



(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)



1-0025306

(51)⁷ C22C 38/00; C21D 9/46; C22C 18/00; (13) B
C23C 28/00; C22C 38/58; C23C 2/06;
C23C 2/26; B21B 3/00; C22C 38/06

(21) 1-2014-00632

(22) 27/07/2012

(86) PCT/JP2012/069260 27/07/2012

(87) WO 2013/018739 A1 07/02/2013

(30) 2011-167436 29/07/2011 JP

(45) 25/09/2020 390

(43) 26/05/2014 314A

(73) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)

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

(72) KAWATA, Hiroyuki (JP); MARUYAMA, Naoki (JP); MURASATO, Akinobu (JP);
MINAMI, Akinobu (JP); YASUI, Takeshi (JP); KUWAYAMA, Takuya (JP);
YONEMURA, Shigeru (JP).

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

(54) TẤM THÉP MẠ KẼM CÓ ĐỘ BỀN CAO, KHẢ NĂNG UỐN CONG TỐT VÀ
PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT TẤM THÉP NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép mạ kẽm có độ bền cao với độ bền kéo bằng 900MPa hoặc cao hơn. Tấm thép mạ kẽm này có độ bền cao có lớp mạ kẽm được hợp kim hóa được tạo thành trên bề mặt của tấm thép nền chứa các lượng định trước của C, Si, Mn, P, S, Al, N, O với phần còn lại là sắt và các tạp chất không tránh được, trong đó trong cấu trúc của tấm thép nền, austenit dư được giới hạn đến 8% hoặc nhỏ hơn, tính theo phần thể tích, độ nhon K* của sự phân bố độ cứng giữa độ cứng 2% và độ cứng 98% là -0,30 hoặc nhỏ hơn, tỷ lệ giữa độ cứng Vickers của lớp bề mặt của tấm thép nền và độ cứng Vickers của 1/4 chiều dày của tấm thép nền là 0,35 đến 0,70, và hàm lượng sắt trong lớp mạ kẽm được hợp kim hóa là 8 đến 12%, tính theo % khối lượng.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép mạ kẽm có độ bền cao và phương pháp sản xuất tấm thép này, và cụ thể là sáng chế đề cập đến tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng uốn cong tốt và phương pháp sản xuất tấm thép này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, nhu cầu về các tấm thép mạ có độ bền cao được sử dụng cho ô tô hoặc tương tự ngày càng gia tăng, và các tấm thép mạ có độ bền cao có ứng suất kéo căng lớn nhất bằng 900MPa hoặc cao hơn bắt đầu được sử dụng. Đối với phương pháp để tạo ra xe cộ hoặc bộ phận ô tô nhờ sử dụng các tấm thép mạ có độ bền cao như vậy, có thể đề cập đến công đoạn uốn cong như tạo hình ép. Thông thường, độ bền của tấm thép càng tăng, thì khả năng uốn cong càng kém. Do đó, khi công đoạn uốn cong được thực hiện đối với tấm thép mạ có độ bền cao, dễ dàng xảy ra các vấn đề như nứt bên trong tấm thép ở phần biến dạng, thất ở mặt phân cách giữa bề mặt tấm thép và lớp mạ, và phá hủy hoặc tróc lớp mạ.

Đối với kỹ thuật để nâng cao khả năng uốn cong của tấm thép, tài liệu sáng chế 1 đề xuất tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao, trong đó thành phần hóa học của tấm thép chứa, tính theo % khối lượng, C: nhiều hơn 0,02% và nhỏ hơn hoặc bằng 0,20%, Si: 0,01 đến 2,0%, Mn: 0,1 đến 3,0%, P: 0,003 đến 0,10%, S: 0,020% hoặc nhỏ hơn, Al: 0,001 đến 1,0%, N: 0,0004 đến 0,015%, và Ti: 0,03 đến 0,2%, còn lại bao gồm Fe và các tạp chất, cấu trúc kim loại của tấm thép chứa 30 đến 95% ferit tính theo tỷ lệ diện tích, pha thứ hai với lượng còn lại được tạo ra bởi một hoặc nhiều nguyên tố trong số mactensit, bainit, peclit, xementit, và austenit dư, tỷ lệ diện tích của mactensit là 0 đến 50% khi mactensit được chứa, và tấm thép chứa các kết tủa cacbonitrua trên cơ sở Ti có đường kính hạt bằng 2 đến 30nm và khoảng cách trung bình giữa các hạt từ 30 đến 300nm và chứa TiN kết tinh có đường kính hạt bằng 3 μ m hoặc lớn hơn và khoảng cách trung bình giữa các hạt từ 50 đến 500 μ m.

Hơn nữa, tài liệu sáng chế 2 mô tả, đối với tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có khả năng uốn cong tốt, tấm thép mạ kẽm nhúng nóng mà có thành phần hóa học chứa, tính theo % khối lượng, C: 0,03 đến 0,11%, Si: 0,005 đến 0,5%, Mn: 2,0 đến 4,0%, P: 0,1% hoặc nhỏ hơn, S: 0,01% hoặc nhỏ hơn, Al dạng sol: 0,01 đến 1,0%, N: 0,01% hoặc nhỏ hơn và ngoài ra chứa một hoặc cả hai trong số Ti: 0,50% hoặc nhỏ hơn và Nb: 0,50% hoặc nhỏ hơn trong khoảng thỏa mãn $Ti + Nb/2 \geq 0,03$ (Ti và Nb trong biểu thức này thể hiện hàm lượng của các nguyên tố tương ứng (đơn vị: % theo khối lượng)) với phần còn lại là Fe và các tạp chất, có cấu trúc thép có khoảng cách trung bình bằng 300 μ m hoặc nhỏ hơn theo hướng chiều rộng tấm trong phần tập trung Mn kéo dài theo hướng cán ở vị trí 1/20 chiều sâu (t: chiều dày tấm của tấm thép) từ một bề mặt, tỷ lệ diện tích của ferit bằng 60% hoặc nhiều hơn, và đường kính hạt trung bình của ferit bằng 1,0 đến 6,0 μ m và chứa 100 hoặc nhiều hơn các kết tủa trên một μ m² với đường kính hạt bằng 1 đến 10nm trong ferit, và có độ bền kéo bằng 540MPa hoặc cao hơn.

Hơn nữa, tài liệu sáng chế 3 mô tả, đối với tấm thép mạ nhúng nóng có cả tính dẻo và khả năng uốn cong, tấm thép mạ nhúng nóng có lớp mạ chứa kẽm trên bề mặt của tấm thép cán nguội mà có thành phần hóa học chứa, tính theo % khối lượng, C: 0,08 đến 0,25%, Si: 0,7% hoặc nhỏ hơn, Mn: 1,0 đến 2,6%, Al: 1,5% hoặc nhỏ hơn, P: 0,03% hoặc nhỏ hơn, S: 0,02% hoặc nhỏ hơn và N: 0,01% hoặc nhỏ hơn và có mối tương quan giữa Si và Al thỏa mãn $1,0\% \leq Si + Al \leq 1,8\%$ với phần còn lại được tạo bởi Fe và các tạp chất, và có các đặc tính cơ học thỏa mãn $TS \geq 590$ (TS: độ bền kéo (MPa)), $TS \times El \geq 17500$ (El: tổng độ giãn dài (%)), và $\rho \leq 1,5 \times t$ (ρ : bán kính uốn cong giới hạn (mm), t: chiều dày tấm (mm)).

Tài liệu sáng chế 4 mô tả, đối với tấm thép cán nguội có tính dẻo và khả năng uốn cong tốt, tấm thép cán nguội mà có thành phần hóa học chứa, tính theo % khối lượng, C: 0,08 đến 0,20%, Si: 1,0% hoặc nhỏ hơn, Mn: 1,8 đến 3,0%, P: 0,1% hoặc nhỏ hơn, S: 0,01% hoặc nhỏ hơn, Al dạng sol: 0,005 đến 0,5%, N: 0,01% hoặc nhỏ hơn và Ti: 0,02 đến 0,2% với phần còn lại được tạo bởi Fe và các tạp chất, có cấu trúc thép tạo bởi, tính theo % thể tích, ferit: 10% hoặc nhiều

hơn, bainit: 20 đến 70%, austenit dư: 3 đến 20% và mactensit: 0 đến 20% trong đó đường kính hạt trung bình của ferit là 10µm hoặc nhỏ hơn, đường kính hạt trung bình của bainit là 10µm hoặc nhỏ hơn, đường kính hạt trung bình của austenit dư là 3µm hoặc nhỏ hơn, và đường kính hạt trung bình của mactensit là 3µm hoặc nhỏ hơn, có các đặc tính cơ học sao cho độ bền kéo (TS) là 780MPa hoặc cao hơn, sản phẩm (TS × trị số El) của độ bền kéo (TS) và tổng độ giãn dài (El) là 14000MPa·% hoặc nhiều hơn, và bán kính uốn cong nhỏ nhất trong thử nghiệm uốn cong là 1,5t hoặc nhỏ hơn (t: chiều dày tấm), và có chiều dày tấm bằng 2,0mm hoặc lớn hơn, và mô tả rằng lớp mạ được tạo ra trên bề mặt của tấm thép cán nguội.

Tài liệu sáng chế 5 mô tả, đối với tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có khả năng uốn cong tốt, tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa mà có thành phần hóa học chứa, tính theo % khối lượng, C: 0,03 đến 0,12%, Si: 0,02 đến 0,50%, Mn: 2,0 đến 4,0%, P: 0,1% hoặc nhỏ hơn, S: 0,01% hoặc nhỏ hơn, Al dạng sol: 0,01 đến 1,0% và N: 0,01% hoặc nhỏ hơn và ngoài ra chứa một hoặc cả hai trong số Ti: 0,50% hoặc nhỏ hơn và Nb: 0,50% hoặc nhỏ hơn trong khoảng thỏa mãn $Ti + Nb/2 \geq 0,03$ với phần còn lại được tạo bởi Fe và các tạp chất, và có cấu trúc thép sao cho tỷ lệ diện tích của ferit là 60% hoặc nhiều hơn và đường kính hạt trung bình của ferit là 1,0 đến 6,0µm, trong đó lớp mạ kẽm nhúng-nóng được hợp kim hóa chứa, tính theo % khối lượng, Fe: 8 đến 15% và Al: 0,08 đến 0,50% với phần còn lại được tạo bởi Zn và các tạp chất, và tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền kéo bằng 540MPa hoặc cao hơn và có khả năng uốn cong tốt.

Tài liệu sáng chế 6 mô tả tấm thép mạ kẽm nhúng nóng có độ bền cao có khả năng gia công tốt, tấm thép này có lớp mạ kẽm nhúng-nóng trên tấm thép nền chứa, tính theo % khối lượng, C: 0,03 đến 0,17%, Si: 0,01 đến 0,75%, Mn: 1,5 đến 2,5%, P: 0,080% hoặc nhỏ hơn, S: 0,010% hoặc nhỏ hơn, Al dạng sol: 0,01 đến 1,20%, Cr: 0,3 đến 1,3% với phần còn lại được tạo bởi Fe và các tạp chất không tránh được, và có cấu trúc thép tạo bởi, theo phần thể tích, 30 đến

70% ferit, nhỏ hơn 3% austenit dư, và mactensit với lượng còn lại, trong đó 20% hoặc nhiều hơn của mactensit là mactensit được ram.

Tài liệu sáng chế 7 mô tả, đối với tấm thép cán nguội có độ bền siêu cao có khả năng gia công uốn cong tốt, thép này chứa, tính theo % khối lượng, C: 0,12 đến 0,30%, Si: 1,2% hoặc nhỏ hơn, Mn: 1 đến 3%, P: 0,020% hoặc nhỏ hơn, S: 0,010% hoặc nhỏ hơn, Al dạng sol: 0,01 đến 0,06% với phần còn lại được tạo bởi Fe và các tạp chất không tránh được, thép này có một lớp mềm của C: 0,1% khối lượng hoặc nhỏ hơn ở phần lớp bề mặt trên cả hai bề mặt từ 3 đến 15% thể tích trên bề mặt với phần còn lại được tạo bởi cấu trúc phức của austenit dư thấp hơn 10% thể tích và pha chuyển hóa nhiệt độ thấp hoặc ngoài ra là ferit.

Tài liệu kỹ thuật đã biết

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2007-16319

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2009-215616

Tài liệu sáng chế 3: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2009-270126

Tài liệu sáng chế 4: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2010-59452

Tài liệu sáng chế 5: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2010-65269

Tài liệu sáng chế 6: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2010-70843

Tài liệu sáng chế 7: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số H5-195149

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề cần giải quyết

Tuy nhiên, các kỹ thuật thông thường không thể thu được đầy đủ khả năng uốn cong khi công đoạn uốn cong được thực hiện trên tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, và do đó cần phải cải thiện hơn nữa khả năng uốn cong.

Đối với vấn đề nêu trên, sáng chế đề cập đến tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng uốn cong tốt và phương pháp sản xuất tấm thép này.

Cách thức giải quyết vấn đề

Các tác giả sáng chế đã tiến hành nghiên cứu chuyên sâu để thu được tấm thép mạ kẽm có độ bền cao với độ bền kéo lớn nhất bằng 900MPa hoặc cao hơn mà nhờ đó khả năng uốn cong tốt có thể thu được bằng cách ngăn ngừa tất cả các vết nứt bên trong tấm thép là vật liệu nền, việc thất ở mặt phân cách giữa bề mặt tấm thép và lớp mạ, và việc phá hủy và tróc lớp mạ, mà xảy ra ở phần biến dạng do thực hiện uốn cong. Kết quả là, các tác giả sáng chế phát hiện ra rằng có thể là tấm thép mạ kẽm có độ bền cao có lớp mạ kẽm được hợp kim hóa với hàm lượng sắt là 8 đến 12% được tạo ra trên bề mặt của tấm thép nền có thành phần hóa học định trước, trong đó trong cấu trúc cơ bản của tấm thép, austenit dư được giới hạn đến 8% hoặc nhỏ hơn, tính theo phần thể tích, độ nhọn K^* của sự phân bố độ cứng, mà sẽ được mô tả dưới đây, bằng -0,30 hoặc nhỏ hơn, và tỷ lệ giữa độ cứng Vickers của lớp bề mặt và độ cứng Vickers của 1/4 chiều dày "(độ cứng Vickers của lớp bề mặt)/(độ cứng Vickers của 1/4 chiều dày)" là 0,35 đến 0,70.

Cụ thể là, mặc dù tấm thép như vậy mạ kẽm có độ bền cao có độ bền kéo lớn nhất bằng 900MPa hoặc cao hơn, độ cứng Vickers của lớp bề mặt của tấm thép nền là thấp so với độ cứng Vickers của 1/4 chiều dày, lớp bề mặt của tấm thép nền dễ dàng biến dạng khi công đoạn uốn cong được thực hiện, và hơn nữa austenit dư, mà trở thành điểm bắt đầu phá hủy, được giới hạn đến 8% hoặc nhỏ hơn, tính theo phần thể tích trong cấu trúc cơ bản của tấm thép. Do đó, không dễ dàng xảy ra nứt ở bên trong của tấm thép nền.

Hơn nữa, trong tấm thép mạ kẽm có độ bền cao như vậy, bởi vì độ nhọn K^* của sự phân bố độ cứng là -0,30 hoặc nhỏ hơn và sự phân tán mức độ phân bố độ cứng trong tấm thép nền là nhỏ, có ít đường biên là các vùng mà mức

chênh lệch độ cứng là lớn được tiếp xúc với nhau, và không dễ dàng xảy ra nứt ở bên trong của tấm thép nền khi công đoạn uốn cong được thực hiện.

Hơn nữa, trong tấm thép như vậy mạ kẽm có độ bền cao, bởi vì độ cứng Vickers của lớp bề mặt của tấm thép nền là thấp so với độ cứng Vickers của 1/4 chiều dày và tính dẻo của lớp bề mặt của tấm thép nền là tốt, sự thất được ngăn ngừa trên phía tấm thép nền ở mặt phân cách giữa bề mặt của tấm thép nền và lớp mạ kẽm được hợp kim hóa khi công đoạn uốn cong được thực hiện, và do đó sự thất không dễ dàng xảy ra ở mặt phân cách giữa bề mặt của tấm thép nền và lớp mạ kẽm được hợp kim hóa.

Hơn nữa, trong tấm thép như vậy mạ kẽm có độ bền cao, hàm lượng sắt của lớp mạ kẽm được hợp kim hóa là 8 đến 12%, và sự dính ở mặt phân cách giữa bề mặt của tấm thép nền và lớp mạ kẽm được hợp kim hóa là tốt. Do đó, sự phá hủy và tróc lớp mạ kẽm được hợp kim hóa không dễ dàng xảy ra khi thực hiện uốn cong.

Sáng chế được thực hiện trên cơ sở kiến thức này, và các đối tượng của sáng chế là như sau.

(1) Tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng uốn cong tốt với độ bền kéo lớn nhất bằng 900MPa hoặc cao hơn, bao gồm lớp mạ kẽm được hợp kim hóa được tạo thành trên bề mặt của tấm thép nền chứa, tính theo % khối lượng, C: 0,075 đến 0,300%, Si: 0,30 đến 2,50%, Mn: 1,30 đến 3,50%, P: 0,001 đến 0,050%, S: 0,0001 đến 0,0100%, Al: 0,005 đến 1,500%, N: 0,0001 đến 0,0100%, và O: 0,0001 đến 0,0100% với phần còn lại là sắt và các tạp chất không tránh được, trong đó: austenit dư được giới hạn đến 8% hoặc nhỏ hơn, tính theo phần thể tích ở khoảng từ 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép nền; khi các vùng đo có đường kính 1µm hoặc nhỏ hơn được thiết lập trong khoảng 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép nền, thì các giá trị đo độ cứng trong các vùng đo được sắp xếp theo trình tự tăng dần để thu được sự phân bố độ cứng, số nguyên N0,02 thu được, đó là số thu được bằng cách nhân tổng số các giá trị đo của độ cứng với 0,02 và làm tròn số này khi số này bao gồm phần thập phân, độ cứng của giá trị đo mà là lớn nhất thứ N0,02 từ giá trị đo của độ cứng nhỏ nhất được

lấy là độ cứng 2%, số nguyên N0,98 thu được, đó là số thu được bằng cách nhân tổng số các giá trị đo của độ cứng với 0,98 và làm tròn số này khi số này bao gồm phần thập phân, và độ cứng của giá trị đo mà là lớn nhất thứ N0,98 từ giá trị đo của độ cứng nhỏ nhất được lấy là độ cứng 98%, độ nhọn K* của sự phân bố độ cứng giữa độ cứng 2% và độ cứng 98% là -0,30 hoặc nhỏ hơn; tỷ lệ giữa độ cứng Vickers của lớp bề mặt của tấm thép nền và độ cứng Vickers của 1/4 chiều dày của tấm thép nền là 0,35 đến 0,70; và hàm lượng sắt trong lớp mạ kẽm được hợp kim hóa là 8 đến 12%, tính theo % khối lượng.

(2) Tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng uốn cong tốt theo mục (1), trong đó cấu trúc của tấm thép nền chứa, theo phần thể tích, 10 đến 75% ferit, 10 đến 50%, tính theo tổng của một hoặc cả hai của ferit bainitic và bainit, 10 đến 50% mactensit được ram nằm trong khoảng 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép nền, mactensit mới được giới hạn đến 15% hoặc nhỏ hơn, tính theo phần thể tích, và peclit được giới hạn đến 5% hoặc nhỏ hơn, tính theo phần thể tích.

(3) Tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng uốn cong tốt theo mục (1), trong đó tấm thép nền còn chứa, tính theo % khối lượng, một hoặc cả hai của Ti: 0,005 đến 0,150%, và Nb: 0,005 đến 0,150%.

(4) Tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng uốn cong tốt theo mục (1), trong đó tấm thép nền còn chứa, tính theo % khối lượng, một hoặc nhiều nguyên tố trong số B: 0,0001 đến 0,0100%, Cr: 0,01 đến 2,00%, Ni: 0,01 đến 2,00%, Cu: 0,01 đến 2,00%, Mo: 0,01 đến 1,00%, và W: 0,01 đến 1,00%.

(5) Tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng uốn cong tốt theo mục (1), trong đó tấm thép nền còn chứa, tính theo % khối lượng, V: 0,005 đến 0,150%.

(6) Tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng uốn cong tốt theo mục (1), trong đó tấm thép nền còn chứa, 0,0001 đến 0,5000% khối lượng tính theo tổng của một hoặc nhiều nguyên tố trong số Ca, Ce, Mg, Zr, Hf, và REM.

Tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng uốn cong tốt theo mục (1), trong đó một hoặc cả hai của màng phủ tạo bởi phospho oxit và màng phủ tạo bởi oxit composit chứa phospho được tạo thành trên bề mặt của lớp mạ kẽm được hợp kim hóa.

Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng uốn cong tốt, phương pháp này bao gồm: bước cán nóng để nung nóng đến 1050°C hoặc cao hơn phôi tấm chứa, tính theo % khối lượng, C: 0,075 đến 0,300%, Si: 0,30 đến 2,50%, Mn: 1,30 đến 3,50%, P: 0,001 đến 0,050%, S: 0,0001 đến 0,0100%, Al: 0,005 đến 1,500%, N: 0,0001 đến 0,0100%, và O: 0,0001 đến 0,0100% với phần còn lại là sắt và các tạp chất không tránh được, hoàn thành bước cán nóng ở nhiệt độ cán nóng hoàn thiện bằng 880°C hoặc cao hơn, và cuộn ở khoảng nhiệt độ 750°C hoặc thấp hơn; bước ủ liên tục để nung nóng tấm thép ở nhiệt độ nằm trong khoảng giữa 600°C và điểm chuyển hóa A_{c1} ở tốc độ nung nóng trung bình 1°C hoặc cao hơn, duy trì tấm thép trong thời gian từ 20 giây đến 600 giây ở nhiệt độ ủ giữa (điểm chuyển hóa $A_{c1} + 40$) $^{\circ}\text{C}$ và điểm chuyển hóa A_{c3} và ở môi trường khí trong đó $\log(\text{áp suất nước riêng phần/áp suất hydro riêng phần})$ là -3,0 đến 0,0, thực hiện xử lý làm biến dạng uốn đi uốn lại hai hoặc nhiều lần nhờ sử dụng trục cán có bán kính 800mm hoặc nhỏ hơn để tạo ra mức chênh lệch trong lượng ứng suất tích lũy giữa bề mặt trước và sau là 0,0050 hoặc nhỏ hơn, sau đó làm nguội tấm thép ở nhiệt độ nằm trong khoảng 740°C đến 650°C ở tốc độ làm nguội trung bình 1,0 đến $5,0^{\circ}\text{C/giây}$, và làm nguội tấm thép ở nhiệt độ nằm trong khoảng 650°C đến 500°C ở tốc độ làm nguội trung bình 5 đến 200°C/giây ; và bước mạ hợp kim hóa để thực hiện việc xử lý hợp kim hóa bao gồm việc nhúng tấm thép sau bước ủ liên tục trong dung dịch mạ kẽm, và sau đó duy trì tấm thép ở nhiệt độ 470 đến 650°C trong thời gian từ 10 đến 120 giây.

(9) Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng uốn cong tốt theo mục (8), trong đó sau bước cán nóng và trước bước ủ liên tục, bước cán nguội để cán nguội với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán từ 30 đến 75% được thực hiện.

(10) Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng uốn cong tốt theo mục (8), trong đó sau bước xử lý hợp kim hóa, tấm thép được duy trì ở nhiệt độ 200 đến 350°C trong thời gian từ 30 đến 1000 giây.

(11) Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm có độ bền cao có đặc tính chống và đập tốt theo mục (8), trong đó sau bước xử lý hợp kim hóa, bước bổ sung màng phủ tạo bởi phospho oxit và/hoặc oxit composit chứa phospho được thực hiện.

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng uốn cong tốt với độ bền kéo lớn nhất bằng 900MPa hoặc cao hơn và phương pháp sản xuất tấm thép này có thể được đề xuất.

Mô tả chi tiết sáng chế

Tấm thép mạ kẽm có độ bền cao của sáng chế là tấm thép mạ kẽm có độ bền cao có độ bền kéo bằng 900MPa hoặc cao hơn, bao gồm lớp mạ kẽm được hợp kim hóa được tạo ra trên bề mặt của tấm thép nền chứa, tính theo % khối lượng, C: 0,075 đến 0,300%, Si: 0,30 đến 2,50%, Mn: 1,30 đến 3,50%, P: 0,001 đến 0,050%, S: 0,0001 đến 0,0100%, Al: 0,005 đến 1,500%, N: 0 đến 0,0100%, O: 0 đến 0,0100% với phần còn lại là sắt và các tạp chất không tránh được.

Các thành phần hóa học của tấm thép nền

Trước hết, các thành phần hóa học (thành phần) của tấm thép nền tạo thành tấm thép mạ kẽm có độ bền cao của sáng chế sẽ được mô tả. Lưu ý rằng [%] trong phần mô tả dưới đây là [% khối lượng].

"C: 0,075 đến 0,300%"

C được chứa để làm tăng độ bền của tấm thép nền. Tuy nhiên, khi hàm lượng C vượt quá 0,300%, khả năng hàn trở nên không đủ. Đối với khả năng hàn, hàm lượng C tốt hơn là 0,250% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,220% hoặc nhỏ hơn. Mặt khác, khi hàm lượng C nhỏ hơn 0,075%, độ bền giảm và không thể đảm bảo độ bền kéo lớn nhất bằng 900MPa hoặc cao hơn. Để làm tăng độ bền, hàm lượng C tốt hơn là 0,090% hoặc nhiều hơn, tốt hơn nữa là 0,100% hoặc nhiều hơn.

"Si: 0,30 đến 2,50%"

Si là nguyên tố mà cản trở sự tạo thành của cacbua gốc sắt trong tấm thép nền, và cần thiết để làm tăng độ bền và khả năng tạo hình. Hơn nữa, nó cũng là nguyên tố mà làm cải thiện khả năng cuốn mép khi kéo căng bởi vì nó làm tăng

độ cứng của lớp bề mặt của tấm thép nền dưới dạng nguyên tố làm tăng bền dung dịch rắn. Tuy nhiên, khi hàm lượng Si vượt quá 2,50%, tấm thép nền trở nên giòn và tính dẻo bị suy giảm. Đối với tính dẻo, hàm lượng Si tốt hơn là 2,20% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 2,00% hoặc nhỏ hơn. Mặt khác, khi hàm lượng Si nhỏ hơn 0,30%, một lượng lớn của các cacbua gốc sắt thô được tạo ra trong khi xử lý hợp kim hóa của lớp mạ kẽm được hợp kim hóa, suy giảm độ bền và khả năng tạo hình. Đối với điều này, giá trị giới hạn dưới của Si tốt hơn là 0,50% hoặc nhiều hơn, tốt hơn nữa là 0,70% hoặc nhiều hơn.

"Mn: 1,30 đến 3,50%"

Mn được chứa để làm tăng độ bền của tấm thép nền. Tuy nhiên, khi hàm lượng Mn vượt quá 3,50%, phần tập trung Mn thô xuất hiện trong phần giữa chiều dày tấm của tấm thép nền, sự hóa giòn xảy ra dễ dàng, và sự cố như nứt phôi tấm đúc xảy ra dễ dàng. Hơn nữa, khi hàm lượng Mn vượt quá 3,50%, khả năng hàn cũng bị suy giảm. Do đó, hàm lượng Mn cần phải là 3,50% hoặc nhỏ hơn. Đối với khả năng hàn, hàm lượng Mn tốt hơn là 3,20% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 3,00% hoặc nhỏ hơn. Mặt khác, khi hàm lượng Mn nhỏ hơn 1,30%, một lượng lớn của các cấu trúc mềm được tạo thành trong khi làm nguội sau khi ủ, và do đó trở nên khó đảm bảo độ bền kéo lớn nhất bằng 900MPa hoặc cao hơn. Do đó, hàm lượng Mn cần phải là 1,30% hoặc nhiều hơn. Hàm lượng Mn, để làm gia tăng hơn nữa độ bền, tốt hơn là 1,50% hoặc nhiều hơn, tốt hơn nữa là 1,70% hoặc nhiều hơn.

"P: 0,001 đến 0,050%"

P có xu hướng tách riêng ở phần giữa chiều dày tấm của tấm thép nền, và làm hóa giòn vùng mối hàn. Khi hàm lượng P vượt quá 0,050%, vùng hàn trở nên rất giòn, và do đó hàm lượng P được giới hạn đến 0,050% hoặc nhỏ hơn. Mặc dù các hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không điều chỉnh một cách cụ thể giới hạn dưới của hàm lượng P, việc điều chỉnh hàm lượng P đến nhỏ hơn 0,001% đi kèm với việc tăng mạnh chi phí sản xuất, và do đó 0,001% được thiết lập làm giá trị giới hạn dưới.

"S: 0,0001 đến 0,0100%"

S ảnh hưởng bất lợi đến khả năng hàn và khả năng sản xuất trong khi đúc và cán nóng. Do đó, giá trị giới hạn trên của hàm lượng S được điều chỉnh đến 0,0100% hoặc nhỏ hơn. Hơn nữa, S ghép với Mn để tạo thành MnS thô và giảm tính dẻo và khả năng cuốn mép khi kéo căng. Do đó, tốt hơn là 0,0050% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,0025% hoặc nhỏ hơn. Các hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không điều chỉnh một cách cụ thể giới hạn dưới của hàm lượng S. Tuy nhiên, việc điều chỉnh hàm lượng S đến nhỏ hơn 0,0001% đi kèm với việc tăng mạnh chi phí sản xuất, và do đó 0,0001% được thiết lập làm giá trị giới hạn dưới.

"Al: 0,005 đến 1,500%"

Al cản trở sự tạo thành của cacbua gốc sắt để làm tăng độ bền và khả năng tạo hình của tấm thép nền. Tuy nhiên, khi hàm lượng Al vượt quá 1,500%, khả năng hàn kém đi, và do đó giới hạn trên của hàm lượng Al được điều chỉnh đến 1,500%. Đối với điều này, hàm lượng Al tốt hơn là 1,200% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,900% hoặc nhỏ hơn. Hơn nữa, mặc dù Al là nguyên tố hữu hiệu dùng làm vật liệu khử oxy, khi hàm lượng Al nhỏ hơn 0,005%, hiệu quả như vật liệu khử oxy không thể thu được đầy đủ, và do đó giới hạn dưới của hàm lượng Al là 0,005% hoặc nhiều hơn. Để thu được đầy đủ hiệu quả khử oxy, hàm lượng Al tốt hơn là 0,010% hoặc nhiều hơn.

"N: 0,0001 đến 0,0100%"

N tạo thành nitrua thô và bị suy giảm tính dẻo và khả năng cuốn mép khi kéo căng, và do đó lượng được bổ sung của nó cần được hạn chế. Khi hàm lượng N vượt quá 0,0100%, xu hướng này trở nên đáng kể, và do đó khoảng của hàm lượng N được điều chỉnh đến 0,0100% hoặc nhỏ hơn. Hơn nữa, N gây ra sự tạo thành của bọt khí trong khi hàn, và do đó càng nhỏ càng tốt. Mặc dù các hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không điều chỉnh một cách cụ thể giới hạn dưới của hàm lượng N, điều chỉnh hàm lượng N đến nhỏ hơn 0,0001% đi kèm với việc tăng mạnh chi phí sản xuất, và do đó 0,0001% được thiết lập làm giá trị giới hạn dưới.

"O: 0,0001 đến 0,0100%"

O tạo thành oxit và bị suy giảm tính dẻo và khả năng cuộn mép khi kéo căng, và do đó hàm lượng của nó cần được hạn chế. Khi hàm lượng O vượt quá 0,0100%, làm suy giảm khả năng cuộn mép khi kéo căng trở nên đáng kể, và do đó giới hạn trên của hàm lượng O được điều chỉnh đến 0,0100% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng O tốt hơn là 0,0080% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,0060% hoặc nhỏ hơn. Mặc dù các hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không điều chỉnh một cách cụ thể giới hạn dưới của hàm lượng O, điều chỉnh hàm lượng O đến nhỏ hơn 0,0001% đi kèm với việc tăng mạnh chi phí sản xuất, và do đó 0,0001% được thiết lập làm giới hạn dưới.

Tấm thép nền tạo thành tấm thép mạ kẽm có độ bền cao của sáng chế còn có thể chứa các nguyên tố dưới đây khi cần.

"Ti: 0,005 đến 0,150%"

Ti là nguyên tố mà góp phần vào việc làm tăng độ bền của tấm thép nền bằng cách tăng bền kết tủa, tăng bền hạt mịn bằng cách ngăn ngừa sự phát triển của các hạt tinh thể ferit, và tăng bền chuyển vị bằng cách ngăn ngừa sự tái kết tinh. Tuy nhiên, khi hàm lượng Ti vượt quá 0,150%, sự kết tủa của cacbonitrua tăng lên và khả năng tạo hình bị suy giảm, và do đó hàm lượng Ti tốt hơn là 0,150% hoặc nhỏ hơn. Đối với khả năng tạo hình, hàm lượng Ti tốt hơn nữa là 0,100% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,070% hoặc nhỏ hơn. Mặc dù các hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không điều chỉnh một cách cụ thể giới hạn dưới của hàm lượng Ti, hàm lượng Ti tốt hơn là 0,005% hoặc nhiều hơn để thu được đầy đủ hiệu quả làm tăng độ bền của Ti. Để làm tăng độ bền của tấm thép nền, hàm lượng Ti tốt hơn nữa là 0,010% hoặc nhiều hơn, tốt hơn nữa là 0,015% hoặc nhiều hơn.

"Nb: 0,005 đến 0,150%"

Nb là nguyên tố mà góp phần vào việc làm tăng độ bền của tấm thép nền bằng cách tăng bền kết tủa, tăng bền hạt mịn bằng cách ngăn ngừa sự phát triển của các hạt tinh thể ferit, và tăng bền chuyển vị bằng cách ngăn ngừa sự tái kết tinh. Tuy nhiên, khi hàm lượng Nb vượt quá 0,150%, sự kết tủa của cacbonitrua tăng lên và khả năng tạo hình bị suy giảm, và do đó hàm lượng Nb tốt hơn là

0,150% hoặc nhỏ hơn. Đối với khả năng tạo hình, hàm lượng Nb tốt hơn nữa là 0,100% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,060% hoặc nhỏ hơn. Mặc dù các hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không điều chỉnh một cách cụ thể giới hạn dưới của hàm lượng Nb, hàm lượng Nb tốt hơn là 0,005% hoặc nhiều hơn để thu được đầy đủ hiệu quả làm tăng độ bền của Nb. Để làm tăng độ bền của tấm thép nền, hàm lượng Nb tốt hơn là 0,010% hoặc nhiều hơn, tốt hơn nữa là 0,015% hoặc nhiều hơn.

"B: 0,0001 đến 0,0100%"

B cản trở sự chuyển hóa pha ở nhiệt độ cao và là nguyên tố hữu hiệu để làm tăng độ bền, và có thể được bổ sung thay thế cho phần của C và/hoặc Mn. Khi hàm lượng B vượt quá 0,0100%, khả năng gia công trong khi gia công nóng bị suy yếu và khả năng sản xuất giảm. Do đó, hàm lượng B tốt hơn là 0,0100% hoặc nhỏ hơn. Đối với khả năng sản xuất, hàm lượng B tốt hơn nữa là 0,0050% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,0030% hoặc nhỏ hơn. Mặc dù các hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không điều chỉnh một cách cụ thể giới hạn dưới của hàm lượng B, hàm lượng B tốt hơn là 0,0001% hoặc nhiều hơn để thu được đầy đủ hiệu quả làm tăng độ bền của B. Để làm tăng độ bền, hàm lượng B tốt hơn là 0,0003% hoặc nhiều hơn, tốt hơn nữa là 0,0005% hoặc nhiều hơn.

"Cr: 0,01 đến 2,00%"

Cr cản trở sự chuyển hóa pha ở nhiệt độ cao và là nguyên tố hữu hiệu để làm tăng độ bền, và có thể được bổ sung thay thế cho phần của C và/hoặc Mn. Khi hàm lượng Cr vượt quá 2,00%, khả năng gia công trong khi gia công nóng bị suy yếu và khả năng sản xuất giảm, và do đó hàm lượng Cr tốt hơn là 2,00% hoặc nhỏ hơn. Mặc dù các hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không điều chỉnh một cách cụ thể giới hạn dưới của hàm lượng Cr, hàm lượng Cr tốt hơn là 0,01% hoặc nhiều hơn để thu được đầy đủ hiệu quả làm tăng độ bền của Cr.

"Ni: 0,01 đến 2,00%"

Ni cản trở sự chuyển hóa pha ở nhiệt độ cao và là nguyên tố hữu hiệu để làm tăng độ bền, và có thể được bổ sung thay thế cho phần của C và/hoặc Mn. Khi hàm lượng Ni vượt quá 2,00%, khả năng hàn bị suy yếu, và do đó hàm

lượng Ni tốt hơn là 2,00% hoặc nhỏ hơn. Mặc dù các hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không điều chỉnh một cách cụ thể giới hạn dưới của hàm lượng Ni, hàm lượng Ni tốt hơn là 0,01% hoặc nhiều hơn để thu được đầy đủ hiệu quả làm tăng độ bền của Ni.

"Cu: 0,01 đến 2,00%"

Cu là nguyên tố mà làm tăng độ bền bằng cách tồn tại dưới dạng các hạt mịn trong thép, và có thể được bổ sung thay thế cho phần của C và/hoặc Mn. Khi hàm lượng Cu vượt quá 2,00%, khả năng hàn bị suy yếu, và do đó hàm lượng Cu tốt hơn là 2,00% hoặc nhỏ hơn. Mặc dù các hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không điều chỉnh một cách cụ thể giới hạn dưới của hàm lượng Cu, hàm lượng Cu tốt hơn là 0,01% hoặc nhiều hơn để thu được đầy đủ hiệu quả làm tăng độ bền của Cu.

"Mo: 0,01 đến 1,00%"

Mo cản trở sự chuyển hóa pha ở nhiệt độ cao và là nguyên tố hữu hiệu để làm tăng độ bền, và có thể được bổ sung thay thế cho phần của C và/hoặc Mn. Khi hàm lượng Mo vượt quá 1,00%, khả năng gia công trong khi gia công nóng bị suy yếu và khả năng sản xuất giảm. Do đó, hàm lượng Mo tốt hơn là 1,00% hoặc nhỏ hơn. Mặc dù các hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không điều chỉnh một cách cụ thể giới hạn dưới của hàm lượng Mo, hàm lượng Mo tốt hơn là 0,01% hoặc nhiều hơn để thu được đầy đủ hiệu quả làm tăng độ bền của Mo.

"W: 0,01 đến 1,00%"

W cản trở sự chuyển hóa pha ở nhiệt độ cao và là nguyên tố hữu hiệu để làm tăng độ bền, và có thể được bổ sung thay thế cho phần của C và/hoặc Mn. Khi hàm lượng W vượt quá 1,00%, khả năng gia công trong khi gia công nóng bị suy yếu và khả năng sản xuất giảm, và do đó hàm lượng W tốt hơn là 1,00% hoặc nhỏ hơn. Mặc dù các hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không điều chỉnh một cách cụ thể giới hạn dưới của hàm lượng W, hàm lượng W tốt hơn là 0,01% hoặc nhiều hơn để thu được đầy đủ hiệu quả làm tăng độ bền của W.

"V: 0,005 đến 0,150%"

V là nguyên tố mà góp phần vào việc làm tăng độ bền của tấm thép nên

bằng cách tăng bền kết tủa, tăng bền hạt mịn bằng cách ngăn ngừa sự phát triển của các hạt tinh thể ferit, và tăng bền chuyển vị bằng cách ngăn ngừa sự tái kết tinh. Tuy nhiên, khi hàm lượng V vượt quá 0,150%, sự kết tủa của cacbonitrua tăng lên và khả năng tạo hình bị suy giảm, và do đó hàm lượng V tốt hơn là 0,150% hoặc nhỏ hơn. Mặc dù các hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không điều chỉnh một cách cụ thể giới hạn dưới của hàm lượng V, hàm lượng V tốt hơn là 0,005% hoặc nhiều hơn để thu được đầy đủ hiệu quả làm tăng độ bền của V.

"0,0001 đến 0,5000% tính theo tổng lượng của một hoặc nhiều nguyên tố trong số Ca, Ce, Mg, Zr, Hf, REM"

Ca, Ce, Mg, Zr, Hf, REM là các nguyên tố hữu hiệu để nâng cao khả năng tạo hình, và một hoặc nhiều nguyên tố trong số các nguyên tố này có thể được bổ sung. Tuy nhiên, khi tổng hàm lượng của một hoặc nhiều nguyên tố trong số Ca, Ce, Mg, Zr, Hf, REM vượt quá 0,5000%, có thể là tính dẻo bị suy yếu ngược lại. Do đó, tổng hàm lượng của các nguyên tố này tốt hơn là 0,5000% hoặc nhỏ hơn. Mặc dù các hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không điều chỉnh một cách cụ thể giới hạn dưới của tổng hàm lượng của một hoặc nhiều nguyên tố trong số Ca, Ce, Mg, Zr, Hf, REM, tổng hàm lượng của các nguyên tố này tốt hơn là 0,0001% hoặc nhiều hơn để thu được đầy đủ hiệu quả cải thiện khả năng tạo hình của tấm thép nền. Đối với khả năng tạo hình, tổng hàm lượng của một hoặc nhiều nguyên tố trong số Ca, Ce, Mg, Zr, Hf, REM tốt hơn nữa là 0,0005% hoặc nhiều hơn, tốt hơn nữa là 0,0010% hoặc nhiều hơn.

Lưu ý rằng, REM ký hiệu cho kim loại đất hiếm, và chỉ nguyên tố thuộc dãy lanthanoid. Theo sáng chế, REM hoặc Ce thường được bổ sung dưới dạng kim loại misch, và có thể chứa các nguyên tố thuộc dãy lanthanoid khác với La và Ce ở dạng phức. Các hiệu quả của sáng chế được thể hiện ngay cả khi các nguyên tố thuộc dãy lanthanoid khác với La và Ce được chứa dưới dạng các tạp chất không tránh được. Hơn nữa, các hiệu quả của sáng chế được thể hiện ngay cả khi các kim loại La và Ce được bổ sung.

Cấu trúc của tấm thép nền

Lý do xác định cấu trúc của tấm thép nền của tấm thép mạ kẽm có độ bền cao của sáng chế là như sau.

"Austenit dư: 8% hoặc nhỏ hơn"

Trong cấu trúc của tấm thép nền, austenit dư được giới hạn đến 8% hoặc nhỏ hơn, tính theo phần thể tích nằm trong khoảng 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép nền.

Austenit dư làm cải thiện nhiều độ bền và tính dẻo, nhưng mặt khác, nó trở thành điểm bắt đầu phá hủy và bị suy giảm mạnh khả năng uốn cong. Do đó, trong tấm thép mạ kẽm có độ bền cao của sáng chế, austenit dư được chứa trong cấu trúc của tấm thép nền được giới hạn đến 8% hoặc nhỏ hơn, tính theo phần thể tích. Để cải thiện hơn nữa khả năng uốn cong của tấm thép nền được mạ kẽm có độ bền cao, phần thể tích của austenit dư tốt hơn là 5% hoặc nhỏ hơn.

Lưu ý rằng, trong toàn bộ cấu trúc của tấm thép nền, austenit dư mong muốn là được giới hạn đến 8% hoặc nhỏ hơn, tính theo phần thể tích. Tuy nhiên, cấu trúc kim loại nằm trong khoảng 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày với 1/4 chiều dày tấm của tấm thép nền là tâm thể hiện cấu trúc của toàn bộ tấm thép nền. Do đó, khi austenit dư được giới hạn đến 8% hoặc nhỏ hơn, tính theo phần thể tích, nằm trong khoảng 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép nền, có thể giả định rằng austenit dư về cơ bản được giới hạn đến 8% hoặc nhỏ hơn, tính theo phần thể tích, trong toàn bộ cấu trúc của tấm thép nền. Do đó, theo sáng chế, khoảng của phần thể tích của austenit dư nằm trong khoảng 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép nền được xác định.

Bên cạnh austenit dư nêu trên được giới hạn đến 8% hoặc nhỏ hơn, tính theo phần thể tích, cấu trúc của tấm thép nền của tấm thép mạ kẽm có độ bền cao của sáng chế tốt hơn là chứa, theo phần thể tích, 10 đến 75% ferit, 10 đến 50%, tính theo tổng của một hoặc cả hai của ferit bainitic và bainit, và 10 đến 50% mactensit được ram nằm trong khoảng 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày với 1/4 chiều dày tấm là tâm. Hơn nữa, tốt hơn nếu, mactensit mới được giới hạn đến 15% hoặc nhỏ hơn, tính theo phần thể tích, và peclit được giới hạn đến 5% hoặc nhỏ hơn, tính theo phần thể tích. Khi tấm thép nền của tấm thép mạ kẽm có

độ bền cao của sáng chế có cấu trúc như vậy, độ nhon K^* của sự phân bố độ cứng mà sẽ được mô tả dưới đây trở thành -0,30 hoặc nhỏ hơn, làm cho tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng uốn cong tốt hơn.

Lưu ý rằng, tương tự cấu trúc kim loại của ferit này và cũng mong muốn là trong khoảng định trước trong toàn bộ cấu trúc của tấm thép nền. Tuy nhiên, cấu trúc kim loại nằm trong khoảng 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày với 1/4 chiều dày tấm của tấm thép nền là tâm thể hiện toàn bộ cấu trúc của tấm thép nền. Do đó, khi 10 đến 75% ferit, 10 đến 50%, tính theo tổng của một hoặc cả hai của ferit bainitic và bainit, và 10 đến 50% mactensit được ram theo phần thể tích được chứa nằm trong khoảng 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép nền, mactensit mới được giới hạn đến 15% hoặc nhỏ hơn, tính theo phần thể tích, và peclit được giới hạn đến 5% hoặc nhỏ hơn, tính theo phần thể tích, có thể giả định rằng cấu trúc kim loại của ferit này và v.v. về cơ bản trong khoảng xác định trong toàn bộ cấu trúc của tấm thép nền. Do đó, theo sáng chế, khoảng của phần thể tích của cấu trúc kim loại của ferit này và v.v. được xác định nằm trong khoảng 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép nền.

"Ferit: 10 đến 75%"

Ferit là cấu trúc hữu hiệu để nâng cao tính dẻo, và tốt hơn là được chứa với lượng 10 đến 75% theo phần thể tích trong cấu trúc của tấm thép nền. Khi phần thể tích của ferit nhỏ hơn 10%, có thể là tính dẻo không thu được đầy đủ. Phần thể tích của ferit được chứa trong cấu trúc của tấm thép nền tốt hơn nữa là 15% hoặc nhiều hơn, tốt hơn nữa là 20% hoặc nhiều hơn đối với tính dẻo. Hơn nữa, bởi vì ferit có cấu trúc mềm, khi phần thể tích của nó vượt quá 75%, có thể là không thể thu được đủ độ bền. Để làm tăng đầy đủ độ bền kéo của tấm thép nền, phần thể tích của ferit được chứa trong cấu trúc của tấm thép nền tốt hơn là 65% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 50% hoặc nhỏ hơn.

"Peclit: 5% hoặc nhỏ hơn"

Khi có một lượng lớn của peclit, tính dẻo bị suy giảm. Do đó, phần thể tích của peclit được chứa trong cấu trúc của tấm thép nền tốt hơn là được giới hạn đến 5% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 2% hoặc nhỏ hơn.

"10 đến 50% tính theo tổng lượng của một hoặc cả hai của ferit bainitic và bainit"

Ferit bainitic và bainit có cấu trúc tốt cân bằng giữa độ bền và tính dẻo, và tốt hơn là 10 đến 50% ferit bainitic và bainit tính theo tổng số theo phần thể tích được chứa trong cấu trúc của tấm thép nền. Hơn nữa, ferit bainitic và bainit có vi cấu trúc có độ bền là trung gian giữa ferit mềm và mactensit rắn, và mactensit được ram và austenit dư, và tốt hơn là chúng được chứa với lượng 15% hoặc nhiều hơn tính theo tổng số, tốt hơn nữa là 20% hoặc nhiều hơn tính theo tổng số đối với khả năng uốn cong. Mặt khác, khi phần thể tích của ferit bainitic và bainit vượt quá 50% tính theo tổng lượng, ứng suất chảy dẻo tăng lên quá mức và khả năng cố định hình dạng bị suy giảm, vì vậy không được ưu tiên. Lưu ý rằng chỉ một trong số ferit bainitic và bainit có thể được chứa, hoặc cả hai trong số chúng có thể được chứa.

"Mactensit mới: 15% hoặc nhỏ hơn"

Mactensit mới làm cải thiện nhiều độ bền kéo, nhưng mặt khác, nó trở thành điểm bắt đầu phá hủy và bị suy giảm mạnh khả năng uốn cong. Do đó, tốt hơn là chúng được giới hạn đến 15% hoặc nhỏ hơn, tính theo phần thể tích trong cấu trúc của tấm thép nền. Để làm tăng khả năng uốn cong, phần thể tích của mactensit mới tốt hơn nữa là 10% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 5% hoặc nhỏ hơn.

"Mactensit được ram: 10 đến 50%"

Mactensit được ram có cấu trúc mà làm cải thiện nhiều độ bền kéo, và có thể được chứa với lượng 50% hoặc nhỏ hơn, tính theo phần thể tích trong cấu trúc của tấm thép nền. Đối với độ bền kéo, phần thể tích của mactensit được ram tốt hơn là 10% hoặc nhiều hơn. Mặt khác, khi phần thể tích của mactensit được ram được chứa trong cấu trúc của tấm thép nền vượt quá 50%, ứng suất chảy dẻo tăng lên quá mức và có e ngại về việc suy giảm khả năng cố định hình dạng, vì vậy điều này không được ưu tiên.

"Cấu trúc khác"

Cấu trúc của tấm thép nền của tấm thép mạ kẽm có độ bền cao của sáng

chế có thể chứa cấu trúc như xementit thô khác với các kết cấu nêu trên. Tuy nhiên, khi có một lượng lớn của xementit thô trong cấu trúc của tấm thép nền, khả năng uốn cong bị suy giảm. Do đó, phần thể tích của xementit thô được chứa trong cấu trúc của tấm thép nền tốt hơn là 10% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 5% hoặc nhỏ hơn.

Các phần thể tích của cấu trúc tương ứng được chứa trong cấu trúc của tấm thép nền của tấm thép mạ kẽm có độ bền cao của sáng chế có thể được đo bằng, ví dụ, phương pháp dưới đây.

Xét đến phần thể tích của austenit dư, nhiễu xạ tia-X được thực hiện trên bề mặt quan sát là một bề mặt in song song với bề mặt tấm của tấm thép nền và ở 1/4 chiều dày, và phần diện tích được tính toán, sau đó phần này có thể coi là phần thể tích.

Xét đến các phần thể tích của ferit, peclit, ferit bainitic, bainit, mactensit được ram, và mactensit mới được chứa trong cấu trúc của tấm thép nền của tấm thép mạ kẽm có độ bền cao của sáng chế, mẫu thử được thu gom từ bề mặt quan sát mà là mặt cắt ngang theo hướng chiều dày vuông góc với bề mặt tấm của tấm thép nền và song song với hướng cán (hướng giảm tiết diện khi cán), bề mặt quan sát được đánh bóng và được khắc ăn mòn bằng nital, khoảng từ 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày với 1/4 chiều dày tấm là tâm được quan sát bằng kính hiển vi điện tử quét phát xạ trường (FE-SEM), và phần diện tích của các cấu trúc tương ứng được đo, mà có thể được giả định là các phần thể tích của các cấu trúc tương ứng.

Như mô tả trên đây, bởi vì cấu trúc kim loại nằm trong khoảng 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày với 1/4 chiều dày tấm của tấm thép nền là tâm thể hiện cấu trúc của toàn bộ tấm thép nền, cấu trúc kim loại của toàn bộ cấu trúc của tấm thép nền có thể được xác định bằng cách sử dụng phần thể tích của austenit dư ở 1/4 chiều dày của tấm thép nền và các phần thể tích của các cấu trúc kim loại, như cấu trúc kim loại của ferit, và v.v., nằm trong khoảng 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép nền.

Ferit là khối lượng của các hạt tinh thể và là vùng mà không có cacbua

gốc sắt có trục chính bằng 100nm hoặc lớn hơn ở bên trong nó. Lưu ý rằng phần thể tích của ferit là tổng của các phần thể tích của ferit còn lại ở nhiệt độ nung nóng lớn nhất và ferit mới được tạo ra ở vùng nhiệt độ chuyển hóa ferit.

Ferit bainitic là khối kết tập của các hạt tinh thể hình thành mà không chứa cacbua gốc sắt có trục chính bằng 20nm hoặc lớn hơn ở bên trong của thanh.

Bainit là khối kết tập của các hạt tinh thể hình thành mà có nhiều các cacbua gốc sắt có trục chính bằng 20nm hoặc lớn hơn ở bên trong của thanh, và các cacbua này còn thuộc dạng biến thể đơn, tức là, nhóm cacbua gốc sắt kéo dài theo cùng hướng. Ở đây, nhóm cacbua gốc sắt kéo dài theo cùng hướng có nghĩa là chúng có độ chênh lệch bằng 5° hoặc nhỏ hơn đối với hướng kéo căng của nhóm cacbua gốc sắt.

Mactensit được ram là khối kết tập của các hạt tinh thể hình thành mà có nhiều các cacbua gốc sắt có trục chính bằng 20nm hoặc lớn hơn ở bên trong của thanh, và các cacbua này còn có nhiều biến thể, tức là, nhiều nhóm cacbua gốc sắt kéo dài theo các hướng khác nhau.

Lưu ý rằng bainit và mactensit được ram có thể được phân biệt dễ dàng bằng cách quan sát các cacbua gốc sắt trong các hạt tinh thể hình thành bằng cách sử dụng FE-SEM và kiểm tra hướng kéo căng của nó.

Hơn nữa, mactensit mới và austenit dư không được ăn mòn đủ bằng cách khắc ăn mòn bằng nital. Do đó, chúng được phân biệt rõ ràng với các cấu trúc nêu trên (ferit, ferit bainitic, bainit, mactensit được ram) khi quan sát bằng FE-SEM.

Do đó, phần thể tích của mactensit mới thu được dưới dạng độ chênh lệch giữa phần diện tích của vùng không bị ăn mòn được quan sát bằng FE-SEM và phần diện tích của austenit dư được đo bằng tia X.

Độ nhọn K^* của sự phân bố độ cứng

Trong tấm thép mạ kẽm có độ bền cao của sáng chế, độ nhọn K^* trong phân bố độ cứng của khoảng định trước của tấm thép nền là -0,30 hoặc nhỏ hơn. Ở đây, sự phân bố độ cứng trong tấm thép mạ kẽm có độ bền cao của sáng chế

được định nghĩa như sau. Cụ thể là, các vùng đo có đường kính 1µm hoặc nhỏ hơn được thiết lập trong khoảng 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép nền, và độ cứng trong các vùng đo được đo. Sau đó, giá trị đo của các vùng đo tương ứng được sắp xếp theo trình tự tăng dần để thu được sự phân bố độ cứng. Sau đó, số nguyên N0,02 thu được, đó là số thu được bằng cách nhân tổng số các giá trị đo của độ cứng với 0,02 và làm tròn số này khi nó bao gồm phần thập phân. Sau đó, độ cứng của giá trị đo mà là lớn nhất thứ N0,02 từ giá trị đo của độ cứng nhỏ nhất được lấy là độ cứng 2%. Hơn nữa, số nguyên N0,98 thu được, đó là số thu được bằng cách nhân tổng số các giá trị đo của độ cứng với 0,98 và làm tròn số này xuống khi nó bao gồm phần thập phân. Sau đó, độ cứng của giá trị đo mà là lớn nhất thứ N0,98 từ giá trị đo của độ cứng nhỏ nhất được lấy là độ cứng 98%. Sau đó, trong tấm thép mạ kẽm có độ bền cao của sáng chế, độ nhọn K* trong phân bố độ cứng giữa độ cứng 2% và độ cứng 98% được thiết lập trong khoảng dưới đây là -0,30 hoặc nhỏ hơn.

Cụ thể là, ví dụ, khi các vùng đo có đường kính 1µm hoặc nhỏ hơn được thiết lập ở 1000 vị trí nằm trong khoảng 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép nền, và độ cứng được đo ở các vùng đo ở 1000 điểm này, "tổng của giá trị đo của độ cứng" là 1000. Sau đó, sự phân bố độ cứng có thể thu được bằng cách sắp xếp giá trị đo của độ cứng đo được trong các vùng đo tương ứng ở 1000 điểm này theo trình tự tăng dần.

Trong trường hợp này, số thu được bằng cách nhân tổng của giá trị đo của độ cứng (tức là, 1000) với 0,02 (= 20) là "số nguyên N0,02". Sau đó, trong phân bố độ cứng thu được, độ cứng của giá trị đo lớn thứ-N0,02 (tức là, thứ 20) từ giá trị đo độ cứng nhỏ nhất là độ cứng 2%.

Hơn nữa, tương tự, số thu được bằng cách nhân tổng của giá trị đo của độ cứng (tức là, 1000) với 0,98 (= 980) là "số nguyên N0,98". Sau đó, trong phân bố độ cứng thu được, độ cứng của giá trị đo lớn thứ N0,98 (tức là, thứ 980) từ giá trị đo độ cứng nhỏ nhất là độ cứng 98%.

Lưu ý rằng mặc dù trường hợp mà tổng của giá trị đo của độ cứng là 1000 đã được mô tả, khi tổng của giá trị đo của độ cứng là 2000 (tức là, khi độ cứng

được đo ở 2000 điểm), "số nguyên N0,02" là 40 và "số nguyên N0,98" là 1960. Sau đó, độ cứng của giá trị đo lớn thứ 40 từ giá trị đo độ cứng nhỏ nhất là độ cứng 2%, và độ cứng của giá trị đo lớn thứ 1960 là độ cứng 98%.

Hơn nữa, khi "số nguyên N0,02" thu được bằng trình tự trên, nếu số thu được bằng cách nhân với 0,02 bao gồm phần thập phân, số thu được bằng cách làm tròn sau dấu đặt sau số đơn vị là "số nguyên N0,02". Tương tự, khi "số nguyên N0,98" thu được, nếu số thu được bằng cách nhân với 0,98 bao gồm phần thập phân, số thu được bằng cách làm tròn sau dấu đặt sau số đơn vị là "số nguyên N0,98".

Ở đây, thuật ngữ "độ cứng" được sử dụng cho phân bố độ cứng theo sáng chế có nghĩa là giá trị đo được đo bởi phương pháp dưới đây. Cụ thể là, thiết bị thử độ cứng động lực vi mô có thiết bị khóa răng cửa hình chóp tam giác kiểu Berkovich được sử dụng để đo độ cứng bằng phương pháp đo ấn theo chiều sâu với tải trọng ấn của 1 g trọng lượng. Lưu ý rằng vị trí đo độ cứng nằm trong khoảng 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép nền với 1/4 chiều dày tấm là tâm ở mặt cắt ngang theo hướng chiều dày song song với hướng cán của tấm thép nền. Hơn nữa, tổng số giá trị đo của độ cứng nằm trong khoảng 100 đến 10000, tốt hơn là 1000 hoặc nhiều hơn.

Trong tấm thép mạ kẽm có độ bền cao của sáng chế, độ nhọn K^* nêu trên của sự phân bố độ cứng giữa độ cứng 2% và độ cứng 98% là -0,30 hoặc nhỏ hơn, và có sự phân tán nhỏ trong sự phân bố độ cứng trong tấm thép nền. Do đó, đường biên nơi các vùng khác nhau về độ cứng được tiếp xúc với nhau giảm, và khả năng uốn cong tốt có thể thu được. Để thu được khả năng uốn cong tốt hơn, độ nhọn K^* tốt hơn là -0,40 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là -0,50 hoặc nhỏ hơn. Mặc dù các hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không điều chỉnh một cách cụ thể giới hạn dưới của độ nhọn K^* , trong thử nghiệm khó có thể tạo ra K^* bằng -1,20 hoặc nhỏ hơn, vì vậy nó được thiết lập làm giới hạn dưới. Tuy nhiên, trong tấm thép mạ kẽm có độ bền cao của sáng chế, độ nhọn K^* này có thể cao hơn -0,40, và ví dụ, có thể vào khoảng -0,35 đến -0,38.

Lưu ý rằng độ nhọn K^* là số thu được bằng phương trình dưới đây từ dữ

liệu các giá trị đo độ cứng trong các vùng đo, và là giá trị được đánh giá bằng cách so sánh mức độ phân bố tần suất của dữ liệu với phân bố thông thường. Khi độ nhọn trở thành giá trị âm, điều này thể hiện rằng đường cong phân bố tần suất của dữ liệu là tương đối phẳng và có nghĩa là giá trị tuyệt đối của nó càng lớn, nó càng trệch khỏi phân bố thông thường.

[Phương trình 1]

$$K^* = \left\{ \frac{(N_{0,98} - N_{0,02} + 1)(N_{0,98} - N_{0,02} + 2)}{(N_{0,98} - N_{0,02})(N_{0,98} - N_{0,02} - 1)(N_{0,98} - N_{0,02} - 2)} \right\} \cdot \sum_{i=N_{0,02}}^{N_{0,98}} \left(\frac{H_i H_*}{s^*} \right) - \frac{3(N_{0,98} - N_{0,02})^2}{(N_{0,98} - N_{0,02} - 1)(N_{0,98} - N_{0,02} - 2)}$$

Lưu ý rằng trong phương trình nêu trên, H_i chỉ độ cứng của điểm đo lớn thứ i từ giá trị đo của độ cứng nhỏ nhất, H^* chỉ độ cứng trung bình từ điểm đo lớn thứ $N_{0,02}$ đến điểm đo lớn thứ $N_{0,98}$ từ độ cứng nhỏ nhất, và s^* chỉ độ lệch chuẩn điểm đo lớn thứ $N_{0,02}$ đến điểm đo lớn thứ $N_{0,98}$ từ độ cứng nhỏ nhất.

Tỷ lệ của độ cứng Vickers giữa lớp bề mặt và 1/4 chiều dày của tấm thép nền

Hơn nữa, trong tấm thép mạ kẽm có độ bền cao của sáng chế, tỷ lệ giữa độ cứng Vickers của lớp bề mặt của tấm thép nền và độ cứng Vickers của 1/4 chiều dày của tấm thép nền "(Độ cứng Vickers của lớp bề mặt)/(Độ cứng Vickers của 1/4 chiều dày)" là 0,35 đến 0,70. Lưu ý rằng theo sáng chế, thuật ngữ "độ cứng Vickers của lớp bề mặt của tấm thép nền" có nghĩa là độ cứng Vickers ở điểm đi vào phía tấm thép nền một khoảng 10μm từ mặt phân cách giữa bề mặt của tấm thép nền và lớp mạ kẽm được hợp kim hóa.

Độ cứng Vickers của lớp bề mặt của tấm thép nền và độ cứng Vickers của 1/4 chiều dày của tấm thép nền có thể được đo bởi phương pháp mà sẽ được mô tả dưới đây. Cụ thể là, độ cứng Vickers được đo ở năm điểm cách nhau 1mm hoặc lớn hơn từ theo hướng cán của tấm thép nền ở mỗi điểm đi vào phía tấm thép nền một khoảng 10μm từ mặt phân cách giữa bề mặt của tấm thép nền và lớp mạ kẽm được hợp kim hóa và điểm bằng 1/4 chiều dày của tấm thép nền, giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất được bỏ đi, và giá trị trung bình của ba điểm còn lại được sử dụng. Trong phép đo độ cứng Vickers, tải trọng là 100gf.

Trong tấm thép mạ kẽm có độ bền cao của sáng chế, bởi vì tỷ lệ giữa độ cứng Vickers của lớp bề mặt của tấm thép nền và độ cứng Vickers của 1/4 chiều dày của tấm thép nền nằm trong khoảng nêu trên, độ cứng Vickers của lớp bề

mặt của tấm thép nền đủ thấp so với độ cứng Vickers của 1/4 chiều dày, và lớp bề mặt của tấm thép nền có vi cấu trúc tốt về tính dẻo. Do đó, sự thất trên phía tấm thép nền ở mặt phân cách giữa bề mặt của tấm thép nền và lớp mạ kẽm được hợp kim hóa trong trường hợp mà công đoạn uốn cong tấm thép mạ kẽm có độ bền cao được thực hiện được ngăn ngừa, và sự thất ở mặt phân cách giữa bề mặt của tấm thép nền và lớp mạ kẽm được hợp kim hóa không dễ xảy ra.

Khi tỷ lệ giữa độ cứng Vickers của lớp bề mặt của tấm thép nền và độ cứng Vickers của 1/4 chiều dày của tấm thép nền vượt quá 0,70, lớp bề mặt của tấm thép nền là cứng và sự thất ở bề mặt của tấm thép nền không thể được ngăn ngừa đủ, vì vậy dẫn đến không đủ khả năng uốn cong. Để thu được khả năng uốn cong tốt hơn, tỷ lệ giữa độ cứng Vickers của lớp bề mặt của tấm thép nền và độ cứng Vickers của 1/4 chiều dày của tấm thép nền tốt hơn là 0,60 hoặc nhỏ hơn. Hơn nữa, khi tỷ lệ giữa độ cứng Vickers của lớp bề mặt của tấm thép nền và độ cứng Vickers của 1/4 chiều dày của tấm thép nền nhỏ hơn 0,35, khả năng cuốn mép khi kéo căng bị suy giảm. Để thu được khả năng cuốn mép khi kéo căng tốt, tỷ lệ giữa độ cứng Vickers của lớp bề mặt của tấm thép nền và độ cứng Vickers của 1/4 chiều dày của tấm thép nền tốt hơn là 0,38 hoặc nhiều hơn.

Lớp mạ kẽm được hợp kim hóa

Trên tấm thép mạ kẽm có độ bền cao của sáng chế, lớp mạ kẽm được hợp kim hóa được tạo thành trên bề mặt của tấm thép nền. Khối chính của lớp mạ kẽm được hợp kim hóa là hợp kim Fe-Zn được tạo thành bởi sự khuếch tán của Fe trong thép trong lớp mạ kẽm bởi phản ứng hợp kim hóa, và hàm lượng sắt trong lớp mạ kẽm được hợp kim hóa là 8 đến 12%, tính theo % khối lượng. Theo sáng chế, bởi vì hàm lượng sắt trong lớp mạ kẽm được hợp kim hóa là 8 đến 12%, sự phá hủy và tróc lớp mạ kẽm được hợp kim hóa có thể được ngăn ngừa đủ khi công đoạn uốn cong được thực hiện trên tấm thép mạ kẽm có độ bền cao. Hàm lượng sắt trong lớp mạ kẽm được hợp kim hóa là 8,0% hoặc nhiều hơn để đảm bảo độ bền chống tróc bề mặt tốt, được ưu tiên là 9,0% hoặc nhiều hơn. Hơn nữa, hàm lượng sắt trong lớp mạ kẽm được hợp kim hóa là 12,0% hoặc nhỏ hơn để đảm bảo độ bền chống tạo bột tốt, được ưu tiên là 11,0% hoặc

nhỏ hơn. Hơn nữa, lớp mạ kẽm được hợp kim hóa có thể chứa Al dưới dạng tạp chất.

Lớp mạ kẽm được hợp kim hóa có thể chứa một hoặc nhiều nguyên tố trong số Pb, Sb, Si, Sn, Mg, Mn, Ni, Cr, Co, Ca, Cu, Li, Ti, Be, Bi, Sr, I, Cs, REM, hoặc chúng có thể được trộn lẫn trong đó. Khi lớp mạ kẽm được hợp kim hóa chứa một hoặc nhiều nguyên tố trong số các nguyên tố nêu trên hoặc đã được trộn chúng, các hiệu quả của sáng chế không bị suy yếu, và thậm chí có thể có trường hợp cải thiện độ bền chống ăn mòn, khả năng gia công, và/hoặc tương tự tùy theo hàm lượng của chúng, và vì vậy được ưu tiên.

Trọng lượng phủ của lớp mạ kẽm được hợp kim hóa không bị giới hạn cụ thể, nhưng mong muốn là 20g/m^2 hoặc nhiều hơn đối với độ bền chống ăn mòn và 150g/m^2 hoặc nhỏ hơn xét về mặt kinh tế. Hơn nữa, chiều dày trung bình của lớp mạ kẽm được hợp kim hóa là $1,0\mu\text{m}$ hoặc lớn hơn và $50\mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn. Khi chiều dày này nhỏ hơn $1,0\mu\text{m}$, không thể thu được đủ độ bền chống ăn mòn. Tốt hơn nếu chiều dày này là $2,0\mu\text{m}$ hoặc lớn hơn. Mặt khác, khi chiều dày này là lớn hơn $50,0\mu\text{m}$, độ bền của tấm thép bị suy yếu, vì vậy điều này không được ưu tiên. Đối với chi phí nguyên liệu, chiều dày của lớp mạ kẽm được hợp kim hóa càng mỏng càng tốt, tốt hơn là $30,0\mu\text{m}$ hoặc nhỏ hơn.

Hơn nữa, một hoặc cả hai màng phủ tạo bởi phospho oxit và màng phủ tạo bởi oxit composit chứa phospho có thể được tạo ra trên bề mặt của lớp mạ kẽm được hợp kim hóa.

Phương pháp sản xuất

Tiếp theo, phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm có độ bền cao của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết.

Để sản xuất tấm thép mạ kẽm có độ bền cao của sáng chế, trước hết, tấm thép dùng làm tấm thép nền được sản xuất. Để sản xuất tấm thép, trước hết, phôi tấm có các thành phần hóa học (thành phần) nêu trên được đúc. Sau đó, bước cán nóng được thực hiện, bao gồm việc nung nóng đến 1050°C hoặc cao hơn, hoàn thành bước cán nóng ở nhiệt độ cán nóng hoàn thiện bằng 880°C hoặc cao hơn, và cuộn ở khoảng nhiệt độ 750°C hoặc thấp hơn.

Bước cán nóng

Đối với phôi tấm được trải qua bước cán nóng, phôi tấm đúc liên tục hoặc phôi tấm được sản xuất bằng máy đúc phôi tấm mỏng hoặc tương tự có thể được sử dụng. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm có độ bền cao của sáng chế tương thích với phương pháp như cán đúc trực tiếp liên tục (CC-DR - continuous casting-direct rolling) trong đó bước cán nóng được thực hiện ngay sau khi đúc.

Trong bước cán nóng, nhiệt độ nung nóng phôi tấm cần phải là 1050°C hoặc cao hơn. Khi nhiệt độ nung nóng phôi tấm quá thấp, nhiệt độ hoàn thiện cán trở nên thấp hơn điểm chuyển hóa Ar₃, và bước cán với vùng hai pha của ferit và austenit được thực hiện. Do đó, cấu trúc hạt kép với cấu trúc cán nóng không đồng nhất được tạo ra, và cấu trúc không đồng nhất sẽ được giải quyết thậm chí sau khi trải qua bước cán nguội và bước ủ liên tục, dẫn đến tấm thép nền có tính dẻo và khả năng uốn cong kém. Hơn nữa, việc giảm nhiệt độ nung nóng phôi tấm dẫn đến làm tăng quá mức tải trọng cán, và có những lo ngại là khó cán, gây ra khiếm khuyết hình dạng của tấm thép nền sau khi cán, và tương tự. Mặc dù các hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không điều chỉnh một cách cụ thể giới hạn trên của nhiệt độ nung nóng phôi tấm, việc đặt nhiệt độ nung nóng cực cao là không ưu tiên xét về mặt kinh tế, và do đó giới hạn trên của nhiệt độ nung nóng phôi tấm mong muốn là 1350°C hoặc thấp hơn.

Lưu ý rằng điểm chuyển hóa Ar₃ được tính bằng công thức sau.

$$\text{Ar}_3 = 901 - 325 \times \text{C} + 33 \times \text{Si} - 92 \times (\text{Mn} + \text{Ni}/2 + \text{Cr}/2 + \text{Cu}/2 + \text{Mo}/2) + 52 \times \text{Al}$$

Trong công thức này, C, Si, Mn, Ni, Cr, Cu, Mo, Al thể hiện hàm lượng của các nguyên tố tương ứng [% khối lượng]. Khi một nguyên tố không được chứa, nguyên tố này được tính bằng 0.

Hơn nữa, nhiệt độ hoàn thành cán nóng cần phải là 880°C hoặc cao hơn. Khi nhiệt độ hoàn thành cán nóng nhỏ hơn 880°C, tải trọng cán trong khi cán hoàn thiện trở nên cao, và có lo ngại là làm cho bước cán nóng trở nên khó khăn, gây ra khiếm khuyết hình dạng của tấm thép cán nóng thu được sau bước cán

nóng, và tương tự. Hơn nữa, nhiệt độ hoàn thành cán nóng của bước cán nóng tốt hơn là bằng hoặc nhiều hơn so với điểm chuyển hóa Ar_3 . Khi nhiệt độ hoàn thành cán nóng nhỏ hơn điểm chuyển hóa Ar_3 , bước cán nóng trở thành bước cán hai pha là ferit và austenit, và cấu trúc của tấm thép cán nóng có thể trở thành cấu trúc hạt kép không đồng nhất.

Mặt khác, mặc dù các hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không điều chỉnh một cách cụ thể giới hạn trên của nhiệt độ hoàn thành cán nóng, khi nhiệt độ cán nóng hoàn thiện cực cao được thiết lập, nhiệt độ nung nóng phôi tấm cán được thiết lập cực cao để đảm bảo nhiệt độ này. Do đó, giới hạn trên của nhiệt độ hoàn thành cán nóng mong muốn là 1000°C hoặc thấp hơn.

Để ngăn ngừa sự tăng quá mức chiều dày của oxit được tạo thành trên bề mặt của tấm thép cán nóng và làm suy giảm đặc tính tẩy gỉ, nhiệt độ cuộn bằng 750°C hoặc thấp hơn được thiết lập. Để làm tăng hơn nữa khả năng tẩy gỉ, nhiệt độ cuộn tốt hơn là 720° hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 700°C hoặc thấp hơn.

Mặt khác, khi nhiệt độ cuộn nhỏ hơn 500°C , độ bền của tấm thép cán nóng tăng lên quá mức và làm cho việc cán nguội trở nên khó khăn, và do đó nhiệt độ cuộn là 500°C hoặc cao hơn. Để làm giảm tải trọng cán nguội, nhiệt độ cuộn tốt hơn là 550°C hoặc cao hơn, tốt hơn nữa là 600°C hoặc cao hơn.

Tiếp theo, tốt hơn nếu, bước tẩy gỉ của tấm thép cán nóng được sản xuất như vậy được thực hiện. Bước tẩy gỉ để loại bỏ các oxit trên bề mặt của tấm thép cán nóng, và vì vậy là quan trọng để nâng cao khả năng mạ của tấm thép nền. Hơn nữa, bước tẩy gỉ có thể được thực hiện một lần hoặc có thể được thực hiện nhiều lần riêng biệt.

Bước cán nguội

Mặc dù cũng có thể cho tấm thép cán nóng sau khi tẩy gỉ nguyên như vậy vào bước ủ liên tục, bước cán nguội có thể được thực hiện đối với tấm thép cán nóng đã được tẩy gỉ nhằm mục đích điều chỉnh chiều dày tấm và/hoặc hiệu chỉnh hình dạng. Khi bước cán nguội được thực hiện, mức độ giảm tiết diện tốt hơn là được thiết lập nằm trong khoảng 30 đến 75% để thu được tấm thép nền có hình dạng tốt với độ chính xác cao về chiều dày tấm. Khi tỷ lệ giảm tiết diện

khi cán nhỏ hơn 30%, khó duy trì hình dạng phẳng, có thể dẫn đến tính dẻo kém của sản phẩm cuối. Tỷ lệ giảm tiết diện khi cán trong bước cán nguội tốt hơn là 40% hoặc nhiều hơn, tốt hơn nữa là 45% hoặc nhiều hơn. Mặt khác, trong khi cán nguội với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là cao hơn 75%, tải trọng cán nguội trở nên quá lớn và làm cho bước cán nguội khó khăn. Do đó, tỷ lệ giảm tiết diện khi cán tốt hơn là 75% hoặc nhỏ hơn. Đối với tải trọng cán nguội, tỷ lệ giảm tiết diện khi cán tốt hơn nữa là 70% hoặc nhỏ hơn.

Lưu ý rằng trong bước cán nguội, các hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không xác định một cách cụ thể số lượng của lần cán nguội và mức độ giảm tiết diện của mỗi rãnh cán.

Bước ủ liên tục

Tiếp theo, bước ủ liên tục được thực hiện trong đó tấm thép cán nóng thu được sau bước cán nóng hoặc tấm thép cán nguội thu được sau bước cán nguội được đi qua dây chuyền ủ liên tục. Trong bước ủ liên tục của sáng chế, tấm thép được nung nóng ở nhiệt độ nằm trong khoảng giữa 600°C và điểm chuyển hóa Ac_1 ở tốc độ nung nóng trung bình 1°C/giây hoặc nhiều hơn. Sau đó, tấm thép được duy trì trong thời gian từ 20 giây đến 600 giây ở nhiệt độ ủ giữa (điểm chuyển hóa $Ac_1 + 40$)°C và điểm chuyển hóa Ac_3 và ở môi trường khí trong đó $\log(\text{áp suất nước riêng phần}/\text{áp suất hydro riêng phần})$ là -3,0 đến 0,0, và xử lý làm biến dạng uốn đi uốn lại được áp dụng hai hoặc nhiều lần đối với tấm thép nhờ sử dụng trục cán có bán kính 800mm hoặc nhỏ hơn, nhờ vậy thực hiện xử lý để tạo ra mức chênh lệch lượng ứng suất tích lũy giữa bề mặt trước và sau là 0,0050 hoặc nhỏ hơn. Sau đó, tấm thép được làm nguội ở nhiệt độ nằm trong khoảng 740°C đến 650°C ở tốc độ làm nguội trung bình 1,0 đến 5,0°C/giây.

Theo sáng chế, bằng cách thực hiện bước ủ liên tục, sự phân bố của lượng C bên trong tấm thép cán nóng hoặc tấm thép cán nguội được điều chỉnh, độ cứng bên trong tấm thép cán nguội được đảm bảo, và trong khi độ cứng của lớp bề mặt được điều chỉnh tương đối thấp.

Trong bước ủ liên tục, trước hết, tấm thép cán nóng thu được sau bước cán nóng hoặc tấm thép cán nguội thu được sau bước cán nguội được nung nóng

ở tốc độ nung nóng trung bình $1^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc nhiều hơn ở khoảng nhiệt độ giữa 600°C và điểm chuyển hóa A_{c1} . Khi nhiệt độ của tấm thép trở thành 600°C hoặc cao hơn, bước xử lý khử cacbon từ tấm thép bắt đầu. Trong khoảng nhiệt độ giữa 600°C và điểm chuyển hóa A_{c1} , sắt được chứa trong tấm thép là giống như sắt bcc ở cả phía bên trong và bề mặt. Theo sáng chế, sắt bcc là tên chung của ferit, bainit, ferit bainitic, và mactensit có cấu trúc lập phương tâm khối.

Trong khoảng nhiệt độ giữa 600°C và điểm chuyển hóa A_{c1} , bởi vì tất cả sắt được chứa trong tấm thép là sắt bcc, không chỉ cacbon ở lớp bề mặt của tấm thép mà còn cacbon ở phần giữa của tấm thép có thể thoát ra dễ dàng khỏi lớp ngoài cùng. Khi tốc độ nung nóng trung bình trong khoảng nhiệt độ giữa 600°C và điểm chuyển hóa A_{c1} nhỏ hơn $1^{\circ}\text{C}/\text{giây}$, cần nhiều thời gian để cho tấm thép đạt đến điểm chuyển hóa A_{c1} từ 600°C , và do đó có khả năng là lượng C thoát ra khỏi tấm thép trong khoảng nhiệt độ giữa 600°C và điểm chuyển hóa A_{c1} trở nên quá lớn, dẫn đến không đủ độ bền của tấm thép mạ kẽm. Để đảm bảo độ bền của tấm thép mạ kẽm, tốc độ nung nóng trung bình trong khoảng nhiệt độ giữa 600°C và điểm chuyển hóa A_{c1} tốt hơn là $2^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc nhiều hơn. Mặc dù không có vấn đề khi giới hạn trên của tốc độ nung nóng trung bình giữa 600°C và điểm chuyển hóa A_{c1} không được xác định cụ thể, tốt hơn là bằng $100^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc nhỏ hơn khi xét đến chi phí.

Sau đó, tấm thép mà đã đạt đến điểm chuyển hóa A_{c1} được nung nóng tiếp, và tấm thép được duy trì ở nhiệt độ ủ giữa (điểm chuyển hóa $A_{c1} + 40$) $^{\circ}\text{C}$ và điểm chuyển hóa A_{c3} và ở môi trường khí trong đó $\log(\text{áp suất nước riêng phần}/\text{áp suất hydro riêng phần})$ là -3,0 đến 0,0 trong thời gian từ 20 giây đến 600 giây, và việc xử lý làm biến dạng uốn đi uốn lại được áp dụng hai hoặc nhiều lần đối với tấm thép nhờ sử dụng trục cán có bán kính 800mm hoặc nhỏ hơn, do đó thực hiện ủ để tạo ra mức chênh lệch trong lượng ứng suất tích lũy giữa bề mặt trước và sau là 0,0050 hoặc nhỏ hơn.

Ở vùng nhiệt độ (nhiệt độ ủ) giữa (điểm chuyển hóa $A_{c1} + 40$) $^{\circ}\text{C}$ và điểm chuyển hóa A_{c3} , tấm thép ở trạng thái mà vi cấu trúc ở lớp bề mặt của tấm thép là sắt bcc và vi cấu trúc ở phần giữa của tấm thép là austenit. So với sắt bcc,

nhiều cacbon hơn có thể hòa tan dạng rắn trong austenit. Do đó, cacbon không dễ dàng khuếch tán từ austenit vào sắt bcc, nhưng dễ dàng khuếch tán từ sắt bcc ra phía ngoài hoặc vào austenit. Do đó, ở nhiệt độ ủ, cacbon ở phần giữa của tấm thép vẫn ở lại ở phần giữa, một phần của cacbon ở lớp bề mặt của tấm thép khuếch tán vào phần giữa, và phần còn lại thoát ra khỏi lớp ngoài cùng. Do đó, kết quả là, tấm thép có sự phân bố sao cho lượng cacbon ở phần giữa là lớn hơn so với ở lớp bề mặt.

Khi nhiệt độ ủ nhỏ hơn (điểm chuyển hóa $Ac_1 + 40$)°C, cacbon không dễ dàng khuếch tán từ sắt bcc ra phía ngoài hoặc vào austenit, và sự phân bố của lượng C trong tấm thép không trở nên lớn hơn ở phần giữa so với ở lớp bề mặt. Do đó, nhiệt độ ủ tốt hơn là (điểm chuyển hóa $Ac_1 + 50$)°C hoặc cao hơn, tốt hơn nữa là (điểm chuyển hóa $Ac_1 + 40$)°C hoặc cao hơn. Hơn nữa, khi nhiệt độ ủ vượt quá điểm chuyển hóa Ac_3 , sắt bcc không thể tồn tại, khó điều chỉnh độ cứng của lớp bề mặt, và phần thể tích của austenit dư tăng lên, do đó làm suy giảm khả năng uốn cong. Do đó, nhiệt độ ủ tốt hơn là $(Ac_3 - 10)$ °C hoặc thấp hơn, tốt hơn nữa là $(Ac_3 - 15)$ °C hoặc thấp hơn.

Theo sáng chế, môi trường để thực hiện ủ được điều chỉnh sao cho log(áp suất nước riêng phần/áp suất hydro riêng phần) là -3,0 đến 0,0. Bằng cách làm cho logarit của tỷ lệ giữa áp suất nước riêng phần và áp suất hydro riêng phần là -3,0 đến 0,0, bước xử lý khử cacbon từ tấm thép lớp bề mặt bằng cách thực hiện ủ được tạo điều kiện thích hợp. Khi logarit của tỷ lệ giữa áp suất nước riêng phần và áp suất hydro riêng phần nhỏ hơn -3,0, bước xử lý khử cacbon từ tấm thép lớp bề mặt bằng cách thực hiện ủ trở nên không đủ. Để tạo điều kiện thuận lợi cho bước xử lý khử cacbon, logarit của tỷ lệ giữa áp suất nước riêng phần và áp suất hydro riêng phần tốt hơn là -2,5 hoặc nhiều hơn. Khi logarit của tỷ lệ giữa áp suất nước riêng phần và áp suất hydro riêng phần là nhiều hơn 0,0, bước xử lý khử cacbon từ tấm thép lớp bề mặt bằng cách thực hiện ủ được tạo điều kiện quá mức, và có thể là độ bền của tấm thép nền của tấm thép mạ kẽm trở nên không đủ. Để đảm bảo độ bền của tấm thép nền, logarit của tỷ lệ giữa áp suất nước riêng phần và áp suất hydro riêng phần tốt hơn là -0,5 hoặc nhỏ hơn. Hơn

nữa, tốt hơn nữa, môi trường để thực hiện ủ bao gồm nitơ, hơi nước, và hydro và chủ yếu tạo bởi nitơ, và oxy có thể được chứa bên cạnh nitơ, hơi nước, và hydro.

Theo sáng chế, thời gian lưu giữ ở nhiệt độ ủ và môi trường được mô tả trên đây là 20 giây đến 600 giây. Khi thời gian duy trì nhỏ hơn 20 giây, lượng của cacbon khuếch tán từ sắt bcc ra phía ngoài hoặc vào austenit trở nên không đủ. Để đảm bảo lượng của cacbon khuếch tán từ sắt bcc, thời gian duy trì tốt hơn là 35 giây hoặc nhiều hơn, tốt hơn nữa là 50 giây hoặc nhiều hơn. Hơn nữa, khi thời gian duy trì vượt quá 600 giây, lượng của cacbon thoát ra khỏi lớp ngoài trở nên lớn, và độ cứng của lớp bề mặt giảm quá mức. Để đảm bảo độ cứng của lớp bề mặt, thời gian duy trì tốt hơn là 450 giây hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 300 giây hoặc nhỏ hơn.

Khi thực hiện ủ, việc xử lý làm biến dạng uốn đi uốn lại được thực hiện hai hoặc nhiều lần nhờ sử dụng trục cán có bán kính 800mm hoặc nhỏ hơn ở nhiệt độ ủ và trong môi trường nêu trên, để tạo ra mức chênh lệch trong lượng ứng suất tích lũy giữa bề mặt trước và sau là 0,0050 hoặc nhỏ hơn. Nhờ việc xử lý làm biến dạng uốn đi uốn lại này, ứng suất được đưa vào trong lớp bề mặt của tấm thép làm tấm thép nền, và lớp ngoài cùng được chuyển hóa thành sắt bcc một cách hữu hiệu. Theo sáng chế, bởi vì độ chênh lệch lượng ứng suất tích lũy giữa mặt trước và mặt sau phải là 0,0050 hoặc nhỏ hơn, độ chênh lệch khả năng uốn cong giữa mặt trước và mặt sau trong tấm thép nền của tấm thép mạ kẽm thu được cuối cùng trở nên đủ nhỏ. Mặt khác, khi lượng ứng suất được đưa vào trong lớp bề mặt của tấm thép chênh lệch với mặt trước và mặt sau và độ chênh lệch lượng ứng suất tích lũy giữa mặt trước và mặt sau vượt quá 0,0050, sự phân bố độ cứng ở mặt trước và mặt sau trở nên không cân bằng, dẫn đến chênh lệch khả năng uốn cong ở mặt trước và mặt sau trong tấm thép nền của tấm thép mạ kẽm thu được cuối cùng, mà không được ưu tiên. Độ chênh lệch lượng ứng suất tích lũy giữa mặt trước và mặt sau của tấm thép càng nhỏ càng tốt, tốt hơn là 0,0030 hoặc nhỏ hơn.

Hơn nữa, mặc dù không có giới hạn trên cụ thể đối với số lần xử lý làm biến dạng uốn đi uốn lại, hình dạng của tấm thép không thể được duy trì khi

lượng ứng suất tích lũy giữa mặt trước và mặt sau của tấm thép vượt quá 0,100, và do đó lượng ứng suất tích lũy giữa mặt trước và mặt sau tốt hơn là nằm trong khoảng 0,100 hoặc nhỏ hơn.

Trục cán được sử dụng cho bước xử lý làm biến dạng uốn đi uốn lại có bán kính 800mm hoặc nhỏ hơn. Nhờ có bán kính 800mm hoặc nhỏ hơn, ứng suất có thể được dễ dàng đưa vào trong lớp bề mặt của tấm thép. Khi bán kính của trục cán lớn hơn 800mm, ứng suất không thể được đưa đầy đủ vào trong bề mặt của tấm thép, lớp bề mặt không được chuyển hóa thành sắt bcc, và do đó độ cứng của lớp bề mặt không trở nên đủ thấp.

Trong khi xử lý làm biến dạng uốn đi uốn lại, việc uốn được thực hiện nhiều lần trong đó lượng ứng suất được tạo ra bởi một lần uốn cong ở phía ngoài uốn cong được giới hạn nằm trong khoảng 0,0007 hoặc nhiều hơn đến 0,091 hoặc nhỏ hơn bởi ứng suất kéo căng. Để cho phép sự chuyển hóa pha đầy đủ, lượng ứng suất được tạo ra bởi một lần uốn cong tốt hơn là 0,0010 hoặc nhiều hơn ở phía ngoài uốn cong. Khi lượng ứng suất được tạo ra ở phía ngoài uốn cong bởi một lần uốn cong vượt quá 0,091, hình dạng của tấm thép không thể được duy trì. Đối với điều này, lượng ứng suất được tạo ra ở phía ngoài uốn cong bởi một lần uốn cong tốt hơn là 0,050 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,025 hoặc nhỏ hơn.

Hơn nữa, trong khi sự chuyển hóa ferit ở lớp bề mặt của tấm thép xảy ra bằng cách xử lý làm biến dạng uốn đi uốn lại ở lân cận nhiệt độ ủ cao nhất, ở bên trong của tấm thép nơi ứng suất là nhỏ, sự chuyển hóa ferit bị làm chậm và tỷ lệ austenit tăng lên, và xuất hiện mức chênh lệch độ cứng giữa lớp bề mặt và bên trong (1/4 chiều dày). Để tạo ra mức chênh lệch hữu hiệu về độ cứng xuất hiện giữa lớp bề mặt và bên trong (1/4 chiều dày), chiều dày tấm của tấm thép mong muốn là 0,6mm hoặc lớn hơn và 5,0mm hoặc nhỏ hơn. Khi chiều dày nhỏ hơn 0,6mm, khó có thể duy trì hình dạng của tấm thép. Khi chiều dày lớn hơn 5,0mm, khó điều chỉnh nhiệt độ của tấm thép, và không thể thu được các đặc tính theo mục đích. Hơn nữa, khi đường kính trục cán là lớn hơn 800mm, ứng suất đầy đủ không thể đưa được vào lớp bề mặt của tấm thép. Mặc dù giới

hạn dưới của đường kính trục cán không được thiết lập một cách cụ thể, nhưng giới hạn dưới là 50mm hoặc lớn hơn được ưu tiên bởi vì chi phí bảo dưỡng thiết bị tăng lên khi trục cán nhỏ hơn 50mm được sử dụng.

Tiếp theo, tấm thép sau khi xử lý làm biến dạng uốn đi uốn lại được thực hiện được làm nguội ở tốc độ làm nguội trung bình 1,0 đến 5,0°C/giây ở nhiệt độ nằm trong khoảng 740°C đến 650°C. Do đó, ferit mà là sắt bcc được tạo ra ở vi cấu trúc ở phần giữa của tấm thép, và cùng với điều này, phần của C được khuếch tán từ phần tấm thép vào phần lớp bề mặt. Do đó, mức chênh lệch nồng độ của lượng C giữa phần giữa và lớp bề mặt của tấm thép trở nên nhỏ, và sự phân bố của lượng C trong tấm thép tương ứng với khoảng tỷ lệ giữa độ cứng Vickers của lớp bề mặt và độ cứng Vickers của 1/4 chiều dày "(độ cứng Vickers của lớp bề mặt)/(độ cứng Vickers của 1/4 chiều dày)" trong tấm thép nền của tấm thép mạ kẽm có độ bền cao của sáng chế.

Khi tốc độ làm nguội trung bình ở nhiệt độ nằm trong khoảng 740°C đến 650°C nhỏ hơn 1,0°C/giây, thời gian duy trì ở nhiệt độ nằm trong khoảng 740°C đến 650°C trở nên dài và một lượng lớn ferit được tạo ra. Do đó, sự khuếch tán của C từ phần giữa của tấm thép đến phần lớp bề mặt được tạo điều kiện thuận lợi, và độ chênh lệch giữa độ cứng của phần giữa và độ cứng của lớp bề mặt của tấm thép trở nên không đủ. Hơn nữa, khi tốc độ làm nguội trung bình ở nhiệt độ nằm trong khoảng 740°C đến 650°C vượt quá 5,0°C/giây, lượng Ferit sinh ra trong vi cấu trúc của phần giữa của tấm thép là không đủ, và mức chênh lệch nồng độ của lượng C giữa phần giữa và lớp bề mặt của tấm thép là quá lớn.

Lưu ý rằng khi tấm thép được làm nguội ở tốc độ làm nguội trung bình 1,0 đến 5,0°C/giây ở nhiệt độ nằm trong khoảng 740°C đến 650°C sau khi bước xử lý làm biến dạng uốn đi uốn lại được thực hiện, tốt hơn nếu, nó ở môi trường khí trong đó log(áp suất nước riêng phần/áp suất hydro riêng phần) là -3,0 hoặc nhỏ hơn. Do đó, sự khuếch tán của C từ phần lớp bề mặt của tấm thép ra phía ngoài ở nhiệt độ nằm trong khoảng 740°C đến 650°C có thể được dừng lại, C ở phần lớp bề mặt có thể được gia tăng một cách hữu hiệu hơn, và độ bền của tấm thép nền của tấm thép mạ kẽm có độ bền cao có thể được đảm bảo.

Tiếp theo, theo phương án này, ở nhiệt độ nằm trong khoảng 650°C đến 500°C, tấm thép có thể được làm nguội ở tốc độ làm nguội trung bình 5 đến 200°C/giây. Nhờ tấm thép được làm nguội đến khoảng nhiệt độ 500°C hoặc thấp hơn, sự phát triển của ferit trong vi cấu trúc của phần giữa của tấm thép được dừng lại, và sự khuếch tán của C qua khoảng cách kéo dài giữa phần giữa và phần lớp bề mặt của tấm thép được dừng lại.

Khi tốc độ làm nguội trung bình ở nhiệt độ nằm trong khoảng 650°C đến 500°C nhỏ hơn 5°C/giây, một lượng lớn của peclit và/hoặc cacbua gốc sắt được tạo ra, và do đó austenit dư trở nên không đủ. Đối với điều này, tốc độ làm nguội trung bình tốt hơn là 7,0°C/giây hoặc nhiều hơn, tốt hơn nữa là 8,0°C/giây hoặc nhiều hơn. Mặt khác, mặc dù các hiệu quả của sáng chế được thể hiện mà không điều chỉnh một cách cụ thể giới hạn trên của tốc độ làm nguội trung bình ở nhiệt độ nằm trong khoảng 650°C đến 500°C, cần thiết bị đặc biệt để làm cho tốc độ làm nguội trung bình vượt quá 200°C, và do đó giới hạn trên của tốc độ làm nguội được điều chỉnh đến 200°C/giây khi xét đến chi phí.

Tiếp theo, theo phương án này, tấm thép tốt hơn là được duy trì trong 15 đến 1000 giây ở nhiệt độ nằm trong khoảng 500°C đến 400°C. Do đó, tấm thép dùng làm tấm thép nền thu được các lượng ưu tiên của austenit dư, bainit, và/hoặc ferit bainitic. Ở 400°C hoặc thấp hơn, sự chuyển hóa bainit xảy ra quá mức, sự tập trung C vào austenit dư phát triển, và do đó một lượng lớn của austenit dư vẫn ở lại. Do đó, trở nên khó có thể tạo ra phần thể tích của austenit dư bằng 8% hoặc nhỏ hơn. Hơn nữa, khi thời gian duy trì ở nhiệt độ nằm trong khoảng 500°C đến 400°C vượt quá 1000 giây, cacbua gốc sắt thô, mà đóng vai trò như điểm bắt đầu phá hủy, được tạo ra và phát triển, và do đó khả năng uốn cong bị suy giảm mạnh.

Bước hợp kim hóa lớp mạ

Tiếp theo, việc xử lý hợp kim hóa được thực hiện, bao gồm việc nhúng tấm thép sau bước ủ liên tục trong dung dịch mạ kẽm, và sau đó duy trì ở nhiệt độ 470 đến 650°C trong thời gian từ 10 đến 120 giây. Do đó, tấm thép mạ kẽm có độ bền cao của sáng chế được tạo thành, mà chứa hợp kim Zn-Fe ở bề mặt

của tấm thép nền và trong đó lớp mạ kẽm được hợp kim hóa với hàm lượng sắt từ 8 đến 12% được tạo thành.

Lưu ý rằng thông thường, hàm lượng cacbon của tấm thép nền càng cao, hàm lượng sắt được chứa trong lớp mạ kẽm được hợp kim hóa càng thấp và độ bám dính giữa tấm thép nền và lớp mạ kẽm được hợp kim hóa càng thấp. Hơn nữa, theo sáng chế, để tạo ra tấm thép mạ kẽm có độ bền cao với độ bền kéo lớn nhất bằng 900MPa hoặc cao hơn, một lượng lớn của cacbon mà là nguyên tố mà cải thiện độ bền liên quan. Tuy nhiên, theo sáng chế, bởi vì hàm lượng cacbon ở lớp bề mặt của tấm thép cán nguội dùng làm tấm thép nền thu được sau bước ủ liên tục là thấp, lớp mạ kẽm được hợp kim hóa có độ bám dính tốt với hàm lượng sắt từ 8 đến 12% được tạo thành trong bước hợp kim hóa lớp mạ.

Dung dịch mạ kẽm không bị giới hạn cụ thể, các hiệu quả của sáng chế không bị suy yếu khi một hoặc nhiều nguyên tố trong số các nguyên tố Pb, Sb, Si, Sn, Mg, Mn, Ni, Cr, Co, Ca, Cu, Li, Ti, Be, Bi, Sr, I, Cs, REM được trộn trong dung dịch mạ kẽm, và có thể có trường hợp trong đó chúng cải thiện độ bền chống ăn mòn, khả năng gia công, và/hoặc tương tự tùy theo hàm lượng của chúng, và vì vậy được ưu tiên. Hơn nữa, Al có thể được chứa trong dung dịch mạ kẽm. Trong trường hợp này, hàm lượng Al trong dung dịch mạ tốt hơn là 0,05% hoặc nhiều hơn và 0,15% hoặc nhỏ hơn.

Hơn nữa, nhiệt độ của xử lý hợp kim hóa tốt hơn là 480 đến 560°C, và thời gian duy trì của xử lý hợp kim hóa tốt hơn là 15 đến 60 giây.

Theo phương án này, sau khi xử lý hợp kim hóa, bước duy trì ở nhiệt độ 200 đến 350°C trong thời gian từ 30 đến 1000 giây được ưu tiên. Điều này làm cho cấu trúc cơ bản của tấm thép của tấm thép mạ kẽm có độ bền cao chứa mactensit được ram. Kết quả là, cấu trúc cơ bản của tấm thép của tấm thép mạ kẽm có độ bền cao có austenit dư, ferit, bainit và/hoặc ferit bainitic, và mactensit được ram, và nhờ có cấu trúc cơ bản như vậy của tấm thép, nó trở thành tấm thép trong đó độ nhọn K^* nêu trên của sự phân bố độ cứng là -0,30 hoặc nhỏ hơn.

Lưu ý rằng thay vì duy trì ở nhiệt độ 200 đến 350°C trong thời gian từ 30

đến 1000 giây sau khi xử lý hợp kim hóa, tấm thép sau khi xử lý hợp kim hóa có thể được làm nguội đến 350°C hoặc thấp hơn để tạo thành mactensit, và sau đó, có thể được nung nóng đến 350° hoặc nhiều hơn và 550°C hoặc thấp hơn và được duy trì trong hai giây hoặc nhiều hơn để tạo thành mactensit được ram. Hơn nữa, mactensit được ram được tạo ra trong cấu trúc cơ bản của tấm thép ngoài ra cũng bằng cách làm nguội tấm thép, mà đã được làm nguội đến khoảng nhiệt độ 500°C hoặc thấp hơn trong bước ủ liên tục, đến 350°C hoặc thấp hơn để tạo thành mactensit và sau đó nung nóng nó, và duy trì ở 400 đến 500°C.

Hơn nữa, theo phương án này, cũng có thể thực hiện cán nguội với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán từ 0,05 đến 3,00% để hiệu chỉnh hình dạng trên tấm thép mạ kẽm có độ bền cao được làm nguội đến nhiệt độ trong phòng.

Lưu ý rằng sáng chế không bị giới hạn ở các ví dụ nêu trên.

Ví dụ, theo sáng chế, cũng có thể bổ sung màng phủ tạo bởi P oxit và/hoặc oxit composit chứa P trên bề mặt của lớp mạ kẽm được hợp kim hóa của tấm thép mạ kẽm thu được bởi phương pháp nêu trên.

Màng phủ tạo bởi phospho oxit và/hoặc oxit composit chứa phospho có thể đóng vai trò như chất bôi trơn khi tấm thép được xử lý, và có thể bảo vệ lớp mạ kẽm được hợp kim hóa được tạo thành trên bề mặt của tấm thép nền.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn nhờ các ví dụ.

Các phôi tấm có các thành phần hóa học (chế phẩm) từ A đến Z, AA đến AC được minh họa trong bảng 1 và bảng 2, và BA đến BF được minh họa trong bảng 3 được đúc, việc cán nóng dưới các điều kiện (nhiệt độ nung nóng phôi tấm, nhiệt độ cán nóng hoàn thiện) được minh họa trong bảng 4 đến bảng 7 ngay sau khi đúc, làm nguội, được cuộn ở các nhiệt độ được minh họa trong bảng 4 đến bảng 7, và được cho tẩy gỉ. Các ví dụ thử nghiệm 4, 10, 16, 22, 49, 54, 102, 106 được cán nóng ngay (không cán nguội), và các ví dụ thử nghiệm khác được cán nguội dưới các điều kiện (tỷ lệ giảm tiết diện khi cán) được minh họa trong bảng 3 đến bảng 5. Sau đó, bước ủ liên tục và bước mạ hợp kim hóa được thực hiện dưới các điều kiện được minh họa trong bảng 8 đến bảng 11 trên các tấm thép tương ứng của các ví dụ thử nghiệm 1 đến 109, 201 đến 218.

Bảng 1

Thành phần hóa học	C	Si	Mn	P	S	Al	N	O
	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng
A	0,120	0,52	2,52	0,006	0,0031	0,026	0,0029	0,0006
B	0,088	1,08	2,57	0,006	0,0017	0,021	0,0025	0,0010
C	0,192	0,88	2,97	0,011	0,0048	0,032	0,0022	0,0004
D	0,118	1,58	1,94	0,006	0,0032	0,009	0,0046	0,0004
E	0,210	0,55	2,34	0,016	0,0020	0,031	0,0042	0,0012
F	0,149	0,60	1,98	0,021	0,0003	0,016	0,0049	0,0006
G	0,132	1,96	1,78	0,008	0,0015	0,037	0,0041	0,0011
H	0,230	1,16	1,61	0,014	0,0032	0,034	0,0029	0,0025
I	0,188	0,68	2,17	0,009	0,0007	0,050	0,0045	0,0009
J	0,176	1,78	1,43	0,005	0,0034	0,021	0,0060	0,0006
K	0,098	0,65	2,75	0,012	0,0035	0,100	0,0036	0,0015
L	0,146	0,44	1,79	0,013	0,0051	0,330	0,0028	0,0007
M	0,200	1,53	2,25	0,010	0,0011	0,022	0,0012	0,0002
N	0,135	2,21	1,38	0,006	0,0042	0,023	0,0023	0,0008
O	0,173	1,25	1,98	0,005	0,0036	0,039	0,0036	0,0041
P	0,230	0,97	1,51	0,014	0,0031	0,041	0,0029	0,0015
Q	0,268	0,78	1,60	0,012	0,0007	0,011	0,0048	0,0002
R	0,113	1,65	1,72	0,014	0,0014	0,032	0,0045	0,0034
S	0,157	0,90	2,33	0,015	0,0017	0,040	0,0020	0,0011
T	0,156	1,19	2,67	0,005	0,0032	0,048	0,0011	0,0004
U	0,137	0,86	2,75	0,004	0,0021	0,627	0,0008	0,0012
V	0,196	2,06	1,55	0,006	0,0052	0,048	0,0043	0,0003
W	0,165	0,71	2,13	0,011	0,0020	0,050	0,0026	0,0010
X	0,117	0,39	1,96	0,015	0,0009	1,057	0,0039	0,0026
Y	0,081	1,47	2,44	0,015	0,0047	0,048	0,0022	0,0012
Z	0,138	1,11	3,14	0,006	0,0050	0,021	0,0012	0,0007
AA	<u>0,005</u>	0,99	2,00	0,007	0,0028	0,036	0,0028	0,0016
AB	0,199	<u>0,02</u>	2,00	0,014	0,0038	0,042	0,0040	0,0008
AC	0,199	1,00	<u>0,55</u>	0,013	0,0034	0,027	0,0029	0,0011

Bảng 2

Thành phần hóa học	Ti	Nb	B	Cr	Ni	Cu	Mo	V	Ca	Ce	Mg	Zr	Hf	REM	
A	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	Ví dụ
B															Ví dụ
C															Ví dụ
D															Ví dụ
E		0,010													Ví dụ
F			0,0010												Ví dụ
G				0,17											Ví dụ
H					0,44										Ví dụ
I	0,117	0,005												0,0019	Ví dụ
J						0,35									Ví dụ
K	0,007				0,21	0,25									Ví dụ
L	0,035		0,0023	0,15											Ví dụ
M							0,07								Ví dụ
N					0,59	0,51	0,25								Ví dụ
O								0,146				0,0024			Ví dụ
P	0,048												0,0015		Ví dụ
Q		0,035													Ví dụ
R															Ví dụ
S	0,066			0,41					0,0024						Ví dụ
T										0,0015					Ví dụ
U															Ví dụ
V			0,0035				0,12		0,0033		0,0006				Ví dụ
W		0,055							0,0015	0,0008					Ví dụ
X											0,0014				Ví dụ
Y															Ví dụ
Z															Ví dụ
AA															Ví dụ so sánh
AB															Ví dụ so sánh
AC															Ví dụ so sánh

Bảng 3

Ví dụ thử nghiệm	C	Si	Mn	P	s	Al	N	O	Ti	Nb	B	Cr	Ni	Cu	Ma	V	c»	c«	Mi	Zr	Hf	REM	W	
	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	% theo khối lượng	
BA	0,168	0,39	2,09	0,002	0,0034	0,943	0,0026	0,0005																Ví dụ
BB	0,215	1,89	2,56	0,010	0,0015	0,091	0,0085	0,0012																Ví dụ
BC	0,174	1,54	1,73	0,013	0,0017	0,019	0,0048	0,0009																Ví dụ
BD	0,090	0,78	1,92	0,010	0,0012	0,296	0,0066	0,0016	0,064															Ví dụ
BE	0,147	1,13	2,28	0,009	0,0020	0,079	0,0076	0,0013														0,0017		Ví dụ
BF	0,236	0,72	1,56	0,008	0,0022	0,037	0,0025	0,0008															0,30	Ví dụ

25306

Bảng 4

Ví dụ thử nghiệm	Thành phần hóa học	Nhiệt độ nung nóng tấm	Điểm chuyển tiếp Ar ₃	Nhiệt độ cán nóng hoàn thiện	Nhiệt độ cuộn	Tỷ lệ giảm tiết diện khi cán nguội	
		°C	°C	°C	°C	%	
1	A	1235	649	914	629	66	Ví dụ
2	A	1260	649	936	692	51	Ví dụ
3	A	1255	649	940	576	40	Ví dụ
4	A	1225	649	951	602	0	Ví dụ
5	A	1180	649	952	604	72	Ví dụ
6	A	1250	649	902	621	62	<u>Ví dụ so sánh</u>
7	B	1275	673	909	676	44	Ví dụ
8	B	1245	673	949	589	57	Ví dụ
9	B	1250	673	885	587	39	Ví dụ
10	B	1230	673	918	588	0	Ví dụ
11	B	1250	673	922	621	76	<u>Ví dụ so sánh</u>
12	B	1235	673	911	658	65	<u>Ví dụ so sánh</u>
13	C	1250	596	919	614	44	Ví dụ
14	C	1240	596	944	581	67	Ví dụ
15	C	1265	596	952	636	57	Ví dụ
16	C	1205	596	946	603	0	Ví dụ
17	C	1185	596	920	626	37	<u>Ví dụ so sánh</u>
18	C	1235	596	925	679	70	<u>Ví dụ so sánh</u>
19	D	1245	737	890	638	65	Ví dụ
20	D	1215	737	948	594	56	Ví dụ
21	D	1225	737	919	645	60	Ví dụ
22	D	1200	737	940	550	0	Ví dụ
23	D	1190	737	931	564	39	<u>Ví dụ so sánh</u>
24	D	1265	737	948	627	62	<u>Ví dụ so sánh</u>
25	E	1270	638	912	632	53	Ví dụ
26	E	1275	638	930	627	60	Ví dụ
27	E	1225	638	943	602	35	Ví dụ
28	E	1185	638	905	590	67	<u>Ví dụ so sánh</u>
29	E	1235	638	916	686	42	<u>Ví dụ so sánh</u>
30	F	1220	691	920	611	70	Ví dụ
31	F	1260	691	952	612	57	Ví dụ
32	F	1180	691	946	636	61	Ví dụ
33	F	1270	691	922	627	35	<u>Ví dụ so sánh</u>
34	F	1245	691	920	625	64	<u>Ví dụ so sánh</u>
35	G	1205	753	944	631	77	Ví dụ
36	G	1270	753	929	672	41	Ví dụ
37	G	1235	753	938	591	47	Ví dụ
38	G	1245	753	942	654	60	<u>Ví dụ so sánh</u>
39	G	1250	753	936	658	64	<u>Ví dụ so sánh</u>

Bảng 5

Ví dụ thử nghiệm	Thành phần hóa học	Nhiệt độ nung nóng tấm	Điểm chuyển tiếp Ar ₃	Nhiệt độ cán nóng hoàn thiện	Nhiệt độ cuộn	Tỷ lệ giảm tiết diện khi cán nguội	
		°C	°C	°C	°C	%	
40	H	1210	698	924	613	44	Ví dụ
41	H	1240	698	911	624	62	Ví dụ
42	H	1190	698	937	638	65	Ví dụ
43	H	1240	698	929	618	55	<u>Ví dụ so sánh</u>
44	H	1240	698	937	616	67	<u>Ví dụ so sánh</u>
45	I	1250	666	892	538	67	Ví dụ
46	I	1200	666	903	622	64	Ví dụ
47	I	1265	666	921	579	56	Ví dụ
48	I	1245	666	903	574	70	Ví dụ
49	I	1240	666	916	597	0	Ví dụ
50	J	1215	756	885	644	68	Ví dụ
51	J	1225	756	938	601	58	Ví dụ
52	J	1185	756	938	609	75	Ví dụ
53	J	1270	756	923	635	64	Ví dụ
54	J	1210	756	948	594	0	Ví dụ
55	K	1265	616	896	521	53	Ví dụ
56	K	1195	616	904	587	52	Ví dụ
57	K	1180	616	912	652	67	Ví dụ
58	L	1275	724	929	675	71	Ví dụ
59	L	1195	724	950	623	63	Ví dụ
60	L	1180	724	940	605	72	Ví dụ
61	M	1235	679	933	687	74	Ví dụ
62	M	1245	679	927	705	72	Ví dụ
63	M	1210	679	950	610	46	Ví dụ
64	N	1235	742	919	505	46	Ví dụ
65	N	1245	742	937	634	69	Ví dụ
66	N	1270	742	916	628	54	Ví dụ
67	O	1245	706	890	652	53	Ví dụ
68	O	1270	706	940	607	67	Ví dụ
69	O	1185	706	940	643	68	Ví dụ
70	P	1215	722	955	597	45	Ví dụ
71	P	1235	722	910	588	40	Ví dụ
72	P	1225	722	932	653	57	Ví dụ
73	Q	1225	693	884	504	56	Ví dụ
74	Q	1185	693	943	638	72	Ví dụ
75	Q	1235	693	897	626	67	Ví dụ
76	R	1215	762	903	595	53	Ví dụ
77	R	1250	762	902	706	72	Ví dụ
78	R	1245	762	947	656	55	Ví dụ
79	S	1215	649	914	615	66	Ví dụ

Bảng 6

Ví dụ thử nghiệm	Thành phần hóa học	Nhiệt độ nung nóng tấm	Điểm chuyển tiếp Ar ₃	Nhiệt độ cán nóng hoàn thiện	Nhiệt độ cuộn	Tỷ lệ giảm tiết diện khi cán nguội	
		°C	°C	°C	°C	%	
80	S	1215	649	931	607	40	Ví dụ
81	S	1270	649	943	613	72	Ví dụ
82	T	1265	647	906	694	65	Ví dụ
83	T	1220	647	925	671	58	Ví dụ
84	T	1220	647	911	618	51	Ví dụ
85	U	1250	671	952	633	53	Ví dụ
86	U	1225	671	936	591	65	Ví dụ
87	U	1255	671	933	664	53	Ví dụ
88	V	1270	760	898	598	73	Ví dụ
89	V	1185	760	935	609	54	Ví dụ
90	V	1255	760	935	633	42	Ví dụ
91	W	1180	678	928	591	50	Ví dụ
92	W	1195	678	935	653	56	Ví dụ
93	W	1200	678	899	658	65	Ví dụ
94	W	1180	678	<u>705</u>	599	53	<u>Ví dụ so sánh</u>
95	X	1250	761	933	533	64	Ví dụ
96	X	1265	761	944	634	57	Ví dụ
97	X	1185	761	925	599	73	Ví dụ
98	X	1270	761	922	<u>810</u>	51	<u>Ví dụ so sánh</u>
99	Y	1185	702	895	660	57	Ví dụ
100	Y	1210	702	900	612	53	Ví dụ
101	Y	1205	702	912	672	70	Ví dụ
102	Y	1195	702	954	579	0	Ví dụ
103	Z	1200	605	896	598	53	Ví dụ
104	Z	1265	605	935	638	39	Ví dụ
105	Z	1215	605	930	617	44	Ví dụ
106	Z	1210	605	935	647	0	Ví dụ
107	AA	1230	750	929	703	53	<u>Ví dụ so sánh</u>
108	AB	1220	656	926	709	53	<u>Ví dụ so sánh</u>
109	AC	1230	820	928	690	53	<u>Ví dụ so sánh</u>

Bảng 7

Ví dụ thử nghiệm	Thành phần hóa học	Nhiệt độ nung nóng tấm	Điểm chuyển tiếp Ar ₃	Nhiệt độ cán nóng hoàn thiện	Nhiệt độ cuộn	Tỷ lệ giảm tiết diện khi cán nguội	Chiều dày tấm	
		°C	°C	°C	°C	%	mm	
201	BA	1235	716	865	641	50	1,00	Ví dụ
202	BA	1240	716	868	541	75	0,75	Ví dụ
203	BA	1235	716	896	637	75	0,50	<u>Ví dụ so sánh</u>
204	BB	1225	663	870	645	50	2,50	Ví dụ
205	BB	1220	663	876	603	33	3,20	Ví dụ
206	BB	1225	663	891	608	50	2,50	<u>Ví dụ so sánh</u>
207	BC	1220	737	879	600	50	2,00	Ví dụ
208	BC	1225	737	905	618	50	2,00	Ví dụ
209	BC	1225	737	873	578	67	0,80	<u>Ví dụ so sánh</u>
210	BD	1220	736	881	664	67	0,80	Ví dụ
211	BD	1240	736	876	532	67	1,00	Ví dụ
212	BD	1240	736	887	639	0	8,00	<u>Ví dụ so sánh</u>
213	BE	1235	685	871	574	0	3,50	Ví dụ
214	BE	1230	685	888	530	67	0,87	Ví dụ
215	BE	1225	685	915	545	0	10,0	<u>Ví dụ so sánh</u>
216	BF	1230	706	896	655	75	0,70	Ví dụ
217	BF	1235	706	892	621	67	1,33	Ví dụ
218	BF	1230	706	904	644	67	0,75	<u>Ví dụ so sánh</u>

Bảng 8

Ví dụ thử nghiệm	Thành phần hóa học	Bước tôi liên tục									Thời gian duy trì	Xử lý hợp kim hóa			
		Ac ₁	Ac ₃	Tốc độ nung nóng trung bình	Nhiệt độ nung nóng lớn nhất	Thời gian duy trì	log (PH ₂ O /PH ₂)	Δε	Tốc độ làm nguội trung bình từ 740°C đến 650°C	Tốc độ làm nguội trung bình từ 650°C đến 500°C		Nhiệt độ hợp kim hóa	Thời gian xử lý	Thời gian duy trì	
			°C	°C/Giây	°C	Giây			°C/Giây	°C/Giây		Giây	°C	Giây	
1	A	701	813	2,3	781	48	-2,3	0,0000	3,2	11	22	510	48	48	Ví dụ
2	A	701	813	3,3	784	108	-0,9	0,0000	2,0	9	24	478	25	43	Ví dụ
3	A	701	813	2,6	770	30	-2,2	0,0000	2,0	12	22	514	31	46	Ví dụ
4	A	701	813	4,2	778	43	-1,0	0,0000	3,1	10	24	492	44	49	Ví dụ
5	A	701	813	3,2	785	86	-1,5	0,0000	3,1	2	19	483	40	51	Ví dụ so sánh
6	A	701	813	0,1	794	84	-1,0	0,0000	2,6	13	68	516	46	67	Ví dụ so sánh
7	B	719	836	2,5	814	65	-1,4	0,0000	2,6	73	75	487	40	47	Ví dụ
8	B	719	836	4,0	806	69	-1,4	0,0000	2,9	88	63	475	37	64	Ví dụ
9	B	719	836	4,3	810	56	-2,0	0,0000	3,0	78	65	511	25	44	Ví dụ
10	B	719	836	4,3	824	115	-1,9	0,0000	3,3	81	76	530	36	51	Ví dụ
11	B	719	836	3,7	650	110	-0,8	0,0000	3,4	75	61	492	47	60	Ví dụ so sánh
12	B	719	836	4,5	1100	106	-0,8	0,0000	3,4	84	61	525	29	82	Ví dụ so sánh
13	C	707	797	4,2	779	65	-0,8	0,0023	3,4	83	59	545	45	293	Ví dụ
14	C	707	797	2,2	777	111	-1,0	0,0023	3,0	77	72	539	40	341	Ví dụ
15	C	707	797	3,3	792	98	-1,8	0,0023	3,0	67	79	531	27	330	Ví dụ
16	C	707	797	3,0	772	64	-0,9	0,0000	3,4	87	62	545	42	234	Ví dụ
17	C	707	797	2,8	784	10	-1,2	0,0000	3,1	74	74	511	46	360	Ví dụ so sánh
18	C	707	797	3,1	776	1000	-2,2	0,0000	1,8	86	56	525	44	271	Ví dụ so sánh
19	D	733	874	3,9	825	56	-0,8	0,0000	2,6	10	77	514	40	236	Ví dụ
20	D	733	874	3,7	849	70	-1,5	0,0000	3,3	9	64	530	30	288	Ví dụ
21	D	733	874	3,1	841	84	-0,8	0,0000	3,1	8	55	538	51	378	Ví dụ
22	D	733	874	3,1	859	31	-1,4	0,0000	1,8	8	77	520	33	311	Ví dụ
23	D	733	874	2,6	814	111	-4,5	0,0000	1,9	8	60	543	42	255	Ví dụ so sánh
24	D	733	874	4,3	831	56	1,5	0,0000	3,1	11	71	538	48	314	Ví dụ so sánh
25	£	711	787	3,0	783	53	-1,1	0,0000	2,7	36	55	528	50	310	Ví dụ
26	E	711	787	2,7	782	91	-0,8	0,0000	2,5	33	79	555	44	362	Ví dụ
27	E	711	787	3,5	760	47	-1,2	0,0000	3,1	34	80	544	26	255	Ví dụ
28	£	711	787	3,6	777	82	-2,2	0,0125	2,4	35	68	511	26	69	Ví dụ so sánh
29	E	711	787	2,5	783	33	-2,3	0,0099	2,1	35	80	519	31	46	Ví dụ so sánh
30	F	715	814	4,1	798	107	-2,2	0,0000	3,3	14	187	510	28	70	Ví dụ
31	F	715	814	2,5	798	62	-0,7	0,0000	3,1	13	192	549	26	67	Ví dụ
32	F	715	814	3,5	798	109	-0,7	0,0000	2,7	15	221	544	36	51	Ví dụ
33	F	715	814	3,6	795	48	-1,8	0,0000	0,1	8	165	531	31	80	Ví dụ so sánh
34	F	715	814	3,5	809	107	-2,2	0,0000	20,0	7	144	550	40	43	Ví dụ so sánh
35	G	753	886	4,1	800	113	-0,8	0,0000	3,4	36	194	532	48	74	Ví dụ
36	6	753	886	3,6	863	81	-1,0	0,0000	2,8	34	139	539	33	43	Ví dụ
37	G	753	886	4,5	872	83	-1,9	0,0000	3,4	33	222	548	27	66	Ví dụ
38	G	753	886	3,1	838	109	-1,0	0,0000	3,1	34	181	653	36	46	Ví dụ so sánh
39	G	753	886	3,2	837	68	-0,8	0,0000	2,4	33	190	461	30	80	Ví dụ so sánh

Bảng 9

Ví dụ thử nghiệm	Thành phần hóa học	Bước tối liên tục									Thời gian duy trì	Xử lý hợp kim hóa		Thời gian duy trì	
		Ac ₁	Ac ₃	Tốc độ nung nóng trung bình	Nhiệt độ nung nóng lớn nhất	Thời gian duy trì	log (PH ₂ O /PH ₂)	Δε	Tốc độ làm nguội trung bình từ 740°C đến 650°C	Tốc độ làm nguội trung bình từ 650°C đến 500°C		Nhiệt độ hợp kim hóa	Thời gian xử lý		
			°C	°C/Giây	°C	Giây			°C/Giây	°C/Giây		°C	Giây		
40	H	721	826	4,3	787	29	-1,7	0,0000	2,6	9	52	548	44	76	Ví dụ
41	H	721	826	3,6	803	92	-2,1	0,0000	3,2	6	33	527	28	74	Ví dụ
42	H	721	826	4,5	800	78	-1,5	0,0000	3,1	7	31	551	38	68	Ví dụ
43	H	721	826	3,9	790	76	-1,4	0,0000	2,4	7	56	542	<u>2</u>	80	Ví dụ so sánh
44	H	721	826	2,6	791	110	-1,8	0,0000	3,0	6	49	494	<u>300</u>	51	Ví dụ so sánh
45	I	715	814	3,7	799	50	-1,8	0,0025	2,1	13	47	521	37	83	Ví dụ
46	I	715	814	4,2	786	57	-1,3	0,0025	3,4	33	25	504	43	55	Ví dụ
47	I	715	814	3,2	808	56	-1,4	0,0000	3,3	50	34	543	50	70	Ví dụ
48	I	715	814	3,4	798	33	-2,7	0,0000	4,2	50	55	492	29	110	Ví dụ
49	I	715	814	4,1	792	68	-0,3	0,0038	4,3	115	30	526	49	95	Ví dụ
50	J	736	877	5,6	836	75	-2,2	0,0007	2,1	24	40	546	27	103	Ví dụ
51	J	736	877	3,2	827	68	-0,3	0,0007	2,1	29	41	545	36	100	Ví dụ
52	J	736	877	3,5	789	96	-2,0	0,0007	3,3	22	34	503	48	68	Ví dụ
53	J	736	877	4,1	780	72	-2,6	0,0007	1,8	55	28	534	29	73	Ví dụ
54	J	736	877	2,9	785	55	-0,7	0,0007	3,0	132	55	543	31	49	Ví dụ
55	K	703	830	2,3	796	51	-2,1	0,0000	1,3	5	52	527	45	66	Ví dụ
56	K	703	830	4,0	801	50	-2,2	0,0000	1,9	6	45	544	27	42	Ví dụ
57	K	703	830	3,0	813	42	-1,7	0,0000	2,8	6	42	504	50	52	Ví dụ
58	L	720	876	3,9	843	66	-1,0	0,0000	1,8	66	47	494	43	80	Ví dụ
59	L	720	876	3,7	809	73	-1,6	0,0000	3,1	62	54	537	31	83	Ví dụ
60	L	720	876	4,3	861	70	-1,2	0,0000	2,3	63	39	531	50	37	Ví dụ
61	M	729	845	4,5	828	91	-1,3	0,0000	3,2	63	45	568	42	83	Ví dụ
62	M	729	845	3,2	799	112	-0,8	0,0000	3,3	68	32	553	39	69	Ví dụ
63	M	729	845	4,1	822	92	-2,0	0,0000	3,4	66	47	516	31	44	Ví dụ
64	N	740	896	3,5	838	95	-1,5	0,0000	3,2	6	43	551	22	606	Ví dụ
65	N	740	896	2,4	823	103	-2,3	0,0000	2,8	6	45	610	15	54	Ví dụ
66	N	740	896	4,0	873	81	-1,4	0,0000	2,9	14	49	533	20	65	Ví dụ
67	O	726	844	3,4	811	24	-1,1	0,0000	2,2	13	49	542	42	55	Ví dụ
68	O	726	844	4,5	807	44	-1,3	0,0000	2,2	13	34	524	44	80	Ví dụ
69	O	726	844	3,0	801	47	-1,0	0,0000	2,5	19	52	490	66	53	Ví dụ
70	P	727	825	3,4	799	81	-0,7	0,0022	2,2	41	29	508	31	74	Ví dụ
71	P	727	825	3,7	814	67	-1,9	0,0022	1,8	27	28	503	36	61	Ví dụ
72	P	727	825	3,1	807	34	-2,0	0,0022	2,5	28	38	504	33	49	Ví dụ
73	Q	720	802	3,6	797	107	-2,2	0,0000	2,2	63	54	539	43	74	Ví dụ
74	Q	720	802	2,7	786	58	-1,3	0,0000	1,9	69	39	489	79	55	Ví dụ
75	Q	720	802	3,6	789	78	-1,5	0,0000	4,7	65	56	518	39	65	Ví dụ
76	R	741	883	5,3	819	29	-2,0	0,0026	2,3	42	158	545	52	349	Ví dụ
77	R	741	883	3,3	847	113	-1,1	0,0026	2,3	37	128	513	46	346	Ví dụ
78	R	741	883	4,3	864	69	-1,5	0,0026	2,7	33	568	495	36	342	Ví dụ
79	S	731	820	4,2	800	64	-1,6	0,0000	18	66	180	533	45	61	Ví dụ

Bảng 10

Ví dụ thử nghiệm	Thành phần hóa học	Bước tôi liên tục									Thời gian duy trì	Xử lý hợp kim hóa			
		Ac ₁	Ac ₃	Tốc độ nung nóng trung bình	Nhiệt độ nung nóng lớn nhất	Thời gian duy trì	log (PH ₂ O /PH ₂)	Δε	Tốc độ làm nguội trung bình từ 740°C đến 650°C	Tốc độ làm nguội trung bình từ 650°C đến 500°C		Nhiệt độ hợp kim hóa	Thời gian xử lý		
			°C	°C/Giây	°C	Giây			°C/Giây	°C/Giây	Giây	°C	Giây	Giây	
80	S	731	820	2,8	808	97	-2,1	0,0000	1,8	56	160	530	40	64	Ví dụ
81	S	731	820	4,5	808	51	-2,1	0,0000	1,8	52	162	544	47	74	Ví dụ
82	T	718	830	3,4	802	58	-1,1	0,0000	1,2	64	164	505	43	79	Ví dụ
83	T	718	830	4,0	798	30	-2,3	0,0000	1,2	51	115	499	106	63	Ví dụ
84	T	718	830	2,7	805	43	-1,7	0,0000	2,2	46	133	542	42	69	Ví dụ
85	U	728	921	2,5	843	73	-1,8	0,0000	2,3	60	168	544	44	83	Ví dụ
86	U	728	921	3,0	901	57	-2,0	0,0000	2,5	63	181	517	43	53	Ví dụ
87	U	728	921	3,6	889	81	-1,5	0,0000	2,4	74	178	551	37	60	Ví dụ
88	V	744	890	4,1	817	67	-2,1	0,0000	2,8	69	129	490	42	81	Ví dụ
89	V	744	890	2,6	865	99	-1,1	0,0000	2,4	77	112	526	33	67	Ví dụ
90	V	744	890	3,1	834	34	-1,0	0,0000	3,1	61	167	497	42	527	Ví dụ
91	W	716	821	2,5	786	108	-1,4	0,0000	3,1	32	81	549	47	47	Ví dụ
92	W	716	821	3,9	803	58	-1,5	0,0000	3,1	26	80	527	48	48	Ví dụ
93	W	716	821	4,3	782	55	-1,6	0,0000	2,5	39	85	492	32	54	Ví dụ
94	W	716	821	3,2	812	94	-1,4	0,0000	1,8	33	81	495	32	70	Ví dụ so sánh
95	X	733	1024	2,6	933	32	-0,9	0,0000	1,9	14	416	528	25	51	Ví dụ
96	X	733	1024	4,0	836	61	-1,0	0,0000	2,9	20	397	539	26	73	Ví dụ
97	X	733	1024	4,1	943	90	-1,7	0,0000	2,9	18	401	498	51	78	Ví dụ
98	X	733	1024	3,4	896	72	-2,3	0,0000	3,0	19	405	520	47	68	Ví dụ so sánh
99	Y	730	874	3,9	847	107	-1,3	0,0000	3,1	18	33	538	35	68	Ví dụ
100	Y	730	874	2,6	834	51	-1,1	0,0000	2,6	18	39	516	39	76	Ví dụ
101	Y	730	874	4,5	815	38	-1,1	0,0000	2,0	17	43	489	36	46	Ví dụ
102	Y	730	874	4,5	814	103	-1,9	0,0000	3,4	14	36	529	37	46	Ví dụ
103	Z	708	800	3,2	780	102	-1,2	0,0000	3,2	15	39	551	52	83	Ví dụ
104	Z	708	800	2,6	774	103	-1,6	0,0000	3,3	17	47	529	43	47	Ví dụ
105	Z	708	800	3,7	781	86	-1,1	0,0000	1,8	16	32	542	28	42	Ví dụ
106	Z	708	800	2,8	793	75	-1,0	0,0000	3,1	9	35	550	33	44	Ví dụ
107	AA	719	886	3,2	800	34	-2,0	0,0000	2,2	52	50	550	29	70	Ví dụ so sánh
108	AB	701	774	3,9	769	30	-1,7	0,0000	2,6	45	49	491	39	55	Ví dụ so sánh
109	AC	730	872	3,4	846	57	-1,4	0,0000	2,1	61	46	544	44	56	Ví dụ so sánh

Bảng 11

Ví dụ thử nghiệm	Thành phần hóa học	Chiều dày tấm mm	Ac ₁		Ac ₃		Bước tối liên tục										Bước hợp kim hóa		
							log (PH ₂ O /PH ₂)	Số lần xử lý biến dạng uốn lại	Bán kính cuộn nhỏ nhất	Bán kính cuộn trung bình	Tổng ứng suất lớn nhất	Lượng ứng suất lớn nhất khi xử lý uốn cong	Δε	Tốc độ làm nguội trung bình từ 740°C đến 650°C °C/Giây	Tốc độ làm nguội trung bình từ 650°C đến 500°C °C/Giây	Thời gian duy trì	Nhiệt độ hợp kim hóa	Thời gian xử lý	Thời gian duy trì
								Số lần	mm	mm						Giây	°C	Giây	Giây
201	BA	1,00	735	735	965	965	-1,8	8	500	500	0,0080	0,0020	0,0000	2,3	33	158	475	30	37
202	BA	0,75	735	735	965	965	-1,3	8	80	300	0,0159	0,0093	0,0009	2,3	39	203	483	31	36
203	BA	0,50	735	735	965	965	-1,5	8	500	500	0,0040	0,0010	0,0000	2,7	41	197	500	35	33
204	BB	2,50	720	846	846	846	-1,7	6	75	100	0,0758	0,0323	0,0000	2,8	16	139	496	26	33
205	BB	3,20	720	846	846	846	-1,6	6	75	358	0,0536	0,0409	0,0000	2,3	19	155	512	33	42
206	BB	2,50	720	846	846	846	-1,7	6	300	500	0,0248	0,0083	0,0141	2,5	21	184	501	39	40
207	BC	2,00	727	864	864	864	-1,8	7	750	750	0,0106	0,0027	0,0027	2,8	38	181	505	25	35
208	BC	2,00	727	864	864	864	-1,6	8	750	750	0,0106	0,0027	0,0000	2,9	42	135	491	37	41
209	BC	0,80	727	864	864	864	-1,7	6	1500	1500	0,0015	0,0005	0,0000	2,9	40	153	514	32	33
210	BD	0,80	719	880	880	880	-1,3	2	600	600	0,0013	0,0013	0,0000	2,8	48	179	500	34	32
211	BD	1,00	719	880	880	880	-1,3	12	300	300	0,0198	0,0033	0,0000	2,7	57	201	458	38	34
212	BD	8,00	719	880	880	880	-1,5	2	65	150	0,1096	0,1096	0,0767	2,8	50	164	518	30	33
213	BE	3,50	710	847	847	847	-1,4	7	65	333	0,0753	0,0511	0,0044	2,2	38	145	458	35	33
214	BE	0,87	710	847	847	847	-1,2	5	400	400	0,0065	0,0022	0,0022	2,3	42	178	517	29	33
215	BE	10,0	710	847	847	847	-1,6	4	90	295	0,1196	0,1000	0,0000	2,3	40	167	487	37	41
216	BF	0,70	713	827	827	827	-1,6	8	750	750	0,0036	0,0009	0,0000	2,5	54	188	503	40	35
217	BF	1,33	713	827	827	827	-1,6	8	300	500	0,0078	0,0044	0,0006	2,9	47	145	475	31	33
218	BF	0,75	713	827	827	827	-1,7	2	1200	1200	0,0006	0,0006	0,0000	2,2	56	169	506	39	36

Điểm chuyển hóa Ac_1 và điểm chuyển hóa Ac_3 trong bảng 8 đến bảng 11 thu được bằng cách cắt một miếng nhỏ từ các tấm thép được xử lý dưới các điều kiện trong các bảng 4 đến bảng 7 trước khi thực hiện bước ủ, và đo đường cong giãn nở khối của nó khi được gia nhiệt $10^\circ\text{C}/\text{giây}$.

Trong khi ủ, bước xử lý khử cacbon được thực hiện bao gồm việc cho qua khoảng nhiệt độ giữa 600°C và điểm chuyển hóa Ac_1 ở tốc độ nung nóng trung bình được mô tả trong bảng 8 đến bảng 11, nung nóng đến nhiệt độ nung nóng lớn nhất (nhiệt độ ủ) được mô tả trong bảng 8 đến bảng 118, và duy trì trong thời gian duy trì (thời gian duy trì trong bước ủ liên tục) được mô tả trong bảng 8 đến bảng 11 ở môi trường khí chủ yếu tạo bởi nitơ trong đó áp suất nước riêng phần và áp suất hydro riêng phần ($\log(P_{H_2O}/P_{H_2})$) được điều chỉnh dưới các điều kiện được mô tả trong bảng 8 đến bảng 11.

Trong bước xử lý khử cacbon (trong bước ủ liên tục), trong các ví dụ thử nghiệm 1 đến 12 và các ví dụ thử nghiệm 16 đến 29, trục cán có bán kính 450mm được sử dụng và việc xử lý làm biến dạng uốn đi uốn lại được thực hiện 6 lần tính theo tổng số. Trong các ví dụ thử nghiệm 13 đến 15, trục cán có bán kính 450mm được sử dụng và việc xử lý làm biến dạng uốn đi uốn lại được thực hiện 7 lần tính theo tổng số. Trong các ví dụ thử nghiệm 30 đến 44, trục cán có bán kính 730mm được sử dụng và việc xử lý làm biến dạng uốn đi uốn lại được thực hiện 4 lần tính theo tổng số. Trong các ví dụ thử nghiệm 45 đến 48, các ví dụ thử nghiệm 55 đến 69, và các ví dụ thử nghiệm 73 đến 109, trục cán có bán kính 600mm được sử dụng và việc xử lý làm biến dạng uốn đi uốn lại được thực hiện 6 lần tính theo tổng số. Trong các ví dụ thử nghiệm 49 đến 54 và các ví dụ thử nghiệm 70 đến 72, trục cán có bán kính 780mm được sử dụng và việc xử lý làm biến dạng uốn đi uốn lại được thực hiện 6 lần tính theo tổng số.

Mặt khác, trong các ví dụ thử nghiệm 201 đến 218, việc xử lý làm biến dạng uốn đi uốn lại được thực hiện nhiều lần (2 đến 12 lần) bởi số lần xử lý làm biến dạng uốn đi uốn lại được minh họa trong bảng 11. Hơn nữa, trong các ví dụ thử nghiệm 201 đến 218, bán kính của trục cán để thực hiện việc xử lý làm biến dạng uốn đi uốn lại được thay đổi. Bán kính nhỏ nhất của trục cán (mm) và bán

kính trung bình của trục cán (mm) được sử dụng cho các lần xử lý làm biến dạng uốn đi uốn lại tương ứng được thực hiện trong các ví dụ thử nghiệm 201 đến 218 được minh họa trong bảng 11. Hơn nữa, trong bước xử lý làm biến dạng uốn đi uốn lại, tổng lượng ứng suất được lần lượt đưa vào bề mặt trước và bề mặt sau của tấm thép, một lượng lớn ứng suất được minh họa dưới dạng tổng ứng suất lớn nhất. Hơn nữa, trong các ví dụ thử nghiệm 201 đến 218, chiều dày tấm của tấm thép được thay đổi từ 0,70 đến 8,00mm.

$\Delta\epsilon$ được mô tả trong bảng 8 đến bảng 11 chỉ giá trị tuyệt đối của độ chênh lệch lượng ứng suất được đưa vào bằng cách thực hiện xử lý làm biến dạng uốn đi uốn lại, mà được tính toán đối với mỗi mặt trước và mặt sau của tấm thép.

Sau đó, việc làm nguội ở tốc độ làm nguội trung bình được minh họa trong bảng 8 đến bảng 11 ở nhiệt độ nằm trong khoảng 740°C đến 650°C được thực hiện, và việc làm nguội ở tốc độ làm nguội trung bình được minh họa trong bảng 8 đến bảng 11 ở nhiệt độ nằm trong khoảng 650°C đến 500°C được thực hiện. Lưu ý rằng trong các ví dụ thử nghiệm 47 và 52, khi tấm thép được làm nguội ở nhiệt độ nằm trong khoảng 740°C đến 650°C, môi trường trong bể làm nguội được điều chỉnh sao cho $\log(\text{áp suất nước riêng phần}/\text{áp suất hydro riêng phần}) = -4,0$.

Tiếp theo, tấm thép sau khi làm nguội được duy trì trong thời gian duy trì (thời gian duy trì giữa bước ủ liên tục và bước xử lý hợp kim hóa) được mô tả trong bảng 8 đến bảng 11 ở nhiệt độ nằm trong khoảng 500 đến 400°C. Sau đó, việc xử lý hợp kim hóa được thực hiện bao gồm việc nhúng tấm thép trong dung dịch mạ kẽm và duy trì trong thời gian duy trì được mô tả trong bảng 8 đến bảng 11 ở nhiệt độ được mô tả trong bảng 8 đến bảng 11.

Sau khi xử lý hợp kim hóa, tấm thép được duy trì ở nhiệt độ nằm trong khoảng 200 đến 350°C trong thời gian duy trì được mô tả trong bảng 8 đến bảng 11 (thời gian duy trì của bước xử lý hợp kim hóa).

Sau khi làm nguội đến nhiệt độ trong phòng, bước cán nguội với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là 0,15% được thực hiện trong các ví dụ thử nghiệm 7 đến 34, bước cán nguội với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là 1,50% được thực hiện

trong ví dụ thử nghiệm 53, bước cán nguội với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là 1,00% được thực hiện trong ví dụ thử nghiệm 54, và bước cán nguội với tỷ lệ giảm tiết diện khi cán là 0,25% được thực hiện trong các điều kiện 61 đến 100.

Sau đó, trong các ví dụ thử nghiệm 9 và 49, màng phủ tạo bởi oxit composit chứa P trong lớp bề mặt của tấm thép mạ kẽm được bổ sung.

Các ví dụ thử nghiệm 9 và 49 là các ví dụ trong đó màng phủ tạo bởi oxit composit chứa P trong lớp bề mặt của tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa được bổ sung, và tấm thép mạ kẽm nhúng nóng được hợp kim hóa có độ bền cao có khả năng tạo hình tốt có thể thu được.

Các vi cấu trúc nằm trong khoảng 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày trong các tấm thép của các ví dụ thử nghiệm 1 đến 109 và 201 đến 218 được quan sát và các phần thể tích được đo. Các kết quả của chúng được minh họa trong Bảng 12 đến Bảng 15. Trong Bảng 12 đến Bảng 15, "F" có nghĩa là ferit, "B" có nghĩa là bainit, "BF" có nghĩa là ferit bainitic, "TM" có nghĩa là mactensit được ram, "M" có nghĩa là mactensit mới, và " γ dư" có nghĩa là austenit dư.

Trong số các phần vi cấu trúc, lượng của austenit dư được đo bởi nhiễu xạ tia X, và các loại khác thu được bằng cách khắc ăn mòn nital mặt cắt ngang thu được bằng cách cắt và mài bóng gương mặt cắt ngang theo chiều dày song song với hướng cán của tấm thép, và quan sát mặt cắt ngang này nhờ sử dụng kính hiển vi điện tử quét phát xạ trường (FE-SEM).

Hơn nữa, hàm lượng sắt trong 1/2 chiều dày của lớp mạ kẽm được hợp kim hóa được đo nhờ sử dụng EDX. Các kết quả của chúng được minh họa trong bảng 12 đến bảng 15.

Bảng 12

Ví dụ thử nghiệm	Thành phần hóa học	Kết quả quan sát vi cấu trúc							Lớp mạ kẽm được hợp kim hóa	
		Phân thể tích							Hàm lượng Fe	
		F	B	BF	TM	M	γ dư	Loại khác		
		%	%	%	%	%	%		%	
1	A	52	16	18	11	0	3	0	11,0	Ví dụ
2	A	54	20	11	11	1	2	1	10,9	Ví dụ
3	A	46	29	7	14	2	2	0	10,7	Ví dụ
4	A	51	25	10	10	0	4	0	10,9	Ví dụ
5	A	62	11	3	10	3	3	8	10,8	<u>Ví dụ so sánh</u>
6	A	56	14	15	13	0	2	0	11,3	<u>Ví dụ so sánh</u>
7	B	59	0	22	13	1	5	0	10,5	Ví dụ
8	B	61	4	20	10	0	5	0	10,7	Ví dụ
9	B	56	4	19	15	0	5	1	10,5	Ví dụ
10	B	44	8	16	19	3	6	4	10,9	Ví dụ
11	B	78	0	0	0	0	2	22	10,4	<u>Ví dụ so sánh</u>
12	B	13	14	24	33	2	13	1	9,0	<u>Ví dụ so sánh</u>
13	C	24	24	13	33	2	4	0	9,8	Ví dụ
14	C	33	27	3	29	0	6	2	11,0	Ví dụ
15	C	27	22	8	34	0	6	3	10,9	Ví dụ
16	C	33	16	8	33	0	8	2	10,4	Ví dụ
17	C	25	23	10	38	0	4	0	9,8	<u>Ví dụ so sánh</u>
18	C	27	27	4	35	2	5	0	11,3	<u>Ví dụ so sánh</u>
19	D	52	5	18	17	1	5	2	9,5	Ví dụ
20	D	52	0	25	16	1	6	0	9,6	Ví dụ
21	D	55	10	14	11	3	7	0	9,2	Ví dụ
22	D	47	9	23	16	0	4	1	9,5	Ví dụ
23	D	49	10	19	16	0	5	1	11,7	<u>Ví dụ so sánh</u>
24	D	52	11	20	10	2	5	0	7,5	<u>Ví dụ so sánh</u>
25	E	19	27	18	31	1	3	1	10,6	Ví dụ
26	E	21	34	15	26	3	0	1	10,2	Ví dụ
27	E	15	28	13	40	1	3	0	10,9	Ví dụ
28	E	23	21	15	36	2	2	1	10,8	<u>Ví dụ so sánh</u>
29	E	18	20	30	28	0	4	0	11,8	<u>Ví dụ so sánh</u>
30	F	39	26	15	11	3	5	1	10,3	Ví dụ
31	F	33	32	8	22	2	3	0	9,9	Ví dụ
32	F	35	30	12	18	2	3	0	10,1	Ví dụ
33	F	71	5	2	5	13	4	0	10,6	<u>Ví dụ so sánh</u>
34	F	8	59	11	16	0	5	1	11,1	<u>Ví dụ so sánh</u>
35	G	62	0	14	14	3	7	0	9,3	Ví dụ
36	G	42	0	28	24	0	5	1	8,5	Ví dụ
37	G	37	2	31	25	1	4	0	9,9	Ví dụ
38	G	35	12	24	18	2	2	7	14,4	<u>Ví dụ so sánh</u>
39	G	39	5	27	23	0	6	0	6,0	<u>Ví dụ so sánh</u>

Bảng 13

Ví dụ thử nghiệm	Thành phần hóa học	Kết quả quan sát vi cấu trúc							Lớp mạ kẽm được hợp kim hóa	
		Phần thể tích							Hàm lượng Fe	
		F	B	BF	TM	M	γ dư	Loại khác		
		%	%	%	%	%	%	%	%	
40	H	36	25	16	17	0	5	1	9,6	Ví dụ
41	H	18	20	28	29	1	4	0	11,0	Ví dụ
42	H	20	26	19	30	0	4	1	10,1	Ví dụ
43	H	14	10	27	41	1	5	2	6,4	<u>Ví dụ so sánh</u>
44	H	23	15	24	26	1	2	9	14,6	<u>Ví dụ so sánh</u>
45	I	31	28	18	19	0	4	0	10,4	Ví dụ
46	I	41	23	10	23	0	3	0	10,6	Ví dụ
47	I	23	24	14	35	1	3	0	11,0	Ví dụ
48	I	32	20	12	31	2	2	1	11,3	Ví dụ
49	I	34	18	6	37	1	4	0	9,6	Ví dụ
50	J	43	9	21	19	0	6	2	9,8	Ví dụ
51	J	52	7	19	17	0	5	0	8,4	Ví dụ
52	J	67	4	12	11	0	6	0	10,0	Ví dụ
53	J	66	0	14	14	1	4	1	10,8	Ví dụ
54	J	61	3	9	21	1	5	0	9,2	Ví dụ
55	K	42	29	13	13	0	2	1	10,8	Ví dụ
56	K	42	30	15	11	2	0	0	11,0	Ví dụ
57	K	25	36	22	14	1	1	1	10,4	Ví dụ
58	L	34	23	7	32	0	3	1	10,6	Ví dụ
59	L	59	13	4	19	1	2	2	11,4	Ví dụ
60	L	21	29	9	39	0	2	0	10,5	Ví dụ
61	M	28	9	23	34	1	4	1	9,8	Ví dụ
62	M	53	6	12	22	0	5	2	9,5	Ví dụ
63	M	26	13	21	35	0	5	0	9,7	Ví dụ
64	N	52	3	28	10	1	6	0	9,6	Ví dụ
65	N	66	2	16	10	0	5	1	10,2	Ví dụ
66	N	36	5	35	17	0	7	0	8,8	Ví dụ
67	O	38	17	23	16	0	5	1	9,7	Ví dụ
68	O	46	13	19	14	1	5	2	9,6	Ví dụ
69	O	53	12	14	14	0	5	2	9,8	Ví dụ
70	P	37	16	16	26	0	4	1	10,5	Ví dụ
71	P	23	23	19	27	2	6	0	10,5	Ví dụ
72	P	27	19	19	26	0	5	4	11,0	Ví dụ
73	Q	15	23	17	43	0	2	0	10,8	Ví dụ
74	Q	27	17	12	35	3	5	1	10,9	Ví dụ
75	Q	22	22	15	38	0	3	0	10,4	Ví dụ
76	R	70	4	8	11	0	5	2	10,0	Ví dụ
77	R	61	4	15	14	0	5	1	10,1	Ví dụ
78	R	59	6	12	14	0	6	3	10,0	Ví dụ
79	S	41	15	12	28	0	4	0	10,9	Ví dụ

Bảng 14

Ví dụ thử nghiệm	Thành phần hóa học	Kết quả quan sát vi cấu trúc							Lớp mạ kẽm được hợp kim hóa	
		Phân thể tích							Hàm lượng Fe	
		F	B	BF	TM	M	γ dư	Loại khác		
		%	%	%	%	%	%	%	%	
80	S	29	20	13	32	0	5	1	11,6	Ví dụ
81	S	29	18	16	32	1	4	0	10,4	Ví dụ
82	T	43	10	16	27	0	3	1	10,3	Ví dụ
83	T	47	10	15	23	0	5	0	10,5	Ví dụ
84	T	37	13	17	27	0	5	1	9,8	Ví dụ
85	U	58	10	8	19	0	4	1	10,4	Ví dụ
86	U	34	18	12	32	1	2	1	10,3	Ví dụ
87	U	32	18	11	33	0	5	1	10,1	Ví dụ
88	V	67	0	13	14	0	6	0	10,1	Ví dụ
89	V	28	3	25	35	1	7	1	9,8	Ví dụ
90	V	55	0	18	20	0	5	2	8,4	Ví dụ
91	W	46	17	11	21	2	3	0	10,7	Ví dụ
92	W	33	27	13	24	0	3	0	11,0	Ví dụ
93	W	56	13	7	17	0	5	2	10,4	Ví dụ
94	W	28	23	14	28	0	3	4	11,3	<u>Ví dụ so sánh</u>
95	X	68	18	2	12	0	0	0	10,4	Ví dụ
96	X	73	12	3	11	0	0	1	10,8	Ví dụ
97	X	53	25	0	17	3	2	0	10,8	Ví dụ
98	X	61	23	1	13	1	0	1	10,8	<u>Ví dụ so sánh</u>
99	Y	25	16	33	25	1	0	0	9,6	Ví dụ
100	Y	38	14	22	19	2	5	0	9,5	Ví dụ
101	Y	58	8	16	12	1	4	1	8,9	Ví dụ
102	Y	62	7	12	13	0	5	1	9,9	Ví dụ
103	Z	29	23	23	21	1	3	0	10,2	Ví dụ
104	Z	34	21	21	19	0	5	0	10,8	Ví dụ
105	Z	28	22	25	22	0	3	0	10,2	Ví dụ
106	Z	13	28	30	22	1	4	2	10,5	Ví dụ
107	AA	99	0	0	0	0	0	1	11,3	<u>Ví dụ so sánh</u>
108	AB	57	5	13	14	4	5	2	11,0	<u>Ví dụ so sánh</u>
109	AC	75	0	14	0	1	10	0	10,3	<u>Ví dụ so sánh</u>

Bảng 15

Ví dụ thực nghiệm	Thành phần hóa học	Kết quả quan sát vi cấu trúc							Mạ	
		Phần thể tích							FE %	
		F	B	BF	TM	M	γ dư	Loại khác		
		%	%	%	%	%	%	%	%	
201	BA	42	23	19	15	1	0	0	10,4	Ví dụ
202	BA	44	17	11	13	9	4	2	9,7	Ví dụ
203	BA	39	21	16	14	5	2	3	11,0	<u>Ví dụ so sánh</u>
204	BB	29	2	35	15	11	6	2	8,7	Ví dụ
205	BB	35	3	27	27	0	7	1	8,4	Ví dụ
206	BB	38	0	37	14	4	5	2	8,7	<u>Ví dụ so sánh</u>
207	BC	44	9	19	16	4	6	2	8,8	Ví dụ
208	BC	45	8	19	24	0	4	0	11,2	Ví dụ
209	BC	44	7	24	18	0	5	2	8,7	<u>Ví dụ so sánh</u>
210	BD	65	13	3	16	3	0	0	9,5	Ví dụ
211	BD	59	25	0	12	1	3	0	10,2	Ví dụ
212	BD	56	18	3	17	4	2	0	10,3	<u>Ví dụ so sánh</u>
213	BE	36	12	24	24	2	2	0	9,1	Ví dụ
214	BE	43	7	21	15	7	5	2	10,0	Ví dụ
215	BE	40	13	24	17	1	4	1	9,0	<u>Ví dụ so sánh</u>
216	BF	29	14	37	15	2	3	0	10,3	Ví dụ
217	BF	28	18	25	17	4	6	2	9,7	Ví dụ
218	BF	30	13	28	19	7	2	1	10,1	<u>Ví dụ so sánh</u>

Độ cứng của các ví dụ thử nghiệm 1 đến 109 và 201 đến 218 được đo bởi phương pháp được mô tả dưới đây. Các kết quả của chúng được minh họa trong bảng 16 đến bảng 19.

Xét đến độ cứng của lớp bề mặt và 1/4 chiều dày của tấm thép nền, độ cứng Vickers được đo ở năm điểm, mà cách nhau 1mm hoặc lớn hơn từ theo hướng cán, giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất được loại bỏ, và giá trị trung bình của ba điểm còn lại được sử dụng. Trong phép đo độ cứng Vickers, tải trọng là 100 gf. Lưu ý rằng độ cứng Vickers của lớp bề mặt được đo trên đường thẳng đi về phía tấm thép nền cách 40 μ m từ mặt phân cách giữa lớp mạ kẽm được hợp kim hóa và tấm thép nền.

Độ nhon K* của sự phân bố độ cứng được tính toán nhờ sử dụng các kết quả đo độ cứng bằng phương pháp đo ấn theo chiều sâu với tải trọng ấn của 1g trọng lượng nhờ sử dụng thiết bị đo độ cứng vi mô động lực có thiết bị khóa răng cưa hình chóp tam giác kiểu Berkovich. Lưu ý rằng vị trí đo độ cứng nằm trong khoảng 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày với 1/4 chiều dày tấm là tâm ở mặt cắt ngang theo hướng chiều dày vuông góc với bề mặt tấm của tấm thép và song song với hướng cán (hướng giảm tiết diện khi cán). Hơn nữa, tổng số giá trị đo của độ cứng được điều chỉnh đến 1000.

Bảng 16

Ví dụ thử nghiệm	Thành phần hóa học	Kết quả đo độ cứng				
		1/4 chiều dày		Lớp bề mặt	(Độ cứng lớp bề mặt)/(Độ cứng ở ¼ chiều dày)	
		Độ cứng trung bình	Độ nhon	Độ cứng trung bình		
1	A	279	-0,47	156	0,56	Ví dụ
2	A	297	-0,47	135	0,46	Ví dụ
3	A	309	-0,42	142	0,46	Ví dụ
4	A	301	-0,45	137	0,45	Ví dụ
5	A	292	-0,42	210	<u>0,72</u>	<u>Ví dụ so sánh</u>
6	A	305	-0,36	67	<u>0,22</u>	<u>Ví dụ so sánh</u>
7	B	263	-0,58	128	0,49	Ví dụ
8	B	289	-0,58	150	0,52	Ví dụ
9	B	297	-0,41	147	0,50	Ví dụ
10	B	300	-0,45	172	0,57	Ví dụ
11	B	218	-0,39	116	0,53	<u>Ví dụ so sánh</u>
12	B	298	-0,36	163	0,55	<u>Ví dụ so sánh</u>
13	C	408	-0,35	197	0,48	Ví dụ
14	C	377	-0,39	182	0,48	Ví dụ
15	C	339	-0,34	163	0,48	Ví dụ
16	C	367	-0,40	174	0,48	Ví dụ
17	C	368	-0,42	343	<u>0,93</u>	<u>Ví dụ so sánh</u>
18	C	338	-0,41	100	<u>0,30</u>	<u>Ví dụ so sánh</u>
19	D	337	-0,39	147	0,44	Ví dụ
20	D	352	-0,52	212	0,60	Ví dụ
21	D	335	-0,56	140	0,42	Ví dụ
22	D	316	-0,47	163	0,51	Ví dụ
23	D	314	-0,55	89	<u>0,28</u>	<u>Ví dụ so sánh</u>
24	D	327	-0,46	290	<u>0,89</u>	<u>Ví dụ so sánh</u>
25	E	393	-0,38	189	0,48	Ví dụ
26	E	358	-0,32	197	0,55	Ví dụ
27	E	412	-0,34	192	0,47	Ví dụ
28	E	329	-0,32	272	<u>0,83</u>	<u>Ví dụ so sánh</u>
29	E	449	-0,35	359	<u>0,80</u>	<u>Ví dụ so sánh</u>
30	F	311	-0,36	167	0,54	Ví dụ
31	F	330	-0,43	127	0,38	Ví dụ
32	F	317	-0,45	153	0,48	Ví dụ
33	F	393	<u>0,13</u>	183	0,47	<u>Ví dụ so sánh</u>
34	F	374	<u>-0,01</u>	220	0,59	<u>Ví dụ so sánh</u>
35	G	395	-0,39	194	0,49	Ví dụ
36	G	398	-0,48	190	0,48	Ví dụ
37	G	356	-0,47	208	0,58	Ví dụ
38	G	291	-0,38	150	0,52	<u>Ví dụ so sánh</u>
39	G	339	-0,42	159	0,47	<u>Ví dụ so sánh</u>

Bảng 17

Ví dụ thử nghiệm	Thành phần hóa học	Kết quả đo độ cứng				
		1/4 chiều dày		Lớp bề mặt	(Độ cứng lớp bề mặt)/(Độ cứng ở 1/4 chiều dày)	
		Độ cứng trung bình	Độ nhon	Độ cứng trung bình		
40	H	434	-0,40	219	0,50	Ví dụ
41	H	422	-0,33	214	0,51	Ví dụ
42	H	414	-0,37	239	0,58	Ví dụ
43	H	442	-0,34	242	0,55	Ví dụ so sánh
44	H	292	-0,37	185	0,63	Ví dụ so sánh
45	I	306	-0,37	188	0,61	Ví dụ
46	I	284	-0,38	174	0,61	Ví dụ
47	I	296	-0,36	166	0,56	Ví dụ
48	I	283	-0,43	142	0,50	Ví dụ
49	I	290	-0,46	195	0,67	Ví dụ
50	J	389	-0,46	214	0,55	Ví dụ
51	J	333	-0,41	146	0,44	Ví dụ
52	J	355	-0,44	182	0,51	Ví dụ
53	J	393	-0,62	251	0,64	Ví dụ
54	J	323	-0,38	176	0,55	Ví dụ
55	K	301	-0,47	138	0,46	Ví dụ
56	K	280	-0,42	159	0,57	Ví dụ
57	K	289	-0,40	125	0,43	Ví dụ
58	L	315	-0,43	153	0,49	Ví dụ
59	L	312	-0,47	172	0,55	Ví dụ
60	L	317	-0,38	145	0,46	Ví dụ
61	M	372	-0,34	226	0,61	Ví dụ
62	M	319	-0,43	139	0,44	Ví dụ
63	M	336	-0,35	154	0,46	Ví dụ
64	N	324	-0,51	164	0,50	Ví dụ
65	N	386	-0,45	172	0,45	Ví dụ
66	N	351	-0,48	188	0,53	Ví dụ
67	O	398	-0,42	211	0,53	Ví dụ
68	O	391	-0,47	213	0,55	Ví dụ
69	O	428	-0,48	212	0,49	Ví dụ
70	P	299	-0,46	126	0,42	Ví dụ
71	P	294	-0,33	137	0,47	Ví dụ
72	P	312	-0,36	145	0,47	Ví dụ
73	Q	327	-0,33	150	0,46	Ví dụ
74	Q	276	-0,36	148	0,54	Ví dụ
75	Q	335	-0,34	129	0,38	Ví dụ
76	R	344	-0,45	182	0,53	Ví dụ
77	R	411	-0,39	186	0,45	Ví dụ
78	R	369	-0,55	175	0,47	Ví dụ
79	S	342	-0,49	178	0,52	Ví dụ

Bảng 18

Ví dụ thử nghiệm	Thành phần hóa học	Kết quả đo độ cứng				
		¼ chiều dày		Lớp bề mặt	(Độ cứng lớp bề mặt)/(Độ cứng ở ¼ chiều dày)	
		Độ cứng trung bình	Độ nhon	Độ cứng trung bình		
80	S	328	-0,40	169	0,52	Ví dụ
81	S	337	-0,39	169	0,50	Ví dụ
82	T	305	-0,50	151	0,50	Ví dụ
83	T	361	-0,42	158	0,44	Ví dụ
84	T	347	-0,44	160	0,46	Ví dụ
85	U	360	-0,52	189	0,53	Ví dụ
86	U	344	-0,37	212	0,62	Ví dụ
87	U	338	-0,39	184	0,54	Ví dụ
88	V	442	-0,59	215	0,49	Ví dụ
89	V	411	-0,36	183	0,45	Ví dụ
90	V	470	-0,52	229	0,49	Ví dụ
91	W	333	-0,36	185	0,56	Ví dụ
92	W	371	-0,46	190	0,51	Ví dụ
93	W	323	-0,43	137	0,42	Ví dụ
94	W	301	-0,35	140	0,46	<u>Ví dụ so sánh</u>
95	X	287	-0,62	103	0,36	Ví dụ
96	X	274	-0,42	172	0,63	Ví dụ
97	X	279	-0,50	130	0,47	Ví dụ
98	X	308	-0,50	178	0,58	<u>Ví dụ so sánh</u>
99	Y	342	-0,34	166	0,48	Ví dụ
100	Y	359	-0,40	192	0,54	Ví dụ
101	Y	417	-0,57	210	0,50	Ví dụ
102	Y	336	-0,45	134	0,40	Ví dụ
103	Z	416	-0,45	216	0,52	Ví dụ
104	Z	386	-0,40	223	0,58	Ví dụ
105	Z	367	-0,42	210	0,57	Ví dụ
106	Z	433	-0,34	200	0,46	Ví dụ
107	AA	128	<u>0,82</u>	116	<u>0,91</u>	<u>Ví dụ so sánh</u>
108	AB	311	-0,41	194	0,62	<u>Ví dụ so sánh</u>
109	AC	294	-0,35	161	0,55	<u>Ví dụ so sánh</u>

Bảng 19

Ví dụ thử nghiệm	Thành phần hóa học	Kết quả đo độ cứng				
		1/4 chiều dày		Lớp bề mặt	(Độ cứng lớp bề mặt)/(Độ cứng ở ¼ chiều dày)	
		Độ cứng trung bình	Độ nhọn	Độ cứng trung bình		
201	BA	302	-0,36	133	0,44	Ví dụ
202	BA	302	-0,41	181	0,60	Ví dụ
203	BA	314	-0,38	178	0,57	<u>Ví dụ so sánh</u>
204	BB	435	-0,40	261	0,60	Ví dụ
205	BB	411	-0,42	242	0,59	Ví dụ
206	BB	347	-0,38	317	<u>0,91</u>	<u>Ví dụ so sánh</u>
207	BC	338	-0,33	193	0,57	Ví dụ
208	BC	358	-0,42	215	0,60	Ví dụ
209	BC	313	-0,41	271	<u>0,87</u>	<u>Ví dụ so sánh</u>
210	BD	238	-0,36	138	0,58	Ví dụ
211	BD	264	-0,42	135	0,51	Ví dụ
212	BD	257	-0,34	243	<u>0,95</u>	<u>Ví dụ so sánh</u>
213	BE	365	-0,39	190	0,52	Ví dụ
214	BE	295	-0,42	180	0,61	Ví dụ
215	BE	328	-0,40	190	0,58	<u>Ví dụ so sánh</u>
216	BF	352	-0,32	204	0,58	Ví dụ
217	BF	372	-0,40	164	0,44	Ví dụ
218	BF	359	-0,45	285	<u>0,79</u>	<u>Ví dụ so sánh</u>

Bảng 20 đến bảng 23 minh họa các kết quả đánh giá các đặc tính của các tấm thép của các ví dụ thử nghiệm 1 đến 109 và 201 đến 218 bởi phương pháp được mô tả dưới đây.

Mẫu thử kéo căng theo JIS Z 2201 được lấy mẫu từ các tấm thép của các ví dụ thử nghiệm 1 đến 109 và 201 đến 218, thử nghiệm kéo căng được thực hiện theo JIS Z 2241, và ứng suất chảy dẻo "YS", độ bền kéo "TS", và tổng độ giãn dài "EL" được đo.

Hơn nữa, thử nghiệm giãn rộng lỗ (JFST1001) để đánh giá khả năng cuốn mép được thực hiện, và giá trị giới hạn giãn rộng lỗ " λ " là chỉ số về khả năng cuốn mép khi kéo căng được tính toán.

Hơn nữa, thử nghiệm uốn cong chữ V 90-độ được thực hiện. Mẫu thử cỡ 35mm × 100mm được cắt ra từ các tấm thép của các ví dụ thử nghiệm 1 đến 109, bề mặt cắt được đánh bóng cơ học, và bán kính uốn cong được điều chỉnh bằng hai lần chiều dày tấm, nhờ vậy thực hiện đánh giá. Sau đó, tấm đạt được hình dạng định trước được đánh giá là đạt (O), và tấm không đạt được hình dạng định trước được đánh giá là không đạt (X). Hơn nữa, ở thời điểm thử nghiệm uốn cong, sự có mặt nứt, thắt, và tróc lớp mạ được đánh giá một cách riêng biệt bằng cách quan sát bằng mắt, và tấm mà không có khuyết tật nào trong số đó được đánh giá là đạt (O), và tấm mà có khuyết tật bất kỳ trong số đó được đánh giá là không đạt (X).

Bảng 20

Ví dụ thử nghiệm	Thành phần hóa học	Kết quả đánh giá đặc tính của tấm thép							
		Thử nghiệm kéo căng			λ	Thử nghiệm uốn cong			
		YS	TS	EL		(Bán kính uốn cong nhỏ nhất)/(Chiều dày tấm)	Bóc lớp mạ	Sự thất	
		MPa	MPa	%					
1	A	373	938	19	45	O	O	O	Ví dụ
2	A	450	958	19	42	O	O	O	Ví dụ
3	A	444	985	18	50	O	O	O	Ví dụ
4	A	474	965	19	50	O	O	O	Ví dụ
5	A	337	880	16	14	×	O	×	<u>Ví dụ so sánh</u>
6	A	367	960	19	17	×	O	×	<u>Ví dụ so sánh</u>
7	B	425	907	18	52	O	O	O	Ví dụ
8	B	460	917	22	43	O	O	O	Ví dụ
9	B	518	942	18	41	O	O	O	Ví dụ
10	B	490	933	18	47	O	O	O	Ví dụ
11	B	458	738	5	15	×	O	×	<u>Ví dụ so sánh</u>
12	B	464	927	24	5	×	O	×	<u>Ví dụ so sánh</u>
13	C	733	1284	14	40	O	O	O	Ví dụ
14	C	604	1111	15	41	O	O	O	Ví dụ
15	C	681	1189	15	37	O	O	O	Ví dụ
16	C	738	1161	14	51	O	O	O	Ví dụ
17	C	644	1131	16	49	O	O	×	<u>Ví dụ so sánh</u>
18	C	706	1122	15	19	×	O	O	<u>Ví dụ so sánh</u>
19	D	493	1078	16	45	O	O	O	Ví dụ
20	D	463	1077	16	46	O	O	O	Ví dụ
21	D	504	996	17	39	O	O	O	Ví dụ
22	D	449	1035	15	43	O	O	O	Ví dụ
23	D	500	1008	19	11	×	O	O	<u>Ví dụ so sánh</u>
24	D	441	1055	15	39	O	O	×	<u>Ví dụ so sánh</u>
25	E	640	1343	13	38	O	O	O	Ví dụ
26	E	673	1175	15	32	O	O	O	Ví dụ
27	E	559	1324	13	37	O	O	O	Ví dụ
28	E	534	1118	16	29	×	O	×	<u>Ví dụ so sánh</u>
29	E	729	1435	12	31	×	O	×	<u>Ví dụ so sánh</u>
30	F	475	1032	17	39	O	O	O	Ví dụ
31	F	628	1100	16	49	O	O	O	Ví dụ
32	F	571	1032	17	43	O	O	O	Ví dụ
33	F	502	1189	12	1	×	O	×	<u>Ví dụ so sánh</u>
34	F	786	1255	9	28	×	O	×	<u>Ví dụ so sánh</u>
35	G	756	1335	14	31	O	O	O	Ví dụ
36	G	549	1236	14	35	O	O	O	Ví dụ
37	G	595	1240	14	42	O	O	O	Ví dụ
38	G	503	902	9	17	×	×	×	<u>Ví dụ so sánh</u>
39	G	665	1112	15	33	O	×	O	<u>Ví dụ so sánh</u>

Bảng 21

Ví dụ thử nghiệm	Thành phần hóa học	Kết quả đánh giá đặc tính của tấm thép							
		Thử nghiệm kéo căng			λ	Thử nghiệm uốn cong			
		YS	TS	EL		(Bán kính uốn cong nhỏ nhất)/(Chiều dày tấm)	Bóc lớp mạ	Sự thất	
		MPa	MPa	%					
40	H	541	1376	12	32	O	O	O	Ví dụ
41	H	753	1382	14	38	O	O	O	Ví dụ
42	H	564	1280	15	36	O	O	O	Ví dụ
43	H	786	1360	13	40	O	×	O	<u>Ví dụ so sánh</u>
44	H	516	944	10	8	×	×	×	<u>Ví dụ so sánh</u>
45	I	651	1017	19	54	O	O	O	Ví dụ
46	I	648	977	18	45	O	O	O	Ví dụ
47	I	524	1012	16	39	O	O	O	Ví dụ
48	I	642	954	19	42	O	O	O	Ví dụ
49	I	612	979	18	42	O	O	O	Ví dụ
50	J	524	1249	13	34	O	O	O	Ví dụ
51	J	613	1073	16	45	O	O	O	Ví dụ
52	J	538	1122	15	48	O	O	O	Ví dụ
53	J	756	1261	14	40	O	O	O	Ví dụ
54	J	455	1042	16	42	O	O	O	Ví dụ
55	K	455	972	19	51	O	O	O	Ví dụ
56	K	523	959	20	39	O	O	O	Ví dụ
57	K	588	1005	16	43	O	O	O	Ví dụ
58	L	559	1014	18	37	O	O	O	Ví dụ
59	L	532	1075	15	43	O	O	O	Ví dụ
60	L	582	1021	15	35	O	O	O	Ví dụ
61	M	774	1286	13	44	O	O	O	Ví dụ
62	M	607	1063	17	44	O	O	O	Ví dụ
63	M	575	1100	17	40	O	O	O	Ví dụ
64	N	627	1073	16	34	O	O	O	Ví dụ
65	N	520	1244	15	37	O	O	O	Ví dụ
66	N	572	1071	16	50	O	O	O	Ví dụ
67	O	687	1329	13	32	O	O	O	Ví dụ
68	O	798	1316	14	35	O	O	O	Ví dụ
69	O	530	1274	14	36	O	O	O	Ví dụ
70	P	647	1028	17	42	O	O	O	Ví dụ
71	P	606	982	18	46	O	O	O	Ví dụ
72	P	620	994	18	43	O	O	O	Ví dụ
73	Q	548	1038	15	52	O	O	O	Ví dụ
74	Q	478	936	18	60	O	O	O	Ví dụ
75	Q	554	1067	17	42	O	O	O	Ví dụ
76	R	465	1095	15	46	O	O	O	Ví dụ
77	R	733	1314	13	39	O	O	O	Ví dụ
78	R	737	1210	13	35	O	O	O	Ví dụ
79	S	576	1116	15	45	O	O	O	Ví dụ

Bảng 22

Ví dụ thử nghiệm	Thành phần hóa học	Kết quả đánh giá đặc tính của tấm thép							
		Thử nghiệm kéo căng			λ	Thử nghiệm uốn cong			
		YS	TS	EL		(Bán kính uốn cong nhỏ nhất)/(Chiều dày tấm)	Bóc lớp mạ	Sự thất	
		MPa	MPa	%					
80	S	641	1072	16	48	O	O	O	Ví dụ
81	S	679	1046	17	50	O	O	O	Ví dụ
82	T	515	1079	18	43	O	O	O	Ví dụ
83	T	563	1155	16	51	O	O	O	Ví dụ
84	T	530	1173	15	47	O	O	O	Ví dụ
85	U	545	1155	14	40	O	O	O	Ví dụ
86	U	464	1042	15	44	O	O	O	Ví dụ
87	U	624	1082	17	57	O	O	O	Ví dụ
88	V	825	1471	11	28	O	O	O	Ví dụ
89	V	583	1345	14	27	O	O	O	Ví dụ
90	V	875	1462	11	25	O	O	O	Ví dụ
91	W	676	1073	17	35	O	O	O	Ví dụ
92	W	673	1114	15	38	O	O	O	Ví dụ
93	W	579	993	17	57	O	O	O	Ví dụ
94	W	707	934	2	13	×	O	×	<u>Ví dụ so sánh</u>
95	X	552	977	18	44	O	O	O	Ví dụ
96	X	524	906	18	57	O	O	O	Ví dụ
97	X	469	903	19	49	O	O	O	Ví dụ
98	X	546	953	7	10	×	O	×	<u>Ví dụ so sánh</u>
99	Y	645	1136	15	32	O	O	O	Ví dụ
100	Y	580	1169	16	45	O	O	O	Ví dụ
101	Y	541	1283	13	39	O	O	O	Ví dụ
102	Y	519	1085	15	43	O	O	O	Ví dụ
103	Z	723	1320	13	36	O	O	O	Ví dụ
104	Z	583	1218	13	39	O	O	O	Ví dụ
105	Z	638	1145	16	31	O	O	O	Ví dụ
106	Z	819	1363	14	28	O	O	O	Ví dụ
107	AA	219	<u>391</u>	42	110	O	O	O	<u>Ví dụ so sánh</u>
108	AB	532	<u>864</u>	20	20	O	O	O	<u>Ví dụ so sánh</u>
109	AC	544	952	24	14	×	O	×	<u>Ví dụ so sánh</u>

Bảng 23

Ví dụ thử nghiệm	Thành phần hóa học	Kết quả đo vật liệu							
		Thử nghiệm kéo căng			λ	Thử nghiệm uốn cong			
		vs	TS	EL		(Bán kính uốn cong nhỏ nhất)/(Chiều dày tấm)	Bóc lớp mạ	Sự thất	
		MPa	MPa	%					
201	BA	708	989	17	50	O	O	O	Ví dụ
202	BA	672	1016	18	37	O	O	O	Ví dụ
203	BA	Không thể thực hiện thử nghiệm đo vật liệu do hình dạng khuyết tật của tấm thép							<u>Ví dụ so sánh</u>
204	BB	976	1331	13	32	O	O	O	Ví dụ
205	BB	1048	1355	13	43	O	O	O	Ví dụ
206	BB	834	1174	16	37	×	O	×	<u>Ví dụ so sánh</u>
207	BC	838	1225	14	42	O	O	O	Ví dụ
208	BC	893	1246	16	44	O	O	O	Ví dụ
209	BC	825	1191	16	45	×	O	×	<u>Ví dụ so sánh</u>
210	BD	547	936	23	44	O	O	O	Ví dụ
211	BD	594	952	19	43	O	O	O	Ví dụ
212	BD	Không thể thực hiện thử nghiệm đo vật liệu do hình dạng khuyết tật của tấm thép							<u>Ví dụ so sánh</u>
213	BE	855	1171	14	46	O	O	O	Ví dụ
214	BE	716	1071	18	36	O	O	O	Ví dụ
215	BE	Không thể thực hiện thử nghiệm đo vật liệu do hình dạng khuyết tật của tấm thép							<u>Ví dụ so sánh</u>
216	BF	939	1227	14	48	O	O	O	Ví dụ
217	BF	961	1295	14	38	O	O	O	Ví dụ
218	BF	991	1363	13	38	×	O	×	<u>Ví dụ so sánh</u>

Như được minh họa trong bảng 20 đến bảng 23, độ bền kéo là 900MPa hoặc cao hơn và kết quả của thử nghiệm uốn cong là O trong tất cả các ví dụ thử nghiệm mà là các ví dụ của sáng chế trong số các ví dụ thử nghiệm 1 đến 109 và 201 đến 218.

Mặt khác, trong các ví dụ thử nghiệm mà là các ví dụ so sánh trong số các ví dụ thử nghiệm 1 đến 109 và 201 đến 218, độ bền kéo là nhỏ hơn 900MPa hoặc X được bao gồm trong các kết quả thử nghiệm uốn cong, và chúng không thỏa mãn sự tốt cả về độ bền cao và khả năng uốn cong.

Trong ví dụ thử nghiệm 107, lượng được bổ sung của C là nhỏ và cấu trúc cứng không thể thu được, và do đó độ bền là kém.

Trong ví dụ thử nghiệm 108, lượng được bổ sung của Si là nhỏ, sự tăng bền dung dịch rắn của cấu trúc mềm là không đủ, độ cứng bề mặt của tấm thép mềm hơn nhiều so với bên trong của nó, và do đó khả năng cuốn mép khi kéo căng và độ bền là kém.

Trong ví dụ thử nghiệm 109, lượng được bổ sung của Mn là nhỏ, phần thể tích của austenit dư mà trở thành điểm bắt đầu phá hủy là lớn, và do đó khả năng cuốn mép khi kéo căng và khả năng uốn cong là kém.

Ví dụ thử nghiệm 94 là ví dụ trong đó nhiệt độ hoàn thiện của bước cán nóng là thấp, vì cấu trúc mở rộng theo một hướng và là không đồng nhất, và do đó tính dẻo, khả năng cuốn mép khi kéo căng, và khả năng uốn cong là kém.

Ví dụ thử nghiệm 98 là ví dụ trong đó nhiệt độ cuộn thành cuộn là cao sau khi cán nóng, vì cấu trúc trở nên rất thô, và do đó tính dẻo, khả năng cuốn mép khi kéo căng, và khả năng uốn cong là kém.

Ví dụ thử nghiệm 6 là ví dụ trong đó tốc độ nung nóng trong bước ủ là chậm, bước xử lý khử cacbon trong tấm thép xảy ra, độ cứng của lớp bề mặt giảm mạnh, và do đó khả năng cuốn mép khi kéo căng và khả năng uốn cong là kém.

Ví dụ thử nghiệm 11 là ví dụ trong đó nhiệt độ nung nóng lớn nhất trong bước ủ là thấp, có nhiều cacbua gốc sắt thô mà trở thành điểm bắt đầu phá hủy được chứa, và do đó tính dẻo, khả năng cuốn mép khi kéo căng, và khả năng uốn cong là kém.

Mặt khác, ví dụ thử nghiệm 12 là ví dụ trong đó nhiệt độ nung nóng lớn nhất trong bước ủ là cao, phần thể tích của austenit dư mà trở thành điểm bắt đầu phá hủy là lớn, và do đó khả năng cuốn mép khi kéo căng và khả năng uốn cong là kém.

Ví dụ thử nghiệm 17 là ví dụ trong đó thời gian duy trì trong vùng nhiệt độ xử lý khử cacbon là ngắn, độ cứng của lớp bề mặt là cực cao, và do đó khả năng uốn cong là kém.

Mặt khác, ví dụ thử nghiệm 18 là ví dụ trong đó thời gian duy trì trong vùng nhiệt độ xử lý khử cacbon là dài, độ cứng của lớp bề mặt giảm quá mức, và do đó khả năng cuốn mép khi kéo căng và khả năng uốn cong là kém.

Ví dụ thử nghiệm 23 là ví dụ trong đó áp suất riêng phần của hơi nước trong môi trường trong vùng nhiệt độ xử lý khử cacbon là cao, độ cứng của lớp bề mặt giảm quá mức, và do đó khả năng uốn cong là kém.

Mặt khác, ví dụ thử nghiệm 24 là ví dụ trong đó áp suất riêng phần của hơi nước trong môi trường trong vùng nhiệt độ xử lý khử cacbon là thấp, độ cứng của lớp bề mặt là cực cao, và do đó khả năng uốn cong là kém.

Các ví dụ thử nghiệm 28, 29 là các ví dụ trong đó có độ chênh lệch $\Delta\epsilon$ lớn tính theo tổng lượng ứng suất được đưa lần lượt vào bề mặt trước và bề mặt sau trong vùng nhiệt độ xử lý khử cacbon, và khả năng uốn cong là kém.

Ví dụ thử nghiệm 33 là ví dụ trong đó tốc độ làm nguội trung bình 740°C đến 650°C là thấp, độ nhọn trong phân bố độ cứng bên trong tấm thép là lớn, và do đó khả năng cuộn mép khi kéo căng và khả năng uốn cong là kém.

Mặt khác, ví dụ thử nghiệm 34 là ví dụ trong đó tốc độ làm nguội trung bình 740°C đến 650°C là cao, độ nhọn trong phân bố độ cứng bên trong tấm thép là lớn, và do đó tính dẻo và khả năng uốn cong là kém.

Ví dụ thử nghiệm 5 là ví dụ trong đó tốc độ làm nguội trung bình 650°C đến 500°C là thấp, mức chênh lệch độ cứng giữa tấm thép lớp bề mặt và bên trong là nhỏ, nhiều cacbua gốc sắt cũng được tạo thành, và khả năng uốn cong là kém.

Ví dụ thử nghiệm 38 là ví dụ trong đó nhiệt độ xử lý hợp kim hóa của lớp mạ là cao, %Fe trong lớp mạ là quá mức, các cacbua gốc sắt thô mà trở thành điểm bắt đầu phá hủy cũng được tạo ra trong tấm thép, và do đó tính dẻo, khả năng cuộn mép khi kéo căng, và khả năng uốn cong là kém.

Mặt khác, ví dụ thử nghiệm 39 là ví dụ trong đó nhiệt độ xử lý hợp kim hóa lớp mạ là thấp, %Fe trong lớp mạ là không đủ, và do đó khả năng uốn cong là kém.

Ví dụ thử nghiệm 43 là ví dụ trong đó thời gian xử lý hợp kim hóa của lớp mạ là ngắn, %Fe trong lớp mạ là không đủ, và khả năng uốn cong là kém.

Mặt khác, ví dụ thử nghiệm 44 là ví dụ trong đó thời gian xử lý hợp kim hóa của lớp mạ là dài, các cacbua gốc sắt thô mà trở thành điểm bắt đầu phá hủy được tạo ra bên trong tấm thép, và do đó tính dẻo, khả năng cuộn mép khi kéo căng, và khả năng uốn cong là kém.

Ví dụ thử nghiệm 203 là ví dụ trong đó chiều dày tấm của tấm thép là

mỏng đáng kể, độ phẳng của tấm thép không thể duy trì được, và không thể thực hiện thử nghiệm đánh giá các đặc tính định trước.

Ví dụ thử nghiệm 206 là ví dụ trong đó có mức chênh lệch $\Delta\epsilon$ lớn tính theo tổng lượng ứng suất lần lượt được đưa vào bề mặt trước và bề mặt sau, và khả năng uốn cong là kém.

Trong các ví dụ thử nghiệm 209 và 218, lượng ứng suất được đưa vào một lần uốn cong là nhỏ, độ cứng của lớp bề mặt là quá cứng, và vì vậy khả năng uốn cong là kém.

Trong các ví dụ thử nghiệm 212 và 215, lượng ứng suất được đưa vào một lần uốn cong là lớn, hình dạng của tấm thép bị suy yếu, không thu được đủ độ phẳng, và không thể thực hiện thử nghiệm đánh giá các đặc tính định trước.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng uốn cong tốt với độ bền kéo là 900MPa hoặc lớn hơn, tấm thép này bao gồm lớp mạ kẽm được hợp kim hóa được tạo ra trên bề mặt của tấm thép nền chứa các nguyên tố sau đây, tính theo % khối lượng:

C: 0,075 đến 0,300%,

Si: 0,30 đến 2,50%,

Mn: 1,30 đến 3,50%,

P: 0,001 đến 0,050%,

S: 0,0001 đến 0,0100%,

Al: 0,005 đến 1,500%,

N: 0,0001 đến 0,0100%, và

O: 0,0001 đến 0,0100% với phần còn lại là sắt và các tạp chất không tránh khỏi, trong đó:

austenit dư được giới hạn đến 8% hoặc nhỏ hơn, tính theo phần thể tích ở khoảng từ 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép nền;

khi các vùng đo có đường kính là 1µm hoặc nhỏ hơn được thiết lập trong khoảng 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm theo nền, thì các giá trị đo của độ cứng trong các vùng đo này được bố trí theo thứ tự tăng dần để thu được sự phân bố độ cứng, số nguyên N0,02 thu được, đây là số thu được bằng cách nhân tổng số các giá trị đo của độ cứng với 0,02 và làm tròn lên số này khi số này bao gồm phần thập phân, độ cứng của giá trị đo mà là lớn nhất thứ N0,02 từ giá trị đo của độ cứng nhỏ nhất được lấy là 2% độ cứng, số nguyên N0,98 thu được, đây là số thu được bằng cách nhân tổng số các giá trị đo của độ cứng với 0,98 và làm tròn xuống số này khi số này bao gồm phần thập phân, và độ cứng của giá trị đo mà là lớn nhất thứ N0,98 từ giá trị đo của độ cứng nhỏ nhất được lấy là

98% độ cứng, độ nhon K^* của sự phân bố độ cứng giữa 2% độ cứng và 98% độ cứng là -0,30 hoặc nhỏ hơn;

tỷ lệ giữa độ cứng Vickers của lớp bề mặt của tấm thép nền và độ cứng Vickers của 1/4 chiều dày của tấm thép nền là 0,35 đến 0,70;

hàm lượng sắt trong lớp mạ kẽm được hợp kim hóa là 8 đến 12%, tính theo khối lượng;

độ nhon K^* là số thu được bằng phương trình dưới đây từ dữ liệu của các giá trị đo của độ cứng trong các vùng đo:

[Phương trình 1]

$$K^* = \left\{ \frac{(N_{0,98} - N_{0,02} + 1)(N_{0,98} - N_{0,02} + 2)}{(N_{0,98} - N_{0,02})(N_{0,98} - N_{0,02} - 1)(N_{0,98} - N_{0,02} - 2)} \right\} \cdot \sum_{i=N_{0,02}}^{N_{0,98}} \left(\frac{H_i H^*}{s^*} \right) - \frac{3(N_{0,98} - N_{0,02})^2}{(N_{0,98} - N_{0,02} - 1)(N_{0,98} - N_{0,02} - 2)}$$

trong đó H_i là độ cứng của điểm đo lớn nhất thứ i từ giá trị đo của độ cứng nhỏ nhất, H^* là độ cứng trung bình từ điểm đo lớn nhất thứ $N_{0,02}$ đến điểm đo lớn nhất thứ $N_{0,98}$ từ độ cứng nhỏ nhất, và s^* là độ lệch tiêu chuẩn từ điểm đo lớn nhất thứ $N_{0,02}$ đến điểm đo lớn nhất thứ $N_{0,98}$ từ độ cứng nhỏ nhất; và

không có vết nứt, sự thất lại, và sự bong lớp mạ trong thử nghiệm uốn cong 90 độ V.

2. Tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng uốn cong tốt theo điểm 1, trong đó cấu trúc của tấm thép nền chứa, tính theo phần thể tích, 10 đến 75% ferit, 10 đến 50%, tính theo tổng của một trong số hoặc cả ferit bainitic và bainit, 10 đến 50% mactensit được ram nằm trong khoảng 1/8 chiều dày đến 3/8 chiều dày của tấm thép nền, mactensit mới được giới hạn đến 15% hoặc nhỏ hơn, tính theo phần thể tích, và peclit được giới hạn đến 5% hoặc nhỏ hơn, tính theo phần thể tích.

3. Tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng uốn cong tốt theo điểm 1, trong đó tấm thép nền còn chứa một hoặc nhiều nguyên tố trong số Ti, Nb, B, Cr, Ni, Cu, Mo, W, V, Ca, Ce, Mg, Zr, Hf, và REM, trong đó các hàm lượng của các nguyên tố tương ứng là như sau (tính theo % khối lượng):

Ti: 0,005 đến 0,150%,

Nb: 0,005 đến 0,10%,

B: 0,0003 đến 0,0050%,

Cr: 0,01 đến 2,00%,

Ni: 0,01 đến 2,00%,

Cu: 0,01 đến 2,00%,

Mo: 0,01 đến 1,00%,

W: 0,01 đến 1,00%,

V: 0,005 đến 0,150%, và

Ca, Ce, Mg, Zr, Hf, và REM: tổng lượng là 0,0001 đến 0,5000 %.

4. Tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng uốn cong tốt theo điểm 1, trong đó một màng phủ hoặc cả hai màng phủ được cấu thành bởi phospho oxit và màng phủ được cấu thành bởi oxit composit chứa phospho được tạo thành trên bề mặt của lớp mạ kẽm được hợp kim hóa.

5. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng uốn cong tốt, phương pháp này bao gồm:

bước cán nóng để nung nóng đến 1050°C hoặc cao hơn rồi ủ tấm chứa các nguyên tố sau đây, tính theo % khối lượng:

C: 0,075 đến 0,300%,

Si: 0,30 đến 2,50%,

Mn: 1,30 đến 3,50%,

P: 0,001 đến 0,050%,

S: 0,0001 đến 0,0100%,

Al: 0,005 đến 1,500%,

N: 0,0001 đến 0,0100%, và

O: 0,0001 đến 0,0100% với phần còn lại là sắt và các tạp chất không tránh được, hoàn thành bước cán nóng ở nhiệt độ cán nóng hoàn thiện bằng 880°C hoặc cao hơn, và bước cuộn ở khoảng nhiệt độ 750°C hoặc thấp hơn;

bước ủ liên tục để nung nóng tấm thép ở nhiệt độ nằm trong khoảng giữa 600°C và điểm chuyển hóa Ac_1 ở tốc độ nung nóng trung bình 1°C/giây hoặc cao hơn, duy trì tấm thép này trong thời gian từ 20 giây đến 600 giây ở nhiệt độ ủ giữa (điểm chuyển hóa $Ac_1 + 40$)°C và điểm chuyển hóa Ac_3 và ở môi trường không khí, trong đó log(áp suất nước riêng phần/áp suất hydro riêng phần) là -3,0 đến 0,0, thực hiện xử lý làm biến dạng uốn đi uốn lại hai hoặc nhiều lần nhờ sử dụng trục cán có bán kính 800mm hoặc nhỏ hơn để tạo ra mức chênh lệch trong lượng ứng suất tích lũy giữa bề mặt trước và sau là 0,0050 hoặc nhỏ hơn, sau đó làm nguội tấm thép này ở nhiệt độ nằm trong khoảng 740°C đến 650°C ở tốc độ làm nguội trung bình là 1,0 đến 5,0°C/giây, và làm nguội tấm thép này ở nhiệt độ nằm trong khoảng 650°C đến 500°C ở tốc độ làm nguội trung bình là 5 đến 200°C/giây; và

bước mạ hợp kim hóa để thực hiện xử lý hợp kim hóa bao gồm việc nhúng tấm thép sau bước ủ liên tục trong bể mạ kẽm, và sau đó duy trì tấm thép này ở nhiệt độ 470 đến 650°C trong thời gian từ 10 đến 120 giây.

6. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng uốn cong tốt theo điểm 5, trong đó phôi tấm còn chứa một hoặc nhiều nguyên tố trong số Ti, Nb, B, Cr, Ni, Cu, Mo, W, V, Ca, Ce, Mg, Zr, Hf, và REM, trong đó các hàm lượng của các nguyên tố tương ứng như sau (tính theo % khối lượng):

Ti: 0,005 đến 0,150%,

Nb: 0,005 đến 0,10%,

B: 0,0003 đến 0,0050%,

Cr: 0,01 đến 2,00%,

Ni: 0,01 đến 2,00%,

Cu: 0,01 đến 2,00%,

Mo: 0,01 đến 1,00%,

W: 0,01 đến 1,00%,

V: 0,005 đến 0,150%, và

Ca, Ce, Mg, Zr, Hf, và REM: tổng lượng là 0,0001 đến 0,5000%.

7. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng uốn cong tốt theo điểm 5, trong đó sau bước cán nóng và trước bước ủ liên tục, bước cán nguội để cán nguội với tỷ lệ giảm tiết diện từ 30 đến 75% được thực hiện.

8. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng uốn cong tốt theo điểm 5, trong đó sau bước xử lý hợp kim hóa, tấm thép được duy trì ở nhiệt độ 200 đến 350°C trong thời gian từ 30 đến 1000 giây.

9. Phương pháp sản xuất tấm thép mạ kẽm có độ bền cao, khả năng uốn cong tốt theo điểm 5, trong đó sau bước xử lý hợp kim hóa, bước bổ sung màng phủ được cấu thành bởi phospho oxit và/hoặc oxit composit chứa phospho được thực hiện.