



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



1-0031087

(51)⁷ C22C 33/02; C22C 38/24; C22C 38/36; (13) B
C22C 38/22

(21) 1-2016-03567

(22) 10/04/2015

(86) PCT/SE2015/050428 10/04/2015

(87) WO2015/160302 22/10/2015

(30) 14164524.2 14/04/2014 EP

(45) 25/02/2022 407

(43) 25/01/2017 346A

(73) UDDEHOLMS AB (SE)
S-683 85 Hagfors, Sweden

(72) HILLSKOG Thomas (SE); BENGTSSON Kjell (SE); DAMM Petter (SE);
ENGSTRÖM SVENSSON Annika (SE); ROBERTSSON Rikard (SE); STEINER
Kristoffer (SE); FORSBERG Amanda (SE); TIDESTEN Magnus (SE);
EMANUELSSON Pär (SE).

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

(54) THÉP CÔNG CỤ GIA CÔNG NGUỘI

(57) Sáng chế đề cập đến thép công cụ gia công nguội. Thép này chứa các thành phần chính (tính theo % khối lượng) như sau:

C 2,2 - 2,4

Si 0,1 - 0,55

Mn 0,2 - 0,8

Cr 4,1 - 5,1

Mo 3,1 - 4,5

V 7,2 - 8,4

lượng còn lại là các nguyên tố tùy chọn, sắt và các tạp chất.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thép công cụ gia công nguội.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Thép công cụ được sản xuất bằng phương pháp luyện kim bột (powder metallurgy - PM) được hợp kim hóa bằng vanadi đã có mặt trên thị trường trong nhiều thập kỷ và đã được quan tâm đáng kể vì chúng kết hợp được khả năng chịu mài mòn cao với độ ổn định kích thước mỹ mãn và vì chúng có độ dai tốt. Thép này có nhiều ứng dụng như dùng để làm dao, mũi khoan và khuôn đột dập, khuôn đột lỗ và khuôn ép đùn nguội. Thép này được sản xuất bằng phương pháp luyện kim bột. Hỗn hợp thép cơ bản trước hết được nghiền nhỏ và sau đó bột thu được được điền đầy vào viên nang và được ép nóng đẳng hướng (hot isostatic pressing (HIP)) để tạo ra thép đẳng hướng. Tính năng của thép này thường gia tăng khi tăng hàm lượng vanadi. Thép có tính năng cao được sản xuất bằng cách này là CPM®10V. Nó chứa hàm lượng cacbon và vanadi cao như đã được mô tả trong patent US số 4,249,945. Thép khác thuộc loại này đã được bộc lộ trong Công bố EP 1 382 704 A1.

Mặc dù thép (PM) đã biết này có độ dai cao hơn so với thép công cụ được sản xuất bằng phương pháp thông thường, nhưng vẫn cần phải cải tiến hơn nữa để làm giảm nguy cơ hư hỏng công cụ, như nứt mẻ và gãy và cải thiện hơn nữa về khả năng gia công. Cho đến nay biện pháp chuẩn để chống nứt mẻ là làm giảm độ cứng của thép công cụ.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất thép công cụ gia công nguội được sản xuất bằng phương pháp luyện kim bột (powder metallurgy - PM) có profin đặc tính được cải thiện để làm tăng tuổi thọ của công cụ.

Mục đích khác của sáng chế là nhằm tối ưu hoá các tính chất, trong khi vẫn duy trì tốt khả năng chịu mài mòn và đồng thời cải thiện khả năng gia công.

Mục đích cụ thể của sáng chế là đề xuất hợp kim thép công cụ gia công nguội mactensit có profin đặc tính được cải thiện để gia công nguội.

Các mục đích nêu trên, cũng như các ưu điểm bổ sung đạt được bằng cách đề xuất thép công cụ gia công nguội có thành phần như được thể hiện trong bản mô tả này.

Theo một phương án dự định, sáng chế đề xuất thép công cụ được sản xuất bằng phương pháp luyện kim bột để gia công nguội có thành phần như sau, tính theo % khối lượng: C: 2,2-2,4; Si: 0,1-0,55; Mn: 0,2-0,8; Cr: 4,1-5,1; Mo: 3,1-4,5; và V: 7,2-8,5. Tuỳ ý, thép này có thể chứa một hoặc nhiều nguyên tố sau: N: 0,02-0,15; P: $\leq 0,05$; S: $\leq 0,5$; Cu: ≤ 3 ; Co: ≤ 5 ; Ni: ≤ 3 ; W: ≤ 2 ; Nb: ≤ 2 ; Al: $\leq 0,1$; Ti: $\leq 0,1$; Zr: $\leq 0,1$; Ta: $\leq 0,1$; B: $\leq 0,6$; Be: $\leq 0,2$; Bi: $\leq 0,2$; Se: $\leq 0,3$; Ca: 0,0003-0,009; O: 0,003-0,01; Mg: $\leq 0,01$; và REM $\leq 0,2$. Phần còn lại là Fe, không kể các tạp chất.

Theo phương án dự định khác, thép này đáp ứng ít nhất một trong số các yêu cầu sau: C: 2,25-2,35; Si: 0,2-0,5; Mn: 0,2-0,6; Cr: 4,5-5,0; Mo: 3,5-3,7; V: 7,7-8,3; N: 0,02-0,08; P: $\leq 0,03$; S: $\leq 0,03$; Cu: 0,02-2; Co: ≤ 1 ; Ni: ≤ 1 ; W: $\leq 0,3$; Nb: $\leq 0,5$; Al: $\leq 0,06$; Ti: $\leq 0,01$; Zr: $\leq 0,01$; Ta: $\leq 0,01$; B: $\leq 0,01$; Be: $\leq 0,02$; Se: $\leq 0,03$; và Mg: $\leq 0,001$.

Ngoài ra, dự định rằng thép này còn đáp ứng ít nhất một trong số các yêu cầu sau: C: 2,26-2,34; Si: 0,22-0,52; Mn: 0,22-0,52; Cr: 4,58-4,98; Mo: 3,51-3,69; V: 7,75-8,25; Cu: $\leq 0,5$; và Ni: $\leq 0,3$.

Theo phương án bổ sung, thép này được dự định bao gồm: C: 2,2-2,4; Si: 0,1-0,55; Mn: 0,2-0,8; Cr: 4,1-5,1; Mo: 3,1-4,5; V: 7,2-8,5; và N: 0,02-0,08; với phần còn lại là Fe, không kể các tạp chất.

Ngoài ra, thép này có thể được tạo ra để đáp ứng ít nhất một trong số các yêu cầu sau: C: 2,26-2,34; Si: 0,22-0,52; Mn: 0,22-0,52; Cr: 4,58-4,98; Mo: 3,51-3,69; V: 7,75-8,25; và N: 0,03-0,06.

Theo phương án cụ thể, thép này có thể được tạo ra để đáp ứng tất cả các yêu cầu sai: C: 2,26-2,34; Si: 0,22-0,52; Mn: 0,22-0,52; Cr: 4,58-4,98; Mo: 3,51-3,69; và V: 7,75-8,25.

Thép này có thể được tạo ra sao cho hàm lượng Mo và V đáp ứng được yêu cầu: Mo/V: 0,4-0,5.

Theo phương án dự định khác, thép có thể có độ bền va đập đối với mẫu không có khía theo hướng LT ở nhiệt độ 25°C nằm trong khoảng từ 30 đến 80J ở độ cứng 60 HRC khi đã được hóa cứng và tôi.

Ngoài ra, thép này có thể có cường độ chịu nén ít nhất là 2400 MPa ở độ cứng 60 HRC.

Theo cách khác, thép này có thể có thành phần mà Mo và V đáp ứng được yêu cầu: Mo/V: 0,42-0,48.

Thép này có thể có độ bền va đập đối với mẫu không có khía theo hướng LT ở nhiệt độ 25°C nằm trong khoảng từ 35J đến 55J, ở độ cứng 60 HRC khi đã được hóa cứng và tôi.

Mô tả chi tiết sáng chế

Tầm quan trọng của các phần tử riêng biệt và sự tương tác của chúng với nhau cũng như những hạn chế của các thành phần hóa học của các hợp kim được yêu cầu bảo hộ, được giải thích một cách ngắn gọn trong phần mô tả dưới đây. Trong toàn bản mô tả này, tất cả phần trăm đối với thành phần hoá học của thép được tính theo % khối lượng (% khối lượng).

Cacbon (2,2 – 2,4%)

Cacbon có mặt với hàm lượng tối thiểu là 2,2%, tốt hơn nếu ít nhất là 2,25%. Giới hạn trên đối với cacbon có thể được thiết lập ở mức 2,4% hoặc 2,35%. Khoảng được ưu tiên là 2,25 – 2,35% và 2,26 - 2,34%. Trong trường hợp bất kỳ, lượng cacbon cần phải được kiểm soát sao cho lượng cacbua thuộc loại $M_{23}C_6$ và M_7C_3 trong thép được giới hạn ở mức nhỏ hơn 5% thể tích, tốt hơn là thép này không chứa cacbua nêu trên.

Crom (4,1 – 5,1%)

Crom có mặt với hàm lượng ít nhất là 4,1% để tạo ra khả năng hóa cứng tốt trong các mặt cắt ngang lớn hơn trong khi xử lý nhiệt. Nếu hàm lượng crom là quá cao, thì điều này có thể dẫn đến sự tạo thành ferit ở nhiệt độ cao, nên làm giảm khả năng gia công nóng. Do đó, tốt hơn là hàm lượng crom nằm trong khoảng 4,5 – 5,0%. Giới hạn dưới có thể là 4,2%, 4,3%, 4,4% hoặc 4,5%. Giới hạn trên có thể là 5,1%, 5,0%, 4,9% hoặc 4,8%.

Molipđen (3,1 – 4,5%)

Đã biết Mo có tác động rất tích cực đến khả năng hóa cứng. Molipđen là cần thiết để đạt được đáp ứng hóa cứng sơ cấp tốt. Hàm lượng tối thiểu là 3,1%, và có thể được thiết lập ở mức 3,2%, 3,3%, 3,4% hoặc 3,5%. Molipđen là nguyên tố tạo cacbua mạnh và cũng là chất tạo ferit mạnh. Do đó, hàm lượng molipđen tối đa là 4,5%. Tốt hơn là, Mo được giới hạn ở mức 4,2 %, 3,9 % hoặc thậm chí ở mức 3,7%.

Vonfram ($\leq 2\%$)

Về nguyên tắc, molipđen có thể được thay bằng hai lần vonfram. Tuy nhiên, vonfram là đắt và nó cũng làm phức tạp cho việc xử lý kim loại phế liệu. Do đó, lượng tối đa được giới hạn ở mức 2%, tốt hơn là 1%, tốt hơn nữa là 0,3% và tốt nhất là không nên bổ sung vonfram.

Vanadi (7,2 – 8,5%)

Vanadi tạo ra cacbua và cacbonitrua kết tủa sơ cấp phân bố đều loại M(C,N) trong nền thép. Trong thép này, M chủ yếu là vanadi nhưng lượng đáng kể Cr và Mo có thể có mặt. Do đó, vanadi sẽ có mặt với lượng nằm trong khoảng 7,2 – 8,5. Giới hạn trên có thể được thiết lập ở mức 8,4%, 8,3%, hoặc 8,25%. Giới hạn dưới có thể được thiết lập ở mức 7,3%, 7,4%, 7,5%, 7,6%, 7,7%, 7,75%, và 7,8%. Các giới hạn trên và dưới có thể được kết hợp một cách tự do trong khoảng giới hạn nêu trong điểm 1 yêu cầu bảo hộ. Khoảng được ưu tiên bao gồm 7,7 – 8,3%.

Nitơ (0,02 – 0,15%)

Nitơ có thể tùy ý được đưa vào thép với lượng nằm trong khoảng 0,02 – 0,15%, tốt hơn là nằm trong khoảng 0,02 – 0,08% hoặc 0,03 – 0,06%. Nitơ giúp làm ổn định M(C,N) vì độ ổn định nhiệt của vanadi cacbonitrua là tốt hơn so với vanadi cacbua.

Niobi ($\leq 2\%$)

Niobi là tương tự với vanadi vì nó tạo ra cacbonitrua loại M(C,N) và nói chung có thể được sử dụng để thay cho vanadi nhưng cần với lượng gấp đôi so với vanadi. Do đó, Lượng Nb tối đa được bổ sung là 2,0%. Lượng kết hợp (V + Nb/2) cần phải nằm trong khoảng 7,2 – 8,5%. Tuy nhiên, Nb tạo ra M(C,N) với hình dạng góc cạnh hơn. Do đó, lượng tối đa được ưu tiên là 0,5%. Tốt hơn là, không bổ sung niobi.

Silic (0,1 – 0,55%)

Silic được sử dụng để khử oxy. Si có mặt trong thép ở dạng hoà tan. Si làm tăng hoạt tính của cacbon và có lợi đối với khả năng gia công của thép. Do đó, Si có mặt với lượng nằm trong khoảng 0,1 – 0,55%. Để khử oxy tốt, tốt hơn là điều chỉnh hàm lượng Si ít nhất ở mức 0,2%. Si là một chất tạo ferit mạnh và tốt hơn là nên được giới hạn ở mức $\leq 0,5\%$.

Mangan (0,2 – 0,8%)

Mangan góp phần cải thiện khả năng hóa cứng của thép và cùng với lưu huỳnh, mangan có thể góp phần cải thiện khả năng gia công bằng cách tạo ra mangan sulphua. Do đó, mangan sẽ có mặt với lượng tối thiểu là 0,2%, tốt hơn nếu ít nhất là 0,22%. Ở hàm lượng lưu huỳnh cao hơn, mangan ngăn ngừa tính giòn nóng trong thép. Thép sẽ chứa tối đa 0,8%, tốt hơn là tối đa 0,6%. Khoảng được ưu tiên là 0,22 – 0,52%, 0,3 – 0,4 và 0,30 - 0,45%.

Niken ($\leq 3,0\%$)

Niken là nguyên tố tùy chọn và có thể có mặt với lượng tối đa là 3%. Niken tạo cho thép có khả năng hóa cứng và có độ dai tốt. Vì lý do chi phí, hàm lượng niken trong thép cần phải được giới hạn. Do đó, hàm lượng Ni được giới hạn ở mức 1%, tốt hơn là 0,3%. Tốt nhất là, Ni không được bổ sung.

Đồng ($\leq 3,0\%$)

Cu là nguyên tố tùy chọn, nó có thể góp phần làm tăng độ cứng và độ bền chống ăn mòn của thép. Nếu nó được sử dụng, khoảng được ưu tiên là 0,02 – 2% và khoảng được ưu tiên nhất là 0,04 - 1,6%. Tuy nhiên, không thể tách đồng ra khỏi thép một khi nó đã được bổ sung vào. Điều này càng khiến cho việc xử lý phế liệu trở nên khó khăn hơn. Vì lý do này, đồng thường không được bổ sung vào một cách có chủ ý.

Coban ($\leq 5\%$)

Co là nguyên tố tùy chọn. Nó góp phần làm tăng độ cứng của mactensit. Lượng tối đa là 5% và, nếu được bổ sung, lượng hữu hiệu là nằm trong khoảng từ 4 đến 5%. Tuy nhiên, vì các lý do thực tế, như việc xử lý phế liệu, nên Co không được bổ sung một cách có chủ ý. Hàm lượng tối đa được ưu tiên là 1%.

Lưu huỳnh ($\leq 0,5\%$)

S góp phần cải thiện khả năng gia công của thép. Với hàm lượng lưu huỳnh cao, có nguy cơ giòn khi nóng. Ngoài ra, hàm lượng lưu huỳnh cao có thể có tác động tiêu cực đến độ mỏi của thép. Do đó, thép nên chứa $\leq 0,5\%$, tốt hơn là $\leq 0,03\%$ lưu huỳnh.

Phospho ($\leq 0,05\%$)

P là nguyên tố tạp chất, nó có thể tạo ra tính giòn khi tôi. Do đó, nó được giới hạn ở mức $\leq 0,05\%$.

Be, Bi, Se, Ca, Mg, O và REM (Các kim loại đất hiếm)

Các nguyên tố này có thể được bổ sung vào thép với lượng cần thiết để cải thiện thêm khả năng gia công, tính chịu gia công nóng và/hoặc tính chịu hàn.

Bo ($\leq 0,6\%$)

Lượng đáng kể bo có thể tùy ý được sử dụng để trợ giúp cho việc tạo ra pha rắn MX. Lượng B thấp hơn có thể được sử dụng để làm tăng độ cứng của thép. Do đó, lượng này được giới hạn ở mức $0,01\%$, tốt hơn là $\leq 0,004\%$. Nói chung, không nên bổ sung bo.

Ti, Zr, Al và Ta

Các nguyên tố này là chất tạo cacbua và có thể có mặt trong hợp kim với lượng nằm trong khoảng cần thiết để làm thay đổi thành phần của các pha rắn. Tuy nhiên, thường không một nguyên tố nào trong số các nguyên tố này được bổ sung vào.

Sản xuất thép

Thép công cụ theo sáng chế có thể được sản xuất bằng phương pháp phun khí thông thường. Thông thường, thép này được hóa cứng và tôi trước khi sử dụng.

Việc austenit hóa có thể được tiến hành ở nhiệt độ austenit hóa (T_A) nằm trong khoảng $950 - 1200^\circ\text{C}$, thông thường nằm trong khoảng $1000 - 1100^\circ\text{C}$. Việc xử lý thông thường là hóa cứng ở nhiệt độ 1020°C trong thời gian 30 phút, tôi trong khí và tôi ở nhiệt độ 550°C trong thời gian 2x2 giờ. Điều này làm tạo ra độ cứng 59-61 HRC.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Trong ví dụ này, thép theo sáng chế được so sánh với thép CPM[®]10V đã biết. Cả hai loại thép này đều được sản xuất bằng phương pháp luyện kim bột.

Thành phần của thép theo sáng chế thu được bằng cách luyện kim thông thường. Thép so sánh là loại thép AISI 440C tiêu chuẩn. Thành phần của thép thử nghiệm được đưa ra trong bảng 1 (tính theo % khối lượng), lượng còn lại là Fe, không kể các tạp chất.

Hỗn hợp thép cơ bản được làm nóng chảy và được phun khí.

Thép thu được như vậy có thành phần sau (tính theo % khối lượng):

	Thép theo sáng chế	CPM®10V
C	2,3	2,4
Si	0,37	0,89
Mn	0,37	0,45
Cr	4,78	5,25
Mo	3,6	1,26
V	8,0	9,85
Mo/V	0,45	0,13

lượng còn lại là sắt và các tạp chất.

Thép được austenit hóa ở nhiệt độ 1100°C trong 30 phút, được hóa cứng bằng cách tôi trong khí và tôi hai lần ở nhiệt độ 540°C trong thời gian 2 giờ (2x2h) tiếp đó là làm nguội bằng không khí. Điều này tạo cho cả hai vật liệu này có độ cứng 63 HRC.

Thành phần của nền và lượng MX sơ cấp ở ba nhiệt độ austenit hóa khác nhau việc được tính toán theo phương pháp mô phỏng Thermo-Calc bằng phần mềm phiên bản S-build-2532. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1

Thép theo sáng chế	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	MX (%)
1020° C	0,43	0,43	0,42	4,6	1,54	0,39	15,8
1050° C	0,47	0,42	0,42	4,6	1,65	0,48	15,5
1080° C	0,52	0,42	0,42	4,7	1,76	0,59	15,2
CPM®10V	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	MX (%)
1020° C	0,34	1	0,58	5,1	0,51	0,39	17,2
1050° C	0,38	1	0,58	5,1	0,54	0,48	17
1080° C	0,42	1	0,57	5,2	0,58	0,58	16,7

Bảng 1 đã cho thấy rằng lượng pha rắn trong thép theo sáng chế chỉ thấp hơn lượng pha rắn trong thép so sánh khoảng 1,5%. Ngoài ra, phương pháp mô phỏng này còn chỉ ra rằng nền này chứa lượng cacbon và molipđen cao hơn đáng kể so với thép so sánh. Do đó, đáp ứng tôi được cải thiện, cũng như độ cứng cao hơn, được kỳ vọng từ phương pháp mô phỏng này. Điều này cũng được xác nhận bằng các giá trị tính toán được, cho biết độ cứng cao hơn đối với thép theo sáng chế. Ngoài ra, thép theo sáng chế là ít nhạy hơn đối với sự giảm độ cứng ở nhiệt độ cao sao cho nhiệt độ tôi cao hơn có thể được sử dụng để loại bỏ austenit còn sót lại mà không làm giảm độ cứng.

Bất ngờ, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng thép theo sáng chế cũng có độ dai tốt hơn nhiều. Năng lượng va đập đối với mẫu không có khía theo hướng ngang (ví dụ, hướng LT (longitudinal transverse), còn được gọi là hướng ngang theo chiều dọc (hoặc dài)) là 41J khi so với 11J đối với thép so sánh. Lý do cho sự cải thiện này là không đủ rõ ràng nhưng dường như hàm lượng Si thấp kết hợp với hàm lượng Mo cao làm cải thiện độ bền ở các biên hạt. Do đó, độ dai cải thiện của thép theo sáng chế khiến cho nó có thể duy trì được độ cứng cao mà không gây ra các vấn đề về nứt mẻ và do đó cải thiện độ bền và tuổi thọ của công cụ gia công nguội.

Thử nghiệm khả năng gia công

Khả năng gia công là một chủ đề phức tạp và có thể được đánh giá bằng số lượng các thử nghiệm khác nhau về các đặc tính khác nhau. Các đặc tính chính là: tuổi thọ công cụ, tốc độ giới hạn để loại bỏ vật liệu, lực cắt, bề mặt gia công và mức độ vỡ phoi. Trong trường hợp này, khả năng gia công của thép công cụ gia công nóng được thử nghiệm bằng cách tiện.

Thử nghiệm khả năng gia công tiện được tiến hành trên máy NC Lathe Oerlikon Boehringer VDF 180C. Kích thước mẫu gia công là $\varnothing 115 \times 600$ mm.

Giá trị V30 được sử dụng để so sánh khả năng gia công của thép. Giá trị V30 đặc trưng cho tốc độ cắt, cho mức mòn dao mặt bên (flank wear) là 0,3mm sau 30 phút tiện. V30 là phương pháp thử nghiệm tiêu chuẩn đã được mô tả trong ISO 3685 từ năm 1977. Việc tiện được tiến hành với ba tốc độ cắt khác nhau đến khi mức mòn dao mặt bên là 0,3 mm. Mức mòn dao mặt bên được đo bằng cách sử dụng kính hiển vi quang học. Thời gian đạt tới mức mòn dao mặt bên 0,3 mm đã được ghi lại. Bằng cách sử dụng các giá trị tốc độ cắt và thời gian tiện tương ứng, đồ thị lôgarit hai trục Taylor - tốc độ cắt theo thời gian $V \times T^a = \text{hằng số}$ được dựng, từ đó có thể ước tính tốc độ cắt đối với tuổi thọ công cụ cần thiết là 30 phút. Thử nghiệm khả năng gia công tiện được tiến hành mà không cần làm nguội bằng cách sử dụng bộ phận chèn bằng kim loại cứng Coromant S4 SPGN 120304, tốc độ tiện là 0,126 mm/vòng và độ sâu cắt là 1,0 mm.

Đã thấy rằng thép theo sáng chế, có giá trị V30 là 51 m/phút, thực hiện tốt hơn so với thép so sánh chỉ có giá trị V30 là 39m/phút.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Thép công cụ gia công nguội theo sáng chế là đặc biệt hữu ích trong các ứng dụng cần khả năng chịu mài mòn tốt kết hợp với độ bền chống nứt mẻ cao.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thép công cụ gia công nguội, trong đó thép này được sản xuất bằng phương pháp luyện kim bột, có thành phần khối lượng (tính theo % khối lượng) như sau:

C	2,2 - 2,4
Si	0,1 - 0,55
Mn	0,2 - 0,8
Cr	4,1 - 5,1
Mo	3,1 - 4,5
V	7,2 - 8,4

tùy ý, một hoặc nhiều thành phần sau:

N	0,02 - 0,15
P	$\leq 0,05$
S	$\leq 0,5$
Cu	≤ 3
Co	≤ 1
Ni	≤ 3
W	$\leq 0,3$
Nb	≤ 2
Al	$\leq 0,1$
Ti	$\leq 0,1$
Zr	$\leq 0,1$
Ta	$\leq 0,1$
B	$\leq 0,6$
Be	$\leq 0,2$
Bi	$\leq 0,2$
Se	$\leq 0,3$
Ca	0,0003 - 0,009
O	0,003 - 0,01
Mg	$\leq 0,01$
REM	$\leq 0,2$

lượng còn lại là Fe, không kể các tạp chất.

2. Thép theo điểm 1, trong đó thép này đáp ứng ít nhất một trong số các yêu cầu về thành phần như sau:

C	2,25 - 2,35
Si	0,2 - 0,5
Mn	0,2 - 0,6
Cr	4,5 - 5,0
Mo	3,5 - 3,7

V	7,7 – 8,3
N	0,02 – 0,08
P	$\leq 0,03$
S	$\leq 0,03$
Cu	0,02 - 2
Co	≤ 1
Ni	≤ 1
W	$\leq 0,3$
Nb	$\leq 0,5$
Al	$\leq 0,06$
Ti	$\leq 0,01$
Zr	$\leq 0,01$
Ta	$\leq 0,01$
B	$\leq 0,01$
Be	$\leq 0,02$
Se	$\leq 0,03$
Mg	$\leq 0,001$.

3. Thép theo điểm 1 hoặc 2, trong đó thép này đáp ứng ít nhất một trong số các yêu cầu về thành phần như sau:

C	2,26 - 2,34
Si	0,22 - 0,52
Mn	0,22 – 0,52
Cr	4,58 – 4,98
Mo	3,51 – 3,69
V	7,75 – 8,25
Cu	$\leq 0,5$
Ni	$\leq 0,3$.

4. Thép theo điểm 1, trong đó thép này có thành phần như sau:

C	2,2 - 2,4
Si	0,1 - 0,55
Mn	0,2 – 0,8
Cr	4,1 – 5,1
Mo	3,1 – 4,5
V	7,2 – 8,4
N	0,02 – 0,08

lượng còn lại là Fe, không kể các tạp chất.

5. 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 về thành phần như sau:

C	2,26 - 2,34
---	-------------

Si	0,22 - 0,52
Mn	0,22 – 0,52
Cr	4,58 – 4,98
Mo	3,51 – 3,69
V	7,75 – 8,25
N	0,03 - 0,06.

6. 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 về thành phần như sau:

C	2,26 - 2,34
Si	0,22 - 0,52
Mn	0,22 – 0,52
Cr	4,58 – 4,98
Mo	3,51 – 3,69
V	7,75 – 8,25.

7. Thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó hàm lượng Mo và V được điều chỉnh để đáp ứng được yêu cầu sau:

$$\text{Mo/V} \quad 0,4 - 0,5.$$

8. Thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó thép này có độ bền va đập đối với mẫu không có khía theo hướng LT ở nhiệt độ 25°C nằm trong khoảng từ 30 đến 80J ở độ cứng 60 HRC khi đã được hóa cứng và tôi.

9. Thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó thép này có cường độ chịu nén ít nhất là 2400 MPa ở độ cứng 60 HRC.

10. Thép theo điểm 7, trong đó hàm lượng Mo và V được điều chỉnh để đáp ứng được yêu cầu sau:

$$\text{Mo/V} \quad 0,42 - 0,48.$$

11. Thép theo điểm 8, trong đó thép này có độ bền va đập đối với mẫu không có khía theo hướng LT ở nhiệt độ 25 °C nằm trong khoảng từ 35J đến 55J, ở độ cứng 60 HRC khi đã được hóa cứng và tôi.