



(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)



1-0036701

(51)⁸ C22C 38/12; C22C 19/03; C22C 32/00 (13) B

(21) 1-2017-01415

(22) 15/12/2015

(86) PCT/SE2015/051352 15/12/2015

(87) WO2016/099390 23/06/2016

(30) 14198569.7 17/12/2014 EP; 1550965-6 03/07/2015 SE

(45) 25/08/2023 425

(43) 25/09/2017 354A

(73) UDDEHOLMS AB (SE)

683 85 Hagfors, Sweden

(72) TIDESTEN, Magnus (SE).

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

(54) HỢP KIM ĐƯỢC SẢN XUẤT BỞI BỘT KIM LOẠI

(57) Sáng chế đề cập đến hợp kim được sản xuất bởi bột kim loại và có nền định hình, hợp kim này bao gồm các nguyên tố tùy chọn theo % khối lượng:

C: 0 - 2,5

Si: 0 - 2,5

Mn: 0 - 15

Cr: 0 - 25

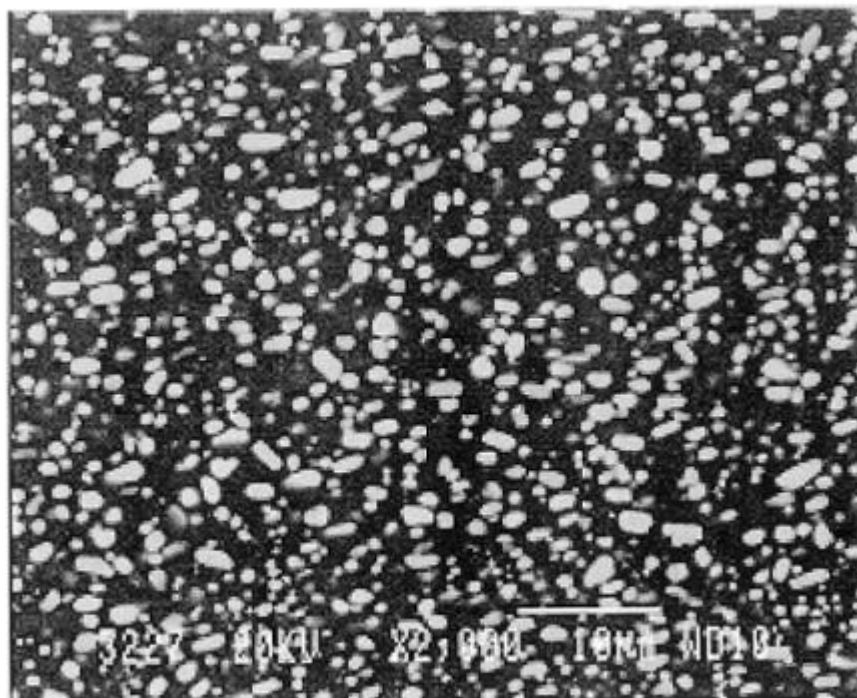
Mo: 4 - 35

B: 0,2 - 2,8

phần còn lại là Fe và/hoặc Ni ngoài các tạp chất,

trong đó hợp kim chứa các hạt ở pha rắn với lượng 3-35% thể tích,

các hạt ở pha rắn chứa ít nhất một trong số borua, nitrua, carbua và/hoặc tổ hợp của chúng, ít nhất 90% các hạt ở pha rắn có cỡ hạt nhỏ hơn 5 μm và ít nhất 50% các hạt ở pha rắn có cỡ hạt nằm trong khoảng từ 0,3 μm đến 3 μm .



Vi cấu trúc của hợp kim theo sáng chế. Pha trắng là Mo_2FeB_2 . Chiều dài của thang đo là 10 μm

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hợp kim chịu mài mòn trên cơ sở Fe và/hoặc Ni. Hợp kim này được hợp kim hóa với bo để tạo thành các hạt ở pha rắn.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Thép công cụ chế tạo từ bột kim loại (powder metallurgy - PM) được hợp kim hóa với nito và vanadi nhận được sự quan tâm đáng kể do sự phối hợp đáng chú ý về độ cứng cao, tính chịu mài mòn lớn và tính chịu mòn do ma sát tuyệt vời của chúng. Các thép này có phạm vi ứng dụng lớn ở nơi mà các cơ cấu bị hư hỏng chủ yếu là do mòn dính hoặc mòn do ma sát. Các lĩnh vực ứng dụng điển hình bao gồm dập cắt và định hình, dập cắt chính xác, đúc ép nguội, dàn mỏng và đúc bột. Hợp phần thép cơ bản được tán nhỏ, đưa đi nito hóa và sau đó bột được nạp vào khuôn nung và được đưa đi ép nóng đẳng tĩnh (hot isostatic pressing - HIP) để tạo ra thép đẳng hướng. Thép tính năng cao được sản xuất theo cách này được mô tả trong WO 00/79015 A1.

Mặc dù thép đã biết có profin đặc tính rất ưu việt, vẫn cố gắng không ngừng để cải tiến vật liệu chế tạo dụng cụ để cải thiện hơn nữa chất lượng bề mặt của sản phẩm được sản xuất cũng như kéo dài tuổi thọ của dụng cụ, đặc biệt là trong các điều kiện vận hành khắc nghiệt, đòi hỏi tính chống chịu tốt đối với sự mòn do ma sát và sự mài mòn cùng lúc. Trong nhiều ứng dụng, mong muốn rằng vật liệu cũng có tính chống ăn mòn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là nhằm đề xuất hợp kim được sản xuất từ bột kim loại (PM) có profin đặc tính được cải thiện để dùng cho các ứng dụng định hình tiên tiến.

Một mục đích khác của sáng chế là nhằm đề xuất hợp kim được sản xuất từ bột kim loại (PM) có thành phần và vi cấu trúc giúp cải thiện chất lượng bề mặt của sản phẩm được tạo ra bằng cách sử dụng hợp kim trong dụng cụ và khuôn đúc.

Các mục đích nêu trên, cũng như là các lợi ích khác đạt được đến một mức độ

đáng kể bằng cách tạo ra hợp kim có thành phần và vi cấu trúc như được nêu trong phần yêu cầu bảo hộ. Sáng chế được xác định trong phần yêu cầu bảo hộ.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Fig. 1: Vi cấu trúc của hợp kim theo sáng chế. Pha trắng là Mo_2FeB_2 . Chiều dài của thang đo là 10 μm .

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế đề cập đến hợp kim chứa pha rắn bao gồm chủ yếu borua phức chứa Fe và/hoặc Ni trong chất nền trên cơ sở Fe- và/hoặc Ni. Tốt hơn là, chất nền này có khả năng tôi cứng (hóa cứng). Borua kép là hợp chất thuộc loại $\text{M}_2\text{M}'\text{B}_2$, trong đó M và M' là kim loại thuộc phức borua này. Nguyên tố tạo thành borua đã nêu thường được chọn từ Cr, Mo, W, Ti, V, Nb, Ta, Hf và Co. Trong trường hợp này, M là Mo và M' là Fe và/hoặc Ni. Tuy nhiên, borua có thể chứa lượng đáng kể gồm một hoặc nhiều nguyên tố tạo borua khác. Tuy nhiên, trong phần dưới đây, borua kép sẽ được đề cập đến như là Mo_2FeB_2 đối với hợp kim trên cơ sở Fe mặc dù borua có thể còn chứa Ni và một hoặc nhiều trong số các nguyên tố tạo borua đã nêu ở trên. Tương tự, trong hợp kim trên cơ sở Ni, borua kép sẽ được đề cập đến như là Mo_2NiB_2 . Cỡ hạt của các hạt ở pha rắn có thể được xác định bằng phương pháp phân tích hình ảnh trên kính hiển vi. Cỡ hạt thu được theo cách này là đường kính tương ứng với đường kính của hình tròn với cùng diện tích ước lượng như hạt này, đường kính vòng tròn tương đương (Equivalent Circle Diameter - ECD).

Tầm quan trọng của mỗi nguyên tố riêng rẽ và sự tương tác giữa chúng với nhau cũng như là giới hạn của các thành phần hóa học của hợp kim được yêu cầu bảo hộ được giải thích một cách ngắn gọn trong phần dưới đây. Tất cả các tỷ lệ phần trăm đối với thành phần hóa học của thép được đưa ra theo % khối lượng trong toàn bộ phần mô tả. Các giới hạn trên và dưới của mỗi nguyên tố có thể được kết hợp một cách tự do trong các giới hạn được chỉ ra trong điểm 1 yêu cầu bảo hộ.

Cacbon (0 – 2,5%)

Cacbon không cần phải có mặt trong hợp kim trên cơ sở Ni. Tuy nhiên, trong nhiều hợp kim trên cơ sở Fe, cacbon cần phải có mặt. Hàm lượng cacbon thấp, chẳng

hạn như $\leq 0,15\%$, $\leq 0,05\%$, $\leq 0,03$ hoặc thậm chí $\leq 0,01\%$ được sử dụng trong các loại thép không gỉ khác nhau. Vì vậy, giới hạn dưới có thể được đặt ở 0,005%, 0,01%, 0,02% hoặc 0,03%. Cacbon có thể được chứa với lượng 0,02 – 0,9%, 0,05 – 0,5%, 0,05 – 0,2% hoặc 0,05 – 0,25%, đặc biệt để tạo thành NbC kết tủa mịn trong thép không gỉ Austenit định hình nhôm (Alumina Forming Austenitic - AFA). Mặt khác, lượng cacbon tối thiểu trong nhiều loại thép dụng cụ có thể được đặt ở 0,1% hoặc 0,2%, 0,3% hoặc 0,35%. Giới hạn trên của cacbon là 2,5%. Cacbon là quan trọng đối với sự tạo thành carbua và đối với việc làm cứng thép dụng cụ. Tốt hơn là, hàm lượng cacbon được điều chỉnh để thu được 0,4-0,6% C hòa tan trong nền ở nhiệt độ austenit hóa tạo ra nền có độ bền cao sau khi tôi. Nhiệt độ austenit hóa tốt hơn là 1080 – 1120°C. Trong nhiều trường hợp, lượng cacbon nên được kiểm soát sao cho lượng carbua thuộc loại $M_{23}C_6$, M_7C_3 , M_6C , M_2C và MC trong thép bị giới hạn. Vì vậy, giới hạn trên có thể được đặt ở 2,1%, 1,5%, 1,3%, 1,0%, 0,8%, 0,6%, 0,5% hoặc 0,45%.

Crom (0 – 25%)

Crom thường có mặt trong hợp kim trên cơ sở Ni và Fe. Giới hạn dưới là 0%. Tuy nhiên, trong hợp kim trên cơ sở Fe, Crom trong nhiều ứng dụng có mặt với hàm lượng ít nhất là 0, 5%, 1%, 1,5%, 2%, 3% hoặc 3,5% để tạo ra khả năng tôi thích đáng. Cr tốt hơn là cao hơn để tạo ra khả năng tôi tốt ở các tiết diện lớn trong quá trình xử lý nhiệt. Nếu hàm lượng crom quá cao, điều này có thể dẫn đến sự hình thành carbua không mong muốn, như M_7C_3 . Ngoài ra, điều này cũng có thể làm tăng xu hướng austenit được giữ lại trong vi cấu trúc. Để đạt được khả năng tôi tốt, mong muốn có ít nhất 2% Cr, tốt hơn là 2,5%, 3%, 3,5% hoặc 4% được hòa tan trong chất nền. Đối với ứng dụng thép không gỉ, tốt hơn là hợp kim chứa ít nhất 11%, 12% hoặc 13% Cr trong chất nền. Giới hạn dưới có thể được đặt ở 3,1%, 3,2%, 3,4%, 3,6%, 3,8%, 4,0% hoặc 4,2%. Giới hạn trên có thể được đặt ở 7,0%, 6,5%, 6,0%, 5,4%, hoặc 4,6%. Mặt khác, hàm lượng crom lớn hơn 10%, tốt hơn là lớn hơn 12% được sử dụng đối với những ứng dụng thép không gỉ. Giới hạn trên đối với hợp kim thép không gỉ là 25% và có thể được đặt ở 20%, 19%, 18%, 17%, 16%, 15%, 14% hoặc 13%.

Molypden (4 – 35%)

Mo là nguyên tố chính định hình nên borua cứng. Trong sáng chế này, lượng

molypden lớn được sử dụng để thu được sự kết tủa mong muốn của borua Mo_2FeB_2 nằm trong khoảng 3-35% thể tích. Molypden nên có mặt với lượng ít nhất 4%. Giới hạn dưới có thể là 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 11%, 12%, 13%, 14%, 15%, 16%, 17%, 18% 19% hoặc 20%. Giới hạn trên là 35% để tránh vấn đề về độ giòn. Giới hạn trên có thể được đặt ở 34%, 33%, 32%, 31%, 30%, 29%, 28%, 27%, 26%, 25%, 24%, 23% hoặc 22%. Khoảng được ưu tiên bao gồm 8 – 32%, 12-30% và 15-25%. Mo cũng được biết là có ảnh hưởng rất có lợi đến khả năng tôi, nó là thiết yếu để đạt được đáp ứng cứng thứ cấp. Vì lý do này, tốt hơn là lượng Mo duy trì trong chất nền sau khi tôi ở 1100°C là 1,5-2,5%. Tuy nhiên, quá nhiều Mo được hòa tan trong chất nền sau khi làm cứng có thể dẫn đến lượng austenit được giữ lại quá cao và dẫn đến độ cứng giảm. Vì lý do này, mong muốn cân bằng làm lượng Mo với các pha borua cứng chứa Mo sao cho chất nền không chứa nhiều hơn 4% hoặc 3,5% Mo được hoàn tan trong đó, tốt hơn là không nhiều hơn 3,2% Mo. Khoảng Mo hòa tan được ưu tiên có thể được đặt ở 2,1 – 3,1%. Vì lý do này, tỷ lệ Mo/B tốt hơn là có thể được điều chỉnh đến khoảng 7 – 18, tốt hơn nữa là 9 – 12. Một lý do khác của việc cân bằng tỷ lệ Mo/B là để tránh cho việc dư quá nhiều molypden, mà điều này dẫn đến sự tạo thành pha lục giác M_2C , ở đó M chủ yếu là Mo và/hoặc V. Lượng của pha M_2C có thể được giới hạn ở $\leq 1,5\%$ thể tích, tốt hơn là $\leq 1\%$ thể tích hoặc thậm chí $\leq 0,5\%$ thể tích.

Bo (0,2 – 2,8%)

Bo, là nguyên tố chính định hình nên pha cứng, cần phải chiếm ít nhất 0,2% để tạo ra lượng tối thiểu 3% pha cứng Mo_2FeB_2 . Lượng B được giới hạn ở 2,8% để không khiến cho hợp kim này trở nên giòn. Giới hạn dưới có thể được đặt ở 0,3%, 0,4%, 0,5%, 0,6%, 0,7%, 0,8%, 0,9%, 1,0%, 1,1%, 1,2%, 1,3%, 1,4%, 1,5%, 1,6%, 1,7%, 1,8%, 1,9% hoặc 2,0%. Giới hạn trên có thể được đặt ở 2,7%, 2,6%, 2,5%, 2,4%, 2,3% hoặc 2,2%.

Vonfram ($\leq 22\%$)

Vonfram có thể có mặt với lượng lên đến 22% do hàm lượng W cao thường được sử dụng trong hợp kim trên cơ sở Ni, thép gió (high speed steels - HSS) và trong thép dụng cụ kiểu chữ T. Ảnh hưởng của vonfram là tương tự như ảnh hưởng của Mo. Tuy nhiên, để đạt được ảnh hưởng tương tự, cần bổ sung lượng W nhiều gấp đôi lượng

Mo theo % khối lượng. Vonfram đắt tiền và cũng làm phức tạp hóa việc xử lý kim loại phế liệu. Vì vậy, trong hợp kim trên cơ sở Fe, lượng tối thiểu có thể được giới hạn ở 3%, 2,5%, 2%, 1,9%, 1,8%, 1,7%, 1,6%, 1,5 %, 1%, 0,5% hoặc 0,3%.

Vanadi ($\leq 15\%$)

Vanadi tạo thành carbua được kết tủa sơ cấp và thứ cấp được phân bố đồng đều thuộc loại MC. Trong thép theo sáng chế, M chủ yếu là vanadi nhưng Cr và Mo có thể có mặt ở một mức độ nào đó. Lượng V tối đa được bổ sung vào bị giới hạn ở 15% và lượng tối đa được ưu tiên là 5%. Tuy nhiên, trong trường hợp này, V chủ yếu được bổ sung để nền thép có thành phần mong muốn trước khi làm cứng. Vì vậy, lượng bổ sung có thể bị giới hạn ở 2,0%, 1,5%, 1,0%, 0,9%, 0,8%, 0,7%, 0,6% hoặc 0,5%. Giới hạn dưới có thể được đặt ở 0,05%, 0,1%, 0,12%, 0,14%, 0,16%, 0,15% hoặc 0,2%. Khoảng được ưu tiên là 0,1-0,5% V.

Niobi ($\leq 15\%$)

Niobi tương tự với vanadi ở chỗ nó tạo thành MC. Tuy nhiên, để đạt được ảnh hưởng tương tự, cần bổ sung lượng Nb nhiều gấp đôi lượng V theo % khối lượng. Nb cũng tạo ra MC với hình dạng góc cạnh hơn. Do vậy, lượng Nb tối đa được bổ sung vào bị giới hạn ở 15% lượng tối đa được ưu tiên là 5%. Giới hạn trên có thể được đặt ở 4%, 3%, 2%, 1%, 0,5%, 0,3%, 0,1% hoặc 0,05%. Niobi có thể được đưa vào để tạo thành NbC kết tủa mịn trong thép không gỉ nhôm định hình austenit (Alumina Forming Austenitic - AFA) . Vì vậy, hàm lượng được ưu tiên là 0,1 – 1,5%.

Silic ($\leq 2,5\%$)

Silic có thể được sử dụng để khử oxy. Si cũng làm tăng hoạt tính cacbon và có lợi đối với khả năng gia công trên máy. Để khử oxy tốt, tốt hơn là điều chỉnh hàm lượng Si đến ít nhất là 0,1%. Do vậy, tốt hơn là Si có mặt với lượng 0,1 – 2,5 %. Giới hạn dưới có thể được đặt ở 0,15%, 0,2%, 0,25%, 0,3%, 0,35% hoặc 0,4%. Tuy nhiên, Si là chất hình thành ferit bền và cần giới hạn ở 2,5%. Giới hạn trên có thể được đặt ở 1,5%, 1%, 0,8%, 0,7% hoặc 0,6%. Khoảng được ưu tiên là 0,2 – 0,8%. Si không được mong muốn với lượng cao trong một số hợp kim như một số loại thép không gỉ được tạo hợp kim từ nhôm. Vì vậy, giới hạn trên cũng có thể được đặt ở 0,6%, 0,5%, 0,4%,

0,3%, 0,2%, 0,1% hoặc 0,05%.

Mangan (0 – 15%)

Mn là chất hình thành austenit và làm tăng độ hòa tan của nitơ trong hợp kim. Do vậy, Mn có thể có mặt với lượng lên đến 15%. Mangan góp phần vào việc cải thiện khả năng tôi của thép và cùng với mangan sulfua góp phần cải thiện khả năng gia công trên máy bằng mangan sulfua định hình. Vì vậy, mangan có thể có mặt với hàm lượng tối thiểu là 0,1%, tốt hơn là ít nhất 0,2%. Ở hàm lượng lưu huỳnh cao hơn, mangan ngăn ngừa tính giòn nóng trong thép. Giới hạn trên có thể được đặt ở 10%, 5%, 2,5%, 1,5%, 1,2%, 1,0%, 0,8% hoặc 0,6%. Tuy nhiên, trong hợp kim trên cơ sở Fe, các khoảng được ưu tiên là 0,2 – 0,8% và 0,2 – 0,6%.

Nikel

Nikel có thể được sử dụng một cách cân đối để khiến cho các sản phẩm trên cơ sở Ni có Mo_2NiB_2 là pha cứng chiếm ưu thế. Tuy nhiên, trong hợp kim trên cơ sở Fe, Ni là tùy ý và tốt hơn là có thể có mặt với lượng không nhiều hơn 25%, 20% hoặc 15%. Điều này giúp cho thép có khả năng tôi tốt và độ dai. Nikel có thể được sử dụng để định hình pha liên kim cùng với Al và vì vậy nó được sử dụng để củng cố sự kết tủa trong thép mactensit hóa già. Ngoài ra, Ni là không thể bỏ qua trong hợp kim AFA và thường có mặt với lượng nằm trong khoảng 10 -30%. Do đắt tiền, hàm lượng nikel trong nhiều loại thép bị giới hạn. Theo đó, giới hạn trên có thể được đặt ở 5%, 2%, 1,0% hoặc 0,3% trong hợp kim trên cơ sở Fe.

Sắt

Sắt có thể được sử dụng một cách cân đối để khiến cho các sản phẩm trên cơ sở Fe có Mo_2FeB_2 là pha rắn chiếm ưu thế. Tuy nhiên, trong hợp kim trên cơ sở Ni, Fe là tùy ý và có thể có mặt với lượng không nhiều hơn 15%. Giới hạn trên có thể là 8%, 7%, 6%, 5%, 4% hoặc 3%.

Đồng ($\leq 5,0\%$)

Cu là nguyên tố tùy chọn, có thể góp phần vào việc gia tăng độ cứng và tính chống ăn mòn của thép. Giới hạn trên có thể là 4%, 3%, 2%, 1%, 0,9%, 0,7%, 0,5%, 0,3% hoặc 0,1%. Tuy nhiên, không thể tách đồng từ thép một khi nó đã được bổ sung

vào. Điều này rõ ràng khiến cho việc xử lý phế liệu là khó khăn hơn. Vì lý do đó, đồng thường không được bổ sung vào một cách cố tình.

Coban ($\leq 20\%$)

Co là nguyên tố tùy chọn, có thể có mặt với lượng không nhiều hơn 20%. Co hoàn tan trong sắt (ferit và austenit) và làm tăng độ bền của nó trong khi đồng thời tạo ra độ bền ở nhiệt độ cao. Co làm tăng nhiệt độ M_s . Co có thể thay thế phần lớn Fe trong borua Mo_2FeB_2 . Coban thường được sử dụng trong thép gió. Tuy nhiên, Co đắt tiền. Vì vậy, giới hạn trên có thể được đặt ở 8%, 7%, 6%, 5%, 4% hoặc 3%. Hàm lượng tối đa được ưu tiên là 2%. Tuy nhiên, việc xử lý phế liệu sẽ trở nên khó khăn hơn. Vì lý do này, Co cần không được bổ sung vào một cách cố tình.

Ti, Ta, Zr, Hf, Y và REM

Các nguyên tố này có thể tạo thành borua, các oxit và/hoặc carbua của nitrua và có thể có mặt trong hợp kim với lượng thuộc khoảng yêu cầu bảo hộ cho một hoặc nhiều mục đích như làm biến đổi thành phần của pha rắn, cải thiện tính chống oxy hóa. REM là chữ viết tắt của Rare Earth Metals và bao gồm các nguyên tố có số thứ tự nguyên tử là 21 hoặc 57-71.

Tuy nhiên, đối với nhiều ứng dụng, không nguyên tố nào trong số các nguyên tố này được bổ sung vào một cách cố tình.

Phospho

P là nguyên tố không tinh khiết và là nguyên tố gia cố dung dịch rắn. Tuy nhiên, P có xu hướng tách biệt với các ranh giới của hạt, làm giảm sự dính kết và do đó giảm độ dai. Vì vậy, P thường bị giới hạn ở $\leq 0,05\%$.

Lưu huỳnh ($\leq 0,5\%$)

S góp phần vào việc cải thiện khả năng gia công trên máy của thép. Ở hàm lượng lưu huỳnh cao hơn, thép có nguy cơ có tính giòn nóng. Ngoài ra, hàm lượng lưu huỳnh cao có thể có ảnh hưởng bất lợi đến đặc tính độ mỏi của thép. Vì vậy, thép sẽ chứa $\leq 0,5\%$, tốt hơn là $\leq 0,03\%$.

Nitơ ($\leq 0,5\%$)

Nitơ là một thành phần tùy chọn. N có thể có mặt trong dung dịch rắn nhưng cũng có thể được tìm thấy trong các hạt ở pha rắn cùng với B và C. Giới hạn trên có thể là 0,4%, 0,3%, 0,2%, 0,15%, 0,1%, 0,05% và 0,03%.

Nhôm ($\leq 7\%$)

Nhôm là một thành phần tùy chọn. Al có thể được bổ sung để khử oxy hợp kim, nhằm tạo ra hợp chất liên kim hoặc tạo ra tính chống oxy hóa. Cụ thể, nhôm có thể được sử dụng trong hợp kim ferit thuộc loại FeCrAl hoặc FeCrAlY cũng như là trong thép không gỉ austenit định hình nhôm (Alumina Forming Austenitic - AFA). Trong loại hợp kim được kể đến sau cùng, hàm lượng nhôm tối thiểu có thể được đặt ở 0,8%, 1,0%, 1,2%, 1,4%, 1,6% hoặc 2%. Giới hạn dưới để khử oxy có thể được đặt ở 0,005%, 0,01% hoặc 0,03%. Nếu Al được sử dụng để tạo ra lớp bề mặt bảo vệ của nhôm, thì giới hạn dưới có thể được đặt ở 1%, 1,5%, 2%, 2,5% hoặc 3%. Giới hạn trên là 7% nhưng có thể được đặt ở 6%, 5%, 4,5%, 4% hoặc 3,5%.

Thép có thể được sử dụng ở dạng bột để sản xuất chất phụ gia (additive manufacturing - AM), cụ thể là bằng cách sử dụng các thiết bị thương mại để làm tan chảy nhờ laze hoặc nóng chảy bằng chùm điện tử. Vì vậy, nó có thể được sử dụng để tạo ra lớp sơn phủ chịu mài mòn trên chất nền. Bột cũng có thể được sử dụng để hàn lửa hoặc ứng dụng tương tự.

Hợp kim được sản xuất bởi bột kim loại, tốt hơn là bằng cách phun khí, và có nền định hình, hợp kim này bao gồm theo % khối lượng:

C: 0 – 2,5

Si: 0 – 2,5

Mn: 0 – 15

Mo: 4 – 35

B: 0,2 – 2,8

Cr: 0 – 25

V: ≤ 15

Nb: ≤ 15

Ti: ≤ 5

Ta: ≤ 5

Zr: ≤ 5

Hf: ≤ 5

Y: ≤ 3

Co: ≤ 20

Cu: ≤ 5

W: ≤ 22

S: $\leq 0,5$

N: $\leq 0,5$

Al: ≤ 7

REM: $\leq 0,5$

phần còn lại là Fe và/hoặc Ni không kể tạp chất, hợp kim bao gồm 3-35% thể tích các hạt ở pha rắn chứa ít nhất một trong số các borua, nitrua, carbua và/hoặc tổ hợp của chúng, tốt hơn là, ít nhất 60% các hạt ở pha rắn chứa Mo_2FeB_2 hoặc Mo_2NiB_2 . Ít nhất 90% các hạt ở pha rắn có cỡ hạt nhỏ hơn $5\text{ }\mu\text{m}$ và ít nhất 50% các hạt ở pha rắn có cỡ hạt nằm trong khoảng $0,3 - 3\text{ }\mu\text{m}$. Tốt hơn là tỷ lệ Mo/B được điều chỉnh đến nằm trong khoảng 7 -18 và nền của hợp kim không chứa nhiều hơn 4% Mo. Thành phần thép và việc xử lý nhiệt có thể được lựa chọn để tạo nền ferit, mactensit, austenit hoặc nền song pha austenit/ferit cho thép. Lượng austenit được giữ lại trong nền mactensit có thể bị giới hạn ở 15% thể tích, 10% thể tích, 5% thể tích hoặc 2% thể tích.

Ví dụ thực hiện sáng chế**Ví dụ 1**

10 kg hợp kim có thành phần (theo % khối lượng) được đưa ra dưới đây được làm tan chảy trong lò trong phòng thí nghiệm và được đưa đi phun khí Ar.

C: 0,3

Si: 0,3

Mn: 0,3

Mo: 19

B: 2,1

Fe: phần còn lại.

Bột được rây đến $< 500 \mu\text{m}$, được nạp vào các khuôn nung thép có đường kính 63 mm và chiều cao 150 mm. Thực hiện ép nóng đẳng tĩnh (HIP) ở nhiệt độ 1150°C , thời gian giữ nhiệt là 2 giờ và áp lực là 110 MPa. Tốc độ làm nguội là $< 1^{\circ}\text{C/s}$. Vật liệu thu được theo cách này được rèn ở 1130°C đến kích thước 20x30 mm. Thực hiện ủ hoàn toàn ở 900°C với tốc độ làm nguội 10°C/h xuống đến 750°C và sau đó làm nguội tự do trong không khí. Việc làm cứng được thực hiện bằng cách austenit hóa ở 1100°C trong 30 phút sau đó tôi trong nước và tiếp theo là ram. Kết quả thử nghiệm độ cứng sau khi ram được đưa ra trong bảng 1.

Lượng pha cứng được nhận thấy là chiếm 24% thể tích và borua được nhận thấy là có cỡ hạt nhỏ. Tỷ lệ diện tích của borua ở các loại cỡ hạt khác nhau được nêu trong bảng 2 dưới đây.

Nhiệt độ ram ($^{\circ}\text{C}$)	Độ cứng HRC
200	60
300	56
400	54

500	53
525	53
550	54
600	49

Bảng. 1. Độ cứng là hàm số của nhiệt độ ram sau khi làm cứng từ 1100°C.

Khoảng kích cỡ (μm)	Phần diện tích (%)
0-1	6,3
1-2	13,5
2-3	4,0
3-4	0,2

Bảng. 2. Phân bố kích thước của borua.

Vì cấu trúc được thể hiện trên Fig. 1. Tỷ lệ diện tích cao và phân bố đồng đều của Mo_2FeB_2 borua tạo ra vật liệu có đặc tính chống mòn do ma sát tuyệt vời tới mức nó có thể bỏ qua việc xử lý bề mặt như PVD, CVD và TD.

Ví dụ 2

Hợp kim có thành phần được nêu dưới đây được sản xuất như được mô tả trong ví dụ 1.

C: 0,32

Si: 0,44

Mn: 0,3

Mo: 19

B: 2

Cr: 11

V: 0,26

Fe: phần còn lại.

Lượng pha cứng Mo_2FeB_2 được nhận thấy là chiếm 25,1% thể tích và borua được nhận thấy là mịn và được phân bố đồng đều trong nền. Thành phần của nền sau khi làm cứng được tính toán bằng phần mềm Thermo-Calc có sử dụng cơ sở dữ liệu của thép. Nhận thấy nền chứa 12,3%Cr và 2,8% Mo có tính chống ăn mòn tốt.

Ví dụ 3

Hợp kim có thành phần được nêu dưới đây được sản xuất như đã mô tả trong ví dụ 1 nhưng khí Nitơ được sử dụng để phun khí.

C: 0,083

Si: 0,45

Mn: 0,64

Mo: 11,1

B: 1,0

Cr: 11,3

Nb: 0,7

Ni: 1,2

Al: 2,0

Fe: phần còn lại.

Lượng pha cứng Mo_2FeB_2 được nhận thấy là chiếm 12,6% thể tích và borua được nhận thấy là mịn và được phân bố đồng đều trong nền. Ngoài ra, lượng MC được nhận thấy là chiếm 0,6%, ở đó M chủ yếu là Nb. Thành phần nền tính toán được nhận thấy là chứa 0,02% C, 12,0% Cr, 3% Mo, 17,4% Ni, 2,3% Al và 0,2% Nb. Vì vậy, hợp kim ở ví dụ này có thể được phân loại như là thép không gỉ austenitic định hình nhôm (Alumina Forming Austenitic - AFA) được tăng cường borua.

Ví dụ 4

Thép không gỉ hóa già được tăng cường borua được sản xuất bằng cách phun khí. Thép hợp kim có thành phần sau đây (theo % khối lượng):

C: 0,03

Si: 0,3

Mn: 0,3

Mo: 11,0

B: 1,1

Cr: 11,4

Ni: 7,5

Al: 1,4

Fe: phần còn lại.

Lượng pha cứng Mo_2FeB_2 được nhận thấy là chiếm 13,9% thể tích và borua được nhận thấy là mịn và được phân bố đồng đều trong nền. Thành phần nền tính toán được nhận thấy là chứa 0,035% C, 12,05% Cr, 2,2% Mo, 8,6% Ni và 1,6% Al. Thép này là thép mactensit hóa già có thể được làm cứng đến độ cứng nền mong muốn trong khoảng 40-52 HRC bằng cách hóa già ở nhiệt độ 525°C đến 600°C. Do nền được hợp kim hóa tốt, thép được nhận thấy là có tính chống ăn mòn nổi bật và do vậy rất thích hợp để làm vật liệu làm khuôn đúc chất dẻo đối với những chất dẻo và cao su chứa các chất phụ gia có tính ăn mòn.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Hợp kim theo sáng chế là hữu hiệu đối với nhiều ứng dụng. Đặc biệt, thép này là hữu hiệu trong các ứng dụng đòi hỏi tính chịu mòn do ma sát cực kỳ cao.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hợp kim trên cơ sở Fe được sản xuất bởi bột kim loại và có nền định hình, hợp kim này bao gồm các nguyên tố sau theo % khối lượng:

C: 0 – 2,5

Si: 0 – 2,5

Mn: 0 – 15

Mo: 4 – 35

B: 1,6 – 2,8

Cr: 3 – 25

V: ≤ 15

Nb: ≤ 15

Ti: ≤ 5

Ta: ≤ 5

Zr: ≤ 5

Hf: ≤ 5

Y: ≤ 3

Co: ≤ 20

Cu: ≤ 5

W: ≤ 22

S: $\leq 0,5$

N: $\leq 0,5$

Al: ≤ 7

REM: $\leq 0,5$

Ni: $\leq 25\%$

phần còn lại là Fe và tạp chất,

tỷ lệ Mo/B là 7-18,
 trong đó hợp kim này chứa các hạt ở pha rắn với lượng 15-35% thể tích,
 các hạt ở pha rắn chứa ít nhất một trong số borua, nitrua, carbua và/hoặc tổ hợp
 của chúng,
 ít nhất 90% các hạt ở pha rắn có cỡ hạt nhỏ hơn 5 μm và
 ít nhất 50% các hạt ở pha rắn có cỡ hạt nằm trong khoảng từ 0,3 μm đến 3 μm ,
 và
 ít nhất 60% các hạt ở pha rắn chứa Mo_2FeB_2 ,
 nền của hợp kim không chứa nhiều hơn 4% Mo.

2. Hợp kim theo điểm 1, trong đó hợp kim này đáp ứng ít nhất một trong các điều kiện sau:

hợp kim chứa các hạt ở pha rắn với lượng 15-30% thể tích,
 ít nhất 90% các hạt ở pha rắn có cỡ hạt $\leq 3 \mu\text{m}$,
 ít nhất 80% các hạt ở pha rắn có cỡ hạt nằm trong khoảng từ 0,3 μm đến 3 μm ,
 hợp kim có tỷ trọng theo lý thuyết (theoretical density - TD) $>98\%$,
 hợp kim không chứa nhiều hơn 5% austenit được giữ lại.

3. Hợp kim theo điểm 1 hoặc 2, trong đó phần còn lại của hợp kim là Fe và hợp kim này đáp ứng ít nhất một trong các điều kiện sau (tính theo % khối lượng):

C: 0,02 – 1,5

Si: 0,1 – 1,5

Mn: 0,1 – 1,5

Mo: 8 – 30

Ni: ≤ 25

B: 1,6 – 2,5

Cr: 3 – 20

V: ≤ 5

Nb: 0,05 – 1,5

Ti: 0,05 – 1,5

Ta: 0,05 – 1

Zr: 0,05 – 1

Hf: 0,05 – 1

Y: 0,05 – 1

Co: ≤ 8

Cu: $\leq 0,5$

W: ≤ 3

S: $\leq 0,03$

N: $\leq 0,1$

Al: 0,01 – 4,5

ít nhất 80% các hạt ở pha rắn chứa Mo_2FeB_2 và/hoặc

nền hợp kim không chứa nhiều hơn 3,8% Mo.

4. Hợp kim theo điểm 1 hoặc 2, trong đó hàm lượng $\text{Ni} \leq 5$ và hợp kim đáp ứng ít nhất một trong các điều kiện sau (theo % khối lượng):

C: 0,3 – 0,5

Si: 0,2 – 0,8

Mn: 0,2 – 0,8

Mo: 12 – 25

B: 1,8 – 2,2

Cr: 3,0 – 16

V: 0,1 – 2,0

Al: 1,5 – 3,5

Nb: 0,3 – 1,5

Al: 2 – 5

Co: ≤ 2

ít nhất 90% các hạt ở pha rắn chứa Mo_2FeB_2 ,

nền của hợp kim không chứa nhiều hơn 3,5% Mo,

hợp kim không chứa nhiều hơn 2% austenit được giữ lại.

5. Hợp kim theo điểm 1 hoặc 2, trong đó hợp kim này có phần còn lại là Fe và hợp kim này đáp ứng ít nhất một trong các điều kiện sau (theo % khối lượng):

C: 0,02 – 0,15

Si: 0,2 – 0,6

Mn: 0,2 – 0,6

Mo: 4 - 15

B: 1,6 – 2,0

Cr: 10 – 25

V: $\leq 0,7$

Nb: 0,5 – 1,5

Ni: 5 – 25

Al: 1 – 4.

6. Hợp kim theo điểm 5, trong đó hợp kim này chứa Al với lượng 1-4% khối lượng và hợp kim này có nền austenit và ít nhất 60% các hạt phi kim ở pha rắn chứa Mo_2FeB_2 hoặc Mo_2NiB_2 , trong đó bề mặt của hợp kim bao gồm một lớp Al_2O_3 .

7. Hợp kim theo điểm 1 hoặc 2, trong đó hợp kim này có phần còn lại là Fe và hợp kim này đáp ứng ít nhất một trong các điều kiện sau (theo % khối lượng):

C: 0,35 – 0,45

Si: 0,2 – 0,6

Mn: 0,2 – 0,6

Cr: 10,0 – 15,0

V: 0,1 – 0,5

N: 0,01 – 0,07.

8. Hợp kim theo điểm 1 hoặc 2, trong đó hợp kim này đáp ứng ít nhất một trong các điều kiện sau (theo % khối lượng):

V: 0,2 – 0,4

P: < 0,05

S: < 0,003

O: < 0,005.

9. Hợp kim theo điểm 1 hoặc 2, trong đó hợp kim này có phần còn lại là Fe và hợp kim này được làm cứng và đáp ứng các điều kiện sau (theo % khối lượng):

C: 0,4 – 0,5

Si: 0,3 – 0,5

Mn: 0,3 – 0,5

Mo: 15 – 25

Cr: 4,0 – 5,0

V: 0,3 – 0,4.

10. Hợp kim theo điểm 1 hoặc 2, trong đó hợp kim này chứa các hạt ở pha rắn với lượng 15 – 25% thể tích và trong đó cỡ hạt của các hạt ở pha rắn $\leq 4 \mu\text{m}$.

11. Hợp kim theo điểm 1 hoặc 2, trong đó hợp kim này được đưa đi phun khí và ép nóng đẳng tĩnh để thu được hợp kim là hợp kim đẳng hướng.

1/1

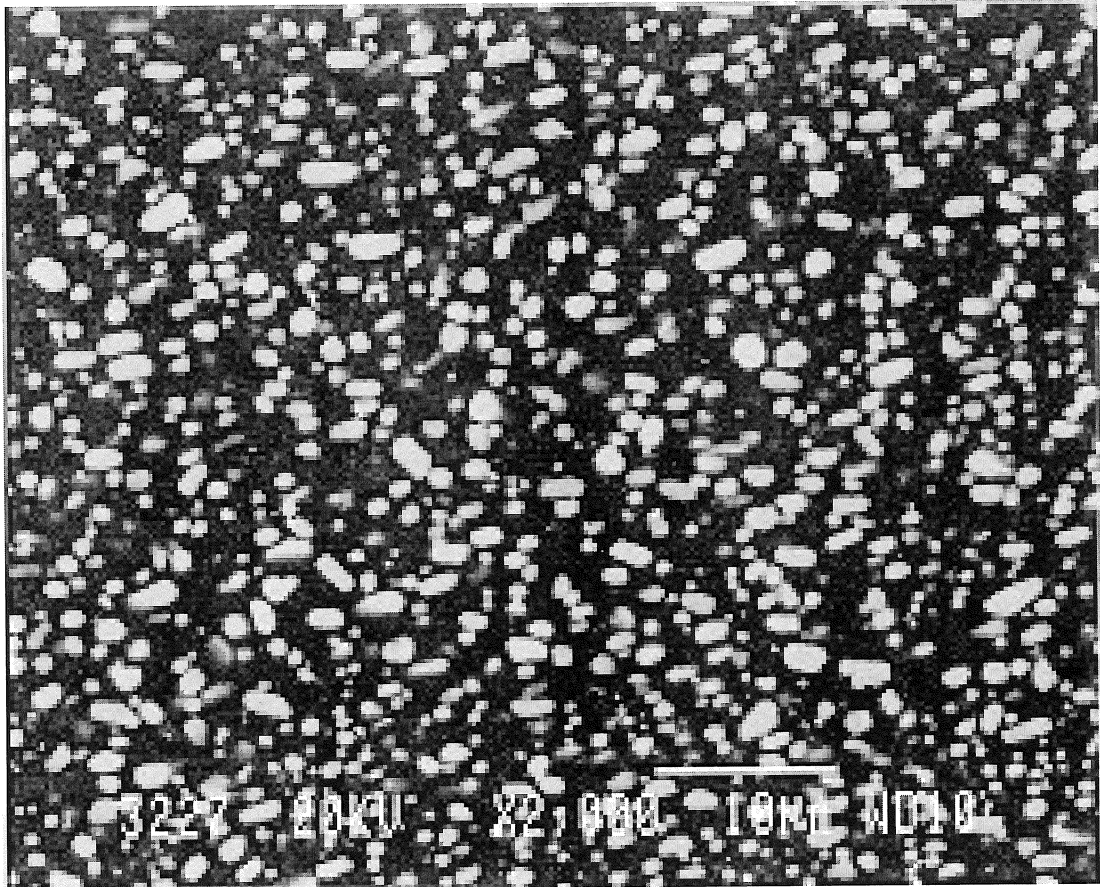


Fig. 1: Vi cấu trúc của hợp kim theo sáng chế. Pha trắng là Mo₂FeB₂. Chiều dài của thang đo là 10 μm