



(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)



1-0045164

(51)^{2020.01} C22C 38/02; C22C 38/06; C22C 38/58; (13) B
C22C 38/48; C22C 38/50; C21D 8/02;
C22C 38/46

(21) 1-2021-00896

(22) 19/10/2018

(86) PCT/CN2018/110953 19/10/2018

(87) WO2020/019539 30/01/2020

(30) 201810841006.X 26/07/2018 CN

(45) 25/04/2025 445

(43) 25/10/2021 403A

(71) NANJING IRON & STEEL CO., LTD. (CN)

Xiejiadian Liuhe District, Nanjing Jiangsu 210035, China

(72) LI, Wei (CN); DING, Ye (CN); HONG, Jun (CN).

(74) CÔNG TY TRÁCH NHIỆM HỮU HẠN TƯ VẤN ĐẦU TƯ VÀ SỞ HỮU TRÍ TUỆ
INTERFIVE (INTERFIVE CO., LTD)

(54) THÉP TẤM DÀY LÀM CẦU CHỊU NHIỆT THẤP, CÓ TỶ LỆ BIẾN DẠNG
THẤP LOẠI 420 MPA

(21) 1-2021-00896

(57) Sáng chế đề xuất thép tấm dày làm cầu chịu nhiệt thấp, có tỷ lệ biến dạng thấp loại 420 MPa và phương pháp sản xuất thép tấm này. Theo sáng chế, các quy trình như cán có kiểm soát, làm nguội có kiểm soát, và xử lý nhiệt luyện được thực hiện trên thép tấm dày 100 mm được kiểm soát một cách phù hợp là để giải quyết vấn đề lâu dài về đặc tính không ổn định của thép tấm dày. Sáng chế đề cập đến quy trình xử lý nhiệt luyện có thể cải thiện tính dẻo dai chịu va đập ở nhiệt độ thấp của thép tấm; tuy nhiên, việc lựa chọn điểm nhiệt độ không phù hợp để tôi luyện có thể gây ra hiện tượng giòn ram làm giảm độ dẻo dai của thép tấm. Sáng chế đề xuất thép tấm có dạng cacbon thấp để đảm bảo đặc tính hàn tốt của thép tấm. Quy trình cán có kiểm soát và quy trình làm nguội có kiểm soát phù hợp, cũng như quy trình xử lý nhiệt luyện hợp lý được áp dụng để đảm bảo sự đồng nhất về cấu trúc thép và đặc tính của thép tấm, nhờ đó thu được thép làm cầu xây dựng có các chỉ số đặc tính có lợi.



FIG. 2

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến việc sản xuất thép tấm, cụ thể là đề cập đến thép tấm dày làm cầu chịu nhiệt thấp, có tỷ lệ biến dạng thấp loại 420 MPa.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, với số đoạn đường sắt và đường cao tốc xây dựng tăng qua từng năm, các dự án cầu nhịp dài, nhiều làn và tải trọng lớn đã tăng lên rõ ràng, và ngày càng nhiều cầu thép đã thay thế cầu bê tông cốt thép. Do vậy, nhu cầu về thép tấm làm cầu chắc chắn tăng lên đáng kể. Thép làm cầu siêu dày với độ bền cao và độ dẻo dai cao đã trở thành sự lựa chọn cần thiết.

Ceq thấp, Pcm thấp, tỷ lệ biến dạng thấp và độ dẻo dai chịu va đập cao được xem như là những yêu cầu cơ bản đối với thép làm cầu trong quá trình thiết kế cầu. Dựa trên khối lượng sử dụng các thép tấm làm cầu, các giới hạn chảy chủ yếu bao gồm 370 MPa, 420 MPa và 500 MPa, và mác là D/E. Cầu chủ yếu làm từ các thép tấm 370 MPa, các thép tấm loại 420 MPa chủ yếu được sử dụng cho các bộ phận quan trọng, và thép loại 500 MPa được áp dụng một phần cho các kết cấu lớn. Đối với cấu trúc thép cho cầu loại 420 MPa, các thép tấm mỏng đã được áp dụng rộng rãi, với chất lượng ổn định. Tuy nhiên, có ít hơn các thép tấm dày cũng đã được sử dụng, đặc biệt là các thép tấm dày 100 mm, dù chưa được nghiên cứu đầy đủ về sự ổn định của độ bền, tỷ lệ biến dạng thấp và độ dẻo dai ở nhiệt độ thấp.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích: Sáng chế đề xuất thép tấm dày làm cầu chịu nhiệt thấp, có tỷ lệ biến dạng thấp loại 420 MPa và phương pháp sản xuất nó nhằm giải quyết các vấn đề về độ bền kém và tính chịu va đập ở nhiệt độ thấp không ổn định của thép tấm dày làm cầu loại 420 MPa.

Giải pháp kỹ thuật: Theo sáng chế, thép tấm dày làm cầu chịu nhiệt thấp, có tỷ lệ biến dạng thấp loại 420 MPa, bao gồm các thành phần hóa học sau tính theo phần trăm khối

lượng: C 0,05-0,07%, Si 0,20-0,30%, Mn 1,50-1,60%, P nhỏ hơn hoặc bằng 0,012%, S nhỏ hơn hoặc bằng 0,005%, Ni 0,10-0,20%, Cr 0,15-0,20%, Nb 0,025-0,035%, Al 0,025-0,050%, V 0,030-0,040%, Ti 0,01-0,02%, với thành phần cân bằng là Fe và các tạp chất không tránh khỏi.

Cấu trúc được tối luyện của thép tấm là cấu trúc kết hợp của bainit và một lượng nhỏ ferrit, và độ dày tối đa của thép tấm là 100 mm. Thép tấm có lượng cacbon tương đương 0,34-0,38%, hệ số nhạy vết nứt mỗi hàn 0,14-0,18%, giới hạn chảy 430-500 MPa, giới hạn bền kéo 550-630 MPa, độ giãn dài hơn 21%, và tỷ lệ biến dạng nhỏ hơn hoặc bằng 0,84.

Phương pháp sản xuất thép tấm dày làm cầu chịu nhiệt thấp, có tỷ lệ biến dạng thấp loại 420 MPa theo sáng chế bao gồm các bước sau:

(1) liên tục đúc sắt nóng chảy đã được khử lưu huỳnh thành phôi sau khi được nung chảy trong lò chuyển, tinh luyện LF và xử lý chân không RH;

(2) nung phôi, trong đó nhiệt độ rót được gia nhiệt là 1.160-1.200°C;

(3) cán phôi đã được nung nhờ quy trình cán kiểm soát hai giai đoạn trong vùng austenit kết tinh lại và vùng austenit không kết tinh lại,

và làm nguội bằng cách kết hợp làm nguội cực nhanh với làm nguội từng tấm sau khi cán thép, trong đó nhiệt độ ủ là 400-480°C; và

(4) gia nhiệt thép tấm đã làm nguội trong khoảng 480-550°C để xử lý nhiệt luyện, trong đó thời gian giữ nhiệt $t = (2,0-3,0)$ phút/mm $\times$ độ dày của thép tấm + 50 phút.

Ở bước (1), hàm lượng lưu huỳnh của sắt nóng chảy đã được khử lưu huỳnh được kiểm soát sao cho nhỏ hơn hoặc bằng 0,003%; đối với việc nung chảy trong lò chuyển, hàm lượng P được kiểm soát sao cho nhỏ hơn hoặc bằng 0,010% nhờ quá trình xỉ hai lần; đối với việc tinh luyện LF, sự khử lưu huỳnh và khử ô xi được thực hiện nhờ xỉ trắng; đối với việc xử lý chân không RH, độ chân không nhỏ hơn hoặc bằng 3,0 mbar, và thời gian hút chân không lớn hơn hoặc bằng 25 phút; việc xử lý canxi được thực hiện sau khi xử lý chân không, và việc khuấy tĩnh được thực hiện trong thời gian lớn hơn hoặc bằng 12 phút sau khi xử lý canxi, và nhiệt độ thùng trung gian kiểm soát việc đúc là nhiệt độ lỏng + (10-15)°C.

Ở bước (2), thời gian nung là 9-16 phút/cm, và thời gian ủ lớn hơn hoặc bằng 1,4 phút/cm.

Ở bước (3), ở giai đoạn thứ nhất, nhiệt độ cán thô cuối cùng được kiểm soát ở mức 1.000-1.100 °C; ở giai đoạn thứ hai, nhiệt độ cán ban đầu là 840-870 °C, nhiệt độ cán cuối cùng là 780-830 °C.

Các hiệu quả có lợi: Theo sáng chế, thiết kế thành phần cacbon thấp đảm bảo cho thép tấm có đặc tính hàn tốt; quy trình cán được kiểm soát và quy trình làm nguội được kiểm soát phù hợp, cũng như quy trình xử lý nhiệt luyện hợp lý được áp dụng sẽ đảm bảo tính đồng nhất của kết cấu thép và đặc tính của thép tấm, nhờ đó thu được kết cấu thép làm cầu có các chỉ số đặc tính có lợi. Theo sáng chế, việc làm nguội kết hợp làm nguội cực nhanh với làm nguội từng tấm sau khi cán thép có thể loại bỏ màng khí giữa nước còn lại trên bề mặt và thép tấm, để đạt được sự tiếp xúc hoàn toàn giữa thép tấm và nước làm mát và sự đun sôi hạt nhân hoàn toàn tiếp xúc đồng đều giữa thép tấm nước làm mát, điều này không chỉ cải thiện sự trao đổi nhiệt giữa thép tấm và nước làm mát và đạt được tốc độ làm nguội nhanh, mà còn làm nguội đồng đều thép tấm và tinh luyện các thành phần của thép tấm. Ngoài ra, theo sáng chế, thời gian xử lý gia nhiệt có thể được kéo dài để đảm bảo đủ sự đồng nhất hóa kết cấu của thép tấm, nội ứng suất có thể được giảm xuống hoặc được loại bỏ nhiều nhất có thể, và độ ổn định của đặc tính chịu va đập của thép tấm ở nhiệt độ thấp có thể được cải thiện.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig. 1 mô tả hình thái cấu trúc dày 1/4 của mẫu thép tấm cán nóng dày 100 mm loại 420 MPa theo Phương án 2;

Fig. 2 mô tả hình thái cấu trúc dày 1/4 của mẫu thép tấm đã được tôi dày 100 mm loại 420 MPa theo Phương án 2.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế sẽ được mô tả kỹ hơn trong các phần dưới đây.

Thép tấm làm cầu chịu nhiệt thấp, có tỷ lệ biến dạng thấp loại 420 MPa, dày 100 mm, bao gồm các thành phần hóa học sau tính theo phần trăm khối lượng: C 0,05-0,07%, Si 0,20-0,30%, Mn 1,50-1,60%, P nhỏ hơn hoặc bằng 0,012%, S nhỏ hơn hoặc bằng 0,005%, Ni 0,10-0,20%, Cr 0,15-0,20%, Nb 0,025-0,035%, Al 0,025-0,050%, V 0,030-0,040%, Ti 0,01-0,02%, với thành phần cân bằng là Fe và các tạp chất không tránh khỏi.

Phương pháp sản xuất thép tấm bao gồm các quy trình như nung chảy, đúc liên tục, gia nhiệt, cán có kiểm soát, làm nguội có kiểm soát và xử lý gia nhiệt. Các quy trình nung chảy và đúc liên tục cụ thể bao gồm nung sắt nóng chảy đã được khử lưu huỳnh từ trước trong lò chuyển, tinh luyện LF, xử lý chân không RH và đúc liên tục. Hàm lượng lưu huỳnh của sắt nóng chảy đã được khử lưu huỳnh được kiểm soát sao cho nhỏ hơn hoặc bằng 0,003%; đối với việc nung chảy trong lò chuyển, hàm lượng P được kiểm soát sao cho nhỏ hơn hoặc bằng 0,010% nhờ quá trình xỉ hai lần; đối với việc tinh luyện LF, sự khử lưu huỳnh và khử ô xi được thực hiện nhờ xỉ trắng; đối với việc xử lý chân không RH, độ chân không nhỏ hơn hoặc bằng 3,0 mbar và thời gian hút chân không lớn hơn hoặc bằng 25 phút; xử lý canxi được thực hiện sau khi xử lý chân không; việc trộn tĩnh được thực hiện trong hơn hoặc bằng 12 phút sau khi xử lý canxi; và nhiệt độ thùng trung gian kiểm soát việc đúc là nhiệt độ lỏng + (10-15) °C mà không cần khuấy điện từ. Sau khi phôi được đúc liên tục, phôi liên tục dày 320 mm được gia nhiệt, với tổng thời gian trong lò là 9-16 phút/cm, thời gian ủ lớn hơn hoặc bằng 1,4 phút/cm và nhiệt độ rót là 1.160-1.200°C. Sau khi gia nhiệt, việc cán được thực hiện nhờ quy trình cán được kiểm soát hai giai đoạn trong vùng austenit kết tinh lại và vùng austenit không kết tinh lại, trong đó ở giai đoạn thứ nhất, nhiệt độ cán thô cuối cùng được kiểm soát trong khoảng 1.000-1.100°C; ở giai đoạn thứ hai, với nhiệt độ cán ban đầu là 840-870°C và nhiệt độ cán cuối cùng là 780-830°C, việc làm nguội được hiện bằng cách kết hợp làm nguội cực nhanh với làm nguội từng tấm sau khi cán; với nhiệt độ tự tôi 400-480°C, việc xử lý gia nhiệt được thực hiện sau khi làm nguội. Việc xử lý gia nhiệt cụ thể bao gồm nung thép tấm dày 100 mm đến 480-550°C, và sau đó tiến hành quy trình xử lý nhiệt luyện với thời gian tôi được kiểm soát trong khoảng (2,0-3,0) phút/mm × 100 mm (độ dày của thép tấm) + 50 phút.

Cấu trúc của thép tấm đã được tôi, được sản xuất theo phương pháp trên đây, là cấu trúc hỗn hợp của bainit và một lượng nhỏ ferrit, và độ dày tối đa của thép tấm là 100 mm. Thép tấm có lượng cacbon tương đương 0,34-0,38%, hệ số nhạy vết nứt mỗi hàn 0,14-0,18%, giới hạn chảy 430-500 MPa, giới hạn bền kéo 550-630 MPa, độ giãn dài lớn hơn 21%, và tỷ lệ biến dạng nhỏ hơn hoặc bằng 0,84. Đối với tấm dày 1/4, năng lượng va chạm theo chiều dọc lớn hơn hoặc bằng 250 J ở -40°C. Theo sáng chế, các quy trình như quy trình cán có kiểm soát, quy trình làm nguội có kiểm soát và quy trình xử lý nhiệt luyện được thực hiện trên thép tấm dày 100 mm được kiểm soát một cách phù hợp, để giải quyết vấn đề lâu dài về đặc tính không ổn định của tấm dày. Quy trình xử lý nhiệt luyện có thể cải thiện có thể cải thiện tính dẻo dai chịu va đập ở nhiệt độ thấp của thép tấm; tuy nhiên, việc lựa chọn điểm nhiệt độ không phù hợp để tôi luyện có thể gây ra hiện tượng giòn ram làm giảm độ dẻo dai của thép tấm. Sáng chế có thiết kế ít cacbon để đảm bảo đặc tính hàn tốt của thép tấm. Quy trình cán có kiểm soát và quy trình làm nguội có kiểm soát phù hợp, cũng như quy trình xử lý nhiệt luyện hợp lý được áp dụng để đảm bảo sự đồng nhất về cấu trúc thép và đặc tính của thép tấm, nhờ đó thu được kết cấu thép làm cầu có các chỉ số đặc tính có lợi.

Thép tấm làm cầu dày 100 mm chịu nhiệt thấp, có tỷ lệ biến dạng thấp loại 420 MPa, chứa các hợp chất hóa học dưới đây nhờ phương pháp sản xuất nói trên, bao gồm các thành phần hóa học sau (% theo trọng lượng) được chỉ ra trong Bảng 1:

Bảng 1 - Các thành phần hóa học chính (% theo trọng lượng)

Các phương án	C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Alt	Nb	V	Ti
Phương án 1	0,05	1,51	0,0081	0,0021	0,24	0,13	0,18	0,033	0,029	0,033	0,014
Phương án 2	0,06	1,55	0,0072	0,0023	0,25	0,13	0,17	0,037	0,031	0,034	0,016

Với việc nung ở nhiệt độ cao, quy trình cán hai giai đoạn trong vùng austenit kết tinh lại và vùng austenit không kết tinh lại đã được áp dụng. Ở giai đoạn cán thô, việc cán theo chiều dọc hoàn toàn và việc cán giảm các đường hàn đáng kể được áp dụng, và sự kết tinh lại austenit được tiến hành. Ở giai đoạn kết thúc cán, việc cán ở nhiệt độ thấp trong vùng austenit không kết tinh lại được áp dụng, và tiếp đó việc làm nguội cực nhanh được tiến hành sau khi việc cán kết thúc. Nhiệt độ rót, nhiệt độ cán thô cuối cùng, nhiệt độ kết thúc

cán cuối cùng và nhiệt độ tự tôi theo các phương án 1 và 2 được thể hiện trong Bảng 2:

Bảng 2 - Các tham số quy trình gia nhiệt, cán nóng và làm nguội

Các phương án	Độ dày của thành phẩm (mm)	Nhiệt độ rót (°C)	Nhiệt độ cán thô cuối cùng (°C)	Nhiệt độ kết thúc cán cuối cùng (°C)	Nhiệt độ tự tôi (°C)
Phương án 1	100	1192	1058	816	455
Phương án 2	100	1184	1065	820	468

Thép tấm đã được cán được làm nguội bằng không khí tới nhiệt độ phòng, và sau đó phải xử lý nhiệt luyện. Các tham số của quy trình xử lý gia nhiệt được thể hiện trong Bảng 3:

Bảng 3 - Các tham số của quy trình xử lý nhiệt luyện

Các phương án	Độ dày của thành phẩm (mm)	Nhiệt độ ủ (°C)	Thời gian ủ (phút)
Phương án 1	100	510	275
Phương án 2	100	521	325

Cấu trúc thép đã được cán theo các phương án 1 và 2 là B+F+một lượng nhỏ P, và cấu trúc chủ yếu sau khi xử lý nhiệt luyện là B+F. Fig. 1 mô tả hình thái cấu trúc mẫu cán nóng dày 1/4 của thép tấm làm cầu dày 100 mm chịu nhiệt thấp, có tỷ lệ biến dạng thấp loại 420 MPa theo phương án 2, chủ yếu bao gồm B+F dạng kim+một lượng nhỏ P. Fig. 2 mô tả hình thái cấu trúc mẫu được tôi dày 1/4 của thép tấm làm cầu dày 100 mm chịu nhiệt thấp, có tỷ lệ biến dạng thấp loại 420 MPa theo Phương án 2, chủ yếu bao gồm batten B + một lượng nhỏ F.

Độ bền kéo của thép tấm làm cầu dày 100 mm chịu nhiệt thấp, có tỷ lệ biến dạng thấp loại 420 MPa, sau khi được xử lý nhiệt luyện theo sáng chế, được chỉ ra trong Bảng 4, và

việc chịu va đập ở nhiệt độ thấp -40°C được chỉ ra trong Bảng 5. Đối với thép tấm theo các phương án 1 và 2 của sáng chế, kết quả thực hiện tốt. Theo đó, giới hạn chảy là 430-500 MPa, giới hạn bền kéo là 550-630 MPa, độ giãn dài lớn hơn 21%, tỷ lệ biến dạng nhỏ hơn hoặc bằng 0,84, và năng lượng va đập theo chiều dọc ở -40°C của 1/4 tấm dày lớn hơn hoặc bằng 250 J. Kết quả thực hiện là tuyệt vời và khả năng làm được là chắc chắn.

Bảng 4 - Độ bền kéo căng sau khi được tôi luyện

Các phương án	Độ dày của thành phẩm (mm)	Giới hạn chảy (MPa)	Giới hạn bền kéo (MPa)	Độ giãn dài (%)	Tỷ lệ biến dạng (%)
Phương án 1	100	468	563	22.3	83,13
Phương án 2	100	480	578	23.3	83,04

Bảng 5 – Đặc tính chịu va đập ở nhiệt độ thấp sau khi được tôi luyện

Các phương án	Độ dày của thành phẩm (mm)	Hiệu suất va đập					
		Hướng	Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)	Năng lượng va đập AKV (J)			
				Va đập 1	Va đập 2	Va đập 3	Va đập trung bình
Phương án 1	100	Theo chiều dọc	-40	300	315	306	307
Phương án 2	100	Theo chiều dọc	-40	318	267	330	305

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thép tấm dày làm cầu chịu nhiệt thấp, có tỷ lệ biến dạng thấp loại 420 MPa, khác biệt ở chỗ bao gồm các thành phần hóa học sau tính theo phần trăm khối lượng: C 0,05-0,07%, Si 0,20-0,30%, Mn 1,50-1,60%, P nhỏ hơn hoặc bằng 0,012%, S nhỏ hơn hoặc bằng 0,005%, Ni 0,10-0,20%, Cr 0,15-0,20%, Nb 0,025-0,035%, Al 0,025-0,050%, V 0,030-0,040%, Ti 0,01-0,02%, với thành phần cân bằng là Fe và các tạp chất không tránh khỏi, cấu trúc được tôi luyện của thép tấm là cấu trúc kết hợp của bainit và một lượng nhỏ ferrit, và độ dày tối đa của thép tấm là 100 mm, và phương pháp sản xuất thép tấm này bao gồm các bước: (1) liên tục đúc sắt nóng chảy đã được khử lưu huỳnh thành phôi sau khi đã được nung chảy trong lò chuyển, tinh luyện LF và xử lý chân không RH; (2) nung phôi, trong đó nhiệt độ rót được gia nhiệt là 1.160-1.200°C; (3) cán khuôn đã được nung nhờ tác động của quy trình cán được kiểm soát hai giai đoạn trong vùng austenit kết tinh lại và vùng austenit không kết tinh lại, và làm nguội bằng cách kết hợp làm nguội cực nhanh với làm nguội từng tấm sau khi cán thép, trong đó nhiệt độ tự tôi là 400-480°C; và (4) gia nhiệt thép tấm đã làm nguội đến 480-550°C để xử lý nhiệt luyện, trong đó thời gian giữ nhiệt $t = (2,0-3,0) \text{ phút/mm} \times \text{độ dày của thép tấm} + 50 \text{ phút}$.

2. Thép tấm dày làm cầu chịu nhiệt thấp, có tỷ lệ biến dạng thấp loại 420 MPa theo điểm 1, khác biệt ở chỗ thép tấm có lượng cacbon tương đương 0,34-0,38%, hệ số nhạy vết nứt mỗi hàn 0,14-0,18%, giới hạn chảy 430-500 MPa, giới hạn bền kéo 550-630 MPa, độ giãn dài lớn hơn 21%, và tỷ lệ biến dạng nhỏ hơn hoặc bằng 0,84.

3. Thép tấm dày làm cầu chịu nhiệt thấp, có tỷ lệ biến dạng thấp loại 420 MPa theo điểm 1, khác biệt ở chỗ ở bước (1), hàm lượng lưu huỳnh của sắt nóng chảy đã được khử lưu huỳnh được kiểm soát sao cho nhỏ hơn hoặc bằng 0,003%; đối với việc nung chảy trong lò chuyển, hàm lượng P được kiểm soát sao cho nhỏ hơn hoặc bằng 0,010% nhờ quá trình xỉ hai lần; đối với việc tinh luyện LF, sự khử lưu huỳnh và khử ô xi được thực hiện nhờ xỉ trắng; đối với việc xử lý chân không RH, độ chân không nhỏ hơn hoặc bằng 3,0 mbar, và thời gian hút chân không lớn hơn hoặc bằng 25 phút; việc xử lý canxi được thực hiện sau khi xử lý chân không, và việc khuấy tĩnh được thực hiện trong thời gian lớn hơn hoặc bằng 12 phút sau khi xử lý canxi, và nhiệt độ thùng trung gian kiểm soát việc đúc là nhiệt độ lỏng + (10-15)°C.

4. Thép tấm dày làm cầu chịu nhiệt thấp, có tỷ lệ biến dạng thấp loại 420 MPa theo điểm 3, khác biệt ở chỗ ở bước (2), thời gian nung là 9-16 phút/cm, và thời gian ủ lớn hơn hoặc bằng 1,4 phút/cm.

5. Thép tấm dày làm cầu chịu nhiệt thấp, có tỷ lệ biến dạng thấp loại 420 MPa theo điểm 3, khác biệt ở chỗ ở bước (3), ở giai đoạn thứ nhất, nhiệt độ cán thô cuối cùng được kiểm soát trong khoảng 1.000-1.100°C; ở giai đoạn thứ hai, nhiệt độ cán ban đầu là 840-870°C, nhiệt độ cán cuối cùng là 780-830°C.

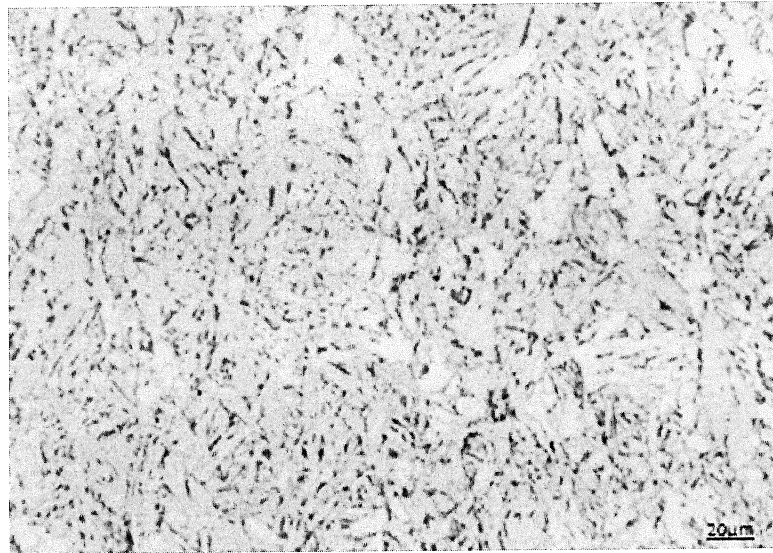


Fig. 1

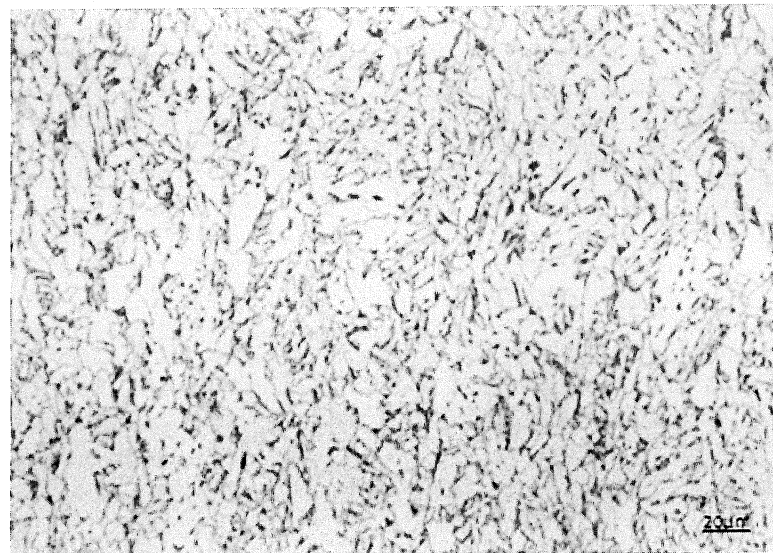


Fig. 2