048	0,16	Ni: 0,18	0,0034	0,026 Ví dụ theo sáng chế
K	0,060	0,02	0,45	0,012	0,001	0,052	0,15	Mo: 0,14	0,0032	0,022 Ví dụ theo sáng chế
L	0,066	0,02	0,48	0,012	0,001	0,054	0,16	B: 0,0008	0,0028	0,026 Ví dụ theo sáng chế
M	0,062	0,01	0,51	0,010	0,002	0,045	0,14	Ca: 0,002	0,0030	0,027 Ví dụ theo sáng chế
N	0,064	0,02	0,46	0,013	0,002	0,053	0,15	Bi 0,002	0,0031	0,026 Ví dụ theo sáng chế
Q	0,075	0,03	0,51	0,013	0,001	0,045	0,03		0,0029	0,067 Ví dụ so sánh

C*=C-12,01*(Ti/47,88+Nb/92,91+0,5*V/50,94); Gạch chân nghĩa là nằm ngoài phạm vi của sáng chế

Bảng 2

Thứ nghiệm số	Loại thép	Các điều kiện cán nóng						Các điều kiện mạ kẽm nhúng nóng				Lưu ý
		Nhiệt độ gia nhiệt lại phôi tấm (°C)	Nhiệt độ cán kết thúc (°C)	Nhiệt độ dùng làm nguồn sơ cấp (°C)	Thời gian làm nguội bằng không khí trung gian (giờ)	Δt (giờ)	Nhiệt độ cuộn (°C)	Nhiệt độ gia nhiệt lớn nhất (°C)	Nhiệt độ duy trì thấp (°C)	Nhiệt độ bề mạ kẽm (°C)	Nhiệt độ xử lý hợp kim hoá (°C)	
1	A	1250	880	750	2	0,3	580	750	500	460	500	Ví dụ theo sáng chế
2	A	1250	880	730	2	0,3	640	750	500	460	500	Ví dụ theo sáng chế
3	A	1250	880	750	2	0,3	580	720	500	460	500	Ví dụ theo sáng chế
4	A	1250	880	750	2	0,3	580	780	500	460	500	Ví dụ theo sáng chế
5	A	1250	880	750	2	0,3	580	850	500	460	500	Ví dụ so sánh
6	A	1250	890	780	10	0,3	580	750	500	460	500	Ví dụ theo sáng chế
7	A	1250	900	750	10	0,3	580	750	500	460	500	Ví dụ theo sáng chế
8	B	1250	880	750	2	4,8	600	750	500	460	500	Ví dụ so sánh
9	B	1250	900	780	10	4,8	600	750	500	460	500	Ví dụ theo sáng chế
10	B	1250	900	740	10	4,8	630	750	500	460	500	Ví dụ theo sáng chế
11	C	1250	880	740	2	24,6	580	750	500	460	500	Ví dụ so sánh
12	C	1250	880	760	2	24,6	640	750	500	460	500	Ví dụ so sánh
13	C	1250	900	780	15	24,6	600	750	500	460	500	Ví dụ so sánh
14	D	1250	880	750	2	0,3	590	750	500	460	500	Ví dụ theo sáng chế
15	D	1250	880	750	2	0,3	650	750	500	460	500	Ví dụ theo sáng chế
16	D	1250	900	790	10	0,3	590	750	500	460	500	Ví dụ theo sáng chế
17	E	1250	900	740	10	0,4	600	750	500	460	500	Ví dụ theo sáng chế

18	F	1250	890	750	10	0,5	600	750	500	460	500	Ví dụ theo sáng chế
19	G	1250	900	730	10	0,3	620	750	500	460	500	Ví dụ theo sáng chế
20	H	1250	900	750	10	0,4	600	750	500	460	500	Ví dụ theo sáng chế
21	I	1250	900	760	10	0,5	610	750	500	460	500	Ví dụ theo sáng chế
22	J	1250	870	740	10	0,3	600	750	500	460	500	Ví dụ theo sáng chế
23	K	1250	890	720	10	0,2	600	750	500	460	500	Ví dụ theo sáng chế
24	L	1250	900	760	10	0,3	600	750	500	460	500	Ví dụ theo sáng chế
25	M	1250	900	740	10	0,3	590	750	500	460	500	Ví dụ theo sáng chế
26	N	1250	900	730	10	0,2	580	750	500	460	500	Ví dụ theo sáng chế
27	<u>Q</u>	1250	900	730	10	0,3	590	750	500	460	500	Ví dụ so sánh

Các mẫu thử kéo JIS số 5 thu được theo hướng vuông góc với hướng cán từ tấm thép cán nóng được trải qua lịch sử nhiệt tương tự như bước mạ kẽm nhúng nóng và được trải qua thử nghiệm kéo. Trong thử nghiệm kéo, ứng suất chảy (ứng suất thử 0,2%), độ bền kéo, và tổng độ giãn dài được đo và giới hạn chảy (ứng suất chảy/độ bền kéo) được tính toán cho mỗi mẫu thử. Sau đó, thử nghiệm giãn nở lỗ được thực hiện theo phương pháp thử nghiệm giãn nở lỗ JFS T 1001 theo các tiêu chuẩn của liên đoàn sắt thép Nhật Bản và tỷ lệ giãn nở lỗ giới hạn, mà là tỷ số giãn nở lỗ khi vết nứt được mở rộng qua độ dày tấm, được đo và giá trị của (độ bền kéo $\times$ tỷ lệ giãn nở lỗ giới hạn) được tính toán.

Cấu trúc thép được quan sát theo cách sau: diện tích mặt cắt ngang theo chiều dọc của tấm thép được tiến hành khắc ăn mòn Nital; ảnh chụp của phần được lấy tại vị trí độ sâu bằng 1/4 độ dày tính từ bề mặt bằng cách sử dụng kính hiển vi quang hoặc kính hiển vi điện tử quét; và tỷ lệ diện tích của mỗi cấu trúc được tính toán từ ảnh chụp bằng phương pháp đếm điểm. Các kết quả thu được theo cách này được thể hiện ở bảng 3.

Bảng 3

Thử nghiệm số	Loại thép	Cấu trúc thép		Các đặc tính cơ học						Lưu ý
		Ferit đa giác (% diện tích)	Sự cân bằng	Độ bền kéo (MPa)	Ứng suất chảy (MPa)	Giới hạn chảy (%)	Độ giãn dài tổng cộng (%)	Tỷ lệ giãn nở lỗ giới hạn (%)	Độ bền kéo × tỷ lệ giãn nở lỗ giới hạn (Mpa · %)	
1	A	98	BF,0	741	694	93,7	18,4	95	70395	Ví dụ theo sáng chế
2	A	99	BF,0	761	704	92,5	19,2	79	60119	Ví dụ theo sáng chế
3	A	98	BF,0	766	710	92,7	18,3	89	68174	Ví dụ theo sáng chế
4	A	98	BF,0	731	678	92,7	19,4	85	62135	Ví dụ theo sáng chế
5	A	99	0	601	508	84,5	23,6	111	66711	Ví dụ so sánh
6	A	99	0	683	599	87,7	19,6	96	65568	Ví dụ theo sáng chế
7	A	99	0	725	638	88,0	22,0	103	74675	Ví dụ theo sáng chế
8	B	75	BF,0	758	700	92,3	19,9	53	40174	Ví dụ so sánh
9	B	98	0	697	615	88,2	20,0	93	64821	Ví dụ theo sáng chế
10	B	99	0	712	623	87,5	20,4	90	64080	Ví dụ theo sáng chế
11	C	30	BF,0,M	860	793	92,2	19,2	43	36980	Ví dụ so sánh
12	C	95	BF,0,M	816	739	90,6	20,8	45	36720	Ví dụ so sánh
13	C	55	BF,0,M	834	742	89,0	18,2	50	41700	Ví dụ so sánh
14	D	99	0	860	792	92,1	19,4	81	69660	Ví dụ theo sáng chế
15	D	99	0	868	789	90,9	18,8	79	68572	Ví dụ theo sáng chế
16	D	98	0	787	674	85,6	18,8	95	74765	Ví dụ theo sáng chế

17	E	98	θ	709	621	87,6	21,0	91	64519	Ví dụ theo sáng chế
18	F	95	BF,θ	751	677	90,1	20,2	83	62333	Ví dụ theo sáng chế
19	G	99	θ	760	669	88,0	20,9	88	66880	Ví dụ theo sáng chế
20	H	98	θ	739	643	87,0	20,5	83	61337	Ví dụ theo sáng chế
21	I	93	BF,θ	716	651	90,9	19,8	85	60860	Ví dụ theo sáng chế
22	J	94	BF,θ	738	660	89,4	20,5	83	61254	Ví dụ theo sáng chế
23	K	97	BF,θ	734	658	89,6	20,2	85	62390	Ví dụ theo sáng chế
24	L	96	BF,θ	741	679	91,6	18,5	90	66690	Ví dụ theo sáng chế
25	M	98	θ	711	635	89,3	20,4	102	72522	Ví dụ theo sáng chế
26	N	99	θ	715	627	87,7	20,8	104	74360	Ví dụ theo sáng chế
27	<u>Q</u>	91	P,θ	<u>512</u>	448	87,5	31,6	120	61440	Ví dụ so sánh

BF: ferit bainitic, θ: xementit, P: pearlit, M: martensit; Gạch chân nghĩa là nằm ngoài phạm vi của sáng chế

Các thử nghiệm số 1 đến 4, 6, 7, 9, 10, 14 đến 26 là các ví dụ của sáng chế trong đó tất cả các thành phần hoá học, các điều kiện sản xuất, và cấu trúc thép tương ứng với các khoảng được xác định bởi sáng chế và trong đó các đặc tính cơ học mong muốn đạt được.

Mặt khác, ở mẫu thử số 5, nhiệt độ gia nhiệt lớn nhất ở bước mạ kẽm nhúng nóng liên tục là lớn hơn nhiệt độ được xác định bởi sáng chế và vì vậy độ bền kéo là không đạt yêu cầu. Ở mẫu thử số 8, thời gian làm nguội trung gian bằng không khí sau khi dừng việc làm nguội sơ cấp không thỏa mãn thời gian Δt được xác định bởi sáng chế và tỷ lệ thể tích của ferit là nhỏ hơn khoảng được xác định bởi sáng chế, vì vậy sự cân bằng độ bền - khả năng giãn nở lỗ bị suy giảm. Ở mẫu thử số 11 đến 13, hàm lượng Mn là lớn hơn giá trị được xác định bởi sáng chế và vì vậy khả năng giãn nở lỗ bị suy giảm. Ở mẫu thử số 27, hàm lượng Ti không thỏa mãn khoảng được xác định bởi sáng chế và vì vậy độ bền kéo là không đạt yêu cầu.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng có lớp mạ kẽm nhúng nóng trên bề mặt của tấm thép cán nóng, khác biệt ở chỗ, tấm thép này có thành phần hóa học bao gồm, theo % khối lượng:

C: nhỏ nhất 0,05% và lớn nhất 0,20%;

Si: lớn nhất 0,50%;

Mn: nhỏ nhất 0,01% và lớn nhất 0,8%;

P: lớn nhất 0,05%;

S: lớn nhất 0,01%;

N: lớn nhất 0,01%;

Al: lớn nhất 0,50%; và

Ti: nhỏ nhất 0,05% và lớn nhất 0,50%,

và một cách tùy ý một nguyên tố hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ, theo % khối lượng:

Cr: lớn nhất 0,80%;

Ni: lớn nhất 0,50%;

Cu: lớn nhất 0,50%;

Mo: lớn nhất 0,50%; và

B: lớn nhất 0,0009%,

một cách tùy ý một nguyên tố hoặc hai nguyên tố được chọn từ, theo % khối lượng:

V: lớn nhất 0,5%; và

Nb: lớn nhất 0,1%, và

một cách tùy ý một nguyên tố hoặc hai nguyên tố được chọn từ, theo % khối lượng:

Ca: lớn nhất 0,01%; và

Bi: lớn nhất 0,01%, và

phần còn lại là Fe và các tạp chất, và

nhờ có cấu trúc thép chứa ferit đa giác chiếm nhỏ nhất 80% diện tích

và phần còn lại bao gồm một loại hoặc hai hoặc nhiều loại được chọn từ ferit bainitic, bainit, pearlit, và xementit,

trong đó tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng có đặc tính cơ học là độ bền kéo nhỏ nhất là 650 MPa,

trong đó tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng có đặc tính cơ học trong đó tích của tỷ lệ giãn nở lỗ và độ bền kéo nhỏ nhất là 60000 MPa·%, tỷ lệ giãn nở lỗ thu được từ thử nghiệm giãn nở lỗ được quy định tại các tiêu chuẩn của Liên đoàn Sắt thép Nhật Bản JFST1001, và trong đó giới hạn chảy nhỏ nhất là 80%, giới hạn chảy là tỷ số của ứng suất thử 0,2 với độ bền kéo.

2. Quy trình sản xuất tấm thép cán nóng được mạ kẽm nhúng nóng, quy trình này bao gồm các bước từ (A) đến (C) sau đây:

(A) bước cán nóng bao gồm các công đoạn: sau khi gia nhiệt lại phiôi tấm có thành phần hóa học như được nêu trong điểm 1 đến nhiệt độ thấp nhất là 1100°C và lớn nhất là 1350°C; tiến hành cán nóng phiôi tấm; hoàn tất việc cán nóng trong dải nhiệt độ từ nhỏ nhất 850°C đến lớn nhất 980°C nhờ đó tạo ra tấm thép cán nóng; tiến hành xử lý làm nguội sơ cấp tấm thép cán nóng, xử lý duy trì, và xử lý làm nguội thứ cấp theo trình tự nối tiếp, xử lý làm nguội sơ cấp làm nguội tấm thép cán nóng đến dải nhiệt độ từ nhỏ nhất 650°C đến lớn nhất 800°C bởi thiết bị làm nguội bằng nước, xử lý duy trì duy trì tấm thép cán nóng trong khoảng thời gian nhỏ nhất là Δt giây được xác định theo công thức dưới đây trong dải nhiệt độ từ nhỏ nhất 650°C đến lớn nhất 800°C, xử lý làm nguội thứ cấp làm nguội tấm thép cán nóng đến dải nhiệt độ từ nhỏ nhất 400°C đến lớn nhất 650°C; và cuộn tấm thép cán nóng trong dải nhiệt độ từ nhỏ nhất 400°C đến lớn nhất 650°C,

$$\Delta t (\text{giây}) = 5 \cdot \text{Mn}^4 \quad (1)$$

trong đó Mn trong công thức (1) có nghĩa là hàm lượng Mn (đơn vị: % khối lượng) trong thép,

(B) bước tẩy gỉ để tiến hành xử lý tẩy gỉ tấm thép cán nóng được tạo ra ở bước cán nóng; và

(C) bước mạ kẽm nhúng nóng liên tục bao gồm các công đoạn: gia nhiệt tấm thép cán nóng được tạo ra ở bước tẩy gỉ đến khoảng nhiệt độ từ nhỏ nhất 650°C đến lớn nhất 800°C; làm nguội và tiến hành mạ kẽm nhúng nóng tấm thép cán nóng; và duy trì tấm thép cán nóng trong khoảng nhiệt độ từ nhỏ nhất 460°C đến lớn nhất 600°C nhờ đó tiến hành xử lý hợp kim hóa tấm thép cán nóng.

Fig. 1

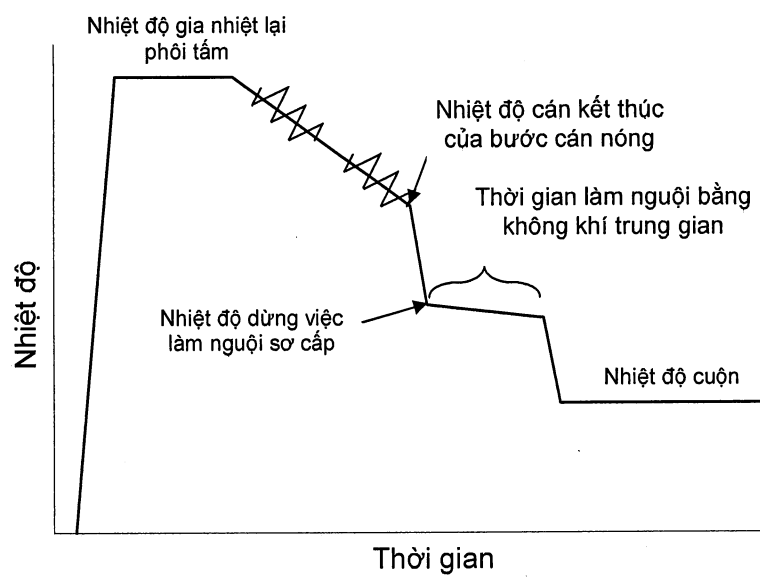


Fig. 2

