



(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)



1-0048458

(51)^{2022.01} C22C 38/00; C21D 1/25; C21D 6/00; (13) B
C21D 6/02; C22C 33/02; C21D 1/18;
C22C 38/02; C22C 38/04; C22C 38/06;
C22C 38/22; C22C 38/24

(21) 1-2018-03093

(22) 28/11/2016

(86) PCT/SE2016/051174 28/11/2016

(87) WO2017/111680 29/06/2017

(30) 1551702-2 22/12/2015 SE

(45) 25/07/2025 448

(43) 25/09/2018 366A

(73) UDDEHOLMS AB (SE)

683 85 Hagfors, Sweden

(72) Anna MEDVEDEVA (SE); Jerker ANDERSSON (SE); Rikard ROBERTSSON
(SE); Cherin NILSSON (SE); Sebastian EJNERMARK (SE).

(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) THÉP DÙNG ĐỂ GIA CÔNG NÓNG

(21) 1-2018-03093

(57) Sáng chế đề cập đến thép dùng để gia công nóng cấu thành từ các nguyên tố sau tính theo % khối lượng: C: 0,27 - 0,38; Si: 0,10 - 0,32; Mn: 0,2 - 0,7; Cr: 4,5 - 5,5; Mo: 2,05 - 2,90; V: 0,4 - 0,6; N: 0,011 - 0,12; H: $\leq 0,0004$; S: $\leq 0,0015$; Al: 0,001 - 0,06; V/C: 1,35 - 1,65; tùy ý một hoặc nhiều nguyên tố Ni: $\leq 1,5$; Cu: ≤ 2 ; Co: ≤ 8 ; W: $\leq 0,5$; Nb: $\leq 0,5$; Ti: $\leq 0,05$; Zr: $\leq 0,05$; Ta: $\leq 0,05$; B: $\leq 0,01$; Se: $\leq 0,03$; Ca: 0,00005 - 0,009; Mg: $\leq 0,01$; REM: $\leq 0,2$; lượng còn lại là Fe cùng với các tạp chất.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thép dùng để gia công nóng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các thép dụng cụ có mạng hợp kim vanadi đã có mặt trên thị trường trong nhiều thập kỷ và giành được sự ưa chuộng đáng kể do thực tế là chúng kết hợp được độ chịu mòn cao với độ ổn định về kích cỡ thích hợp và do chúng có độ dai thích hợp. Các loại thép này có phạm vi các ứng dụng rộng như để đúc áp lực và rèn. Nói chung, các loại thép được chế tạo bằng phương pháp luyện kim thông thường tuân theo quy trình nấu chảy lại bằng dòng điện, ví dụ xem WO99/50468 và JP2013087322.

Mặc dù các thép dụng cụ có mạng hợp kim vanadi sản xuất bằng quy trình nấu chảy lại bằng dòng điện có các đặc tính tốt hơn so với các thép dụng cụ mà được sản xuất theo phương pháp thông thường về mặt tạo vết nứt do nhiệt, gãy tổng thể, mòn do nóng và biến dạng dẻo, có nhu cầu đối với các cải tiến hơn nữa để làm giảm nguy cơ xảy ra sự cố do gia công nóng, như tạo vết nứt do nhiệt và gãy tổng thể trong đúc áp lực cao. Ngoài ra, sẽ có lợi nếu cải thiện hơn nữa độ bền nóng và độ bền ram của thép dùng để gia công nóng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề cập đến thép dùng để gia công nóng có đặc tính biên dạng cải tiến dẫn đến làm tăng thời hạn sử dụng của dụng cụ.

Mục đích khác của sáng chế là đề cập đến thép dùng để gia công nóng để giảm việc tạo vết nứt do nhiệt, đồng thời vẫn duy trì được độ chịu mòn nóng thích hợp và độ chống chịu thích hợp đối với hiện tượng gãy tổng thể. Mục đích khác nữa nếu đề cập đến thành phần thép, mà ở dạng bột thích hợp cho ngành sản xuất phụ trợ (AM: Additive Manufacturing), cụ thể là, để chế tạo hoặc sửa chữa các dụng cụ và khuôn đúc áp lực.

Các mục đích nêu trên, cũng như các ưu điểm bổ sung đạt được nhờ tạo ra thép dùng để gia công nóng có thành phần như được thể hiện phần mô tả dưới đây.

Cụ thể, sáng chế đề cập đến thép dùng để gia công nóng cấu thành từ các nguyên tố sau tính theo % khối lượng: C: 0,27 - 0,38; Si: 0,10 - 0,32; Mn: 0,2 - 0,7; Cr: 4,5 - 5,5;

Mo: 2,05 - 2,90; V: 0,4 - 0,6; N: 0,011 - 0,12; H: $\leq 0,0004$; S: $\leq 0,0015$; Al: 0,001 - 0,06; V/C: 1,35 - 1,65; tùy ý một hoặc nhiều nguyên tố Ni: $\leq 1,5$; Cu: ≤ 2 ; Co: ≤ 8 ; W: $\leq 0,5$; Nb: $\leq 0,5$; Ti: $\leq 0,05$; Zr: $\leq 0,05$; Ta: $\leq 0,05$; B: $\leq 0,01$; Se: $\leq 0,03$; Ca: 0,00005 - 0,009; Mg: $\leq 0,01$; REM: $\leq 0,2$; lượng còn lại là Fe cùng với các tạp chất.

Mô tả chi tiết sáng chế

Tầm quan trọng của các nguyên tố riêng biệt và tương tác của chúng với nhau cũng như các giới hạn của các thành phần hóa học của hợp kim được yêu cầu bảo hộ được mô tả vắn tắt dưới đây. Toàn bộ các tỷ lệ phần trăm cho thành phần hóa học của thép được tính theo % khối lượng trong toàn bộ bản mô tả. Lượng pha rắn được tính theo % thể tích. Các giới hạn trên và giới hạn dưới của các nguyên tố riêng biệt có thể được kết hợp một cách tùy ý trong phạm vi được thể hiện trong các điểm yêu cầu bảo hộ.

Cacbon (0,27 - 0,38%)

Cacbon có mặt ở hàm lượng tối thiểu bằng 0,27%, tốt hơn nếu ít nhất bằng 0,28, 0,29, 0,30, 0,31, 0,32, 0,33 hoặc 0,34%. Giới hạn trên cho cacbon bằng 0,38% và có thể được thiết lập đến 0,37, 0,36 hoặc 0,35%. Các khoảng ưu tiên nằm trong khoảng từ 0,30 đến 0,38% và nằm trong khoảng từ 0,33 đến 0,37%. Trong trường hợp bất kỳ, lượng cacbon cần được kiểm soát sao cho lượng các cacbua chính thuộc loại $M_{23}C_6$, M_7C_3 và M_6C trong thép được giới hạn, tốt hơn nếu thép theo sáng chế không chứa các cacbua chính này.

Silic (0,10 - 0,35%)

Silic được sử dụng để khử oxy. Si có mặt trong thép ở dạng hòa tan. Si là chất tạo ferit mạnh và làm tăng hoạt tính cacbon và do đó có nguy cơ hình thành các cacbua không mong muốn, có tác động bất lợi đến độ bền va đập. Silic cũng dễ tạo ra sự phân cách mặt phân cách, có thể dẫn đến làm giảm độ dai và độ bền chịu mỏi do nhiệt. Do đó, hàm lượng Si được giới hạn ở 0,35%. Giới hạn trên có thể bằng 0,34, 0,32, 0,31, 0,30, 0,29, 0,28, 0,27, 0,26, 0,25, 0,24, 0,23 và 0,22%. Giới hạn dưới có thể bằng 0,12, 0,14, 0,16, 0,18 và 0,20%. Các khoảng ưu tiên nằm trong khoảng từ 0,10 đến 0,25% và nằm trong khoảng từ 0,15 đến 0,24%.

Mangan (0,2 - 0,7%)

Mangan góp phần cải thiện khả năng tôi cứng của thép và cùng với lưu huỳnh mangan góp phần cải thiện khả năng gia công bằng cách tạo ra các mangan sulfua. Do đó, mangan sẽ có mặt với hàm lượng tối thiểu bằng 0,2%. Giới hạn dưới có thể thiết lập đến 0,25, 0,3, 0,35, 0,4, 0,45 hoặc 0,5%. Với hàm lượng lưu huỳnh cao hơn, mangan ngăn ngừa độ giòn nóng trong thép. Thép sẽ chứa tối đa 0,7% Mn. Giới hạn trên có thể thiết lập đến 0,65, 0,6, 0,55 hoặc 0,5%.

Crom (4,5 - 5,5%)

Crom có mặt với hàm lượng ít nhất bằng 4,0% để tạo ra khả năng tôi cứng thích hợp trên các mặt cắt lớn hơn trong quá trình xử lý nhiệt. Khi hàm lượng crom quá cao, điều này có thể dẫn đến hình thành ferit nhiệt độ cao, sẽ làm giảm khả năng gia công nóng. Giới hạn dưới có thể bằng 4,6, 4,7, 4,8 hoặc 4,9%. Giới hạn trên có thể bằng 5,4, 5,3, 5,2 hoặc 5,1%.

Molybden (2,05 - 2,90%)

Mo được biết là có tác dụng rất thích hợp đối với khả năng tôi cứng. Molybden là thành phần cơ bản để thu được độ đáp ứng tôi cứng thứ cấp thích hợp. Hàm lượng tối thiểu của nguyên tố này bằng 2,05%, và có thể được thiết lập đến 2,1, 2,15, 2,2, 2,25 hoặc 2,3%. Molybden là nguyên tố tạo cacbua mạnh và cũng là chất tạo ferit mạnh. Do đó, hàm lượng tối đa của molybden bằng 2,9%. Tốt hơn nếu, Mo được giới hạn ở 2,8, 2,7, 2,6, 2,5, 2,4 hoặc 2,35%.

Vanadi (0,4 - 0,6%)

Vanadi tạo ra các cacbua kết tủa chính phân bố đều và các cacbonitrua thuộc loại V(N,C) trong mạng của thép. Pha cứng này cũng có thể được biểu thị là MX, trong đó M chủ yếu là V nhưng Cr và Mo có thể có mặt và X là một hoặc nhiều nguyên tố trong số các nguyên tố C, N và B. Do đó, vanadi sẽ có mặt ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 0,4 đến 0,6%. Giới hạn trên có thể thiết lập đến 0,59, 0,58, 0,57, 0,56 hoặc 0,55%. Giới hạn dưới có thể bằng 0,42, 0,43, 0,44, 0,45, 0,46, 0,47, 0,48, 0,49, 0,50, 0,51 hoặc 0,52%.

Tỷ lệ V/C (1,35 đến 1,65)

Các tác giả sáng chế đã phát hiện thấy rằng độ bền kéo ở nhiệt độ phòng và ở nhiệt độ tăng chịu ảnh hưởng bởi tỷ lệ của nguyên tố vanadi tạo cacbua với hàm lượng cacbon trong thép. Lý do này được cho là có liên quan đến thực tế là các đặc tính này phụ thuộc

vào cả hàm lượng hòa tan của cacbon trong mạng lẫn cacbon kết tủa. Ngoài ra, độ dai chịu ảnh hưởng bởi tỷ lệ này. Vì các lý do này, tốt hơn nếu tỷ lệ này nằm trong khoảng từ 1,35 đến 1,65, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 1,40 đến 1,60 hoặc tốt hơn nữa nếu nằm trong khoảng từ 1,45 đến 1,55.

Tỷ lệ $V+8,8(N-0,005)/C$ (1,55 đến 1,90)

Khi công đoạn tôi thứ cấp thực sự cần được thực hiện, thì tổng lượng vanadi có thể được tăng để bù lại một số hoặc toàn bộ các vanadi được liên kết với nitrua ổn định hơn. Vì các lý do này, tốt hơn nếu tỷ lệ này nằm trong khoảng từ 1,55 đến 1,90. Tỷ lệ này có thể thiết lập đến trị số nằm trong khoảng từ 1,60 đến 1,85 hoặc tốt hơn nữa nếu nằm trong khoảng từ 1,65 đến 1,80.

Nhôm (0,001 - 0,06%)

Nhôm được sử dụng để khử oxy hóa kết hợp với Si và Mn. Giới hạn dưới có thể được thiết lập đến 0,001, 0,003, 0,005 hoặc 0,007% để đảm bảo khử oxy hóa thích hợp. Giới hạn trên được giới hạn ở 0,06% để ngăn ngừa kết tủa các pha không mong muốn như AlN. Giới hạn trên có thể bằng 0,05, 0,04, 0,03, 0,02 hoặc 0,015%.

Nitơ (0,01 - 0,12%)

Nitơ được giới hạn ở hàm lượng nằm trong khoảng từ 0,010 đến 0,12% để thu được loại và lượng pha cứng mong muốn, cụ thể là, V(C,N). Khi hàm lượng nitơ được cân bằng thích hợp với hàm lượng vanadi, các cacbonitrua giàu vanadi V(C,N) sẽ được tạo ra. Các cacbonitrua này sẽ được hòa tan một phần trong bước austenit hóa, sau đó được kết tủa trong bước ram thành các hạt có kích cỡ nano. Độ ổn định nhiệt của các vanadi cacbonitrua được xem là tốt hơn độ ổn định nhiệt của các vanadi cacbua, do đó độ chịu ram của thép dụng cụ có thể được cải thiện và khả năng ngăn ngừa phát triển của hạt ở các nhiệt độ austenit hóa cao được tăng cường. Giới hạn dưới có thể bằng 0,011, 0,012, 0,013, 0,014, 0,015, 0,016, 0,017, 0,018, 0,019 hoặc 0,02%. Giới hạn trên có thể bằng 0,11, 0,10, 0,09, 0,08, 0,07, 0,06, 0,05, 0,04 hoặc 0,03%.

Hydro ($\leq 0,0004\%$)

Hydro được biết là có tác dụng bất lợi đối với các đặc tính của thép và gây ra các vấn đề trong quá trình xử lý. Để tránh các vấn đề liên quan đến hydro, thép nóng chảy

được xử lý khử khí chân không. Giới hạn trên bằng 0,0004% (4 ppm - phần triệu (part per million)) và có thể được giới hạn ở 3, 2,5, 2, 1,5 hoặc 1 ppm.

Niken ($\leq 1,5\%$)

Niken có thể có mặt ở hàm lượng $\leq 1,5\%$. Hàm lượng này khiến cho thép có khả năng tôi cứng và độ dai thích hợp. Tuy nhiên, do chi phí cao, nên thành phần niken trong thép cần được giới hạn. Do đó, giới hạn trên có thể được thiết lập đến 1,0, 0,8, 0,5 hoặc 0,3%. Tuy nhiên, Ni thường không được bổ sung vào một cách có chủ ý.

Đồng ($\leq 2,0\%$)

Cu là nguyên tố tùy ý, có thể góp phần làm tăng độ cứng và độ chịu mòn của thép. Khi được sử dụng, hàm lượng ưu tiên của nguyên tố này nằm trong khoảng từ 0,02 đến 1%. Tuy nhiên, không thể phân tách đồng ra khỏi thép một khi nguyên tố này đã được bổ sung vào. Điều này khiến cho bước xử lý phế liệu khó khăn hơn đáng kể. Vì lý do này, đồng thường không được bổ sung vào một cách có chủ ý.

Coban ($\leq 8\%$)

Co là nguyên tố tùy ý. Co khiến cho nhiệt độ ở trạng thái rắn hoàn toàn tăng và do đó tạo ra khả năng làm tăng nhiệt độ tôi, mà có thể cao hơn 15 - 30°C so với trường hợp không có Co. Do đó, trong quá trình austenit hóa, có thể hòa tan phân đoạn lớn hơn của các cacbua và nhờ đó cải thiện khả năng tôi cứng. Co cũng làm tăng nhiệt độ M_s . Tuy nhiên, lượng lớn Co có thể dẫn đến độ dai và độ chịu mòn giảm. Hàm lượng tối đa của nguyên tố này bằng 8% và khi được bổ sung vào, hàm lượng thích hợp có thể nằm trong khoảng từ 2 đến 6%, cụ thể là nằm trong khoảng từ 4 đến 5%. Tuy nhiên, vì các lý do thực tế, như xử lý phế liệu, Co thường không được bổ sung vào một cách có chủ ý. Do đó, hàm lượng tối đa của tạp chất này có thể được thiết lập đến 1%, 0,5%, 0,3%, 0,2% hoặc 0,1%.

Vonfram ($\leq 0,5\%$)

Về mặt lý thuyết, molybden có thể được thay thế bằng hai lần lượng vonfram do các tương đồng về mặt hóa học của chúng. Tuy nhiên, vonfram có chi phí cao và cũng làm phức tạp bước xử lý kim loại phế liệu. Do đó, hàm lượng tối đa của nguyên tố này được giới hạn ở 0,5%, tốt hơn nếu ở 0,3% và tốt hơn nữa nếu vonfram không được bổ sung vào một cách có chủ ý.

Niobi ($\leq 0,5\%$)

Niobi tương tự như vanadi ở chỗ nguyên tố này tạo ra các cacbonitrua thuộc loại $M(N,C)$ và về lý thuyết có thể được sử dụng để thay thế một phần của vanadi nhưng cần cần lượng niobi gấp đôi so với vanadi. Tuy nhiên, Nb dẫn đến hình dạng có nhiều góc của $M(N,C)$. Do đó, hàm lượng tối đa của nguyên tố này bằng 0,5%, tốt hơn nếu 0,05% và tốt nhất nếu niobi không được bổ sung vào một cách có chủ ý.

Ti, Zr và Ta

Các nguyên tố này là các chất tạo cacbua và có thể có mặt trong hợp kim theo các khoảng hàm lượng được yêu cầu bảo hộ để thay đổi thành phần của các pha cứng. Tuy nhiên, các nguyên tố này thường không được bổ sung vào.

Bo ($\leq 0,01\%$)

B có thể được sử dụng để tiếp tục làm tăng độ cứng của thép. Hàm lượng B được giới hạn ở 0,01%, tốt hơn nếu nhỏ hơn hoặc bằng 0,005%. Hàm lượng ưu tiên của B được bổ sung vào nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,004%.

Ca, Mg và REM (các kim loại đất hiếm)

Các nguyên tố này có thể được bổ sung vào thép theo các lượng được yêu cầu bảo hộ để thay đổi sự có mặt của thành phần phi kim và/hoặc tiếp tục cải thiện khả năng chế tạo, khả năng gia công nóng và/hoặc khả năng hàn.

Các nguyên tố tạp chất

P, S và O là các tạp chất chính, có tác động bất lợi đến các đặc tính cơ học của thép. Do đó, hàm lượng P có thể được giới hạn ở 0,03%, tốt hơn nếu ở 0,01%. Hàm lượng S được giới hạn ở 0,0015 và có thể được giới hạn ở 0,0012, 0,0010, 0,0008 hoặc 0,0005%. Hàm lượng O có thể được giới hạn ở 0,0015, 0,0012, 0,0010, 0,0008, 0,0006 hoặc 0,0005%.

Sản xuất thép

Thép dụng cụ có thành phần hóa học được yêu cầu bảo hộ có thể được sản xuất bằng phương pháp luyện kim thông thường bao gồm bước nung chảy trong lò hồ quang điện và tiếp tục tinh luyện trong thùng rót và xử lý chân không. Tùy ý, thép có thể được

xử lý bằng quy trình nấu chảy lại bằng dòng điện để tiếp tục cải thiện độ sạch và độ đồng nhất vi cấu trúc.

Thông thường, thép được xử lý bằng bước tôi và ram trước khi được sử dụng.

Bước austenit hóa có thể được thể hiện ở nhiệt độ austenit hóa (T_A) nằm trong khoảng từ 1000°C đến 1070°C, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 1030°C đến 1050°C. T_A thông thường bằng 1040°C với thời gian duy trì bằng 30 phút, sau đó thực hiện bước tôi nhanh. Nhiệt độ ram được chọn theo yêu cầu độ cứng và thực hiện ít nhất hai lần ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 600°C đến 650°C trong 2 giờ (2x2 giờ), sau đó làm nguội bằng không khí.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1

Trong ví dụ này, thép có thành phần như sau được sản xuất bằng cách nung chảy trong lò hồ quang điện, tinh luyện trong thùng rót và khử khí chân không (VD) (theo% khối lượng): C: 0,35; Si: 0,18; Mn: 0,47; Cr: 5,05; Mo: 2,34; V: 0,54; Al: 0,009; P: 0,005; S: 0,0003; H: 0,00005; N: 0,0051; O: 0,0006; V/C: 1,54; lượng còn lại là sắt và các tạp chất.

Sau khi khử khí chân không, thép được xử lý bằng bước tạo hợp kim nitơ bằng phương pháp phun dây có lõi. Tổng hàm lượng nitơ cuối cùng sau bước tinh chỉnh bằng 0,0142% khối lượng.

Thép được đúc thành các thỏi và xử lý bằng bước gia công nóng.

Thép được austenit hóa ở 1040°C trong 30 phút và tôi bằng phương pháp tôi khí và ram hai lần ở 600°C trong 2 giờ (2x2 giờ), sau đó làm nguội bằng không khí.

Tác dụng của bước tạo hợp kim nitơ đối với thành phần của mạng và lượng MX chính ở ba nhiệt độ austenit hóa khác nhau được tính toán bằng cách sử dụng Thermo-Calc. Các kết quả được thể hiện trên Bảng 1.

Bảng 1.

Thành phần mạng (austenit)							
0,0051% N	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	MX (% thể tích)
1030°C	0,335	0,18	0,47	5,05	2,32	0,46	0,19
1040°C	0,338	0,18	0,47	5,05	2,32	0,47	0,16
1050°C	0,340	0,18	0,47	5,05	2,32	0,48	0,13
0,0142% N	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	MX (% thể tích)
1030°C	0,325	0,18	0,47	5,05	2,32	0,38	0,37
1040°C	0,328	0,18	0,47	5,05	2,32	0,40	0,34
1050°C	0,331	0,18	0,47	5,05	2,32	0,41	0,30

Bảng 1 thể hiện rằng lượng pha rắn không hòa tan (MX) trong thép hợp kim nito cao hơn đáng kể lượng nguyên tố trong thép không tạo hợp kim ở toàn bộ ba nhiệt độ. Pha MX tác dụng duy trì các ranh giới hạt và nhờ đó ngăn không cho các hạt phát triển. Do đó, thép hợp kim nito theo sáng chế không dễ tạo ra sự phát triển của hạt ở các nhiệt độ tôi. Đặc điểm này cũng được xác nhận bằng các thực nghiệm, mà thể hiện rằng thép có hàm lượng nito thấp có sự gia tăng đáng kể về kích cỡ hạt ở 1060°C trong khi đó thép hợp kim nito có đặc tính ổn định, ngăn ngừa phát triển hạt đến nhiệt độ vượt quá 1080°C. Do đó, nhiệt độ tôi cao hơn có thể được sử dụng đối với thép hợp kim nito mà không tạo ra phát triển bất lợi của hạt. Nhờ đó có thể tác động đến lượng còn lại là của các đặc tính trong vật liệu khuôn để làm giảm xu hướng tạo vết nứt do nhiệt và/hoặc gãy tổng thể và nhờ đó kéo dài thời hạn sử dụng của khuôn.

Ví dụ 2

Hợp kim được nung chảy trong lò cảm ứng và xử lý bằng bước phun khí nito (5N). C: 0,34; Si: 0,16; Mn: 0,44; Cr: 5,01; Mo: 2,33; V: 0,53; Al: 0,008; N: 0,044; O: 0,0024; V/C: 1,59; lượng còn lại là sắt và các tạp chất.

Bột được sàng đến kích cỡ nhỏ hơn 500µm, đổ đầy vào các lò thép có đường kính bằng 63 mm và chiều cao bằng 150 mm. Bước ép nóng đẳng áp được thực hiện ở nhiệt độ bằng 1150°C, thời gian duy trì là 2 giờ và áp suất bằng 110 MPa. Tốc độ làm nguội nhỏ hơn 1°C/giây. Do đó, vật liệu thu được được luyện ở 1130°C đến kích cỡ 20x30 mm. Công đoạn ủ mềm được thực hiện ở 900°C với tốc độ làm nguội bằng 10°C/giờ giảm xuống 750°C, sau đó để nguội tự nhiên trong không khí. Lượng MX không hòa tan là cao hơn ở ví dụ trước đó và hàm lượng nito cao hơn. Do thực tế này và phân bố thích hợp của vanadi cacbonitrua giàu nito (MX), thép được phát hiện là ngăn ngừa rất tốt phát triển của hạt.

Ví dụ 3

Bột có thành phần tương tự như thành phần ở ví dụ 2 được xử lý bằng bước sàng để thu được bột có phân bố kích cỡ hạt hẹp hơn nằm trong khoảng từ 10 đến 60 μ m. Đã thấy được rằng bột có thể được sử dụng thành công để bù cho lớp phủ của các khuôn bằng laze cũng như để làm mẫu thử nhanh của các khuôn với các kênh làm nguội thích hợp. Do đó, rõ ràng là bột hợp kim thép thích hợp cho phương pháp sản xuất phụ trợ.

Khả năng ứng dụng công nghiệp

Thép dụng cụ theo sáng chế là có lợi đối với các khuôn lớn cần có khả năng tôi cứng cao và độ chống chịu thích hợp đối với việc tạo vết nứt do nhiệt và gãy tổng thể. Bột hợp kim được phun có thể được sử dụng để sản xuất các sản phẩm ép nóng đẳng áp có siêu kết cấu đồng đều. Bột hợp kim có thể được sử dụng để sản xuất hoặc sửa chữa các khuôn, cụ thể là, bằng phương pháp sản xuất phụ trợ.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thép dùng để gia công nóng cấu thành từ các nguyên tố sau tính theo % khối lượng: C: 0,27 - 0,38; Si: 0,10 - 0,32; Mn: 0,2 - 0,7; Cr: 4,5 - 5,5; Mo: 2,05 - 2,90; V: 0,4 - 0,6; N: 0,011 - 0,12; H: $\leq 0,0004$; S: $\leq 0,0015$; Al: 0,001 - 0,06; V/C: 1,35 - 1,65; tùy ý một hoặc nhiều nguyên tố Ni: $\leq 1,5$; Cu: ≤ 2 ; Co: ≤ 8 ; W: $\leq 0,5$; Nb: $\leq 0,5$; Ti: $\leq 0,05$; Zr: $\leq 0,05$; Ta: $\leq 0,05$; B: $\leq 0,01$; Se: $\leq 0,03$; Ca: 0,00005 - 0,009; Mg: $\leq 0,01$; REM: $\leq 0,2$; lượng còn lại là Fe cùng với các tạp chất.
2. Thép theo điểm 1, trong đó thép này đáp ứng ít nhất một trong số các yêu cầu sau: C: 0,30 - 0,38; Si: 0,15 - 0,30; Mn: 0,4 - 0,6; Cr: 4,6 - 5,4; Mo: 2,1 - 2,8; V: 0,5 - 0,6; N: 0,011 - 0,08; H: $\leq 0,0003$; Cu: 0,02 - 1; Co: ≤ 1 ; W: $\leq 0,3$; Nb: $\leq 0,05$; Ti: $\leq 0,01$; Zr: $\leq 0,01$; Ta: $\leq 0,01$; B: $\leq 0,005$; Mg: $\leq 0,001$; Ca: 0,00001 - 0,009 và trong đó hàm lượng tạp chất của P, S và O đáp ứng các yêu cầu sau: P: $\leq 0,03$; S: $\leq 0,0010$; O: $\leq 0,0015$.
3. Thép theo điểm 1 hoặc 2, trong đó thép này đáp ứng ít nhất một trong số các yêu cầu sau: C: 0,33 - 0,38; Si: 0,15 - 0,29; N: 0,012 - 0,07; H: $\leq 0,0002$; Cu: 0,02 - 0,5; Co: $\leq 0,3$; W: $\leq 0,1$; B: 0,001 - 0,004; Mg: 0,00005 - 0,001; Ca: 0,0001 - 0,009; V/C: 1,40 - 1,60.
4. Thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó thép này đáp ứng ít nhất một trong số các yêu cầu sau: C: 0,33 - 0,37; Si: 0,16 - 0,26; Mn: 0,45 - 0,55; Cr: 4,8 - 5,2; Mo: 2,2 - 2,6; V: 0,51 - 0,58; N: 0,011 - 0,056; H: $\leq 0,0003$; Cu: 0,02 - 0,3; Co: $\leq 0,3$; W: $\leq 0,1$; Nb: $\leq 0,05$; Mg: 0,0001 - 0,001; Ca: 0,0001 - 0,001; V/C: 1,45 - 1,55; P: $\leq 0,01$; S: $\leq 0,0005$; O: $\leq 0,0008$; $V+8,8(N-0,005)/C$: 1,55 - 1,9.
5. Thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó hàm lượng của MX kết tủa chính nằm trong khoảng từ 0,2% đến 3% thể tích, tốt hơn nếu khoảng từ 0,3% đến 1,0% thể tích.
6. Thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3 hoặc 5, trong đó thép này đáp ứng các yêu cầu sau: C: 0,30 - 0,38; Si: 0,15 - 0,30; Mn: 0,4 - 0,6; Cr: 4,5 - 5,5; Mo: 2,1 - 2,8; V: 0,5 - 0,6; N: 0,01 - 0,08; H: $\leq 0,0003$.
7. Thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, 5 hoặc 6, trong đó thép này đáp ứng các yêu cầu sau: C: 0,33 - 0,37; Si: 0,16 - 0,26; Mn: 0,45 - 0,55; Cr: 4,8 - 5,2; Mo: 2,2 - 2,6; V: 0,51 - 0,58; N: 0,011 - 0,07.

8. Thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó mạng bao gồm mactensit đã được ram và/hoặc bainit và lượng austenit còn lại được giới hạn ở $\leq 6\%$ thể tích, tốt hơn nếu $\leq 5\%$ thể tích, tốt hơn nữa nếu $\leq 4\%$ thể tích, hoặc tốt nhất nếu $\leq 2\%$ thể tích.
9. Thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó thép này được tạo ra ở dạng bột, tốt hơn nếu thép này có phân bố kích cỡ nằm trong khoảng từ 5 đến 150 μm , tốt hơn nữa nếu nằm trong khoảng từ 10 đến 100 μm hoặc nằm trong khoảng từ 10 đến 60 μm , trong đó tốt hơn nếu kích cỡ trung bình của các hạt bột này nằm trong khoảng từ 25 đến 50 μm .