(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) **1-0032818**

(51)[8] **C22C 38/04**; C22C 38/22; C22C 38/38; C22C 38/28; C22C 38/32; C22C 38/12; C22C 38/26

(13) **B**

(21) 1-2017-03696
(22) 23/03/2016
(86) PCT/IB2016/000343 23/03/2016
(87) WO2016/151390 29/09/2016
(30) PCT/IB2015/000384 23/03/2015 IB
(45) 25/08/2022 413
(43) 25/12/2017 357A
(73) ARCELORMITTAL (LU)
24-26, Boulevard d'Avranches, 1160 Luxembourg, LUXEMBOURG
(72) PERROT-SIMONETTA, Marie-Thérèse (FR); RESIAK, Bernard (FR); VOLL, Ulrich (DE).
(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) PHÔI THÉP CÓ CẤU TRÚC BAINIT VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT PHÔI THÉP NÀY

(57) Sáng chế đề xuất phôi thép có thành phần với các hàm lượng được biểu thị theo phần trăm khối lượng chứa: $0,10 \leq C \leq 0,30$, $1,6 \leq Mn \leq 2,1$, $0,5 \leq Cr \leq 1,7$, $0,5 \leq Si \leq 1,0$, $0,065 \leq Nb \leq 0,15$, $0,0010 \leq B \leq 0,0050$, $0,0010 \leq N \leq 0,0130$, $0 \leq Al \leq 0,060$, $0 \leq Mo \leq 1,00$, $0 \leq Ni \leq 1,0$, $0,01 \leq Ti \leq 0,07$, $0 \leq V \leq 0,3$, $0 \leq P \leq 0,050$, $0,01 \leq S \leq 0,1$, $0 \leq Cu \leq 0,5$, $0 \leq Sn \leq 0,1$, lượng còn lại của thành phần này bao gồm sắt và các tạp chất khó có thể tránh khỏi sinh ra từ quy trình sản xuất, vi cấu trúc này được cấu thành, theo các tỷ lệ bề mặt, từ 100% tới 70% bainit, dưới 30% austenit tồn dư, và dưới 5% ferit. Sáng chế cũng đề xuất phương pháp sản xuất phôi thép này.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế liên quan đến phôi thép có các đặc tính độ bền cao đồng thời dễ gia công, thu được từ các thép đồng thời có độ dẻo nóng cao để cho phép thực hiện công đoạn dập nóng và độ thấm tôi để không cần phải tiến hành các công đoạn tôi và ram nhằm thu được các đặc tính cần thiết.

Cụ thể, sáng chế đề cập đến các phôi thép, không phụ thuộc vào dạng hoặc độ phức tạp của phôi thép này, có độ bền cơ học lớn hơn hoặc bằng 1100MPa, cùng với giới hạn chảy lớn hơn hoặc bằng 700MPa, độ giãn dài khi kéo đứt A lớn hơn hoặc bằng 12 và mức độ co khi đứt Z lớn hơn 30%.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong bản mô tả sáng chế, thuật ngữ "phôi thép" được dùng để chỉ các thanh có mọi hình dạng, các dây hoặc các phôi thép phức tạp được tạo ra bằng cách dập nóng, như, ví dụ, cán, hoặc rèn cùng với hoặc không cùng với việc nung lại hoàn toàn hoặc không hoàn toàn tiếp theo, xử lý nhiệt hoặc xử lý nhiệt hoá và/hoặc tạo hình cùng với hoặc không cùng với việc loại bỏ vật liệu, hoặc thậm chí cùng với việc bổ sung vật liệu như bằng cách hàn.

Thuật ngữ "dập nóng" được dùng để chỉ phương pháp bất kỳ dùng để dập nóng thép nhằm làm biến đổi dạng ban đầu của sản phẩm bởi công đoạn được thực hiện ở một nhiệt độ của vật liệu để sao cho cấu trúc tinh thể của thép chủ yếu là austenit.

Nhu cầu cao về việc giảm khí nhà kính, cùng với sự gia tăng các yêu cầu an toàn kỹ thuật ô tô và giá thành nhiên liệu đã khiến cho các nhà sản xuất xe cơ giới phải tìm kiếm các vật liệu có độ bền cơ học cao. Điều này cho phép làm giảm trọng lượng của các phôi thép này trong khi vẫn duy trì hoặc nâng cao tính năng độ bền cơ học.

Các giải pháp cho thép truyền thống nhằm tạo ra các đặc tính cơ học rất

tốt đã tồn tại từ lâu. Các giải pháp này sử dụng các nguyên tố hợp kim với lượng nhiều hoặc ít kết hợp với việc xử lý nhiệt kiểu quá trình austenit ở nhiệt độ lớn hơn AC1, tiếp đó là tôi trong dung dịch dạng dầu, dạng polyme, hoặc thậm chí là dạng nước và thường tôi ở nhiệt độ thấp hơn Ar3. Một số nhược điểm đi kèm với các thép này và đi kèm với các công đoạn xử lý cần thiết để tạo ra các tính chất cần thiết như tính kinh tế (chi phí hợp kim, chi phí xử lý nhiệt), tính chất môi trường (năng lượng dùng cho quá trình austenit lại, phân tán bằng cách tôi, xử lý bể tôi), hoặc tính chất hình học (tạo các phôi thép phức tạp). Trong bối cảnh này, việc các thép có thể có được độ bền tương đối cao ngay sau khi dập nóng ngày càng trở nên quan trọng. Theo thời gian, một vài loại thép đã được đề xuất tương ứng với các cấp độ bền cơ học khác nhau, như, ví dụ, các thép vi hợp kim có cấu trúc ferit-peclit có các hàm lượng cacbon khác nhau để tạo ra vài cấp độ bền. Các thép vi hợp kim có cấu trúc ferit-peclit này đã và đang được sử dụng rộng rãi trong những thập kỷ gần đây và thường được sử dụng cho mọi loại phôi thép cơ học để tạo ra các phôi thép phức tạp mà không cần phải xử lý nhiệt ngay sau khi dập nóng. Mặc dù có hiệu quả cao, song hiện thời các thép này đã đạt đến ngưỡng giới hạn của chúng khi mà các nhà thiết kế đòi hỏi các tính chất cơ học vượt qua mức giới hạn chảy 700MPa và độ bền cơ học 1100MPa, điều này dẫn đến phải quay trở lại việc xem xét các giải pháp truyền thống nêu trên.

Hơn thế nữa, tuỳ thuộc vào độ dày và hình dạng của các phôi thép, khó có thể đảm bảo tính đồng nhất thỏa đáng về các tính chất, đặc biệt là do sự không đồng nhất về tốc độ làm nguội sẽ ảnh hưởng đến vi cấu trúc.

Nhằm đáp ứng nhu cầu về phương tiện giao thông ngày càng nhẹ, đồng thời vẫn duy trì các lợi ích kinh tế và môi trường của các thép vi hợp kim có nền ferit-peclit, cần phải có các thép có độ bền ngày càng tăng, được tạo ra ngay sau các công đoạn dập nóng. Tuy nhiên, trong lĩnh vực thép cacbon, đã biết rằng sự gia tăng về độ bền cơ học thường đi kèm với sự mất tính dẻo và sự mất tính dễ gia công. Hơn thế nữa, việc các nhà sản xuất xe cơ giới sử dụng các phôi thép phức tạp ngày càng tăng đòi hỏi các thép phải có cấp độ cao về

độ bền cơ học, độ bền mỏi, độ dai, tính dễ tạo hình, và tính dễ gia công.

Như có thể thấy được trong patent EP0787812 mô tả phương pháp sản xuất các phôi rèn có thành phần hoá học tính theo khối lượng bao gồm: 0,1%≤C≤0,4%; 1%≤Mn≤1,8%; 1,2%≤Si≤1,7%; 0%≤Ni≤1%; 0%≤Cr≤1,2%; 0%≤Mo≤0,3%; 0%≤V≤0,3%; Cu≤0,35%, tùy ý, 0,005% tới 0,06% nhôm, tùy ý, bo với hàm lượng nằm trong khoảng từ 0,0005% đến 0,01%, tùy ý, 0,005% tới 0,03% titan, tùy ý, 0,005% tới 0,06% niobi, tùy ý, 0,005% tới 0,1% lưu huỳnh, tùy ý, tối đa là 0,006% canxi, tùy ý, tối đa là 0,03% telu, tùy ý, tối đa là 0,05% selen, tùy ý, tối đa là 0,05% bismut, tùy ý, tối đa là 0,1% chì, phần còn lại là sắt và các tạp chất sinh ra từ quy trình sản xuất này. Phương pháp này bao gồm việc xử lý ram nhiệt phôi thép bao gồm việc làm nguội từ nhiệt độ mà ở đó thép có cấu trúc hoàn toàn là austenit xuống nhiệt độ Tm nằm trong khoảng từ Ms+100 D°C đến Ms-20°C với tốc độ làm nguội Vr lớn hơn 0,5°C/giây, tiếp đó là duy trì nhiệt độ của phôi thép này nằm trong khoảng từ Tm đến Tf, với Tf ≥ Tm-100°C, và tốt hơn là Tf ≥ Tm-60°C, trong ít nhất 2 phút để tạo ra cấu trúc chứa ít nhất 15%, và tốt hơn là, ít nhất 30% bainit được tạo ra trong khoảng nhiệt độ từ Tm đến Tf. Phương pháp này đòi hỏi một vài bước xử lý bất lợi tới năng suất.

Tuy nhiên, đã biết đơn yêu cầu cấp patent EP1201774, trong đó mục đích của sáng chế nêu trong patent này là đề xuất phương pháp rèn được thực hiện nhằm cải thiện tính dễ gia công, bằng cách biến đổi cấu trúc kim loại của sản phẩm chịu tải trọng mà không cần đến phương pháp tôi và ram, nhằm tạo ra giới hạn chảy vượt mức thu được bởi phương pháp tôi và ram. Độ bền kéo (Rm) thu được là thấp hơn so với độ bền kéo thu được bằng phương pháp tôi và ram. Phương pháp này còn có nhược điểm là nó đòi hỏi nhiều bước xử lý làm cho phương pháp sản xuất trở nên phức tạp hơn. Hơn thế nữa, việc không có mặt của các nguyên tố đặc thù trong thành phần hoá học có thể dẫn đến việc sử dụng thành phần hoá học không phù hợp đối với các ứng dụng dùng các phôi rèn do các ảnh hưởng bất lợi về tính dễ hàn, tính dễ gia công hoặc thậm chí cả độ dai.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế nhằm giải quyết các vấn đề nêu trên. Sáng chế nhằm mục đích tạo ra thép dùng cho các phôi thép dập nóng có đặc tính độ bền cao, đồng thời có độ bền cơ học và khả năng biến dạng cho phép thực hiện các công đoạn dập nóng. Cụ thể, sáng chế đề cập đến thép có độ bền cơ học lớn hơn hoặc bằng 1100MPa (tức là, độ cứng lớn hơn hoặc bằng 300Hv), có giới hạn chảy lớn hơn hoặc bằng 700MPa, và có độ giãn dài khi kéo đứt lớn hơn hoặc bằng 12%, cùng với mức độ co khi đứt lớn hơn 30%. Sáng chế cũng nhằm mục đích tạo ra thép có khả năng sản xuất được ở quy mô lớn, tức là không cần thay đổi nhiều về các thông số của quy trình sản xuất và có khả năng gia công được bằng các máy công cụ thương mại mà không làm giảm năng suất khi thực hiện.

Nhằm mục đích này, sáng chế đề xuất phôi thép như được xác định theo các khía cạnh từ 1 tới 12 dưới đây và phương pháp sản xuất phôi thép như được xác định theo khía cạnh 13 dưới đây.

1. Phôi thép có thành phần với hàm lượng biểu thị theo phần trăm khối lượng chứa:

$$0,10 \leq C \leq 0,30$$

$$1,6 \leq Mn \leq 2,1$$

$$0,5 \leq Cr \leq 1,7$$

$$0,5 \leq Si \leq 1,0$$

$$0,065 \leq Nb \leq 0,15$$

$$0,0010 \leq B \leq 0,0050$$

$$0,0010 \leq N \leq 0,0130$$

$$0 \leq Al \leq 0,060$$

$$0 \leq Mo \leq 1,00$$

$$0 \leq Ni \leq 1,0$$

$$0,01 \leq Ti \leq 0,07$$

$$0 \leq V \leq 0,3$$

$$0 \leq P \leq 0,050$$

$$0,01 \leq S \leq 0,1$$

$$0 \leq Cu \leq 0,5$$

$$0 \leq Sn \leq 0,1$$

lượng còn lại của thành phần này bao gồm sắt và các tạp chất khó có thể tránh khỏi sinh ra từ quy trình sản xuất, vi cấu trúc này được cấu thành, theo các tỷ lệ bề mặt, từ 100% tới 70% bainit, dưới 30% austenit tồn dư, và dưới 5% ferit.

2. Phôi thép theo khía cạnh 1, trong đó các hàm lượng niobi, vanađi, molypđen, titan và nhôm thoả mãn điều kiện:

$$0,1 \leq S1 \leq 0,4$$

trong đó: S1 = Nb + V + Mo + Ti + Al.

3. Phôi thép theo khía cạnh 2, trong đó các hàm lượng cacbon, nitơ, crom, silic, mangan, lưu huỳnh, và niken thoả mãn điều kiện:

$$0,5 \leq S2 \leq 1,8$$

$$0,7 \leq S3 \leq 1,6$$

$$0,3 \leq S4 \leq 1,5$$

trong đó: $S2 = C + N + Cr/2 + (S1)/6 + (Si + Mn - 4 * S)/10 + Ni/20$

$S3 = S2 + 1/3 \times Vr600$

$S4 = S3 - Vr400$

Vr400 và Vr600 được biểu thị theo đơn vị ^{o}C/giây, với Vr400 là tốc độ làm nguội phôi thép nằm trong khoảng nhiệt độ từ 420°C đến 380°C và Vr600 là tốc độ làm nguội phôi thép nằm trong khoảng nhiệt độ từ 620°C đến 580°C.

4. Phôi thép theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, trong đó thành phần phôi thép với hàm lượng biểu thị theo phần trăm khối lượng chứa:

$$0,15 \leq C \leq 0,27.$$

5. Phôi thép theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, trong đó thành phần phôi thép với hàm lượng biểu thị theo phần trăm khối lượng chứa:

$$1,7 \leq Mn \leq 2,0.$$

6. Phôi thép theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, trong đó thành phần phôi thép với hàm lượng biểu thị theo phần trăm khối lượng chứa:

$$1,0 \leq Cr \leq 1,5.$$

7. Phôi thép theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, trong đó thành phần phôi thép với hàm lượng biểu thị theo phần trăm khối lượng chứa:

$$0,75 \leq Si \leq 0,9.$$

8. Phôi thép theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, trong đó thành phần phôi thép với hàm lượng biểu thị theo phần trăm khối lượng chứa:

$$0,065 \leq Nb \leq 0,110.$$

9. Phôi thép theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, trong đó thành phần phôi thép với hàm lượng biểu thị theo phần trăm khối lượng chứa:

$$0,0020 \leq B \leq 0,0030.$$

10. Phôi thép theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, trong đó thành phần phôi thép với hàm lượng biểu thị theo phần trăm khối lượng chứa:

$$0,0050 \leq N \leq 0,0120.$$

11. Phôi thép theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, trong đó thành phần phôi thép với hàm lượng biểu thị theo phần trăm khối lượng chứa:

$$0,003 \leq Al \leq 0,015.$$

12. Phôi thép theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, trong đó thành phần phôi thép với hàm lượng biểu thị theo phần trăm khối lượng chứa:

$$0 \leq Ni \leq 0,55.$$

13. Phôi thép theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, trong đó thành phần phôi thép với hàm lượng biểu thị theo phần trăm khối lượng chứa:

$$0 \leq V \leq 0,2.$$

14. Phôi thép theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, trong đó thành phần phôi thép với hàm lượng biểu thị theo phần trăm khối lượng chứa:

$$0,03 \leq Mo \leq 0,15.$$

15. Phôi thép theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, trong đó cấu trúc của phôi thép này chứa 0% ferit.

16. Phương pháp sản suất phôi thép bao gồm các bước sau:

- tạo ra thép từ phôi thép có thành phần theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ 1 tới 14 dưới dạng thỏi nhỏ, thỏi định hình có mặt cắt hình chữ nhật, hình vuông hoặc hình tròn, hoặc dưới dạng thỏi lớn, tiếp đó
- cán thép này thành bán thành phẩm, dưới dạng thanh hoặc dây, tiếp đó
- nung nóng bán thành phẩm này tới nhiệt độ nung lại (T_{rech}) nằm trong khoảng từ 1100°C đến 1300°C để tạo ra bán thành phẩm đã được nung lại, tiếp đó
- dập nóng bán thành phẩm đã được nung lại này, nhiệt độ kết thúc dập nóng lớn hơn hoặc bằng 850°C để tạo ra phôi thép đã được dập nóng, tiếp đó
- làm nguội phôi thép đã được dập nóng này cho đến khi đạt nhiệt độ nằm trong khoảng từ 620°C đến 580°C với tốc độ làm nguội Vr600 nằm trong khoảng từ 0,10°C/giây đến 10°C/giây, tiếp đó
- làm nguội phôi thép nêu trên xuống nhiệt độ nằm trong khoảng từ 420°C đến 380°C với tốc độ làm nguội Vr400 nhỏ hơn 4°C/giây, tiếp đó
- làm nguội phôi thép này xuống nhiệt độ nằm trong khoảng từ 380°C đến 300°C với tốc độ nhỏ hơn hoặc bằng 0,3°C/giây, tiếp đó
- làm nguội phôi thép này xuống nhiệt độ môi trường với tốc độ nhỏ hơn hoặc bằng 4°C/giây, tiếp đó,
- tuỳ ý, xử lý ram nhiệt và làm nguội phôi thép này xuống nhiệt độ môi trường, với nhiệt độ ram nằm trong khoảng từ 300°C đến 450°C trong thời gian nằm trong khoảng từ 30 phút đến 120 phút, tiếp đó
- thực hiện việc gia công phôi thép này.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 thể hiện sự biến thiên về độ bền kéo cơ học Rm theo tốc độ làm nguội Vr600 đối với các loại phôi thép A và B.

Fig.2 thể hiện sự biến thiên về giới hạn chảy Re theo tốc độ làm nguội Vr600 đối với các loại phôi thép A và B.

Fig.3 thể hiện đelta của độ bền kéo cơ học Rm theo tiêu chuẩn S1 đối với các loại phôi thép A, B, và C.

Fig.4 thể hiện đelta của giới hạn chảy Re theo tiêu chuẩn S1 đối với các

loại phôi thép A, B, và C.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các dấu hiệu và các lợi ích khác của sáng chế sẽ thấy rõ qua phần mô tả dưới đây được đưa ra chỉ nhằm mục đích làm ví dụ.

Trong bản mô tả sáng chế, thành phần hoá học, tính theo phần trăm khối lượng, phải là như sau:

Hàm lượng cacbon nằm trong khoảng từ 0,10% đến 0,30%. Nếu hàm lượng cacbon nhỏ hơn 0,10% khối lượng, có nguy cơ tạo ra ferit trước cùng tích và độ bền cơ học có được là không đủ. Nếu lớn hơn 0,30%, tính dễ hàn sẽ giảm mạnh bởi vì các vi cấu trúc có độ dai thấp có thể được tạo ra trong vùng ảnh hưởng nhiệt hàn (HAZ: Heat Affected Zone) hoặc trong vùng nóng chảy. Nằm trong khoảng theo sáng chế, tính dễ hàn được thỏa mãn, và các tính chất cơ học ổn định và theo mục đích của sáng chế. Theo một phương án được ưu tiên, hàm lượng cacbon nằm trong khoảng từ 0,15% đến 0,27% và tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,17% đến 0,25%.

Hàm lượng mangan nằm trong khoảng từ 1,6% đến 2,1% và tốt hơn là nằm trong khoảng từ 1,7% đến 2,0%. Nó là một nguyên tố tăng cứng trong dung dịch rắn; nó làm ổn định austenit và làm giảm nhiệt độ chuyển hoá Ac3. Do vậy, mangan góp phần làm tăng độ bền cơ học. Hàm lượng tối thiểu 1,6% khối lượng là cần thiết để tạo ra các tính chất cơ học được mong muốn. Tuy nhiên, khi lớn hơn 2,1%, tính chất gama của nó dẫn đến làm chậm đáng kể các động học chuyển hoá bainit xảy ra trong quá trình làm nguội cuối và tỷ lệ của bainit sẽ không đủ để đạt được giới hạn chảy lớn hơn hoặc bằng 700MPa. Do đó, việc tăng độ bền cơ học cần thiết không làm tăng nguy cơ giảm tỷ lệ bainit và do đó không làm giảm giới hạn chảy, cũng như không làm tăng độ thấm tôi trong các hợp kim hàn, gây tổn hại đến tính dễ hàn của thép theo sáng chế.

Hàm lượng crom phải nằm trong khoảng từ 0,5% đến 1,7% và tốt hơn là nằm trong khoảng từ 1,0% đến 1,5%. Điều này cho phép có thể kiểm soát sự hình thành ferit trong khi làm nguội từ cấu trúc hoàn toàn austenit ban đầu, bởi

vì ferit, với lượng lớn sẽ làm giảm độ bền cơ học cần thiết cho thép theo sáng chế. Nguyên tố này cũng có thể cho phép làm cứng và luyện vi cấu trúc bainit, điều này giải thích tại sao hàm lượng tối thiểu 0,5% được đòi hỏi. Tuy nhiên, nguyên tố này làm chậm một cách đáng kể các động học chuyển hoá bainit; Do vậy, đối với hàm lượng lớn hơn 1,7%, tỷ lệ bainit có thể là không đủ để đạt được giới hạn chảy lớn hơn hoặc bằng 700MPa. Tốt hơn là khoảng hàm lượng crom được chọn giữa 1,0% và 1,5% để luyện vi cấu trúc bainit.

Hàm lượng silic phải nằm trong khoảng từ 0,5% đến 1,0%. Nằm trong khoảng này, sự ổn định austenit tồn dư có thể được tạo ra bằng cách bổ sung silic mà làm chậm một cách đáng kể sự kết tủa các cacbua trong khi chuyển hoá bainit. Điều này đã được chứng minh bởi các tác giả sáng chế với lưu ý rằng bainit theo sáng chế hầu như không có các cacbua. Điều này là do độ tan của silic trong xementit là khá thấp và nguyên tố này làm tăng hoạt tính cacbon trong austenit. Do đó, sự tạo ra xementit bất kỳ sẽ xảy ra trong trường hợp Si bị bật ra khỏi bề mặt chung. Do vậy, việc làm giàu austenit bằng cacbon dẫn đến làm ổn định nó ở nhiệt độ môi trường trong thép theo phương án thứ nhất này. Sau đó, việc tác động một ứng suất bên ngoài với nhiệt độ nhỏ hơn 200°C, ví dụ, bởi việc tạo hình hoặc ứng suất cơ học dạng tôi cứng gia công hoặc dạng mỏi, có thể dẫn đến làm chuyển hoá một phần austenit này thành mactensit. Sự chuyển hoá này sẽ dẫn đến làm tăng giới hạn chảy. Hàm lượng silic tối thiểu phải là 0,5% khối lượng để tạo ra hiệu ứng làm ổn định đối với austenit và làm chậm sự hình thành cacbua. Hơn thế nữa, điều được lưu ý là, nếu hàm lượng silic nhỏ hơn 0,5%, thì giới hạn chảy nhỏ hơn mức tối thiểu cần thiết là 700MPa. Hơn nữa, việc bổ sung silic với lượng lớn hơn 1,0% sẽ dẫn đến tồn dư austenit quá mức dẫn đến làm giảm giới hạn chảy. Tốt hơn là, hàm lượng silic sẽ nằm trong khoảng từ 0,75% đến 0,9% để tối ưu hoá các hiệu quả nêu trên.

Hàm lượng niobi phải nằm trong khoảng từ 0,065% đến 0,15%. Nó là một nguyên tố vi hợp kim tạo ra các kết tủa làm cứng cùng với cacbon và/hoặc nitơ. Nó cũng cho phép có thể làm chậm chuyển hoá bainit, hiệp đồng với các

nguyên tố vi hợp kim như bo và molypđen có mặt theo sáng chế. Hàm lượng niobi phải được giới hạn ở mức 0,15% không những để tránh sự hình thành các kết tủa lớn có thể làm nứt các vị trí ban đầu mà còn để tránh các vấn đề liên quan tới sự mất độ dẻo ở nhiệt độ cao liên quan đến sự kết tủa giữa các hạt có thể có của các nitrua. Hơn thế nữa, hàm lượng niobi phải lớn hơn hoặc bằng 0,065%, mà, khi kết hợp với titan, cho phép có thể có tác dụng làm ổn định đến các tính chất cơ học cuối, tức là làm giảm độ nhạy với tốc độ làm nguội. Thực vậy, hỗn hợp của các cacbonitrua với titan có thể tạo ra và duy trì ổn định ở nhiệt độ tương đối cao, nhờ vậy tránh được sự phát triển không bình thường của các hạt ở nhiệt độ cao, hoặc thậm chí làm cho có thể luyện hầu như thoả đáng hạt austenit. Tốt hơn là, hàm lượng Nb tối đa nằm trong khoảng từ 0,065% đến 0,110% để tối ưu hoá các tác dụng nêu trên.

Hàm lượng titan phải nằm trong khoảng $0,010\% \leq Ti \leq 0,1\%$. Hàm lượng tối đa 0,1% được chấp nhận, nằm trên mức này titan sẽ làm tăng giá thành và sinh ra các kết tủa gây bất lợi cho độ bền mỏi và tính dễ gia công. Hàm lượng tối thiểu 0,010% là cần thiết để kiểm soát cỡ hạt austenit và để bảo vệ bo khỏi nitơ. Tốt hơn là, khoảng hàm lượng titan được chọn giữa 0,020% và 0,03%.

Hàm lượng bo phải nằm trong khoảng từ 10ppm (0,0010%) và 50ppm (0,0050%). Điều này cho phép có thể kiểm soát sự hình thành ferit trong khi làm nguội từ cấu trúc hoàn toàn austenit ban đầu, bởi vì ferit này ở mức cao sẽ làm giảm độ bền cơ học và giới hạn chảy nằm trong phạm vi của sáng chế. Nó là một nguyên tố tôi. Hàm lượng tối thiểu 10ppm là cần thiết để ngăn ngừa sự hình thành ferit trong làm nguội tự nhiên và do vậy tốc độ làm nguội thường nhỏ hơn $2^{o}C$/giây đối với các phôi thép nằm trong phạm vi của sáng chế. Tuy nhiên, ở mức lớn hơn 50ppm, bo sẽ dẫn đến sự tạo ra các sắt borua có thể là gây bất lợi cho độ dai. Tốt hơn là khoảng hàm lượng bo được chọn giữa 20ppm và 30ppm để tối ưu hoá các hiệu quả nêu trên.

Hàm lượng nitơ phải nằm trong khoảng từ 10ppm (0,0010%) đến 130ppm (0,0130%). Hàm lượng tối thiểu 10ppm là cần thiết để tạo ra các cacbonitrua nêu trên. Tuy nhiên, với mức lớn hơn 130ppm, nitơ có thể dẫn đến

sự hóa rắn quá mức của bainit ferit, cùng với khả năng làm giảm tính đàn hồi của phôi thép thành phẩm. Tốt hơn là, khoảng hàm lượng nitơ được chọn giữa 50ppm và 120ppm để tối ưu hoá các hiệu quả nêu trên.

Hàm lượng nhôm phải nhỏ hơn hoặc bằng 0,050% và tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,040%, hoặc thậm chí là nhỏ hơn hoặc bằng 0,020%. Tốt hơn là, hàm lượng Al nằm trong khoảng $0,003\% \leq Al \leq 0,015\%$. Nó là một nguyên tố tồn dư mà chỉ được mong muốn ở một mức độ hạn chế. Điều này được cho là lượng nhôm cao làm tăng sự xói mòn các vật liệu chịu lửa và gây tắc nghẽn vòi phun trong khi đúc thép. Ngoài ra, nhôm phân tầng một cách bất lợi và có thể dẫn đến sự phân tầng vĩ mô. Với lượng quá nhiều, nhôm có thể làm giảm độ dai và làm tăng nguy cơ sự cố trong quá trình đúc liên tục. Nếu không giám sát kỹ lưỡng các điều kiện đúc, các sự cố về sự phân tầng vi mô và vĩ mô sẽ dẫn đến sự phân tầng trong phôi rèn. Cấu trúc bị phân tầng này bao gồm các dải bainit nằm xen kẽ có độ cứng khác nhau có thể là gây bất lợi cho tính dễ tạo hình của vật liệu.

Hàm lượng molypđen phải nhỏ hơn hoặc bằng 1,0%, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,5%. Tốt hơn là, khoảng hàm lượng molypđen được chọn giữa 0,03% và 0,15%. Sự có mặt của nó tạo thuận lợi cho sự hình thành bainit hiệp đồng với bo và niobi. Nhờ vậy, đảm bảo sự không có mặt của ferit trước cùng tích ở các ranh giới hạt. Với mức lớn hơn 1,0%, tạo thuận lợi cho sự xuất hiện của mactensit là không được mong muốn.

Hàm lượng niken phải nhỏ hơn hoặc bằng 1,0%. Mức tối đa 1,0% được chấp nhận, nằm trên mức này niken sẽ làm tăng giá thành của dung dịch được đề xuất, làm giảm tính khả thi của nó xét về khía cạnh kinh tế. Tốt hơn là khoảng hàm lượng niken được chọn nằm trong khoảng giữa 0% và 0,55%.

Hàm lượng vanađi phải nhỏ hơn hoặc bằng 0,3%. Hàm lượng tối đa 0,3% được chấp nhận, nằm trên mức này vanađi sẽ làm tăng giá thành của dung dịch và ảnh hưởng đến tính đàn hồi. Tốt hơn là, khoảng hàm lượng vanađi theo sáng chế được chọn giữa 0% và 0,2%.

Hàm lượng lưu huỳnh có thể là ở các mức khác nhau tuỳ thuộc vào tính dễ gia công được mong muốn. Sẽ luôn có một lượng nhỏ bởi vì nó là một nguyên tố tồn dư mà không thể giảm được tới giá trị bằng không, nhưng cũng có thể được chủ động bổ sung vào. Mức S thấp là được mong muốn khi các tính chất độ bền mỏi rất cao được mong muốn. Nói chung, mức mong muốn là nằm trong khoảng từ 0,015% đến 0,04%, song cần hiểu rằng nó có thể được bổ sung tối đa là 0,1% để cải thiện tính dễ gia công. Theo cách khác, cũng có thể bổ sung, kết hợp với lưu huỳnh, một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ telu, selen, chì, và bismut với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,1% cho mỗi nguyên tố.

Hàm lượng phospho phải nhỏ hơn hoặc bằng 0,050% và tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,025%. Nó là nguyên tố làm cứng trong dung dịch rắn nhưng cũng làm giảm một cách đáng kể tính dễ hàn và độ dai nóng, đặc biệt do xu hướng phân tầng ở các ranh giới hạt và xu hướng phân tầng cùng với mangan của nó. Vì các lý do này, hàm lượng của nó phải giới hạn ở 0,025% để tạo ra tính dễ hàn tốt.

Hàm lượng đồng phải nhỏ hơn hoặc bằng 0,5%. Hàm lượng tối đa 0,5% được chấp nhận, bởi vì ở trên mức này, đồng có thể làm giảm khả năng dễ tạo hình.

Lượng còn lại của thành phần này là sắt và các tạp chất khó có thể tránh khỏi sinh ra từ quy trình sản xuất, như, ví dụ, arsen hoặc thiếc.

Theo các phương án được ưu tiên, thành phần hoá học theo sáng chế cũng có thể đáp ứng các điều kiện sau đây, một mình hoặc ở dạng kết hợp:

$$0,1 \leq S1 \leq 0,4$$

và

$$0,5 \leq S2 \leq 1,8$$

$$0,7 \leq S3 \leq 1,6$$

$$0,3 \leq S4 \leq 1.5$$

với

$$S1 = Nb + V + Mo + Ti + Al$$

$$S2 = C + N + Cr/2 + (S1)/6 + (Si + Mn - 4 * S)/10 + Ni/20$$

$S3 = S2 + 1/3 \times Vr600$

$S4 = S3 - Vr400$

trong đó các mức nguyên tố được tính theo phần trăm khối lượng và các tốc độ làm nguội Vr400 và Vr600 được biểu hiện theo đơn vị ^{o}C/giây. Vr400 là tốc độ làm nguội nằm trong khoảng nhiệt độ từ 420°C đến 380°C. Vr600 là tốc độ làm nguội nằm trong khoảng nhiệt độ từ 620°C đến 580°C.

Như sẽ được mô tả trong các thử nghiệm được mô tả ở dưới, tiêu chuẩn S1 tương quan với độ cứng vững trong số các tính chất cơ học dưới dạng hàm số của các biến số để làm nguội nói chung và dưới dạng hàm số của các biến số về Vr600 nói riêng. Việc tuân thủ các khoảng trị số theo tiêu chuẩn này nhờ đó cho phép có thể đảm bảo tính nhạy cảm rất thấp của loại [thép] với các điều kiện sản xuất. Theo phương án được ưu tiên, $0,200 \leq S1 \leq 0,4$, có thể cải thiện hơn nữa độ ổn định.

Tuy nhiên, các tiêu chuẩn S2 tới S4 tương ứng với việc tạo ra chủ yếu là cấu trúc bainit trên 70% đối với các loại thép theo sáng chế, nhờ đó cho phép đảm bảo đạt được các tính chất cơ học được mong muốn.

Theo sáng chế, vi cấu trúc của thép có thể chứa, tương ứng với bề mặt sau lần làm nguội cuối:

- bainit với lượng nằm trong khoảng từ 70% đến 100%. Trong bản mô tả sáng chế, thuật ngữ "bainit" chỉ bainit có dưới 5% trên bề mặt của các cacbua và trong đó pha giữa các phiến là austenit.
- austenit tồn dư với mức nhỏ hơn hoặc bằng 30%
- ferit với mức nhỏ hơn 5%. Cụ thể, nếu mức ferit lớn hơn 5%, thép theo sáng chế sẽ có độ bền cơ học nhỏ hơn mức được mong muốn 1100MPa.

Thép theo sáng chế có thể được sản xuất bởi phương pháp bao gồm các bước:

- tạo ra thép có thành phần theo sáng chế dưới dạng thỏi nhỏ, thỏi định hình có mặt cắt hình chữ nhật, hình vuông hoặc hình tròn, hoặc dưới dạng thỏi lớn, tiếp đó

- cán thép này dưới dạng bán thành phẩm, dưới dạng thanh hoặc dây; sau đó
- nung bán thành phẩm này tới nhiệt độ nung lại (T_{rech}) nằm trong khoảng từ 1100°C đến 1300°C để tạo ra bán thành phẩm đã được nung lại, tiếp đó
- dập nóng bán thành phẩm đã được nung lại này, nhiệt độ kết thúc dập nóng lớn hơn hoặc bằng 850°C để tạo ra phôi thép đã được dập nóng, tiếp đó,
- làm nguội phôi thép đã được dập nóng này cho đến khi đạt nhiệt độ nằm trong khoảng từ 620°C đến 580°C với tốc độ làm nguội Vr600 nằm trong khoảng từ 0,10°C/giây đến 10°C/giây; sau đó
- làm nguội phôi thép nêu trên xuống nhiệt độ nằm trong khoảng từ 420°C đến 380°C với tốc độ làm nguội Vr400 nhỏ hơn 4°C/giây, tiếp đó
- làm nguội phôi thép này xuống nhiệt độ nằm trong khoảng từ 380°C và 300°C với tốc độ nhỏ hơn hoặc bằng 0,3°C/giây, tiếp đó
- làm nguội phôi thép này xuống nhiệt độ môi trường với tốc độ nhỏ hơn hoặc bằng 4°C/giây, tiếp đó,
- tuỳ ý, xử lý ram nhiệt và làm nguội phôi thép này xuống nhiệt độ môi trường, với nhiệt độ ram nằm trong khoảng từ 300°C đến 450°C trong thời gian nằm trong khoảng từ 30 phút đến 120 phút, tiếp đó
- thực hiện việc gia công phôi thép này.

Theo một phương án được ưu tiên, việc xử lý ram nhiệt được thực hiện để đảm bảo rằng thu được các tính chất rất tốt sau khi làm nguội.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Nhằm minh họa hơn nữa sáng chế, các thử nghiệm được thực hiện trên ba loại phôi thép.

Các thử nghiệm

Các thành phần hoá học của thép dùng trong các thử nghiệm được đưa ra

trong bảng 1. Nhiệt độ nung lại các loại phôi thép này là 1250°C. Nhiệt độ khi kết thúc dập nóng là 1220°C. Các tốc độ làm nguội Vr600 và Vr400 được đưa ra trong bảng 2. Các phôi thép được làm nguội từ 380°C xuống nhiệt độ môi trường với tốc độ 0,15°C/giây trước khi chúng được gia công. Các điều kiện để thực hiện các thử nghiệm và các kết quả của các phép đo để mô tả các tính chất được tóm tắt trong bảng 2.

Bảng 1

Loại	C	Si	Mn	P	S	Al	B	Cr	Cu	Mo	N	Ni	Sn	Ti	V	Nb	S1
A	0,183	0,758	1,756	0,002	0,031	0,032	0,0027	1,437	0,001	0,072	0,0090	0,027	0,003	0,030	0,001	0,110	0,245
B	0,183	0,796	1,699	0,013	0,029	0,019	0,0028	1,644	0,001	0,070	0,0089	0,026	0,003	0,027	0,001	0,060	0,177
C	0,178	0,764	1,769	0,005	0,021	0,007	0,0024	1,165	0,006	0,056	0,0059	0,006	0,003	0,023	0,001	0,050	0,137

Bảng 2_

Thử nghiệm	Loại	Vr600 (°C/giây)	Vr400 (°C/giây)	S2	S3	S4	Vi cấu trúc	Rm (MPa)	Re (MPa)	A %	Z %	Re/Rm	ΔRm	ΔRe
1	A	0,80	0,18	1,192	1,458	1,278	100% bainit	1215	916	15,2	51,1	0,75		
2	A	0,22	0,10	1,192	1,265	1,165	100% bainit	1172	906	14,9	46,3	0,77	43	10
3	B	0,80	0,18	1,283	1,549	1,369	bainit + ≤ 5% mactensit	1319	1036	14,9	52,2	0,79		
4	B	0,22	0,10	1,283	1,356	1,256	bainit + < 5% martensit	1220	932	13,4	42,9	0,76	99	104
5	C	0,80	0,18	1,034	1,301	1,121	100% bainit	1165	883	14,8	48,1	0,76		
6	C	0,22	0,10	1,034	1,108	1,008	100% bainit	1042	749	16,7	42,7	0,72	123	134

Các kết quả của các thử nghiệm này được lập đồ thị trên 4 hình vẽ. Fig.1 thể hiện sự biến thiên về độ bền kéo cơ học Rm theo tốc độ làm nguội Vr600 đối với các loại phôi thép A và B. Fig.2 thể hiện sự biến thiên về giới hạn chảy Re theo tốc độ làm nguội Vr600 đối với các loại phôi thép A và B.

Điều được lưu ý là các loại phôi thép theo sáng chế đều có tính ổn định cao về các tính chất cơ học khi thay đổi các điều kiện làm nguội. Do vậy loại phôi thép theo sáng chế ổn định hơn nhiều khi thay đổi các điều kiện xử lý so với các loại phôi thép theo các giải pháp kỹ thuật đã biết.

Hơn thế nữa, Fig.3 thể hiện đelta của độ bền kéo cơ học Rm theo tiêu chuẩn S1 đối với các loại phôi thép A, B, và C. Tương tự, Fig.4 thể hiện đelta của giới hạn chảy Re theo tiêu chuẩn S1 đối với các loại phôi thép A, B, và C.

Điều được lưu ý là độ nhạy với các điều kiện làm nguội giảm khi trị số S1 tăng.

Sáng chế sẽ đặc biệt có lợi nếu được sử dụng để sản xuất các phôi thép dập nóng, và cụ thể là, các phôi rèn nóng, cho các ứng dụng trên các xe cơ giới. Nó cũng có ứng dụng trong các quy trình sản xuất phôi thép dùng cho tàu thuyền hoặc trong lĩnh vực xây dựng, đặc biệt là cho quy trình sản xuất các thanh vít dùng cho cốp pha.

Nói chung, sáng chế có thể được thực hiện để sản xuất mọi loại phôi thép đòi hỏi phải có các đặc tính cần thiết.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phôi thép có thành phần với hàm lượng biểu thị theo phần trăm khối lượng chứa:

$$0,10 \leq C \leq 0,30$$

$$1,6 \leq Mn \leq 2,1$$

$$0,5 \leq Cr \leq 1,7$$

$$0,5 \leq Si \leq 1,0$$

$$0,065 \leq Nb \leq 0,15$$

$$0,0010 \leq B \leq 0,0050$$

$$0,0010 \leq N \leq 0,0130$$

$$0 \leq Al \leq 0,060$$

$$0 \leq Mo \leq 1,00$$

$$0 \leq Ni \leq 1,0$$

$$0,01 \leq Ti \leq 0,07$$

$$0 \leq V \leq 0,3$$

$$0 \leq P \leq 0,050$$

$$0,01 \leq S \leq 0,1$$

$$0 \leq Cu \leq 0,5$$

$$0 \leq Sn \leq 0,1$$

lượng còn lại của thành phần này bao gồm sắt và các tạp chất khó có thể tránh khỏi sinh ra từ quy trình sản xuất, vi cấu trúc này được cấu thành, theo các tỷ lệ bề mặt, từ 100% tới 70% bainit, dưới 30% austenit tồn dư, và dưới 5% ferit.

2. Phôi thép theo điểm 1, trong đó các hàm lượng niobi, vanađi, molypđen, titan và nhôm thoả mãn điều kiện:

$$0,1 \leq S1 \leq 0,4$$

trong đó: $S1 = Nb + V + Mo + Ti + Al$.

3. Phôi thép theo điểm 2, trong đó các hàm lượng cacbon, nitơ, crom, silic, mangan, lưu huỳnh, và niken thoả mãn điều kiện:

$$0,5 \leq S2 \leq 1,8$$

$$0,7 \leq S3 \leq 1,6$$

$$0,3 \leq S4 \leq 1,5$$

trong đó: $S2 = C + N + Cr/2 + (S1)/6 + (Si + Mn - 4 * S)/10 + Ni/20$

$S3 = S2 + 1/3 \times Vr600$

$S4 = S3 - Vr400$

Vr400 và Vr600 được biểu thị theo đơn vị ^{o}C/giây, với Vr400 là tốc độ làm nguội phôi thép nằm trong khoảng nhiệt độ từ 420^{o}C đến 380^{o}C và Vr600 là tốc độ làm nguội phôi thép nằm trong khoảng nhiệt độ từ 620^{o}C đến 580^{o}C.

4. Phôi thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó thành phần phôi thép với hàm lượng biểu thị theo phần trăm khối lượng chứa:

$$0,15 \leq C \leq 0,27.$$

5. Phôi thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó thành phần phôi thép với hàm lượng biểu thị theo phần trăm khối lượng chứa:

$$1,7 \leq Mn \leq 2,0.$$

6. Phôi thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó thành phần phôi thép với hàm lượng biểu thị theo phần trăm khối lượng chứa:

$$1,0 \leq Cr \leq 1,5.$$

7. Phôi thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó thành phần phôi thép với hàm lượng biểu thị theo phần trăm khối lượng chứa:

$$0,75 \leq Si \leq 0,9.$$

8. Phôi thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó thành phần phôi thép với hàm lượng biểu thị theo phần trăm khối lượng chứa:

$$0,065 \leq Nb \leq 0,110.$$

9. Phôi thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó thành phần phôi thép với hàm lượng biểu thị theo phần trăm khối lượng chứa:

$$0,0020 \leq B \leq 0,0030.$$

10. Phôi thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó thành phần phôi thép với hàm lượng biểu thị theo phần trăm khối lượng chứa:

$$0,0050 \leq N \leq 0,0120.$$

11. Phôi thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó thành phần phôi thép với hàm lượng biểu thị theo phần trăm khối lượng chứa:

$$0,003 \leq Al \leq 0,015.$$

12. Phôi thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó thành phần phôi thép với hàm lượng biểu thị theo phần trăm khối lượng chứa:

$$0 \leq Ni \leq 0,55.$$

13. Phôi thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó thành phần phôi thép với hàm lượng biểu thị theo phần trăm khối lượng chứa:

$$0 \leq V \leq 0,2.$$

14. Phôi thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó thành phần phôi thép với hàm lượng biểu thị theo phần trăm khối lượng chứa:

$$0,03 \leq Mo \leq 0,15.$$

15. Phôi thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó cấu trúc của phôi thép này chứa 0% ferit.

16. Phương pháp sản suất phôi thép bao gồm các bước sau:

- tạo ra thép từ phôi thép có thành phần theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 14 dưới dạng thỏi nhỏ, thỏi định hình có mặt cắt hình chữ nhật, hình vuông hoặc hình tròn, hoặc dưới dạng thỏi lớn, tiếp đó
- cán thép này thành bán thành phẩm, dưới dạng thanh hoặc dây, tiếp đó
- nung nóng bán thành phẩm này tới nhiệt độ nung lại (T_{rech}) nằm trong khoảng từ 1100°C đến 1300°C để tạo ra bán thành phẩm đã được nung lại, tiếp đó
- dập nóng bán thành phẩm đã được nung lại này, nhiệt độ kết thúc dập nóng lớn hơn hoặc bằng 850°C để tạo ra phôi thép đã được dập nóng, tiếp đó
- làm nguội phôi thép đã được dập nóng này cho đến khi đạt nhiệt độ nằm trong khoảng từ 620°C đến 580°C với tốc độ làm nguội Vr600 nằm trong khoảng từ 0,10°C/giây đến 10°C/giây, tiếp đó
- làm nguội phôi thép nêu trên xuống nhiệt độ nằm trong khoảng từ 420°C đến 380°C với tốc độ làm nguội Vr400 nhỏ hơn 4°C/giây, tiếp đó
- làm nguội phôi thép này xuống nhiệt độ nằm trong khoảng từ 380°C đến 300°C với tốc độ nhỏ hơn hoặc bằng 0,3°C/giây, tiếp đó
- làm nguội phôi thép này xuống nhiệt độ môi trường với tốc độ nhỏ hơn hoặc bằng 4°C/giây, tiếp đó,
- tuỳ ý, xử lý ram nhiệt và làm nguội phôi thép này xuống nhiệt độ môi trường, với nhiệt độ ram nằm trong khoảng từ 300°C đến 450°C trong thời gian nằm trong khoảng từ 30 phút đến 120 phút, tiếp đó
- thực hiện việc gia công phôi thép này.

1 / 2

Fig. 1

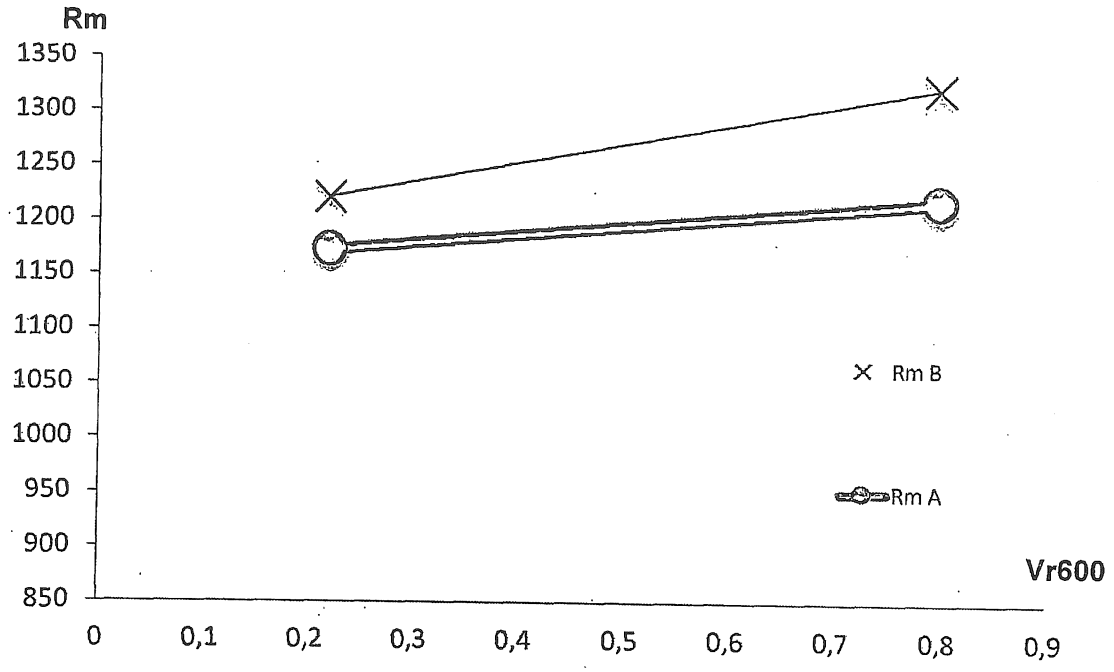
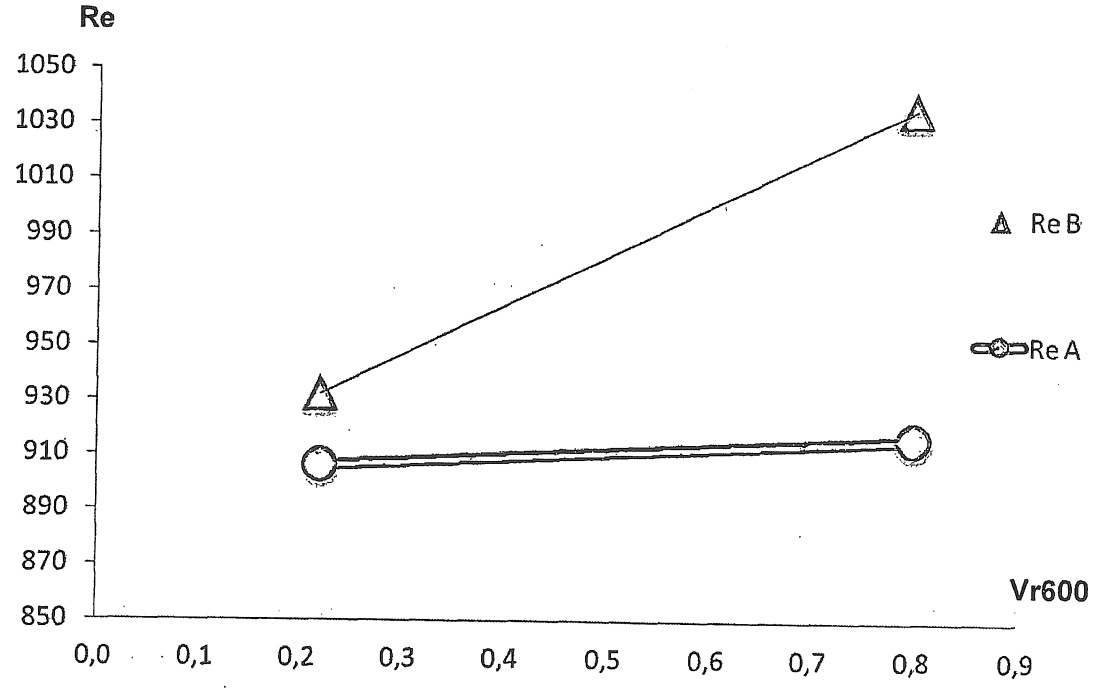

Rm
1350
1300
1250
1200
1150
1100
1050
1000
950
900
850
Rm B
Rm A
Vr600
0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7
0,8
0,9

Fig. 2


Re
1050
1030
1010
990
970
950
930
910
890
870
850
Re B
Re A
Vr600
0,0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7
0,8
0,9

2 / 2

Fig. 3

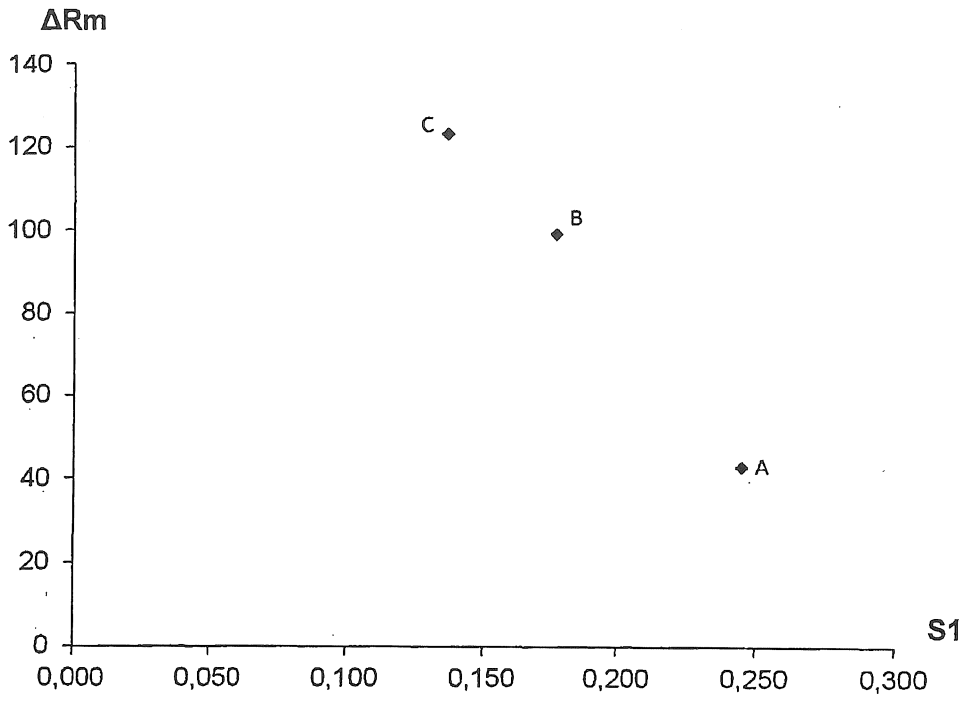
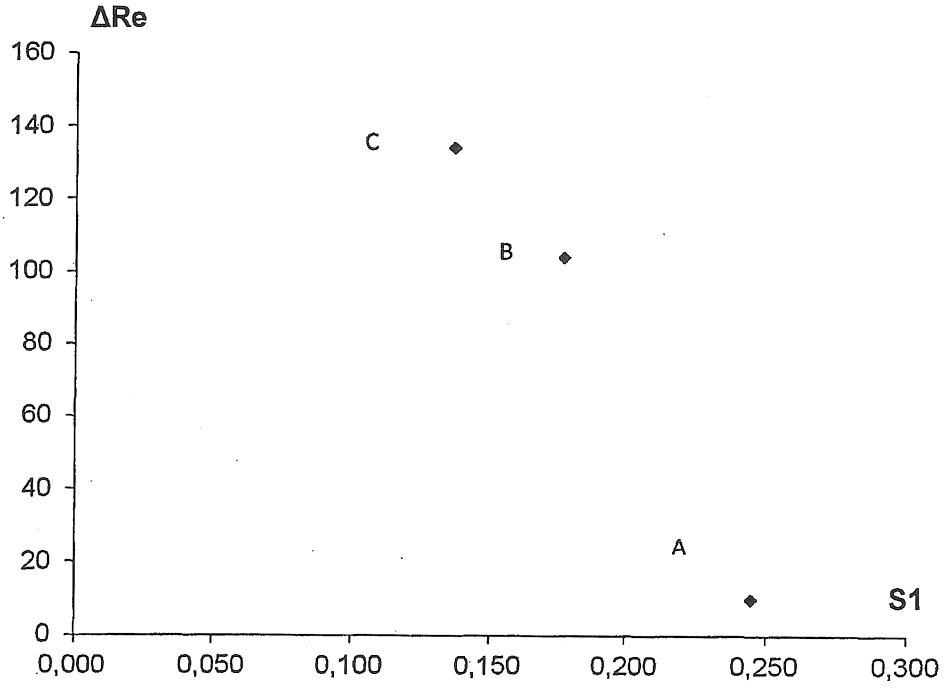

ΔRm
140
120
100
80
60
40
20
0
C
B
A
S1
0,000
0,050
0,100
0,150
0,200
0,250
0,300

Fig. 4


ΔRe
160
140
120
100
80
60
40
20
0
C
B
A
S1
0,000
0,050
0,100
0,150
0,200
0,250
0,300