(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) **1-0032400**

(51)[7] **C22C 38/46**; C22C 38/60; C22C 38/52; C22C 38/54; C22C 38/48; C22C 38/50

(13) **B**

(21) 1-2016-03008
(22) 30/12/2014
(86) PCT/SE2014/051578 30/12/2014
(87) WO2015/108466 23/07/2015
(30) 1450040-9 16/01/2014 SE; 14151408.3 16/01/2014 EP
(45) 25/07/2022 412
(43) 26/12/2016 345A
(73) UDDEHOLMS AB (SE)
S-683 85 Hagfors, Sweden
(72) GUNNARSSON Staffan (SE); TIDESTEN Magnus (SE).
(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) THÉP VÀ THÂN CỦA DỤNG CỤ CẮT LÀM BẰNG THÉP NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến thép không gỉ được dùng để làm thân của dụng cụ cắt hoặc các đồ gá cho dụng cụ cắt và thân của dụng cụ cắt làm bằng thép không gỉ này.
Thép không gỉ này chứa:

C	0,14-0,25
N	0,06-0,15
Si	0,7-1,2
Mn	0,3 - 1,0
Cr	12-15
Ni	0,3-0,8
Mo	0,05 - 0,4
V	0,05 - 0,4
Al	0,001-0,3

các thành phần tùy ý và phần còn lại là Fe, không kể các tạp chất.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thép không gỉ và thân của dụng cụ cắt làm bằng thép không gỉ. Thép này được dùng để làm thân của dụng cụ cắt hoặc các đồ gá cho dụng cụ cắt.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Thuật ngữ "thân của dụng cụ cắt" được dùng để chỉ thân mà trên đó hoặc trong đó có lắp phần dụng cụ hiệu dụng khi vận hành cắt. Thân của dụng cụ cắt thông thường là các đĩa phay và thân khoan, được trang bị các bộ phận cắt hiệu dụng làm bằng thép gió (high speed steel), hợp kim cứng (cemented carbide), bo nitrua lập phương (cubic boron nitride - CBN) hoặc gốm. Trong lĩnh vực kỹ thuật thép dùng làm đồ gá, vật liệu để làm thân của dụng cụ cắt như vậy thường là thép.

Nhiều loại thân của dụng cụ cắt có hình dạng rất phức tạp và thường có các lỗ có ren nhỏ và lỗ khoan nhỏ dài, và do đó vật liệu này phải có khả năng gia công tốt. Quá trình cắt diễn ra ở tốc độ cắt cao, mà có thể khiến cho thân của dụng cụ cắt có thể trở nên rất nóng, và do đó điều quan trọng là vật liệu cần phải có độ cứng tốt khi nóng và khó hóa mềm ở nhiệt độ cao. Để chịu được tải trọng xung cao, mà một số loại thân của dụng cụ cắt, như đĩa phay, phải chịu, vật liệu này phải có các tính chất cơ học tốt, bao gồm độ dai và độ bền mỏi tốt. Để cải thiện độ bền mỏi, ứng suất nén thường được tác động lên bề mặt của thân của dụng cụ cắt. Do đó, vật liệu này phải có khả năng duy trì tốt ứng suất nén tác động này ở nhiệt độ cao, tức là rất khó hồi phục. Thân của dụng cụ cắt cứng và dai, trong khi các bề mặt mà bộ phận kẹp tỳ vào có thể được tôi cảm ứng. Do đó, vật liệu này phải có thể hóa cứng bởi quá trình tôi cảm ứng. Các loại thân của dụng cụ cắt, như các thân khoan nhất định với đầu làm bằng hợp kim cứng được hàn, được phủ bằng cách lắng phủ trong pha hơi bằng phương pháp vật lý (Physical Vapor Deposition – PVD) hoặc được thấm nitơ sau khi hóa cứng để làm tăng độ bền chống lại sự mòn phoi trong rãnh phoi và trên thân khoan. Do đó, vật liệu này có thể được phủ PVD hoặc được thấm nitơ trên bề mặt mà không có sự giảm đáng kể bất kỳ về độ cứng.

Theo truyền thống, thép hợp kim hóa kỹ thuật thấp và trung bình như loại 1.2721, 1.2738 và SS2541 được dùng làm vật liệu chế tạo thân của dụng cụ cắt.

Cũng đã biết việc sử dụng thép công cụ gia công nóng (hot work tool steel) làm vật liệu để chế tạo đồ gá cho dụng cụ cắt. Công bố đơn quốc tế số WO 97/49838 và WO 2009/116933 mô tả việc sử dụng thép công cụ gia công nóng để chế tạo đồ gá cho dụng cụ cắt. Hiện nay, hai loại thép công cụ gia công nóng phổ

biến được sử dụng để làm thân của dụng cụ cắt là do Uddeholms AB cung cấp và được bán dưới tên THG 2000 và MCG 4M. Các thành phần danh định của thép nêu trên được thể hiện trong bảng 1 (% khối lượng).

Bảng 1

Thép	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V
THG 2000	0,39	1,05	0,4	5,3	-	1,3	0,9
MCG 4M	0,30	0,4	1,2	2,3	4,00	0,8	0,8

Các loại thép công cụ gia công nóng này có các tính chất rất tốt đối với mục đích sử dụng dự định để chế tạo đồ gá cho dụng cụ cắt. Tuy nhiên, thép công cụ gia công nóng tương đối khó gia công. Chi phí gia công thường chiếm hơn 60% tổng chi phí của bộ phận sau khi đã được gia công. Rõ ràng là thời gian gia công giảm sẽ làm rút ngắn tiến độ, làm giảm chi phí lao động và cải thiện thời gian chạy máy.

Cũng đã biết việc sử dụng thép không gỉ, cụ thể, thép không gỉ loại 400 đã được hóa cứng sơ bộ như DIN 1.2316 làm vật liệu để chế tạo đồ gá cho dụng cụ cắt. Tuy nhiên, thép này dễ bị tách cacbua và hình thành ferit đenta. Austenit còn sót lại cũng có thể có mặt trong thép đã được hóa cứng và tôi. Do đó, nó không có các tính chất cơ học tối ưu đối với các ứng dụng để chế tạo đồ gá cho dụng cụ và thép này cũng khó gia công.

Công bố đơn US 2007/0006949 A1 bộc lộ thép dùng để chế tạo đồ gá và các chi tiết về đồ gá đối với dụng cụ đúc làm bằng chất dẻo chứa 0,06-0,15% C; 0,07-0,15% N; 0,1-1,0% Si; 0,1-2,0% Mn; 12,5-14,5% Cr; 0,8-2,5% Ni; 0,1-1,5% Mo và tuỳ ý, tối đa 0,7 %V.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích chung của sáng chế là đề xuất thép không gỉ, thích hợp làm vật liệu để chế tạo thân của dụng cụ cắt và có khả năng gia công tốt. Thép này có profin đặc tính được cải thiện trong điều kiện ủ mềm cũng như trong điều kiện hóa cứng sơ bộ.

Mục đích khác của sáng chế là đề xuất đồ gá cho dụng cụ cắt, cụ thể là phụ kiện cắt có gắn chỉ số, được làm từ thép không gỉ này.

Các mục đích nêu trên, cũng như các ưu điểm bổ sung đạt được bằng cách đề xuất thép có thành phần như sau: C: 0,14 – 0,25%; N: 0,06 – 0,15%; Si: 0,7 – 1,2%; Mn: 0,3 – 1,0%; Cr: 12 – 15%; Ni: 0,3 – 0,8; Mo: 0,05 – 0,4%; V: 0,05 – 0,4%; Al: 0,001 – 0,3%; tuỳ ý, P ≤ 0,05%; S ≤ 0,5%; Cu ≤ 3%; Co ≤ 5%; W ≤ 0,5%; Nb ≤ 0,1%; Ti ≤ 0,1%; Zr ≤ 0,1%; Ta ≤ 0,1%; B ≤ 0,01%; Be ≤ 0,2%; Se ≤ 0,3%; Ca: 0,0003 – 0,009%; O: 0,003 – 0,01%; Mg ≤ 0,01%; REM ≤ 0,2%; phần còn lại là Fe, không kể các tạp chất.

Thép này có profin đặc tính đáp ứng các yêu cầu tăng không ngừng về các tính chất vật liệu được đưa ra bởi các nhà sản xuất dụng cụ cắt, hãng sản xuất dụng cụ và người sử dụng. Cụ thể, thép này không gỉ và có profin đặc tính hấp dẫn bao gồm khả năng gia công tốt, khả năng hóa cứng tốt và độ ổn định kích thước cao.

Nhờ có profin đặc tính rất tốt, nên thép cũng có thể được sử dụng cho nhiều ứng dụng như các bộ phận kỹ thuật, chịu áp lực cao. Sáng chế cũng đề cập đến các đồ gá cho dụng cụ làm từ thép công cụ gia công nóng cũng như các ứng dụng khác của thép.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong phần mô tả dưới đây, 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 được giải thích một cách ngắn gọn. 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 (0,14 – 0,25 %)

Cacbon là có lợi cho khả năng hóa cứng và có mặt với lượng tối thiểu là 0,14%, tốt hơn nếu ít nhất là 0,19 % hoặc 0,20 %. Với hàm lượng cacbon cao, cacbua loại $M_{23}C_6$ và M_7C_3 sẽ được tạo ra trong thép. Do đó, hàm lượng cacbon sẽ không lớn hơn 0,25 %. Giới hạn trên đối với cacbon có thể được thiết lập ở mức 0,24%, 0,22 % hoặc 0,21 %.

Nitơ (0,06 – 0,15 %)

Nitơ được giới hạn nằm trong khoảng 0,06 đến 0,15 % để thu được loại và lượng các pha rắn mong muốn, cụ thể là V(C,N). Khi hàm lượng nitơ là cân bằng một cách hợp lý với hàm lượng vanađi, thì cacbo-nitrua giàu vanađi V(C,N) sẽ được tạo ra. Chúng sẽ được hoà tan một phần trong khi tiến hành bước austenit hóa và sau đó được kết tủa trong khi tiến hành bước tôi dưới dạng các hạt có cỡ hạt nano. Độ ổn định nhiệt của vanađi carbo-nitrua được xem là tốt hơn so với độ ổn định nhiệt của vanađi cacbua, do đó khả năng chịu tôi của thép dụng cụ không gỉ có thể được cải thiện. Hơn thế nữa, bằng cách tôi ít nhất hai lần, đường cong tôi sẽ có đỉnh thứ cấp cao hơn. Do đó, khoảng được ưu tiên của N là 0,09 - 0,12 %.

Silic (0,7 – 1,2 %)

Silic được sử dụng để khử oxy. Si làm tăng hoạt tính của cacbon trong thép. Si cũng cải thiện khả năng gia công tốt của thép. Để có được hiệu quả mong muốn,

hàm lượng Si cần phải ít nhất là 0,7 %, tốt hơn là 0,8 % hoặc 0,85 %. Tuy nhiên, Si là một chất tạo ferit mạnh và do đó hàm lượng của nó nên được giới hạn ở mức ≤1,2 %, tốt hơn là ở mức 1,1 %, 1,0 % hoặc 0,95 %.

Mangan (0,3 – 1,0 %)

Mangan góp phần cải thiện khả năng hóa cứng của thép và cùng với lưu huỳnh, mangan góp phần cải thiện khả năng gia công bằng cách tạo ra mangan sulfua. Do đó, mangan sẽ có mặt với lượng tối thiểu là 0,3 %, tốt hơn nếu ít nhất là 0,3 %. Mangan là nguyên tố làm ổn định austenit và hàm lượng của nó nên được giới hạn ở mức 1,0 %, 0,8 % hoặc 0,6 % để tránh việc có quá nhiều austenit còn sót lại. Khoảng được ưu tiên là 0,35 - 0,55 % và 0,4 - 0,5 %.

Crom (12 – 15 %)

Khi có mặt với lượng được hoà tan ít nhất là 11%, crom dẫn đến việc tạo ra màng thụ động trên bề mặt của thép. Crom sẽ có mặt trong thép với lượng nằm trong khoảng từ 12 đến 15 % để tạo cho thép có khả năng hóa cứng và độ bền chống ăn mòn tốt. Tốt hơn là, Cr có mặt với lượng lớn hơn 13 % để giữ cho độ bền chống ăn mòn điểm được tốt. Giới hạn dưới được thiết lập theo ứng dụng dự định và có thể ở mức 13,2 % hoặc 13,4 %. Tuy nhiên, Cr là chất tạo ferit mạnh và để tránh việc sinh ra ferit sau khi hóa cứng, lượng này cần được kiểm soát. Vì các lý do thực tế, giới hạn trên có thể được giảm xuống mức 14 %, 13,8 % hoặc 13,6 %. Khoảng được ưu tiên bao gồm 13,2 – 13,8 % và 13,4 – 13,6 %.

Niken (0,3 – 0,8%)

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 được giới hạn. Khoảng được ưu tiên là 0,5 – 0,7 %.

Molipđen (0,05 – 0,4 %)

Đã biết Mo có tác động rất tích cực đến khả năng hóa cứng. Cũng đã biết cách cải thiện độ bền chống ăn mòn điểm. Hàm lượng tối thiểu là 0,05%, và có thể được thiết lập ở mức 0,15 % hoặc 0,17 %. Molipđen là nguyên tố tạo cacbua mạnh và cũng là chất tạo ferit mạnh. Do đó, hàm lượng molipđen tối đa là 0,4 %. Tốt hơn là, hàm lượng Mo được giới hạn ở mức 0,30 %, 0,25 % hoặc thậm chí ở mức 0,23 %.

Vanađi (0,05 - 0,4 %)

Vanađi tạo ra carbonitrua kết tủa sơ cấp phân bố đều loại M(C,N) trong nền thép. Trong thép này, M chủ yếu là vanađi nhưng lượng đáng kể Cr và Mo có thể có mặt. Do đó, vanađi sẽ có mặt với lượng nằm trong khoảng 0,05 – 0,4 %. Giới hạn trên có thể được thiết lập ở mức 0,35 %, 0,30 % hoặc 0,28 %. Giới hạn dưới có thể được thiết lập ở mức 0,10 %, 0,15 %, 0,20 % hoặc 0,22 %. Các giới hạn trên và dưới có thể được kết hợp một cách tự do trong khoảng giới hạn trên.

Nhôm (0,001 – 0,3 %)

Nhôm được sử dụng để khử oxy. Trong hầu hết các trường hợp, hàm lượng nhôm được giới hạn ở mức 0,05 %. Giới hạn trên thích hợp là 0,06 %, 0,03 % và 0,024 %. Giới hạn dưới thích hợp được thiết lập để đảm bảo mức độ khử oxy đủ là 0,005 % và 0,01 %. Tốt hơn là, thép chứa Al với lượng nằm trong khoảng từ 0,01 đến 0,024 %.

Đồng (≤ 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. Ngoài ra, nó còn đóng góp vào độ bền chống ăn mòn của thép cũng như vào khả năng gia công. Nếu nó được sử dụng, khoảng được ưu tiên là 0,02 – 2 %, 0,02 – 0,5 %, 0,04 – 1,6 % và 0,04 – 0,5 %. 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, thông thường đồng không được bổ sung vào một cách có chủ ý.

Coban (≤ 5,0 %)

Co là nguyên tố tùy chọn. Nó góp phần làm tăng độ cứng của mactensit. Lượng tối đa là 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 0,2 %.

Vonfram (≤ 0,5 %)

Vonfram có thể có mặt với lượng tối đa 0,5 % mà không gây bất lợi cho các tính chất của thép. Tuy nhiên, vonfram thường bị tách ra trong khi hóa cứng và có thể làm sinh ra ferit đenta không mong muốn. Ngoài ra, vonfram 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 0,5 %, tốt hơn là 0,2 % và tốt nhất là không nên bổ sung vonfram.

Niobi ($\leq$ 0,1 %)

Niobi là tương tự với vanađi ở chỗ nó tạo ra cacbo nitrua loại M(C,N). Lượng Nb tối đa được bổ sung là 0,1 %. Tốt hơn là, không bổ sung niobi.

Phospho ($\leq$ 0,05 %)

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

Lưu huỳnh ($\leq$ 0,5 %)

Tốt hơn là, lưu huỳnh được giới hạn ở mức S $\leq$ 0,005% để giảm số lượng tạp chất. Tuy nhiên, S góp phần cải thiện khả năng gia công của thép. Hàm lượng thích hợp để cải thiện khả năng gia công của thép trong điều kiện hóa cứng dai nằm trong khoảng từ 0,07 đến 0,15 %. 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 $\leq$ 0,01 % tốt nhất là $\leq$ 0,001 %.

Oxy (tuỳ ý 0,003 – 0,01 %)

Oxy có thể được bổ sung một cách có chủ ý vào thép trong khi rót để tạo ra lượng mong muốn tạp chất oxit trong thép và nhờ đó cải thiện khả năng gia công của thép. Hàm lượng oxy được kiểm soát sao cho nằm trong khoảng từ 0,003 đến 0,01 %. Khoảng được ưu tiên là 0,003 – 0,007 %.

Canxi (tuỳ ý 0,0003 – 0,009 %)

Canxi có thể được bổ sung một cách có chủ ý vào thép trong khi rót để tạo ra tạp chất có thành phần và hình dạng mong muốn. Do đó, canxi được bổ sung với lượng nằm trong khoảng 0,0003 – 0,009, tốt hơn là với lượng nằm trong khoảng 0,0005 – 0,005.

Be, Se, Mg 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 ($\leq$ 0,01 %)

B có thể được sử dụng để để làm tăng thêm độ cứng của thép. Lượng này được giới hạn ở mức 0,01 %, tốt hơn là $\leq$ 0,004 %.

Ti, Zr 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, thông thường không một nguyên tố nào trong số các nguyên tố này được bổ sung.

PRE

Chỉ số đương lượng chống ăn mòn điểm (PRE- Pitting Resistance Equivalent) thường được sử dụng để xác định độ bền chống ăn mòn điểm của thép không gỉ. Trị số cao hơn cho biết độ bền chống ăn mòn điểm cao hơn. Đối với thép không gỉ mactensit cao nitơ, biểu thức sau có thể được sử dụng:

$$PRE = \%Cr + 3,3\ \%Mo + 30\ \%N$$

trong đó %Cr, %Mo và %N là hàm lượng được hòa tan trong chất nền ở nhiệt độ austenit hóa (T_A). Hàm lượng hoà tan có thể được tính toán bằng phương pháp tính toán theo nhiệt (ThermoCalc) với nhiệt độ austenit hóa thực tế (T_A) và/hoặc được đo trong thép sau khi tôi.

Nhiệt độ austenit hóa (T_A) nằm trong khoảng 950 - 1200 °C, thường nằm trong khoảng 1000 - 1050 °C. Tốt hơn là, chỉ số PRE nằm trong khoảng 16-18.

Sản xuất thép

Thép không gỉ có thành phần hoá học cần thiết có thể được sản xuất bằng phương pháp sản xuất thép thông thường. Loại thép này thường được tạo ra bằng cách làm nóng chảy phế liệu trong lò hồ quang điện (Electric Arc Furnace - EAF), sau đó thép này được luyện và, tuỳ ý, được loại khí trong chân không. Hàm lượng oxy được tăng lên trong nồi luyện thép bằng cách khuấy hỗn hợp nóng chảy và cho bề mặt nóng chảy này tiếp xúc với không khí và/hoặc bằng cách bổ sung vảy thép cán. Canxi được bổ sung vào ở cuối giai đoạn xử lý luyện, tốt hơn là dưới dạng CaSi.

Hỗn hợp nóng chảy này được đúc thành thỏi bằng cách đúc thỏi, thích hợp là rót từ dưới lên. Việc sản xuất bột luyện kim (Powder metallurgical - PM) cũng như việc nấu lại xỉ lò điện (Electro Slag Remelting - ESR) có thể được sử dụng. Tuy nhiên, vì lý do chi phí, nên các công việc này thường không được sử dụng.

Thép có thể được xử lý nhiệt để điều chỉnh độ cứng theo cách tương tự như được sử dụng đối với thép không gỉ xêri 420. Nhiệt độ hóa cứng nằm trong khoảng 1000°C-1030°C vì nhiệt độ lớn hơn 1030°C sẽ làm phát triển hạt và hàm lượng

austenit còn sót lại tăng lên.

Thời gian lưu thích hợp là khoảng 30 phút. Nhiệt độ 1020°C là được ưu tiên

Thép cần được được tôi hai lần với việc hợp làm mát trung gian đến nhiệt độ trong phòng. Thời gian duy trì ở nhiệt độ tôi cần ít nhất là 2 giờ. Nhiệt độ tôi thấp nhất nên được sử dụng là 250°C.

Khi sử dụng nhiệt độ hóa cứng là 1020°C, thì độ cứng 48-50 HRC có thể đạt được sau khi tôi ở nhiệt độ 250°C. Độ cứng 46-48 HRC có thể đạt được sau khi tôi ở nhiệt độ 520°C. Việc xử lý này loại bỏ austenit còn sót lại và không làm thay đổi kích thước.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1

Thành phần của thép theo sáng chế thu được bằng cách luyện kim thông thường. Thép so sánh là loại thép 1.2316 tiêu chuẩn có độ cứng 310 HB, tương ứng với khoảng 33 HRC.

Thành phần của thép thử nghiệm được thể hiện trong bảng 2 (tính theo % khối lượng), phần còn lại là Fe, không kể các tạp chất.

Thép theo sáng chế được hóa cứng bằng cách austenit hóa ở nhiệt độ 1020 °C trong 30 phút và được tôi hai lần trong thời gian hai giờ ở nhiệt độ 550°C để thu được độ cứng 40 HRC. Thép so sánh cũng được hóa cứng và tôi để có được độ cứng giống hệt.

Bảng 2. Thành phần của thép thử nghiệm.

Nguyên tố	Thép theo sáng chế	Thép so sánh 1.2316
C	0,21	0,38
Si	0,9	0,6
Mn	0,45	0,65
Cr	13,5	16,0
Ni	0,6	0,85
Mo	0,2	1,15
V	0,25	
Al	0,02	0,01
N	0,10	0,004

Thử nghiệm về khả năng gia công

Khả năng gia công là một vấn 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 của dụng cụ, giới hạn tốc độ loại bỏ vật liệu, lực cắt, bề mặt sau khi gia công và sự đứt gãy của phoi. Trong trường hợp này, khả năng gia công của thép được thử nghiệm bằng cách phay đầu mút, do đây là một trong số các công việc khó khăn trong sản xuất thân dụng cụ.

Thép được thể hiện trong Bảng 2 được trải qua các thử nghiệm phay để đánh giá khả năng gia công của chúng. Thép này không được xử lý bằng các nguyên tố tăng cường khả năng gia công bất kỳ.

Tất cả các thử nghiệm về khả năng gia công đều được thực hiện ở trung tâm gia công đứng MODIG 7200.

Phay đầu mút bằng máy cắt có phụ kiện cắt có gắn chỉ số

Trong thử nghiệm này, máy cắt có đường kính 16 mm được sử dụng, và thử nghiệm này được thực hiện trong các điều kiện sau:

Dụng cụ cắt:	Sandvik CoroMill 390 Ø 16 mm
Bộ phận cắt làm bằng hợp kim cacbua:	R390-11 T3 08M-PL 1030
Tốc độ cắt, Vc:	200 m/phút
Độ sâu cắt theo hướng dọc trục, ap:	4 mm
Độ sâu cắt theo hướng kính, ae:	0,8 mm
Bước răng, fz:	0,2 mm/răng
Chất tải lạnh:	phay khô

Tuổi thọ của dụng cụ này đến khi mức mài mòn tối đa đạt 0,3 mm, khi việc phay các vật liệu khác nhau được thể hiện trong bảng 3.

Bảng 3. Các kết quả sau khi phay đầu mút bằng máy cắt có phụ kiện cắt có gắn chỉ số

Thép thử nghiệm	Tuổi thọ của dụng cụ (phút)
1.2316 310 HB	90
1.2316 40 HRC	23
Thép theo sáng chế 40 HRC	175

Trong các thử nghiệm phay, mức độ mòn cạnh được đo trên mỗi răng của máy cắt phay bằng cách sử dụng kính hiển vi quang học và trị số trung bình được tính toán. Các thử nghiệm được dừng khi trị số mòn cạnh trung bình đạt 0,3 mm, và thời gian phay được ghi lại và được sử dụng để so sánh khả năng gia công.

Phay đầu mút máy cắt làm bằng hợp kim cứng

Trong thử nghiệm này, máy cắt làm bằng hợp kim cứng có đường kính 10

mm được sử dụng, và thử nghiệm này được thực hiện trong các điều kiện sau:

Dụng cụ cắt: Sandvik R216,34-10050-AK22P-1630 Ø 10 mm
Tốc độ cắt, Vc: 45 m/phút
Độ sâu cắt theo hướng dọc trục, ap: 4 mm
Độ sâu cắt theo hướng kính, ae: 8 mm
Bước răng, fz: 0,03 mm/răng
Chất tải lạnh: phay khô

Tuổi thọ của dụng cụ này đến khi mức mài mòn tối đa đạt 0,3 mm, khi việc phay các vật liệu khác nhau được thể hiện trong bảng 4.

Bảng 4. Các kết quả sau khi phay đầu mút bằng máy cắt máy cắt làm bằng hợp kim cứng

Thép thử nghiệm	Tuổi thọ của dụng cụ (phút)
1.2316 310 HB	418
1.2316 40 HRC	97
Thép theo sáng chế 40 HRC	480

Phay mặt đầu bằng máy cắt phay có phụ kiện cắt có gắn chỉ số

Trong thử nghiệm này, máy cắt có đường kính 80 mm được sử dụng, và thử nghiệm được thực hiện các điều kiện sau:

Dụng cụ cắt: Sandvik CoroMill 245 Ø 80 mm
Bộ phận cắt làm bằng hợp kim cacbua: R245-12 T3 E-PL 4230
Tốc độ cắt, Vc: 150 m/phút
Độ sâu cắt theo hướng dọc trục, ap: 2 mm
Độ sâu cắt theo hướng kính, ae: 48 mm
Bước răng, fz: 0,15 mm/răng
Chất tải lạnh: Phay khô

Tuổi thọ của dụng cụ này đến khi mức mài mòn tối đa đạt 0,3 mm, khi việc phay các vật liệu khác nhau được thể hiện trong bảng 5.

Bảng 5. Các kết quả sau khi phay mặt đầu bằng máy cắt phay có phụ kiện cắt có gắn chỉ số

Thép thử nghiệm	Tuổi thọ của dụng cụ (phút)
1.2316 310 HB	25
1.2316 40 HRC	11
Thép theo sáng chế 40 HRC	30

Các kết quả của các thử nghiệm đã được thực hiện đã cho thấy rõ sự cải thiện bất ngờ và đáng chú ý về khả năng gia công của vật liệu theo sáng chế, cụ thể trong điều kiện đã được hóa cứng sơ bộ. Sự cải thiện về tuổi thọ của dụng cụ lên đến mức gấp gần 8 lần so với tuổi thọ của dụng cụ làm bằng thép loại 1.2316 được thử nghiệm trong việc phay đầu mút bằng máy cắt có phụ kiện cắt có gắn chỉ số.

Lý do cho sự cải thiện này không thể giải thích được một cách đầy đủ, và tác giả sáng chế không muốn bị ràng buộc bởi lý thuyết bất kỳ. Tuy nhiên, tin rằng các kết quả này liên quan đến thép có thành phần thấp hơn. Hàm lượng Cr và Mo thấp hơn trong thép theo sáng chế dẫn đến lượng cacbua sơ cấp rất thấp và cấu trúc của chất nền đồng đều hơn. Các mạch cacbua được tìm thấy trong vi cấu trúc chỉ của thép so sánh.

Ví dụ 2

Thép có thành phần được thể hiện trong Bảng 2 được thử nghiệm va đập không phải khía hình V theo hướng ngang ngắn. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 6.

Bảng 6. Các kết quả thu được từ thử nghiệm về độ dẻo

Thép thử nghiệm	Độ dẻo (Jun)
1.2316 310 HB	20
Thép theo sáng chế 40 HRC	190

Thấy rõ ràng thép so sánh 1.2316 có độ dẻo thấp hơn nhiều, cho dù nó có độ cứng thấp hơn, khoảng 33 HRC. Sở dĩ như vậy có thể là vì sự tồn tại của cacbua được tập trung trong các vùng riêng biệt.

Thép này cũng được thử nghiệm về độ bền chống ăn mòn.

Độ bền chống ăn mòn của thép theo sáng chế được so sánh với độ bền chống ăn mòn của thép 1.2316, thép này chứa Cr và Mo với hàm lượng cao hơn. Các mẫu thử nghiệm được đặt trong buồng thử trong điều kiện môi trường trong thời gian 3 tuần. Chu trình được sử dụng là 55°C/5 giờ + 19°C/5 giờ với độ ẩm 90%.

Ngoài ra, thử nghiệm về sự phân cực được thực hiện trong dung dịch H_2SO_4 0,05 M được sục khí nitơ, với độ pH=1,2 và ở nhiệt độ 22°C. Đường cong phân cực đã cho thấy rằng thép theo sáng chế có khả năng chịu ăn mòn thấp hơn không đáng kể so với thép so sánh.

Kết quả của các thử nghiệm này đã cho thấy thép có độ bền chống ăn mòn tương đối như được thể hiện trong bảng 7.

Bảng 7. Các kết quả thu được từ thử nghiệm về sự ăn mòn

Thép thử nghiệm	Độ bền chống ăn mòn tương đối (%)
1.2316 310 HB	100
Thép theo sáng chế 40 HRC	80

Từ các ví dụ 1 và 2, thấy rõ ràng thép theo sáng chế có độ dẻo cao hơn và khả năng gia công tốt hơn so với thép so sánh, thậm chí khi được hóa cứng đến độ cứng cao hơn. Mặc dù độ bền chống ăn mòn là hơi kém một chút, nhưng chưa chắc là sự chênh lệch này có thể phát hiện được trong các ứng dụng thực tế. Bằng cách tôi ở nhiệt độ 500°C hoặc cao hơn, cũng có thể loại bỏ tất cả austenit còn sót lại và nhờ đó thu được sự thay đổi kích thước gần như bằng không. Do đó, thép theo sáng chế có profin đặc tính, rất thích hợp để sử dụng thép này làm các đồ gá cho dụng cụ.

Thép không gỉ theo sáng chế là đặc biệt hữu ích để chế tạo thân của dụng cụ cắt hoặc đồ gá cho dụng cụ cắt. Thân của dụng cụ cắt có phụ kiện cắt có gắn chỉ số chịu ứng suất động cao trong khi làm việc và do đó độ bền mỏi có tầm quan trọng sống còn. Vì lý do này, thích hợp nếu đưa ứng suất dư khi nén vào trong bề mặt để kéo dài tuổi thọ của thân dụng cụ. Điều này có thể được thực hiện bằng cách gia công cứng hoặc bằng phương pháp thông thường bất kỳ như phương pháp phun bi thép, phương pháp thấm nitơ và/hoặc phương pháp thấm oxy-nitơ. Tốt hơn là, thân của dụng cụ cắt chịu được ứng suất dư khi nén nằm trong khoảng từ -200 MPa đến -900 MPa với độ sâu 75 μm tính từ bề mặt. Phương pháp này không chỉ được sử dụng cho các đồ gá cho dụng cụ, mà còn được sử dụng để kéo dài độ bền của phần hoặc bộ phận khác bất kỳ được tạo ra từ thép không gỉ theo sáng chế như đầu kẹp phay, ống kẹp, đồ gá côn dùng cho dụng cụ hoặc má kẹp.

Yêu cầu bảo hộ

1. Thép dùng để làm đồ gá cho dụng cụ hoặc thân của dụng cụ cắt bao gồm, tính theo % khối lượng:

C	0,14 – 0,25
N	0,06 – 0,15
Si	0,7 – 1,2
Mn	0,3 – 1,0
Cr	12 – 15
Ni	0,3 – 0,8
Mo	0,05 – 0,4
V	0,05 – 0,4
Al	0,001 – 0,3
tuỳ ý,	
P	≤ 0,05
S	≤ 0,5
Cu	≤ 3
Co	≤ 5
W	≤ 0,5
Nb	≤ 0,1
Ti	≤ 0,1
Zr	≤ 0,1
Ta	≤ 0,1
B	≤ 0,01
Be	≤ 0,2
Se	≤ 0,3
Ca	0,0003 – 0,009
O	0,003 – 0,01
Mg	≤ 0,01
REM	≤ 0,2

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

2. Thép dùng để làm đồ gá cho dụng cụ theo điểm 1, trong đó thép này bao gồm, tính theo % khối lượng:

C	0,14 – 0,24
Mn	0,3 – 0,8
Cr	12,5 – 14,8

Mo	0,15 – 0,35
V	0,1 – 0,4.

3. Thép dùng để làm đồ gá cho dụng cụ theo điểm 1 hoặc 2, trong đó thép này bao gồm, tính theo % khối lượng:

Mn	0,3 – 0,6.

4. Thép dùng để làm đồ gá cho dụng cụ theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó thép này đáp ứng được ít nhất một trong số các yêu cầu sau, tính theo % khối lượng:

C	0,19 – 0,22
N	0,09 – 0,12
Si	0,8 – 1,1
Mn	0,35 – 0,60
Cr	13,0 – 14,5
Ni	0,35 – 0,75
Mo	0,15 – 0,30
V	0,2 – 0,3
Al	0,005 – 0,06
Cu	$\leq$ 0,3
Ti	$\leq$ 0,005
Nb	$\leq$ 0,008
P	$\leq$ 0,025
S	$\leq$ 0,005.

5. Thép dùng để làm đồ gá cho dụng cụ theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 hoặc 2, trong đó thép này đáp ứng được ít nhất một trong số các yêu cầu sau, tính theo % khối lượng:

C	0,19 – 0,21
N	0,09 – 0,11
(C+N)	0,28 – 0,34
Si	0,8 – 1,0
Mn	0,35 – 0,75
Cr	13,2 – 14,0
Ni	0,50 – 0,70
Mo	0,17 – 0,25
V	0,22 – 0,30

Al	0,005 – 0,024
Cu	≤ 0,2
Ti	≤ 0,004
Nb	≤ 0,005
P	≤ 0,020
S	≤ 0,004.

6. Thép dùng để làm đồ gá cho dụng cụ theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 hoặc 2, trong đó thép này đáp ứng được ít nhất một trong số các yêu cầu sau, tính theo % khối lượng:

C	0,20 – 0,22
N	0,10 – 0,12
(C+N)	0,30 – 0,32
Si	0,85 – 1,1
Mn	0,30 – 0,55
Cr	13,2 – 13,9
Ni	0,50 – 0,70
Mo	0,15 – 0,23
V	0,20 – 0,28
Al	0,008 – 0,03.

7. Thép dùng để làm đồ gá cho dụng cụ theo điểm bất kỳ trong số các nêu trên, trong đó thép này đáp ứng được ít nhất một trong số các yêu cầu sau, tính theo % khối lượng:

C	0,20 – 0,21
N	0,10 – 0,11
Si	0,85 – 1,0
Mn	0,40 – 0,55
Cr	13,2 – 13,8
Ni	0,55 – 0,70
Mo	0,17 – 0,25
V	0,22 – 0,30
Al	0,01 – 0,024.

8. Thép dùng để làm đồ gá cho dụng cụ theo điểm bất kỳ trong số các nêu trên, trong đó thép này đáp ứng được các yêu cầu sau, tính theo % khối lượng:

C	0,19 – 0,22
N	0,09 – 0,12

Si	0,8 – 1,1
Mn	0,35 – 0,60
Cr	13,0 – 14,5
Ni	0,35 – 0,75
Mo	0,15 – 0,30
V	0,2 – 0,3
Al	0,005 – 0,03
Cu	≤ 0,3
Ti	≤ 0,005
Nb	≤ 0,008
P	≤ 0,025
S	≤ 0,005.

9. Thép dùng để làm đồ gá cho dụng cụ theo điểm bất kỳ trong số các nêu trên, trong đó thép này đáp ứng được ít nhất một trong số các yêu cầu sau, tính theo % khối lượng:

Cr	13,4 – 13,6
Ni	0,55 – 0,65
Mo	0,17 – 0,23
V	0,22 – 0,28.

10. Thép dùng để làm đồ gá cho dụng cụ theo điểm bất kỳ trong số các nêu trên, trong đó thép này đáp ứng được ít nhất một trong số các điều kiện sau:
    - i) hàm lượng austenit còn sót lại nhỏ hơn 15 % thể tích,
    - ii) độ cứng nằm trong khoảng từ 40 đến 52 HRC,
    - iii) độ dẫn nhiệt thấp nhất là 21 W/mK ở nhiệt độ 400°C.

11. Thân của dụng cụ cắt, cụ thể là phụ kiện cắt có gắn chỉ số, bao gồm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10, tuỳ ý thân của dụng cụ cắt này chịu được ứng suất dư khi nén nằm trong khoảng từ -200 MPa đến -900 MPa từ bề mặt đến độ sâu 75µm tính từ bề mặt.

12. Thân cắt có phụ kiện cắt có gắn chỉ số, bao gồm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10, trong đó thân cắt này có phụ kiện cắt có gắn chỉ số chịu được ứng suất dư khi nén nằm trong khoảng từ -200 MPa đến -900 MPa từ bề mặt đến độ sâu 75µm tính từ bề mặt.

13. Thân cắt có phụ kiện cắt có gắn chỉ số theo điểm 12, trong đó thân cắt này là thân máy cắt có phụ kiện cắt có gắn chỉ số, thân khoan có phụ kiện cắt có gắn chỉ số hoặc đồ gá quay có phụ kiện cắt có gắn chỉ số.

14. Đầu kẹp phay làm từ thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10.

15. Ống kẹp làm từ thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10.

16. Đồ gá côn dùng cho dụng cụ làm từ thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10.

17. Má kẹp làm từ thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10.

18. Đầu kẹp phay theo điểm 14, trong đó thép này chịu được ứng suất dư khi nén nằm trong khoảng từ -200 MPa đến -900 MPa từ bề mặt đến độ sâu 75µm tính từ bề mặt.

19. Ống kẹp theo điểm 15, trong đó thép này chịu được ứng suất dư khi nén nằm trong khoảng từ -200 MPa đến -900 MPa từ bề mặt đến độ sâu 75µm tính từ bề mặt.

20. Đồ gá côn dùng cho dụng cụ theo điểm 16, trong đó thép này chịu được ứng suất dư khi nén nằm trong khoảng từ -200 MPa đến -900 MPa từ bề mặt đến độ sâu 75µm tính từ bề mặt.

21. Má kẹp theo điểm 17, trong đó thép này chịu được ứng suất dư khi nén nằm trong khoảng từ -200 MPa đến -900 MPa từ bề mặt đến độ sâu 75µm tính từ bề mặt.