



(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)



1-0033340

(51)⁷ C22C 38/14; C21D 8/02

(13) B

(21) 1-2015-04658

(22) 26/03/2014

(86) PCT/CN2014/074084 26/03/2014

(87) WO 2014/201887 A1 24/12/2014

(30) 201310244712.3 19/06/2013 CN

(45) 25/09/2022 414

(43) 25/03/2016 336A

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

No. 885, Fujin Road, Baoshan District, Shanghai 201900, China

(72) LIU, Zicheng (CN); LI, Xianju (CN).

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

(54) TẤM THÉP VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT TẤM THÉP NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép HT550 có độ dai siêu cao và khả năng hàn mỹ mãn và phương pháp sản xuất tấm thép này. Dựa vào hệ thống thành phần với C rất thấp, Mn cao, Nb được xử lý vi hợp kim, Ti rất nhỏ, tỷ lệ Mn/C được kiểm soát từ 15 đến 30, $(\%Si) \times (\%Ceq)$ nhỏ hơn hoặc bằng 0,050, $(\%C) \times (\%Si)$ nhỏ hơn hoặc bằng 0,010, $(\%Mo) \times [(\%C)+0,13(\%Si)]$ từ 0,003 đến 0,020, tỷ lệ Ti/N từ 2,0 đến 4,0, tấm thép được hợp kim hóa với (Cu+Ni+Mo), tỷ lệ Ni/Cu lớn hơn hoặc bằng 1,0, sự xử lý Ca được thực hiện và Ca/S từ 0,80 đến 3,00; bằng cách tối ưu hóa quy trình TMCP, tấm thép có các cấu trúc tế vi là ferit mịn cùng với bainit tự tôi với cỡ hạt trung bình nhỏ hơn hoặc bằng 15 μ m, độ bền chảy là 460MPa hoặc lớn hơn, độ bền kéo từ 550MPa đến 700MPa, độ bền chảy là 0,75 nhỏ hơn và năng lượng va đập Charpy ở nhiệt độ -60°C (đơn trị) là lớn hơn hoặc bằng 60J; vì vậy, tấm thép có khả năng hàn với lượng nhiệt đầu vào cao đồng thời thu được sự đồng nhất, độ bền tốt, thích hợp giữa độ dai và độ dẻo cao và đặc biệt phù hợp với các kết cấu cầu trên biển, kết cấu tháp gió ngoài đại dương, các kết cấu giàn khoan ngoài khơi và các kết cấu thủy năng.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép HT550 có độ dai siêu cao và khả năng hàn mỹ mãn và phương pháp sản xuất tấm thép này. Nhờ quy trình kiểm soát cơ nhiệt (Thermo-Mechanical Control Process - TMCP), thu được tấm thép có độ bền chảy lớn hơn hoặc bằng 460MPa, độ bền kéo nằm trong khoảng từ 550MPa đến 700MPa, tỷ số giới hạn chảy trên giới hạn bền nhỏ hơn hoặc bằng 0,85, năng lượng va đập Charpy ở nhiệt độ -60°C (đơn trị) lớn hơn hoặc bằng 60J và khả năng hàn mỹ mãn, mà có các cấu trúc tế vi là ferit mịn cùng với bainit tự tôi có cỡ hạt trung bình nhỏ hơn hoặc bằng $15\mu\text{m}$.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Như đã biết, thép hợp kim thấp (cường lực) cacbon thấp là một trong số các vật liệu xây dựng kỹ thuật quan trọng nhất và được áp dụng rộng rãi vào các đường ống dẫn khí và dầu, các dàn khai thác dầu ngoài khơi, công nghệ đóng tàu, các kết cấu cầu, bình chứa nồi hơi, các kết cấu kiến trúc, công nghiệp ô tô, vận tải đường sắt và chế tạo cơ khí.

Các tính chất của thép hợp kim thấp (cường lực) cacbon thấp phụ thuộc vào các thành phần hóa học của nó và hệ thống quy trình trong quy trình sản xuất, trong đó độ bền, độ dẻo, độ dai và khả năng hàn là các tính chất quan trọng nhất của thép, rất cuộc phụ thuộc vào các cấu trúc tế vi của sản phẩm thép hoàn thiện. Khi khoa học và công nghệ phát triển, các yêu cầu cao hơn về sự thích hợp của độ dai cao và độ dẻo cao của thép cường lực được đặt ra. Điều đó nói lên rằng, các tính chất cơ học và tính năng vận hành có thể được cải thiện đáng kể trong khi vẫn duy trì chi phí sản xuất thấp, để làm giảm lượng vật liệu thép được sử dụng, tiết kiệm chi phí và làm giảm trọng lượng riêng của kết cấu thép và quan trọng hơn là tiếp tục cải thiện độ an toàn, tính ổn định, độ bền và khả năng gia công nóng/nguội để phù hợp với các môi trường xây dựng khác nhau và đáp ứng các yêu cầu khác nhau trong các quy trình.

Hiện nay, đang có cao trào về việc nghiên cứu và phát triển thế hệ mới vật liệu sắt và thép có tính năng cao ở Nhật Bản, Hàn Quốc và liên minh Châu Âu. Các nỗ lực đã được thực hiện để tối ưu hóa các sự kết hợp hợp kim và đổi mới các quy trình sản xuất để đạt được sự phù hợp tốt hơn trong số các kết cấu, sao cho thép cường lực có thể đạt được sự phù hợp tốt hơn giữa độ dai cao và độ dẻo cao.

Các tấm thép dày truyền thống có độ bền kéo lớn hơn 590MPa được chế tạo bằng cách gia nhiệt lại và dập tắt cùng với tôi (RQ+T) được gọi chung là “tôi cứng phi trực tuyến”, điều này yêu cầu phần tâm của tấm thép phải có khả năng tôi cứng đủ cao, tức là, chỉ số khả năng tôi cứng DI lớn hơn hoặc bằng 1,0 nhân với độ dày của tấm thép, trong đó $DI = 0,311C^{1/2}(1 + 0,64Si) \times (1 + 4,10Mn) \times (1 + 0,27Cu) \times (1 + 0,52Ni) \times (1 + 2,33Cr) \times (1 + 3,14Mo) \times 25,4(mm)$, để đảm bảo tấm thép có độ bền đủ cao, độ dai ở nhiệt độ rất thấp tốt và các tính chất và các cấu trúc tế vi và các tính chất đồng nhất dọc theo chiều dày của nó. Nhờ đó, số lượng lớn các nguyên tố hợp kim nhất định như Cr, Mo, Ni, Cu tất yếu được bổ sung vào thép (JPS59-129724, JPH1-219121). Ni không chỉ cải thiện độ bền và khả năng tôi cứng của tấm thép mà còn làm giảm nhiệt độ chuyển pha và làm mịn các kích cỡ của các hạt bainit/martensit lănit; quan trọng hơn, Ni là nguyên tố duy nhất giúp cải thiện độ dai ở nhiệt độ thấp bên trong của bainit/martensit lănit, gia tăng góc định hướng giữa các đồ gá bainit/martensit và cải thiện sức chịu sự lan tỏa các rạn nứt ở bainit/martensit eutectic. Theo nghĩa hẹp, lượng hợp kim của tấm thép là cao, điều này dẫn đến không chỉ chi phí sản xuất cao mà C_{eq} đương lượng cacbon cũng cao và chỉ số cảm ứng sự rạn nứt do hàn nguội P_{cm} cao. Điều này dẫn đến những khó khăn lớn cho lĩnh vực hàn, khi mà sự gia nhiệt sơ bộ là cần thiết trước khi hàn và xử lý nhiệt là cần thiết sau khi hàn, do đó chi phí hàn trở nên cao hơn, hiệu quả hàn bị giảm xuống và môi trường hàn trở nên tồi tệ hơn. Số lượng lớn các tài liệu sáng chế đã biết (chẳng hạn JPS63 – 93845, JPS63 – 79921, JPS60 -258410, JPH4 – 285119A, JPH4 - 308035A, JPH3 – 264614, JPH2 – 250917, JPH4 – 143246, patent Mỹ số 4855106, patent Mỹ số 5183198, patent Mỹ số 4137104) chỉ mô tả cách thức thu

được độ bền và độ dai ở nhiệt độ thấp của tấm thép cơ sở, nhưng không chỉ ra cách thức cải thiện tính năng hàn của tấm thép và thu được độ dai ở nhiệt độ thấp rất tốt của vùng chịu tác động nhiệt do hàn HAZ, cũng không chỉ ra cách thức đảm bảo khả năng tôi cứng của phần tâm của tấm thép được tôi cứng, đảm bảo độ bền, độ dai của tấm thép và tính đồng nhất của độ bền, độ dai dọc theo chiều dày của nó.

Hiện nay, xét về sự cải thiện độ dai ở nhiệt độ thấp của vùng chịu tác động nhiệt do hàn (HAZ) của tấm thép được hàn với lượng nhiệt đầu vào siêu cao, thì chỉ Nippon Steel Co. của Nhật Bản áp dụng công nghệ luyện kim ôxít (patent Mỹ số 4629505, WO 01/59167 A1), tức là, trong suốt quy trình hàn với lượng nhiệt đầu vào cao, các hạt TiN gần các đường nóng chảy, hòa tan dưới ảnh hưởng lớn của nhiệt độ cao và mất. Ti_2O_3 ổn định hơn TiN và không hòa tan thậm chí dưới nhiệt độ cao hơn điểm nóng chảy của thép. Các hạt Ti_2O_3 có thể trở thành các chỗ tạo mầm của AF-ferit hình kim xuyên qua hạt austenit, để thúc đẩy sự tạo mầm của nó, chia các hạt austenit một cách hiệu quả, làm mịn kết cấu HAZ và tạo ra các kết cấu AF-ferit hình kim có độ dai cao, cường lực. Ngoài ra, Sumitomo Metal Co. của Nhật Bản cũng áp dụng các phương tiện kỹ thuật để bổ sung B và kiểm soát tỷ lệ B/N lớn hơn hoặc bằng 0,5, silic thấp, nhôm rất thấp, lượng N trung bình, để khắc phục nhược điểm về tính năng hàn với lượng nhiệt đầu vào cao của các tấm thép loại 60kg, điều này thu được hiệu quả tốt và đã được áp dụng thành công trong thực tiễn công nghệ (Iron and Steel, 1978, Vol. 64, page 2205).

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất tấm thép HT550 có độ dai siêu cao và khả năng hàn mỹ mãn và phương pháp sản xuất tấm thép này. Nhờ quy trình TMCP, sản phẩm tấm thép hoàn thiện có các cấu trúc tế vi là ferit mịn cùng với bainit tự tôi có cỡ hạt trung bình nhỏ hơn hoặc bằng $15\mu m$, độ bền chảy lớn hơn hoặc bằng 460MPa, độ bền kéo nằm trong khoảng từ 550MPa đến 700MPa, tỷ số giới hạn chảy trên giới hạn bền nhỏ hơn hoặc bằng 0,85, năng lượng va đập

Charpy ở nhiệt độ -60°C (đơn trị) lớn hơn hoặc bằng 60J. Đồng thời, thu được sự thích hợp tuyệt vời và đồng nhất giữa độ dai cao và độ dẻo cao, tấm thép có thể chịu được quy trình hàn với lượng nhiệt đầu vào cao và đặc biệt được áp dụng vào các kết cấu cầu vượt biển, các kết cấu tháp gió ngoài đại dương, các kết cấu giàn khoan ngoài khơi và các kết cấu thủy năng và có thực hiện sản xuất theo mẻ, chi phí thấp và ổn định.

Để đạt được mục đích nêu trên, sáng chế đề cập đến các giải pháp kỹ thuật sau:

Sáng chế áp dụng các phương tiện kỹ thuật luyện kim: dựa vào hệ thống thành phần với Nb được xử lý vi hợp kim, Ti rất nhỏ, Mn cao, C rất thấp, tỷ lệ Mn/C được kiểm soát nằm trong khoảng từ 15 đến 30, $(\%Si) \times (\%C_{eq})$ nhỏ hơn hoặc bằng 0,050, $(\%C) \times (\%Si)$ nhỏ hơn hoặc bằng 0,010, $(\%Mo) \times [(\%C) + 0,13(\%Si)]$ nằm trong khoảng từ 0,003 đến 0,020, tỷ lệ Ti/N nằm trong khoảng từ 2,0 đến 4,0, tấm thép được hợp kim hóa với (Cu+Ni+Mo), tỷ lệ Ni/Cu lớn hơn hoặc bằng 1,0, sự xử lý Ca được thực hiện và tỷ lệ Ca/S nằm trong khoảng từ 0,80 đến 3,00.

Cụ thể, tấm thép HT550 theo sáng chế có độ dai siêu cao và khả năng hàn mỹ mãn chứa các thành phần sau, tính theo % trọng lượng: C: nằm trong khoảng từ 0,04% đến 0,09%; Si: nhỏ hơn hoặc bằng 0,15%; Mn: nằm trong khoảng từ 1,25% đến 1,55%; P: nhỏ hơn hoặc bằng 0,013%; S: nhỏ hơn hoặc bằng 0,003%; Cu: nằm trong khoảng từ 0,10% đến 0,30%; Ni: nằm trong khoảng từ 0,20% đến 0,60%; Mo: nằm trong khoảng từ 0,05% đến 0,25%; Al: nằm trong khoảng từ 0,030% đến 0,060%; Ti: nằm trong khoảng từ 0,006% đến 0,014%; Nb: nằm trong khoảng từ 0,015% đến 0,030%; N: nhỏ hơn hoặc bằng 0,0050%; Ca: nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,004%; phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi và đồng thời, lượng của các nguyên tố được mô tả nêu trên phải đáp ứng các mối tương quan sau.

Xét mối tương quan giữa C và Mn, thì tỷ lệ Mn/C lớn hơn hoặc bằng 15 và nhỏ hơn hoặc bằng 30, để đảm bảo tấm thép ở vùng bị gãy do uốn dưới điều kiện

nhệt độ -60°C , tức là vùng cắt của vết khía mẫu va đập Charpy lớn hơn hoặc bằng 50%, để đảm bảo tấm thép có độ dai ở nhiệt độ rất thấp tốt và năng lượng va đập Charpy ở nhiệt độ -60°C (đơn trị) lớn hơn hoặc bằng 60J.

$(\%Si) \times (\%C_{eq})$ nhỏ hơn hoặc bằng 0,050, trong đó $C_{eq} = C + Mn/6 + (Cu + Ni)/15 + (Cr + Mo + V)/5$, điều này đảm bảo tấm thép có khả năng hàn mỹ mãn, ngăn sự tạo hình của các đảo M-A ở HAZ do hàn với lượng nhiệt đầu vào cao, cải thiện độ dai ở nhiệt độ rất thấp của HAZ do hàn với lượng nhiệt đầu vào cao, loại bỏ các vùng hóa giòn của các mối hàn và nâng cao độ an toàn và độ tin cậy của cấu trúc thép.

$(\%Si) \times (\%C)$ nhỏ hơn hoặc bằng 0,010, điều này làm tăng tốc độ làm nguội tới hạn do việc chuyển pha của bainit, làm giảm vùng chuyển pha ở nhiệt độ trung bình, cải thiện sự tạo hình của ferit biến dạng cùng tích, làm tăng khả năng tôi cứng của austenit không được chuyển pha để thúc đẩy sự tạo hình của bainit, đảm bảo các cấu trúc tế vi của tấm thép được tạo ra nhờ quy trình TMCP là ferit cùng với bainit tự tôi và đảm bảo độ dai chịu va đập ở nhiệt độ rất thấp của tấm thép và ngoài ra, ức chế sự kết tủa của đảo M-A ở HAZ do hàn với lượng nhiệt đầu vào cao và cải thiện khả năng hàn và độ dai ở nhiệt độ rất thấp của HAZ do hàn.

Hai điểm nêu trên đảm bảo tính năng hàn rất tốt của tấm thép.

Nhờ quy trình TMCP, thu được tấm thép có độ bền chảy lớn hơn hoặc bằng 460MPa, độ bền kéo nằm trong khoảng từ 550MPa đến 700MPa, tỷ số giới hạn chảy trên giới hạn bền nhỏ hơn hoặc bằng 0,85, năng lượng va đập Charpy ở nhiệt độ -60°C (đơn trị) lớn hơn hoặc bằng 60J và khả năng hàn mỹ mãn, mà có các cấu trúc tế vi là các ferit mịn cùng với bainit tự tôi có cỡ hạt trung bình nhỏ hơn hoặc bằng $15\mu\text{m}$.

$(\%Mo) \times [(\%C) + 0,13(\%Si)]$ nằm trong khoảng từ 0,003 đến 0,020, điều này đảm bảo độ bền được tạo ra bởi sự giảm C và Si được trung hòa nhờ việc bổ sung nguyên tố Mo và nhờ kết cấu phù hợp giữa các nguyên tố C, Si và Mo, các tính chất như độ bền, độ dẻo, khả năng hàn và độ dai ở nhiệt độ rất thấp được

cân bằng, sao cho tấm thép có thể có độ dai ở nhiệt độ rất thấp và khả năng hàn mỹ mãn, trong khi độ bền và độ dẻo của tấm thép đáp ứng mục tiêu phát triển và cửa sổ của quy trình tiếp theo là đủ lớn để thực hiện trong lĩnh vực công nghệ một cách dễ dàng.

Tỷ lệ Ti/N nằm trong khoảng từ 2,0 đến 4,0, điều này đảm bảo các hạt TiN được tạo ra là đồng nhất và sạch, sức chịu đối với độ chính Ostwald cao và các hạt austenit trong suốt quá trình cán và gia nhiệt ủ tấm là đồng nhất và sạch, sự phát triển của các hạt ở HAZ do hàn được ức chế và độ dai ở nhiệt độ thấp của HAZ do hàn với lượng nhiệt đầu vào cao được cải thiện.

Xét mối tương quan giữa Cu và Ni, tỷ lệ Ni/Cu lớn hơn hoặc bằng 1,0, điều này làm giảm nhiệt độ A_{r3} , A_{r1} của các tấm thép TMCP và làm mịn các cấu trúc tế vi của nó và ngăn phân hủy không hóa giòn đồng, đồng thời đảm bảo độ dai ở nhiệt độ thấp tốt của tấm thép cơ sở.

Mối tương quan giữa Ca và S, tỷ lệ Ca/S nằm trong khoảng từ 0,70 đến 3,0, điều này đảm bảo sự kết hạch của các sulfit trong thép và cải thiện khả năng hàn với lượng nhiệt đầu vào cao của tấm thép đồng thời hạn chế tạo ra các vết rạn nứt do nóng trong suốt quy trình xử lý hàn với lượng nhiệt đầu vào cao.

Theo thiết kế thành phần của sáng chế:

C ảnh hưởng đáng kể đến độ bền, độ dai ở nhiệt độ thấp, độ giãn dài và khả năng hàn của tấm thép TMCP. Từ khía cạnh cải thiện độ dai ở nhiệt độ thấp và khả năng hàn của tấm thép, người ta mong muốn rằng lượng C sẽ được kiểm soát ở mức độ thấp; trong khi từ các khía cạnh về sự phù hợp của khả năng tôi cứng thép, độ dai cao và độ dẻo cao ở tấm thép, độ dai ở nhiệt độ rất thấp, việc kiểm soát các cấu trúc tế vi trong quy trình sản xuất và chi phí chế tạo, người ta mong muốn lượng C không quá thấp, do lượng C quá thấp dẫn đến tỷ lệ di cư của biên dạng tinh thể quá cao, các hạt thô trong tấm thép cơ sở và HAZ do hàn, do đó làm suy giảm nghiêm trọng độ dai ở nhiệt độ thấp của nó; vì vậy, khoảng hợp lý của lượng C từ 0,04% đến 0,09%.

Si có thể thúc đẩy sử dụng khử oxy của thép nóng chảy và cải thiện độ bền của

tấm thép, ngoại trừ thép nóng chảy được khử ôxy bởi Al, tác dụng khử ôxy của Si là không đáng kể. Mặc dù Si có thể cải thiện độ bền của tấm thép, Si cũng gây hại nghiêm trọng đến độ dai ở nhiệt độ rất thấp, độ giãn dài và khả năng hàn của tấm thép; đặc biệt là, trong trường hợp hàn với lượng nhiệt đầu vào cao, Si không chỉ thúc đẩy sự tạo hình của các đảo M-A, mà còn tạo ra kích cỡ của các đảo M-A thô và được phân bố không đồng đều, mà còn gây hại nghiêm trọng đến độ dai của vùng chịu tác động nhiệt do hàn (HAZ). Do đó lượng Si sẽ là thấp nhất có thể. Trên góc độ kinh tế và khả năng vận hành trong quy trình luyện thép, lượng Si nên được kiểm soát dưới 0,15%.

Mn là nguyên tố quan trọng nhất, không chỉ cải thiện độ bền của tấm thép, mà còn có ảnh hưởng lớn đến vùng của pha austenit, làm giảm nhiệt độ Ar_1 và Ar_3 , làm mịn các cấu trúc tế vi của tấm thép TMCP để cải thiện độ dai ở nhiệt độ thấp và thúc đẩy sự tạo hình của cấu trúc chuyển pha ở nhiệt độ thấp để cải thiện độ bền của tấm thép; nhưng Mn có xu hướng kết tụ trong quá trình đông tụ của thép nóng chảy và đặc biệt là khi lượng Mn cao, không chỉ dẫn đến sự khó khăn trong hoạt động cán, mà còn khó khăn trong việc kết tụ kết hợp với C, P, S, v.v., đặc biệt là khi lượng C trong thép cao, gây ra sự kết tụ và làm giảm các phần tâm cán và sự tích lũy của các chất lẫn sunfit ôxy trở nên nghiêm trọng hơn. Sự kết tụ nghiêm trọng của các phần tâm cán có xu hướng tạo ra các kết cấu bất thường trong các quy trình hàn và cán tiếp theo, điều này có thể dẫn đến độ dai ở nhiệt độ thấp thấp hơn và tạo ra các vết nứt ở các mối hàn của các tấm thép. Do đó, phụ thuộc vào khoảng của lượng C, việc lựa chọn khoảng phù hợp của Mn là rất quan trọng đối với tấm thép TMCP. Theo hệ thống thành phần và lượng C của sáng chế, lượng phù hợp của Mn nằm trong khoảng từ 1,25% đến 1,55% và khi lượng C cao, lượng Mn có thể được giảm xuống một cách thích hợp; mặt khác, khi lượng C thấp, lượng Mn có thể được gia tăng một cách thích hợp.

P, là tạp chất có hại trong thép, có tác hại nghiêm trọng đến các đặc tính cơ học, đặc biệt là đến độ dai chịu va đập ở nhiệt độ rất thấp, độ giãn dài và khả năng hàn (đặc biệt là khả năng hàn với lượng nhiệt đầu vào cao) và tính năng

mỗi hàn và do đó, theo lý thuyết, tốt hơn là lượng của nó là thấp hơn. Tuy nhiên, khi xem xét khả năng vận hành và chi phí luyện thép, lượng P sẽ được kiểm soát nhỏ hơn hoặc bằng 0,013% đối với tấm thép TMCP mà cần hàn với lượng nhiệt đầu vào cao, độ dai ở nhiệt độ -60°C và thích hợp giữa độ dai cao và độ dẻo cao.

S, là tạp chất có hại trong thép, rất có hại đến độ dai chịu va đập ở nhiệt độ rất thấp của thép và quan trọng hơn, S liên kết với Mn để tạo ra tạp chất MnS, mà có thể kéo dài dọc theo hướng cán nhờ độ dẻo của nó trong suốt quy trình cán và tạo ra dải tạp chất MnS dọc theo hướng cán, phá hủy nghiêm trọng độ dai chịu va đập ở nhiệt độ thấp, độ giãn dài, các tính chất định hướng Z, khả năng hàn và các tính chất của mối hàn. Tại cùng thời điểm, S cũng là nguyên tố chính tạo ra tính giòn nóng trong suốt quy trình cán và theo lý thuyết, tốt hơn lượng của nó thấp hơn. Tuy nhiên, khi xem xét khả năng vận hành, chi phí luyện thép và nguyên tắc giao nhận suôn sẻ, lượng S sẽ được kiểm soát nhỏ hơn hoặc bằng 0,003% đối với các tấm thép TMCP mà cần hàn với lượng nhiệt đầu vào cao, độ dai ở nhiệt độ -60°C và thích hợp giữa độ dai cao và độ dẻo cao.

Cu cũng là nguyên tố để ổn định austenit. Việc bổ sung Cu cũng có thể làm giảm nhiệt độ A_{r1} và A_{r3} , cải thiện khả năng tôi cứng và sức chịu thời tiết của tấm thép, các cấu trúc tế vi của tấm thép TMCP sạch và cải thiện độ dai ở nhiệt độ rất thấp của nó. Tuy nhiên, nếu lượng Cu quá nhiều, ví dụ nhiều hơn 0,30%, có thể gây ra sự hóa giòn đồng, rạn nứt bề mặt của xi cán, các vết nứt bên trong và đặc biệt là sự giảm các tính chất của các mối hàn của tấm thép dày; nếu lượng Cu quá ít, ví dụ nhỏ hơn 0,10%, có thể có ít ảnh hưởng. Do đó, lượng Cu sẽ được kiểm soát nằm trong khoảng từ 0,10% đến 0,30%. Ngoài ra, làm giảm sự hóa giòn đồng của thép chứa Cu và làm giảm bớt rạn nứt giữa những tinh thể trong suốt quy trình cán, quan trọng hơn, do cả Cu và Ni là các nguyên tố làm ổn định austenit, Việc bổ sung Cu và Ni có thể làm giảm đáng kể nhiệt độ A_{r1} và A_{r3} và cải thiện lực dẫn động để chuyển từ austenit thành ferit làm cho austenit chuyển các pha dưới các nhiệt độ thấp hơn, làm mịn đáng kể cấu trúc tế vi của tấm thép TMCP, gia tăng góc định hướng giữa các đồ gá bainit, làm tăng

sức chịu sự lan tỏa các vết nứt ở bainit eutectic, nhờ đó cải thiện đáng kể độ dai ở nhiệt độ rất thấp của tấm thép TMCP.

Việc bổ sung Ni có thể cải thiện sự chuyển động lệch của các pha ferit, thúc đẩy sự trượt ngang lệch và nâng cao độ dẻo và độ dai bên trong của hạt ferit và các đồ gá bainit; ngoài ra, Ni còn là nguyên tố làm ổn định austenit, có thể làm giảm đáng kể nhiệt độ Ar_1 và Ar_3 và cải thiện lực dẫn động cho việc chuyển từ austenit thành ferit làm cho austenit chuyển các pha dưới các nhiệt độ thấp hơn, làm mịn đáng kể cấu trúc tế vi của tấm thép TMCP, gia tăng góc định hướng giữa các đồ gá bainit, cải thiện sức chịu nhằm mở rộng các vết nứt ở bainit eutectic, nhờ đó cải thiện đáng kể độ dai ở nhiệt độ rất thấp của tấm thép TMCP. Do đó, Ni có các chức năng cải thiện đồng thời độ bền, độ giãn dài và độ dai ở nhiệt độ thấp của tấm thép TMCP. Việc bổ sung Ni vào thép, cũng có thể làm giảm sự hóa giòn đồng của thép chứa Cu, làm giảm bớt rạn nứt giữa những tinh thể trong suốt quy trình cán và cải thiện khả năng tôi cứng và sức chịu thời tiết của tấm thép. Theo lý thuyết, lượng Ni cao hơn trong thép là tốt hơn. Nhưng quá nhiều Ni có thể tôi cứng vùng chịu tác động nhiệt do hàn và có thể gây hại đến khả năng hàn của tấm thép và các tính chất SR của các mối hàn; tại cùng thời điểm, Ni là nguyên tố đắt, xem xét đến hiệu quả chi phí, lượng Ni sẽ được kiểm soát nằm trong khoảng từ 0,20% đến 0,60%.

Việc bổ sung Mo có thể cải thiện đáng kể khả năng tôi cứng của tấm thép và thúc đẩy sự tạo hình của bainit trong quá trình làm nguội nhanh. Tuy nhiên, Mo là nguyên tố dễ tạo hình cacbua mạnh, nên cũng có thể làm tăng kích cỡ của bainit eutectic và làm giảm sự khác biệt về hướng giữa các đồ gá bainit được tạo ra, để làm giảm sức chịu đựng đối với các vết nứt nhờ các bainit eutectic. Vì vậy, Mo cải thiện đáng kể độ bền của tấm thép được làm cứng, trong khi làm giảm độ dai ở nhiệt độ thấp và độ giãn dài của tấm thép TMCP. Ngoài ra, lượng Mo quá nhiều không chỉ phá hủy nghiêm trọng độ giãn dài, khả năng hàn với lượng nhiệt đầu vào cao và các tính chất của mối hàn của tấm thép, mà còn làm tăng chi phí sản xuất của nó. Nhưng sẽ có hiệu quả cao khi bổ sung Mo và giảm

lượng C để cân bằng độ dai cao và độ dẻo cao, làm tăng độ dai ở nhiệt độ rất thấp và khả năng hàn. Do đó, xem xét một cách kỹ lưỡng hiệu quả gia cường sự chuyển pha, độ dai ở nhiệt độ thấp của tấm thép cơ sở, độ giãn dài và khả năng hàn của Mo và các yếu tố chi phí, thì lượng Mo sẽ được kiểm soát nằm trong khoảng từ 0,05% đến 0,25%.

Al trong thép có thể làm ổn định [N] tự do trong đó và làm giảm [N] tự do ở vùng chịu tác động nhiệt do hàn (HAZ), do đó cải thiện độ dai ở nhiệt độ thấp ở HAZ do hàn. Nhờ đó, giới hạn sản của Al được kiểm soát bằng 0,030%. Tuy nhiên, lượng Al quá nhiều trong thép có thể không chỉ gây khó khăn trong việc đúc, mà còn có một lượng lớn các tạp chất Al_2O_3 hình kim bị phân tán, điều này gây hại đối với tính toàn vẹn bên trong, độ dai ở nhiệt độ thấp và khả năng hàn với lượng nhiệt đầu vào cao, do đó giới hạn trên của Al sẽ được kiểm soát bằng 0,060%.

Lượng Ti nằm trong khoảng từ 0,006% đến 0,014%, điều này ức chế sự phát triển quá mức của các hạt austenit trong các quá trình gia nhiệt ủ và cán nóng và quan trọng hơn, ức chế sự phát triển của các hạt HAZ trong suốt quá trình hàn và cải thiện độ dai HAZ. Thứ hai, do sự giống nhau về cấu trúc giữa Ti và N lớn hơn nhiều so với sự giống nhau về cấu trúc giữa Al và N, nên khi Ti được bổ sung, tốt hơn là N được kết hợp với Ti để tạo ra các hạt TiN phân tán, điều này làm giảm đáng kể [N] tự do trong vùng chịu tác động nhiệt do hàn (HAZ), do đó cải thiện độ dai ở nhiệt độ thấp ở HAZ do hàn.

Việc bổ sung một lượng nhỏ Nb trong thép để thực hiện việc cán có kiểm soát không tái kết tinh, để cải thiện độ bền và độ dai của tấm thép. Khi lượng Nb nhỏ hơn 0,015%, các tác dụng lên việc cán có kiểm soát không thu được và khả năng gia cường tấm thép TMCP không đạt được. Khi lượng Nb lớn hơn 0,030%, sự tạo hình của bainit (Bu) và sự hóa giòn do kết tủa thứ cấp của Nb (C, N) được gây ra dưới điều kiện hàn với lượng nhiệt đầu vào cao, điều này có thể phá hủy nghiêm trọng độ dai ở nhiệt độ thấp của vùng chịu tác động nhiệt do hàn với lượng nhiệt đầu vào cao (HAZ). Lượng Nb sẽ được kiểm soát nằm trong khoảng

từ 0,015% đến 0,030%, để thu được các hiệu quả cán có kiểm soát tối ưu, thu được sự thích hợp giữa độ dai cao và độ dẻo cao của tấm thép TMCP trong khi không làm hại đến độ dai của HAZ do hàn.

Lượng N trong thép khó kiểm soát. Để đảm bảo sự tồn tại của [B] trong dung dịch rắn ở tấm thép và hạn chế nhiều AlN không kết tủa dọc theo các biên dạng hạt của austenit ban đầu (điều này ảnh hưởng xấu đến độ dai chịu va đập của tấm thép), nên lượng N trong tấm thép không lớn hơn 0,005%.

Mặt khác, Ca trong thép còn có thể làm sạch thép nóng chảy và nói cách khác, việc thực hiện xử lý biến tính các sulfit trong thép để thay đổi chúng thành các sulfit hình cầu, ổn định và không bị biến dạng, hạn chế tính giòn nóng của S, nâng cao độ dai ở nhiệt độ thấp, độ giãn dài và các tính chất định hướng Z và cải thiện tính dị hướng của độ dai của tấm thép. Lượng Ca được bổ sung vào thép, phụ thuộc vào lượng S. Lượng Ca quá thấp có ít ảnh hưởng, lượng Ca quá cao có thể tạo ra Ca(O, S) với kích cỡ lớn quá mức và tính giòn lớn hơn, có thể trở thành các điểm khởi đầu của các vết nứt, làm giảm độ dai ở nhiệt độ thấp và độ giãn dài của tấm thép và làm hỏng thép nóng chảy, do đó làm giảm độ tinh khiết của thép. Thông thường, lượng Ca sẽ được kiểm soát theo phương trình: $ESSP = (\% \text{ trọng lượng của Ca}) [1 - 1,24(\% \text{ trọng lượng của O})] / 1,25(\% \text{ trọng lượng của S})$, trong đó ESSP là chỉ số kiểm soát hình dạng của các tạp chất sulfit mà tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,5 đến 5. Do đó, khoảng thích hợp của lượng Ca từ 0,0010% đến 0,0040%.

Theo sáng chế, phương pháp sản xuất tấm thép HT550 có độ dai siêu cao và khả năng hàn mỹ mãn, bao gồm các bước:

1) Nấu chảy và cán;

Trong đó phôi tấm được tạo ra bằng cách nấu chảy và cán theo các thành phần được mô tả nêu trên;

2) Gia nhiệt

Trong đó nhiệt độ gia nhiệt của phôi tấm được kiểm soát nằm trong

khoảng từ 1050°C đến 1150°C;

3) Cán có kiểm soát với tỷ lệ nén tổng thể, tức là, độ dày của phôi tấm/độ dày của tấm thép hoàn thiện, lớn hơn hoặc bằng 4,0;

Trong đó công đoạn đầu tiên là công đoạn cán thô, trong đó việc cán liên tục được thực hiện bởi công suất tối đa của máy cán có tỷ lệ giảm truyền lớn hơn hoặc bằng 8%, tổng tỷ lệ giảm là 50% và nhiệt độ cán hoàn thiện lớn hơn hoặc bằng 1000°C;

Sau khi cán thô, phôi tấm trung gian được làm nguội nhanh chóng bằng cách làm nguội bằng nước, để đảm bảo phôi tấm trung gian làm giảm nhiệt độ cán ban đầu được yêu cầu bằng cách cán có kiểm soát không tái kết tinh trong thời gian bé hơn hoặc bằng 10 phút, để hạn chế phôi tấm trung gian không tạo ra vi tinh thể và đảm bảo các cấu trúc tế vi của tấm thép đồng nhất và sạch, để thu được độ dai ở nhiệt độ rất thấp -60°C ;

Trong công đoạn thứ hai, hoạt động cán có kiểm soát không tái kết tinh được thực hiện với nhiệt độ ban đầu nằm trong khoảng từ 780°C đến 840°C, tỷ lệ giảm cán trong mỗi lần đi qua lớn hơn hoặc bằng 7%, tổng tỷ lệ giảm lớn hơn hoặc bằng 50% và nhiệt độ cán hoàn thiện nằm trong khoảng từ 760°C đến 800°C;

4) Cán có kiểm soát

Ngay sau khi cán có kiểm soát, tấm thép được đưa vào thiết bị làm nguội nhanh để làm nguội, với nhiệt độ làm nguội ban đầu nằm trong khoảng từ 690°C đến 730°C, tốc độ làm nguội lớn hơn hoặc bằng 6°C/giây, nhiệt độ dừng làm nguội 350°C đến 600°C và sau đó nhiệt độ bề mặt của tấm thép được giữ cao hơn 300°C trong ít nhất 24 giờ.

Trong phương pháp sản xuất:

Theo khoảng lượng nêu trên của C, Mn, Nb, N và Ti, nhiệt độ để gia nhiệt phôi tấm được kiểm soát nằm trong khoảng từ 1050°C đến 1150°C, để đảm bảo các hạt austenit của phôi tấm không phát triển một cách bất thường trong khi tắt

cả Nb trong thép được hòa tan ở dạng rắn thành austenit trong suốt quá trình gia nhiệt ủ; tẩm;

Tổng tỷ lệ nén của tấm thép (độ dày của phôi tẩm/ độ dày của tấm thép hoàn thiện) lớn hơn hoặc bằng 4,0 đảm bảo sự biến dạng khi cán xảy ra thậm chí trong lõi của tấm thép, để cải thiện cấu trúc tế vi và tính năng của phần tâm của nó;

Công đoạn đầu tiên là công đoạn cán thô, trong đó việc cán liên tục được thực hiện bởi công suất tối đa của máy cán với tỷ lệ giảm trong mỗi lần truyền lớn hơn hoặc bằng 8%, tổng tỷ lệ giảm 50% và nhiệt độ cán hoàn thiện lớn hơn hoặc bằng 1000°C, để đảm bảo các kim loại bị biến dạng được tái kết tinh tĩnh/động và các hạt austenit của phôi tẩm trung gian được làm mịn;

Sau khi cán thô, phôi tẩm trung gian được làm nguội nhanh bằng cách làm nguội bằng nước, để đảm bảo phôi tẩm trung gian làm giảm nhiệt độ cán ban đầu được yêu cầu bằng cách cán có kiểm soát không tái kết tinh trong thời gian nhỏ hơn hoặc bằng 10 phút;

Công đoạn cán thứ hai là công đoạn cán có kiểm soát không tái kết tinh với nhiệt độ cán ban đầu nằm trong khoảng từ 780°C đến 840°C, tỷ lệ giảm trong mỗi lần truyền lớn hơn hoặc bằng 7%, tổng tỷ lệ giảm lớn hơn hoặc bằng 50% và nhiệt độ cán hoàn thiện nằm trong khoảng từ 760°C đến 800°C, theo khoảng lượng Nb trong thép ở trên và đảm bảo hiệu quả cán có kiểm soát không tái kết tinh;

Sau khi cán có kiểm soát, tấm thép được làm nguội đến nhiệt độ cán ban đầu bằng cách quay băng lăn, với nhiệt độ cán ban đầu nằm trong khoảng từ 690°C đến 730°C, tốc độ làm nguội lớn hơn hoặc bằng 6°C/giây, nhiệt độ dừng làm nguội từ 350°C đến 600°C và sau đó nhiệt độ bề mặt của tấm thép được giữ lớn hơn 300°C trong ít nhất 24 giờ, để đảm bảo tấm thép được làm nguội trong các vùng của pha ferit và austenit và các cấu trúc tế vi cuối cùng là ferit mịn cùng với bainit tự tôi, để thu được độ bền chảy nhỏ hơn hoặc bằng 0,75.

Các ưu điểm của sáng chế là:

Nhờ thiết kế liên kết thành phần đơn giản cùng với quy trình sản xuất TMCP, sáng chế không chỉ tạo ra tấm thép TMCP có tính năng toàn diện tốt với chi phí thấp, mà còn rút ngắn đáng kể thời gian sản xuất, để tạo ra giá trị cao cho doanh nghiệp và tạo ra quy trình sản xuất thân thiện với môi trường. Tính năng tốt và giá trị gia tăng cao của tấm thép được thực hiện với sự thích hợp giữa độ dai cao và độ dẻo cao, khả năng hàn mỹ mãn (đặc biệt là khả năng hàn với lượng nhiệt đầu vào cao) và độ dai ở nhiệt độ rất thấp, loại bỏ vùng hóa giòn cục bộ của các mối hàn và khắc phục nhược điểm với tính năng không đồng nhất dọc theo chiều dày của tấm thép TMCP, sao cho độ an toàn, độ ổn định và không làm giảm sức chịu của kim loại của kết cấu thép nặng và rộng được cải thiện cao. Đối với người dùng, khả năng hàn mỹ mãn có thể tiết kiệm chi phí, rút ngắn thời gian sản xuất của các chi tiết thép và do đó tạo ra giá trị lớn cho người dùng. Ngoài ra, giá trị gia tăng cao, tác dụng thân thiện với môi trường, các tấm thép này tạo ra một trong số các kỹ thuật sản xuất cốt lõi và do đó thúc đẩy hình ảnh và tính cạnh tranh cốt lõi của BAOSHAN IRON & STEEL CO., LTD..

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Fig.1 là các cấu trúc tế vi của thép 3 (1/4 độ dày) theo phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, sự mô tả tiếp của sáng chế sẽ được đưa ra cho các phương án kèm theo các hình vẽ.

Bảng 1 minh họa các thành phần của thép theo các phương án của sáng chế, bảng 2 và 3 minh họa các tham số của quy trình sản xuất thép theo các phương án và bảng 4 minh họa các tính chất của thép theo các phương án của sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.1, các cấu trúc tế vi hoàn thiện của tấm thép theo sáng chế là ferit mịn cùng với bainit tự tôi có cỡ hạt trung bình nhỏ hơn

hoặc bằng 15 μ m.

Nhờ thiết kế liên kết thành phần đơn giản cùng với quy trình sản xuất TMCP, sáng chế không chỉ tạo ra tấm thép TMCP có tính năng toàn diện tốt với chi phí thấp, mà còn rút ngắn đáng kể thời gian sản xuất, để tạo ra giá trị cao cho các doanh nghiệp và tạo ra quy trình sản xuất thân thiện hơn với môi trường. Tính năng và giá trị gia tăng cao của tấm thép được thực hiện có sự thích hợp giữa độ dai cao và độ dẻo cao, khả năng hàn mỹ mẫn (đặc biệt là khả năng hàn với lượng nhiệt đầu vào cao) và độ dai ở nhiệt độ rất thấp, loại bỏ vùng hóa giòn cục bộ của các mối hàn và khắc phục nhược điểm với tính năng không đồng nhất dọc theo chiều dày của tấm thép TMCP, sao cho độ an toàn, độ ổn định và không làm giảm sức chịu của kim loại của kết cấu thép nặng và rộng được cải thiện cao. Đối với người dùng, khả năng hàn mỹ mẫn có thể tiết kiệm chi phí, rút ngắn thời gian sản xuất của các chi tiết thép và do đó tạo ra giá trị lớn cho người dùng.

Các tấm thép theo sáng chế và vật liệu được sử dụng chủ yếu cho kết cấu cầu vượt biển, các kết cấu tháp gió ngoài đại dương, các kết cấu giàn khoan ngoài khơi và các kết cấu thủy năng. Các tấm thép hiện hành được sản xuất bởi hầu hết các nhà máy ở Trung Quốc (ngoại trừ BAOSHAN IRON & STEEL CO., LTD.) có thể không đáp ứng tất cả các yêu cầu về độ dai ở nhiệt độ rất thấp, đặc biệt là độ dai ở nhiệt độ rất thấp -50°C ở các phần tâm của các tấm thép có độ dày lớn hơn 80mm và chúng có diện tích của vùng hóa giòn cục bộ của các mối hàn lớn, điều này đòi hỏi các yêu cầu cao trong quy trình hàn và tổ chức thi công. Ngoài ra, chu kỳ công việc của việc sản xuất kết cấu thép không thể đáp ứng các yêu cầu tiến độ thi công của dự án thay đổi, điều này tạo ra áp lực cho người dùng để yêu cầu một lượng tấm thép chắc chắn trước để thực hiện việc đánh giá toàn bộ quy trình hàn và đưa ra thử nghiệm khả năng thích nghi của quy trình hàn, do đó thời gian sản xuất của các cấu trúc thép được kéo dài và chi phí sản xuất cao.

Với sự phát triển của nền kinh tế Trung Quốc, việc xây dựng xã hội bảo

tồn tư duy và cân đối, việc xây dựng cơ sở hạ tầng và sự phát triển năng lượng sạch đã được lên kế hoạch. Hiện nay, kết cấu dự án cơ sở hạ tầng và sự phát triển của năng lượng sạch vẫn đang diễn ra, vì vậy các vật liệu chính của các tấm thép TMCP của HT550 có độ dai siêu cao và khả năng hàn mỹ mãn, có triển vọng mở rộng trên thị trường.

Bảng 1 Đơn vị: % trọng lượng

Mẫu thép	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Mo	Al	Ti	Nb	N	Ca	Sắt và các tạp chất
Phương án 1	0,06	0,15	1,30	0,013	0,0018	0,10	0,20	0,05	0,036	0,009	0,022	0,0039	0,0020	Phần còn lại
Phương án 2	0,04	0,12	1,25	0,011	0,0014	0,26	0,27	0,11	0,030	0,006	0,030	0,0027	0,0040	Phần còn lại
Phương án 3	0,09	0,08	1,40	0,008	0,0006	0,23	0,30	0,18	0,060	0,010	0,015	0,0050	0,0012	Phần còn lại
Phương án 4	0,05	0,06	1,45	0,009	0,0030	0,30	0,40	0,21	0,042	0,012	0,018	0,0043	0,0032	Phần còn lại
Phương án 5	0,06	0,07	1,55	0,006	0,0012	0,25	0,60	0,25	0,039	0,014	0,017	0,0036	0,0010	Phần còn lại

Bảng 2

Mẫu thép	Độ dày (mm)	Nhiệt độ gia nhiệt của phôi tấm (°C)	Tổng tỷ lệ giảm trong khi cán (%)	Bước cán đầu tiên (bước cán thô)			Bước cán thứ hai (cán có kiểm soát không kết tinh)				
				Tỷ lệ giảm cán tối thiểu (%)	Tỷ lệ giảm cán tổng thể (%)	Nhiệt độ cán hoàn thiện (°C)	Thời gian làm nguội bằng nước của phôi tấm trung gian (phút)	Nhiệt độ cán ban đầu (°C)	Tỷ lệ giảm cán tối thiểu (%)	Tỷ lệ giảm cán tổng thể (%)	Nhiệt độ cán hoàn thiện (°C)
Phương án 1	16	1150	12,5	8	60	1030	3	840	8	80	800
Phương án 2	40	1100	5,0	8	60	1020	5	820	7	67	790
Phương án 3	60	1080	5,0	9	50	1015	8	800	7	60	780
Phương án 4	80	1130	5,0	8	50	1050	10	790	8	60	770
Phương án 5	100	1050	4,0	9	50	1000	10	780	8	50	760

Bảng 3

Mẫu thép	Độ dày (mm)	Quy trình cán có kiểm soát			Quy trình cán chậm	Kiểm tra UT
		Nhiệt độ cán ban đầu (°C)	Tốc độ làm nguội (°C/giây.)	Nhiệt độ dừng làm nguội (°C)		
Phương án 1	16	730	25	600	305×24	Tốt
Phương án 2	40	700	15	550	325×36	Tốt
Phương án 3	60	720	10	500	310×30	Tốt
Phương án 4	80	690	8	450	325×28	Tốt
Phương án 5	100	710	6	350	320×36	Tốt

Bảng 4

Mẫu thép	Rel/Rp0,2 MPa	Rm MPa	δ_5 %	Hướng ngang tâm Ak _v (-50°C)/(J)	Các tính chất định hướng Z (°C)	Nhiệt độ gia nhiệt sơ bộ để hàn (°C)	Các tham số mô phỏng nhiệt hàn: T _{tổid} =1350°C, t _{8/5} = 80 giây	
							Ak _v (-40°C)/J	
Phương án 1	529	647	26	<u>279</u> , <u>280</u> , <u>277</u> ; 279	<u>50</u> , <u>52</u> , <u>50</u> ; 50,7	0	<u>136</u> , <u>141</u> , <u>148</u> ; 142	
Phương án 2	503	627	25	<u>203</u> , <u>256</u> , <u>253</u> ; 238	<u>51</u> , <u>58</u> , <u>52</u> ; 53,7	0	<u>130</u> , <u>96</u> , <u>113</u> ; 113	
Phương án 3	556	669	26	<u>142</u> , <u>115</u> , <u>153</u> ; 137	<u>53</u> , <u>55</u> , <u>53</u> ; 53,7	0	<u>113</u> , <u>96</u> , <u>94</u> ; 101	
Phương án 4	561	672	24	<u>146</u> , <u>156</u> , <u>158</u> ; 153	<u>55</u> , <u>59</u> , <u>54</u> ; 56,0	0	<u>102</u> , <u>88</u> , <u>92</u> ; 94	
Phương án 5	572	686	27	<u>112</u> , <u>87</u> , <u>152</u> ; 117	<u>56</u> , <u>55</u> , <u>54</u> ; 55,0	0	<u>63</u> , <u>108</u> , <u>77</u> ; 83	

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép HT550 có độ dai siêu cao, khả năng hàn mỹ mãn, chứa các thành phần sau, tính theo % trọng lượng:

C: nằm trong khoảng từ 0,04% đến 0,09%;

Si: nhỏ hơn hoặc bằng 0,15%;

Mn: nằm trong khoảng từ 1,25% đến 1,55%;

P: nhỏ hơn hoặc bằng 0,013%;

S: nhỏ hơn hoặc bằng 0,003%;

Cu: nằm trong khoảng từ 0,10% đến 0,30%;

Ni: nằm trong khoảng từ 0,20% đến 0,60%;

Mo: nằm trong khoảng từ 0,05% đến 0,25%;

Al: nằm trong khoảng từ 0,030% đến 0,060%;

Ti: nằm trong khoảng từ 0,006% đến 0,014%;

Nb: nằm trong khoảng từ 0,015% đến 0,030%;

N: nhỏ hơn hoặc bằng 0,0050%;

Ca: nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,004%;

phần còn lại là Fe và các tạp chất không thể tránh khỏi;

và đồng thời, lượng của các nguyên tố nêu trên cần đáp ứng các mối tương quan sau:

mối tương quan giữa C và Mn: tỷ lệ Mn/C lớn hơn hoặc bằng 15 và nhỏ hơn hoặc bằng 30;

$(\%Si) \times (\%C_{eq})$ nhỏ hơn hoặc bằng 0,050, trong đó $C_{eq} = C + Mn/6 + (Cu + Ni)/15 + (Cr + Mo + V)/5$;

$(\%Si) \times (\%C)$ nhỏ hơn hoặc bằng 0,010;

$(\%Mo) \times [(\%C) + 0,13(\%Si)]$ nằm trong khoảng từ 0,003 đến 0,020;

tỷ lệ Ti/N nằm trong khoảng từ 2,0 đến 4,0;

mối tương quan giữa Cu và Ni: tỷ lệ Ni/Cu lớn hơn hoặc bằng 1,0;

mối tương quan giữa Ca và S: tỷ lệ Ca/S nằm trong khoảng từ 0,80 đến 3,0;

tấm thép có độ bền chảy lớn hơn hoặc bằng 460MPa, độ bền kéo nằm trong khoảng từ 550MPa đến 700MPa, tỷ số giới hạn chảy trên giới hạn bền nhỏ hơn hoặc bằng 0,85, năng lượng va đập Charpy ở nhiệt độ -60 °C (đơn trị) là lớn hơn hoặc bằng 60J, và các cấu trúc tế vi là ferit mịn cùng với bainit tự tôi có cỡ hạt trung bình nhỏ hơn hoặc bằng 15 μ m.

2. Phương pháp sản xuất tấm thép HT550 có độ dai siêu cao và khả năng hàn mỹ mãn theo điểm 1, phương pháp này bao gồm các bước:

1) nấu chảy và cán;

trong đó phôi tấm được tạo ra bằng cách nấu chảy và cán theo các thành phần được xác định theo điểm 1;

2) gia nhiệt

trong đó nhiệt độ gia nhiệt của phôi tấm được kiểm soát nằm trong khoảng từ 1050°C đến 1150°C;

3) cán có kiểm soát để làm cho tỷ lệ nén tổng thể, tức là độ dày của phôi tấm so với độ dày của tấm thép hoàn thiện, được lớn hơn hoặc bằng 4,0;

trong đó công đoạn đầu tiên là công đoạn cán thô, tức là, công đoạn cán tái kết tinh, trong đó việc cán liên tục được thực hiện bởi công suất tối đa của máy cán với tỷ lệ giảm truyền lớn hơn hoặc bằng 8%, tổng tỷ lệ giảm lớn hơn hoặc bằng 50% và nhiệt độ cán hoàn thiện lớn hơn hoặc bằng 1000°C;

sau khi cán thô, phôi tấm trung gian được làm nguội nhanh bằng cách làm nguội bằng nước, để đảm bảo phôi tấm trung gian giảm đến nhiệt độ cán ban đầu mà cần thiết cho quá trình cán có kiểm soát không tái kết tinh trong thời gian nhỏ hơn hoặc bằng 10 phút;

trong công đoạn thứ hai, hoạt động cán có kiểm soát không tái kết tinh được thực hiện với nhiệt độ cán ban đầu nằm trong khoảng từ 780°C đến 840°C, tỷ lệ giảm cán trong mỗi lần đi qua là lớn hơn hoặc bằng 7%, tổng tỷ lệ giảm lớn hơn hoặc bằng 50% và nhiệt độ cán hoàn thiện nằm trong khoảng từ 760°C đến 800°C;

4) cán có kiểm soát

sau khi cán có kiểm soát, tấm thép được làm nguội đến nhiệt độ cán ban đầu nằm trong khoảng từ 690°C đến 730°C bằng cách quay trên băng lăn, sau đó được làm nguội đến nhiệt độ ngừng làm nguội nằm trong khoảng từ 350°C đến 600°C ở tốc độ làm nguội lớn hơn hoặc bằng 6°C/s, để đảm bảo tấm thép được làm nguội trong các vùng của các pha ferit và austenit, và các cấu trúc tế vi cuối cùng là ferit mịn cùng với bainit, và sau đó nhiệt độ bề mặt của tấm thép được giữ ở nhiệt độ cao hơn 300°C trong thời gian ít nhất là 24 giờ.

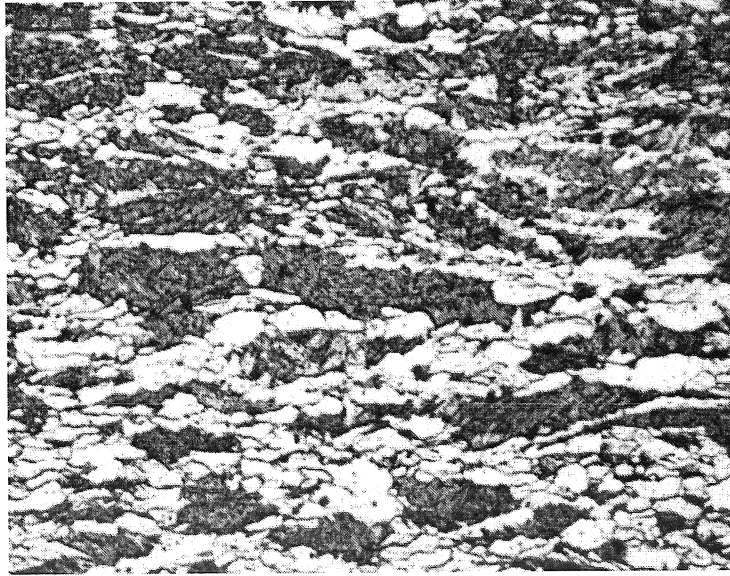


Fig. 1