



(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)



1-0032375

(51)⁸ C23C 30/00; C21D 8/04; C23C 2/28;
C23C 28/02; C21D 1/673; C23C 2/26

(13) B

(21) 1-2018-04379

(22) 26/04/2017

(86) PCT/IB2017/000482 26/04/2017

(87) WO2017/187255 02/11/2017

(30) PCT/IB2016/000549 29/04/2016 IB

(45) 25/06/2022 411

(43) 25/02/2019 371A

(73) ARCELORMITTAL (LU)

24-26, Boulevard d'Avranches L-1160 Luxembourg, LUXEMBOURG

(72) GEORGES, Cédric (FR); DUMINICA, Florin (BE); STUREL, Thierry (FR);
DRILLET, Pascal (FR).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP TĂNG CỨNG THÉP BẰNG CÁCH ÉP, CHI TIẾT ĐƯỢC TẠO
RA TỪ PHƯƠNG PHÁP NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp tăng cường thép bằng cách ép bao gồm bước chuẩn bị tấm thép cacbon đã được phủ lớp phủ lót kiểu rào chắn chứa niken và crom trong đó tỷ lệ khối lượng Ni/Cr nằm trong khoảng từ 1,5 đến 9. Chi tiết được tạo ra từ phương pháp này cũng được đề xuất.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp tăng cường thép bằng cách ép bao gồm bước chuẩn bị tấm thép cacbon đã được phủ lớp phủ lót kiểu rào chắn ức chế sự hấp phụ hydro và chi tiết có độ bền chống nứt trề tốt. Sáng chế đặc biệt thích hợp trong lĩnh vực sản xuất các xe có động cơ.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Đã biết các ứng dụng nhất định, đặc biệt là trong lĩnh vực sản xuất ô tô, đòi hỏi việc các cấu trúc kim loại phải nhẹ và bền hơn nữa trong trường hợp xảy ra va đập, và còn phải có khả năng kéo giãn tốt. Nhằm mục đích này, các loại thép có các tính chất cơ học được cải thiện thường được sử dụng, thép như vậy được tạo hình nguội và dập nóng.

Tuy nhiên, đã biết rằng tính dễ bị nứt trề tăng theo độ bền cơ học, đặc biệt là sau các công đoạn tạo hình nguội hoặc tạo hình nóng do các ứng suất tồn dư cao có khả năng còn sót lại sau khi làm biến dạng. Kết hợp với hydro nguyên tử có thể có mặt trong thép tấm cacbon, các ứng suất này có thể dẫn đến việc làm nứt trề, điều đó có nghĩa là hiện tượng nứt xảy ra ở một thời điểm nhất định sau khi làm biến dạng nó. Hydro có thể dần dần bị tích tụ bởi sự khuếch tán vào các lỗ hổng của mạng tinh thể, như các ranh giới nền/thể vùi, các ranh giới tinh thể sinh đôi và các ranh giới hạt. Nằm trong các lỗ hổng này hydro có thể trở nên có hại khi nó đạt tới nồng độ tới hạn sau một khoảng thời gian nhất định. Sự trề này là do phạm vi phân bố ứng suất tồn dư và do các động học của quá trình khuếch tán hydro, hệ số khuếch tán hydro ở nhiệt độ trong phòng là thấp. Ngoài ra, việc hydro khu trú ở các ranh giới hạt làm yếu sự dính kết của chúng và tạo điều kiện cho khả năng xuất hiện các vết nứt trề giữa các hạt.

Nhằm giải quyết vấn đề này, giải pháp đã biết thường là cải biến thành phần của thép nhằm ngăn ngừa sự hấp phụ của hydro vào thép.

Ví dụ, công bố đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số US2008035249 đề cập đến thép TWIP (Twinning-Induced Plasticity) bao gồm ít nhất một nguyên tố kim loại được chọn từ vanadi, titan, niobi, crom và molypden, trong đó thép này có thành phần như sau: $0,050\% \leq V \leq 0,50\%$; $0,040\% \leq Ti \leq 0,50\%$; $0,070\% \leq Nb \leq 0,50\%$; $0,070\% \leq Cr \leq 2\%$; $0,14\% \leq Mo \leq 2\%$ và, tùy ý, một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ $0,0005\% \leq B \leq 0,003\%$; $Ni \leq 1\%$; $Cu \leq 5\%$, lượng còn lại gồm sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ quá trình nấu chảy, các nguyên tố kim loại dưới dạng cacbua, nitrua hoặc cacbonitrua kết tủa: $0,030\% \leq Vp \leq 0,150\%$; $0,030\% \leq Tip \leq 0,130\%$; $0,040\% \leq Nbp \leq 0,220\%$; $0,070\% \leq Crp \leq 0,6\%$; $0,14\% \leq Mop \leq 0,44\%$. Thực vậy, các tác giả sáng chế đầu tiên đã chứng minh rằng cacbua, nitrua hoặc cacbonitrua của vanadi, titan hoặc niobi kết tủa là rất có hiệu quả để làm các bẫy hydro. Các crom hoặc molypden cacbua cũng có thể đáp ứng được vai trò này.

Tuy nhiên, khi việc tạo hình nóng được thực hiện, thì việc cải biến như vậy là đủ. Thực vậy, khi một tấm thép cacbon được tăng cứng bởi quy trình làm tăng cứng bằng cách ép, thì sẽ có nhiều khả năng là thép này sẽ hấp phụ hydro có nguồn gốc từ sự phân ly của H_2O trong lò trong quá trình xử lý austenit hoá.

Công bố đơn DE102010030465 đề cập đến phương pháp sản xuất chi tiết làm từ tấm kim loại có lớp phủ bảo vệ chống ăn mòn và được tạo ra từ vật liệu thép tấm có khả năng chịu kéo cao. Phương pháp này bao gồm các bước sau:

- biến đổi vật liệu dạng tấm nguyên liệu đã được chuẩn bị thành phôi kim loại dạng tấm;
- tạo ra lớp phủ chống ăn mòn bằng cách mạ điện phân lớp phủ kẽm-niken (C) lên chi tiết kim loại dạng tấm này, nhờ đó khi bắt đầu quy trình phủ, một lớp niken mỏng được lắng phủ đầu tiên, đồng thời còn cho phép ngăn ngừa sự hoá giòn do hydro của vật liệu dạng tấm thép này.

Công bố đơn DE102010030465 còn đề cập đến chi tiết đã được tạo hình nóng (P), và cụ thể là đã tấm kim loại đã được tăng cứng bằng cách ép làm từ vật liệu dạng tấm thép có khả năng chịu kéo cao có lớp phủ kẽm-niken đã được mạ điện phân (C). Điều cũng được kể đến là việc xử lý nhiệt có vai trò đẩy hydro nằm trong vật liệu dạng tấm nguyên liệu và hydro (cho phép ngăn ngừa gần như triệt để nhờ

lớp phủ niken mỏng đã được lắng phủ đầu tiên) có khả năng thâm nhập vào trong quá trình phủ lớp phủ kẽm-niken trong vật liệu dạng tấm thép này. Việc xử lý nhiệt khiến cho các nguyên tử hydro bị gắn chìm vào trong cấu trúc của vật liệu dạng tấm thép sẽ bị đẩy ra bởi sự phóng lưu. Sự hoá giòn do hydro của vật liệu dạng tấm thép này nhờ đó được ngăn chặn.

Tuy nhiên, lại có nguy cơ là lớp phủ niken đã được lắng phủ lên trên nền thép không đủ hiệu quả về khả năng ngăn ngừa sự hấp thu hydro vào trong thép.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do vậy, mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp tăng cứng thép bằng cách ép trong đó sự hấp phụ hydro vào trong tấm thép cacbon được ngăn ngừa. Sáng chế cũng nhằm mục đích để có thể có được chi tiết có độ bền chống nứt trể tốt có thể được tạo ra bởi phương pháp tăng cứng thép bằng cách ép nêu trên bao gồm bước tạo hình nóng.

Mục đích này đạt được bằng cách đề xuất phương pháp tăng cứng thép bằng cách ép bao gồm các bước:

- A) chuẩn bị tấm thép cacbon đã được phủ lớp phủ lót kiểu rào chắn chứa niken và crom, trong đó tỷ lệ khối lượng Ni/Cr nằm trong khoảng từ 1,5 đến 9,
- B) cắt tấm thép cacbon đã được phủ này để tạo ra phôi,
- C) xử lý nhiệt phôi này,
- D) chuyển phôi này vào dụng cụ ép,
- E) tạo hình nóng phôi này để tạo ra chi tiết,
- F) làm nguội chi tiết thu được ở bước E) để có được vi cấu trúc trong thép ở dạng mactensit hoặc mactensito-bainit hoặc được cấu thành bởi ít nhất 75% ferit đẳng trục, 5 tới 20% mactensit và bainit với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 10%.

Sáng chế cũng đề xuất chi tiết được tạo ra bởi phương pháp nêu trên.

Sáng chế cũng mô tả việc sử dụng chi tiết này để sản xuất xe có động cơ.

Các đặc tính và ưu điểm khác của sáng chế sẽ được làm rõ trong phần mô tả chi tiết dưới đây của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các thuật ngữ sau sẽ được xác định:

- tất cả các hàm lượng “%” đều được tính theo khối lượng; và
- thuật ngữ “tấm thép cacbon” chỉ tấm thép có dưới 10,5% khối lượng crom.

Ví dụ, thép không rỉ không nằm trong định nghĩa của tấm thép cacbon.

Thép bất kỳ có thể được sử dụng theo cách có lợi trong phạm vi của sáng chế. Tuy nhiên, trong trường hợp đòi hỏi thép có độ bền cơ học cao, cụ thể là để dùng cho các chi tiết kết cấu của xe có động cơ, thép có khả năng chịu kéo lớn hơn 500MPa, có lợi là nằm trong khoảng từ 500 đến 2000MPa trước hoặc sau khi xử lý nhiệt có thể được sử dụng. Tốt hơn, nếu thành phần tính theo khối lượng của tấm thép cacbon là như sau: $0,03\% \leq C \leq 0,50\%$; $0,3\% \leq Mn \leq 3,0\%$; $0,05\% \leq Si \leq 0,8\%$; $0,015\% \leq Ti \leq 0,2\%$; $0,005\% \leq Al \leq 0,1\%$; $0\% \leq Cr \leq 2,50\%$; $0\% \leq S \leq 0,05\%$; $0\% \leq P \leq 0,1\%$; $0\% \leq B \leq 0,010\%$; $0\% \leq Ni \leq 2,5\%$; $0\% \leq Mo \leq 0,7\%$; $0\% \leq Nb \leq 0,15\%$; $0\% \leq N \leq 0,015\%$; $0\% \leq Cu \leq 0,15\%$; $0\% \leq Ca \leq 0,01\%$; $0\% \leq W \leq 0,35\%$, lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ quá trình sản xuất thép.

Ví dụ, tấm thép cacbon có ký hiệu 22MnB5 có thành phần như sau: $0,20\% \leq C \leq 0,25\%$; $0,15\% \leq Si \leq 0,35\%$; $1,10\% \leq Mn \leq 1,40\%$; $0\% \leq Cr \leq 0,30\%$; $0\% \leq Mo \leq 0,35\%$; $0\% \leq P \leq 0,025\%$; $0\% \leq S \leq 0,005\%$; $0,020\% \leq Ti \leq 0,060\%$; $0,020\% \leq Al \leq 0,060\%$; $0,002\% \leq B \leq 0,004\%$, lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ quá trình sản xuất thép.

Tấm thép cacbon có ký hiệu Usibor®2000 có thành phần sau: $0,24\% \leq C \leq 0,38\%$; $0,40\% \leq Mn \leq 3\%$; $0,10\% \leq Si \leq 0,70\%$; $0,015\% \leq Al \leq 0,070\%$; $0\% \leq Cr \leq 2\%$; $0,25\% \leq Ni \leq 2\%$; $0,020\% \leq Ti \leq 0,10\%$; $0\% \leq Nb \leq 0,060\%$; $0,0005\% \leq B \leq 0,0040\%$; $0,003\% \leq N \leq 0,010\%$; $0,0001\% \leq S \leq 0,005\%$; $0,0001\% \leq P \leq 0,025\%$; miễn là các hàm lượng của titan và nito thỏa mãn điều kiện: $Ti/N > 3,42$; và các hàm lượng của cacbon, mangan, crom và silic thỏa mãn điều kiện:

$$2,6C + \frac{Mn}{5,3} + \frac{Cr}{13} + \frac{Si}{15} \geq 1,1\%$$

thành phần này còn tùy ý bao gồm một hoặc nhiều nguyên tố sau: $0,05\% \leq \text{Mo} \leq 0,65\%$; $0,001\% \leq \text{W} \leq 0,30\%$; $0,0005\% \leq \text{Ca} \leq 0,005\%$, lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ quá trình sản xuất thép.

Ví dụ, tấm thép cacbon có ký hiệu Ductibor®500 có thành phần sau: $0,040\% \leq \text{C} \leq 0,100\%$; $0,80\% \leq \text{Mn} \leq 2,00\%$; $0\% \leq \text{Si} \leq 0,30\%$; $0\% \leq \text{S} \leq 0,005\%$; $0\% \leq \text{P} \leq 0,030\%$; $0,010\% \leq \text{Al} \leq 0,070\%$; $0,015\% \leq \text{Nb} \leq 0,100\%$; $0,030\% \leq \text{Ti} \leq 0,080\%$; $0\% \leq \text{N} \leq 0,009\%$; $0\% \leq \text{Cu} \leq 0,100\%$; $0\% \leq \text{Ni} \leq 0,100\%$; $0\% \leq \text{Cr} \leq 0,100\%$; $0\% \leq \text{Mo} \leq 0,100\%$; $0\% \leq \text{Ca} \leq 0,006\%$, lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ quá trình sản xuất thép.

Tấm thép cacbon này có thể được tạo ra bằng cách cán nóng và tùy ý, cán nguội tùy thuộc vào chiều dày muốn có, nó có thể nằm trong khoảng từ 0,7 đến 3,0mm.

Sáng chế đề cập đến phương pháp tăng cứng thép bằng cách ép bao gồm các bước sau:

A) chuẩn bị tấm thép cacbon đã được phủ lớp phủ lót kiểu rào chắn chứa niken và crom trong đó tỷ lệ khối lượng Ni/Cr nằm trong khoảng từ 1,5 đến 9, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 2,3 đến 9 và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 3 đến 5,6,

B) cắt tấm thép cacbon đã được phủ này để tạo ra phôi,

C) xử lý nhiệt phôi này,

D) chuyển phôi này vào dụng cụ ép,

E) tạo hình nóng phôi này để tạo ra chi tiết, và

F) làm nguội chi tiết thu được ở bước E) để có được vi cấu trúc trong thép ở dạng mactensit hoặc mactensito-bainit hoặc được cấu thành bởi ít nhất 75% ferit đẳng trục, 5 tới 20% mactensit và bainit với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 10%.

Thực vậy, mặc dù không bị ràng buộc bởi lý thuyết bất kỳ, song các tác giả sáng chế đã phát hiện ra điều đáng ngạc nhiên là khi lớp phủ lót chứa niken và crom, với tỷ lệ Ni/Cr nằm trong khoảng đặc trưng nêu trên, được lắng phủ trên tấm thép cacbon, thì lớp phủ này có tác động như một hàng rào cản ngăn ngừa sự hấp phụ hydro vào trong tấm thép cacbon. Thực vậy, điều tin chắc là các oxit dạng phức

chất đặc biệt được tạo ra trên bề mặt của lớp phủ với tỷ lệ Ni/Cr đặc biệt và có tác động như một hàng rào cản ức chế sự hấp phụ H_2 trong quá trình xử lý nhiệt, cụ thể là quá trình xử lý austenit hoá.

Tùy ý, ở bước A), lớp phủ lót kiểu rào chắn chứa các tạp chất được chọn từ Sr, Sb, Pb, Ti, Ca, Mn, Sn, La, Ce, Cr, Zr hoặc Bi, hàm lượng tính theo khối lượng của mỗi nguyên tố bổ sung element nhỏ hơn 0,3% khối lượng.

Tốt hơn là, ở bước A), lớp phủ lót kiểu rào chắn chứa 55 tới 90%, tốt hơn là 70 tới 90%, tốt hơn nữa là 75 tới 85% khối lượng niken.

Tốt hơn là, ở bước A), lớp phủ lót kiểu rào chắn chứa 10 tới 40%, tốt hơn là 10 tới 30% và có lợi là 15 tới 25% crom.

Theo một phương án được ưu tiên, ở bước A), lớp phủ lót kiểu rào chắn không chứa ít nhất một nguyên tố được chọn từ Zn, B, N, Al và Mo. Thực vậy, mặc dù không bị ràng buộc bởi lý thuyết bất kỳ, song có nguy cơ là việc có mặt của ít nhất một nguyên tố trong số các nguyên tố này sẽ làm giảm hiệu quả của hàng rào cản của lớp phủ.

Tốt hơn là, ở bước A), lớp phủ lót kiểu rào chắn gồm Cr và Ni, tức là lớp phủ kiểu hàng rào cản này chỉ gồm Ni và Cr và các tạp chất tùy ý.

Tốt hơn là, ở bước A), lớp phủ lót kiểu rào chắn chứa chiều dày nằm trong khoảng từ 10 đến 550nm và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 10 đến 90. Theo một phương án được ưu tiên khác, chiều dày của lớp phủ này nằm trong khoảng từ 150 đến 250nm. Ví dụ, chiều dày của lớp phủ kiểu hàng rào cản này nằm trong khoảng từ 50 đến 200nm.

Mặc dù không bị ràng buộc bởi lý thuyết bất kỳ, song dường như là khi lớp phủ lót kiểu rào chắn chứa chiều dày dưới 10nm, thì có nguy cơ là hydro hấp thụ vào trong thép bởi vì lớp phủ kiểu hàng rào cản này không bao phủ tấm thép cacbon này một cách thoả đáng. Khi lớp phủ lót kiểu rào chắn chứa chiều dày trên 550nm, thì dường như có nguy cơ là lớp phủ kiểu hàng rào cản này trở nên giòn hơn và sự hấp thụ hydro sẽ xảy ra do lớp phủ kiểu hàng rào cản này có tính giòn.

Ở bước A), tấm thép cacbon có thể được phủ ngay trên bởi lớp phủ lót chống ăn mòn, lớp phủ lót chống ăn mòn này được phủ ngay trên bởi lớp phủ lót kiểu rào

chấn. Ví dụ, lớp phủ lót chống ăn mòn chứa ít nhất một kim loại được chọn từ nhóm các kim loại bao gồm kẽm, nhôm, đồng, magie, titan, niken, crom, mangan và các hợp kim của chúng. Tốt hơn là, lớp phủ chống ăn mòn chủ yếu là nhôm hoặc kẽm.

Theo một phương án được ưu tiên, lớp phủ lót chống ăn mòn chủ yếu là nhôm chứa dưới 15% Si, dưới 5,0% Fe, tùy ý, 0,1 tới 8,0% Mg và tùy ý 0,1 tới 30,0% Zn, lượng còn lại là Al. Ví dụ, lớp phủ chống ăn mòn này có ký hiệu AluSi®.

Theo một phương án được ưu tiên khác, lớp phủ lót chống ăn mòn chủ yếu là kẽm chứa tới 0,3% Al, lượng còn lại là Zn. Ví dụ, lớp phủ chống ăn mòn này là lớp phủ kẽm để tạo ra sản phẩm có ký hiệu Usibor® GI.

Lớp phủ lót chống ăn mòn này cũng có thể bao gồm các tạp chất và các nguyên tố tồn dư như sắt chẳng hạn với hàm lượng lên tới 5,0%, tốt hơn là 3,0%, tính theo khối lượng.

Các lớp phủ lót này có thể được lắng phủ bởi phương pháp bất kỳ đã biết đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này, ví dụ, quy trình mạ nhúng nóng, phủ bằng trực, quy trình mạ điện, kết lắng ở pha hơi bằng phương pháp vật lý như lắng phủ bằng hơi kiểu phun tia, mạ phun magnetron hoặc lắng phủ nhờ chùm electron. Tốt hơn là, lớp phủ lót kiểu rào chắn được mạ bằng cách lắng phủ nhờ chùm electron hoặc phủ bằng trực. Sau khi làm lắng phủ lớp phủ lót, công đoạn bọc ngoài có thể được thực hiện và cho phép xử lý làm tăng cứng tấm thép cacbon đã được phủ này và tạo độ nhám tạo điều kiện thuận lợi cho việc tạo hình sau đó. Việc xử lý khử dầu mỡ và xử lý bề mặt có thể được áp dụng để cải thiện mức độ kết dính hoặc khả năng chống ăn mòn chẳng hạn.

Sau khi chuẩn bị tấm thép cacbon đã được phủ lót bằng lớp phủ kim loại theo sáng chế, tấm thép cacbon đã được phủ này được cắt để tạo ra phôi. Việc xử lý nhiệt được áp dụng đối với phôi trong lò. Tốt hơn là, việc xử lý nhiệt được thực hiện không trong môi trường bảo vệ hoặc trong môi trường bảo vệ ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 800 đến 950°C. Tốt hơn nữa là, việc xử lý nhiệt được thực hiện ở nhiệt độ austenit hoá Tm thường nằm trong khoảng từ 840 đến 950°C, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 880 đến 930°C. Tốt hơn là, nếu phôi nêu trên được duy trì với thời gian ủ Tm nằm trong khoảng từ 1 đến 12 phút, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 3 đến 9

phút. Trong quá trình xử lý nhiệt trước khi tạo hình nóng, lớp phủ tạo ra lớp hợp kim có khả năng chống ăn mòn, chịu mòn, chịu bào mòn và chịu mài cao.

Ở nhiệt độ môi trường, cơ chế hấp thụ hydro vào trong thép là khác với cơ chế cơ chế hấp thụ hydro ở nhiệt độ cao, cụ thể là quá trình xử lý austenit hoá. Thực vậy, thường là ở nhiệt độ cao, nước trong lò sẽ phân ly ở bề mặt của tấm thép thành hydro và oxy. Mặc dù không bị ràng buộc bởi lý thuyết bất kỳ, song điều tin chắc là lớp phủ kiểu hàng rào cản bao gồm niken và crom có thể ngăn ngừa sự phân ly nước ở bề mặt của lớp phủ kiểu hàng rào cản và cũng ngăn ngừa sự khuếch tán qua lớp phủ.

Sau khi xử lý nhiệt, phôi này tiếp đó được chuyển vào dụng cụ tạo hình nóng và được tạo hình nóng ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 600 đến 830°C. Việc tạo hình nóng này có thể là việc dập nóng hoặc tạo hình bằng cách cán. Tốt hơn là, phôi này được dập nóng. Sau đó, chi tiết này được làm nguội trong dụng cụ tạo hình nóng hoặc sau khi chuyển vào dụng cụ làm nguội riêng.

Tốc độ làm nguội được kiểm soát tùy thuộc vào thành phần thép, theo cách sao cho vi cấu trúc cuối sau khi tạo hình nóng chủ yếu là mactensit, tốt hơn là chứa mactensit, hoặc mactensit và bainit, hoặc được cấu thành bởi ít nhất 75% ferit đẳng trục, 5 tới 20% mactensit và bainit với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 10%.

Chi tiết đã được tăng cứng có độ bền chống nứt trễ tốt theo sáng chế được tạo ra như vậy bằng cách tạo hình nóng. Tốt hơn là, chi tiết này làm từ tấm thép cacbon đã được phủ trước bằng lớp phủ lót kiểu rào chắn chứa niken và crom, lớp phủ kiểu rào chắn như vậy được hợp kim hoá nhờ việc khuếch tán cùng với tấm thép cacbon. Tốt hơn nữa là, chi tiết này làm từ tấm thép cacbon được phủ ngay trên bởi lớp phủ lót chống ăn mòn, lớp phủ lót chống ăn mòn này được phủ ngay trên bởi lớp phủ lót kiểu rào chắn, lớp phủ kiểu rào chắn như vậy được hợp kim hoá nhờ việc khuếch tán cùng với lớp phủ chống ăn mòn, lớp phủ chống ăn mòn được hợp kim hoá cùng với tấm thép cacbon.

Đối với các ứng dụng cho phương tiện xe cộ, sau bước phosphat hoá, chi tiết này được nhúng trong dung dịch mạ điện di. Thông thường, chiều dày của lớp đã phosphat nằm trong khoảng từ 1 đến 2µm và chiều dày của lớp mạ điện di nằm

trong khoảng từ 15 đến 25µm, tốt hơn là thấp hơn hoặc bằng 20µm. Lớp mạ điện di này đảm bảo sự bảo vệ chống ăn mòn bổ sung.

Sau bước mạ điện di, các lớp sơn phủ khác có thể được phủ, ví dụ, lớp sơn phủ lót, lớp phủ lót và lớp phủ ngoài.

Trước khi phủ lớp mạ điện di trên chi tiết, chi tiết này đầu tiên được làm sạch dầu mỡ và được phosphat hoá để đảm bảo sự bám dính của lớp mạ điện di.

Sáng chế sẽ được giải thích thông qua các được tiến hành chỉ nhằm mục đích minh hoạ. Chúng không nhằm giới hạn phạm vi của sáng chế.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Đối với tất cả các mẫu, các tấm thép cacbon được sử dụng đều có ký hiệu 22MnB5. Thành phần của thép là như sau: C = 0,2252% ; Mn = 1,1735% ; P = 0,0126% ; S = 0,0009% ; N = 0,0037% ; Si = 0,2534% ; Cu = 0,0187% ; Ni = 0,0197% ; Cr = 0,180% ; Sn = 0,004% ; Al = 0,0371% ; Nb = 0,008% ; Ti = 0,0382% ; B = 0,0028 % ; Mo = 0,0017% ; As = 0,0023% và V = 0,0284%.

Một số tấm thép cacbon được phủ bằng lớp phủ thứ nhất là lớp phủ chống ăn mòn dưới đây còn được ký hiệu “AluSi®”. Lớp phủ này có 9% khối lượng silic, 3% khối lượng sắt, lượng còn lại là nhôm. Nó được phủ bằng cách mạ nhúng nóng.

Một số tấm thép cacbon được phủ bằng lớp phủ thứ hai được phủ bằng cách mạ phun magnetron.

Ví dụ 1: thử nghiệm hấp phụ hydro

Thử nghiệm này được sử dụng để xác định lượng hydro bị hấp phụ trong quá trình xử lý nhiệt austenit hoá theo phương pháp tăng cứng thép bằng cách ép.

Các mẫu thử nghiệm 1, 3 và 5 là các tấm thép cacbon để trần, tức là lớp phủ không được phủ trên tấm thép cacbon.

Các mẫu thử nghiệm 2, 4 và 6 là các tấm thép cacbon được phủ bằng lớp phủ gồm 80% Ni và 20% Cr.

Mẫu thử nghiệm 7 là tấm thép cacbon chỉ được phủ bằng lớp phủ AluSi®.

Mẫu thử nghiệm 8 là tấm thép cacbon được phủ bằng lớp phủ thứ nhất là AluSi® và lớp phủ thứ hai là WN.

Mẫu thử nghiệm 9 là tấm thép cacbon được phủ bằng lớp phủ thứ nhất là AluSi® và lớp phủ thứ hai là CrN.

Mẫu thử nghiệm 10 là tấm thép cacbon được phủ bằng lớp phủ thứ nhất là AluSi® và lớp phủ thứ hai gồm 40% Ni và 60% Cr.

Mẫu thử nghiệm 11 là tấm thép cacbon được phủ bằng lớp phủ thứ nhất là AluSi® và lớp phủ thứ hai là SiO₂.

Mẫu thử nghiệm 12 là tấm thép cacbon được phủ bằng lớp phủ thứ nhất là AluSi® và lớp phủ thứ hai là Ti.

Mẫu thử nghiệm 13 là tấm thép cacbon được phủ bằng lớp phủ thứ nhất là AluSi® và lớp phủ thứ hai là Cr.

Mẫu thử nghiệm 14 là tấm thép cacbon được phủ bằng lớp phủ thứ nhất là AluSi® và lớp phủ thứ hai là Ag.

Mẫu thử nghiệm 15 là tấm thép cacbon được phủ bằng lớp phủ thứ nhất là AluSi® và lớp phủ thứ hai là Y.

Mẫu thử nghiệm 16 là tấm thép cacbon được phủ bằng lớp phủ thứ nhất là AluSi® và lớp phủ thứ hai là Mo.

Mẫu thử nghiệm 17 là tấm thép cacbon được phủ bằng lớp phủ thứ nhất là AluSi® và lớp phủ thứ hai là Au.

Mẫu thử nghiệm 18 là tấm thép cacbon được phủ bằng lớp phủ thứ nhất là AluSi® và lớp phủ thứ hai là W.

Mẫu thử nghiệm 19 là tấm thép cacbon được phủ bằng lớp phủ thứ nhất là AluSi® và lớp phủ thứ hai là Inox 316L. Inox 316L có 65% Fe, 0,03% C, 12% Ni, 17% Cr, 2% Mn, 1% Si và 2,5% Mo.

Mẫu thử nghiệm 20 là tấm thép cacbon được phủ bằng lớp phủ thứ nhất là AluSi® và lớp phủ thứ hai là Inconel 690. Inconel 690 có 7 tới 11% khối lượng Fe, 0,05% C, 57 tới 65% Ni, 27 tới 31% Cr, 0,05% Mn và 0,5% Si.

Các mẫu thử nghiệm 21, 22 là các tấm thép cacbon được phủ bằng lớp phủ thứ nhất là AluSi® và lớp phủ thứ hai gồm 80% Ni và 20% Cr.

Các mẫu thử nghiệm 7 tới 22 có chiều dày lớp AluSi® là 25µm.

Mẫu thử nghiệm 23 là tấm thép cacbon được phủ bằng lớp phủ thứ nhất là AluSi®.

Mẫu thử nghiệm 24 là tấm thép cacbon được phủ bằng lớp phủ thứ nhất là AluSi® và lớp phủ thứ hai là Ni.

Các mẫu thử nghiệm 25 là tấm thép cacbon được phủ bằng lớp phủ thứ nhất là AluSi® và lớp phủ thứ hai gồm 80% Ni và 20% Cr.

Các mẫu thử nghiệm 23 tới 25 có chiều dày lớp AluSi® là 14µm.

Sau quá trình phủ của các tấm thép cacbon đã được phủ này, các mẫu thử nghiệm đã được phủ này được cắt để tạo ra phôi. Sau đó, các phôi này được nung nóng ở nhiệt độ 900°C với thời gian dừng nằm trong khoảng từ 5 đến 10 phút. Các phôi này được chuyển vào dụng cụ ép và được dập nón để tạo ra các chi tiết có dạng hình omega. Sau đó, các chi tiết được làm nguội bằng cách nhúng các mẫu thử nghiệm này vào nước ấm để làm tăng cứng bởi sự chuyển hoá mactensit.

Sau cùng, lượng hydro đã bị hấp thụ bởi các mẫu thử nghiệm trong quá trình xử lý nhiệt được xác định bằng cách giải hấp nhiệt nhờ sử dụng máy phân tích TDA hoặc giải hấp nhiệt. Nhằm mục đích này, mỗi mẫu thử nghiệm được đặt trong buồng thạch anh và được gia nhiệt từ từ trong lò hồng ngoại dưới dòng khí nitơ. Hỗn hợp hydro/nitơ thoát ra được xác định bởi bộ phát hiện rò rỉ và nồng độ hydro được xác định bằng máy quang phổ khối. Các kết quả được thể hiện trong bảng 1 dưới đây:

Bảng 1

Các mẫu thử nghiệm	Chiều dày tấm thép cacbon (mm)	Lớp phủ thứ nhất	Chiều dày (µm)	Lớp phủ thứ hai	Tỷ lệ Ni/Cr	Chiều dày (nm)	Lượng H ₂ (ppm khối lượng)
1	1	-	-	-	-	-	0,27
2*	1	-	-	Ni/Cr 80/20	4	100	0,056
3	1,5	-	-	-	-	-	0,31
4*	1,5	-	-	Ni/Cr 80/20	4	100	0,066
5	2	-	-	-	-	-	0,39
6*	2	-	-	Ni/Cr 80/20	4	100	0,17
7	1,5	AluSi®	25	-	-	-	0,61

8	1,5	AluSi®	25	WN	-	200	0,48
9	1,5	AluSi®	25	CrN	-	200	0,44
10	1,5	AluSi®	25	Ni/Cr 40/60	0,67	200	0,34
11	1,5	AluSi®	25	SiO ₂	-	200	0,51
12	1,5	AluSi®	25	Ti	-	200	0,85
13	1,5	AluSi®	25	Cr	-	200	0,40
14	1,5	AluSi®	25	Ag	-	200	0,49
15	1,5	AluSi®	25	Y	-	200	0,80
16	1,5	AluSi®	25	Mo	-	200	0,48
17	1,5	AluSi®	25	Au	-	200	0,65
18	1,5	AluSi®	25	W	-	200	1,00
19	1,5	AluSi®	25	Inox 316L	0,7	200	0,5
20*	1,5	AluSi®	25	Inconel 690	2,1 to 2,097	200	0,3
21*	1,5	AluSi®	25	Ni/Cr 80/20	4	200	0,27
22*	1,5	AluSi®	25	Ni/Cr 80/20	4	500	0,27
23	1,5	AluSi®	14	-	-	-	0,73
24	1,5	AluSi®	14	Ni	-	200	0,54
25*	1,5	AluSi®	14	Ni/Cr 80/20	4	200	0,34

*: Ví dụ theo sáng chế.

Thứ nhất, có thể thấy rằng các mẫu thử nghiệm 2, 4 và 6 có lớp phủ kiểu hàng rào cản theo sáng chế giải phóng lượng hydro ít hơn so với ở các mẫu thử nghiệm 1, 3 và 5 không lớp phủ kiểu hàng rào cản bất kỳ.

Thứ hai, có thể thấy rằng các mẫu thử nghiệm 8 tới 19 có lớp phủ thứ hai khác với lớp phủ theo sáng chế và mẫu thử nghiệm 7 không có lớp phủ kiểu hàng rào cản giải phóng hydro nhiều hơn so với ở các mẫu thử nghiệm 20 tới 22 theo sáng chế.

Cũng có thể thấy được tầm quan trọng của tỷ lệ Ni/Cr trong lớp phủ thứ hai trong các mẫu thử nghiệm 10 và 21. Thực vậy, mẫu thử nghiệm 10 có tỷ lệ Ni/Cr nằm ngoài khoảng đặc trưng theo sáng chế giải phóng hydro nhiều hơn so với ở mẫu thử nghiệm 21 theo sáng chế.

Hơn nữa, có thể thấy rằng các mẫu thử nghiệm 21 và 22 có nồng độ của lớp phủ thứ hai Ni/Cr là 80/20 cho các kết quả rất tốt với các độ dày khác nhau.

Cuối cùng, có thể thấy rằng mẫu thử nghiệm 25 có lớp phủ kiểu hàng rào cản theo sáng chế giải phóng hydro ít hơn so với ở các mẫu thử nghiệm 23 và 24, ngay cả khi chiều dày của lớp AluSi® thay đổi.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp tăng cứng thép bằng cách ép bao gồm các bước:
 - A) chuẩn bị tấm thép cacbon đã được phủ lớp phủ lót kiểu rào chắn chứa niken và crom, trong đó tỷ lệ khối lượng Ni/Cr nằm trong khoảng từ 1,5 đến 9,
 - B) cắt tấm thép cacbon đã được phủ này để tạo ra phôi,
 - C) xử lý nhiệt phôi này,
 - D) chuyển phôi này vào dụng cụ ép,
 - E) tạo hình nóng phôi này để tạo ra chi tiết,
 - F) làm nguội chi tiết thu được ở bước E) để có được vi cấu trúc trong thép ở dạng mactensit hoặc mactensito-bainit hoặc được cấu thành bởi ít nhất 75% ferit đẳng trục, 5 tới 20% mactensit và bainit với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 10%.
2. Phương pháp tăng cứng thép bằng cách ép theo điểm 1, trong đó ở bước A), tấm thép cacbon có lớp phủ lót kiểu rào chắn có tỷ lệ khối lượng Ni/Cr nằm trong khoảng từ 2,3 đến 9.
3. Phương pháp tăng cứng thép bằng cách ép theo điểm 2, trong đó ở bước A), lớp phủ lót kiểu rào chắn có tỷ lệ khối lượng Ni/Cr nằm trong khoảng từ 3 đến 5,6.
4. Phương pháp tăng cứng thép bằng cách ép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 3, trong đó ở bước A), lớp phủ lót kiểu rào chắn chứa 55 tới 90% khối lượng niken.
5. Phương pháp tăng cứng thép bằng cách ép theo điểm 4, trong đó ở bước A), lớp phủ lót kiểu rào chắn chứa 70 tới 90% khối lượng niken.
6. Phương pháp tăng cứng thép bằng cách ép theo điểm 5, trong đó ở bước A), lớp phủ lót kiểu rào chắn chứa 75 tới 85% khối lượng niken.

7. Phương pháp tăng cứng thép bằng cách ép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 6, trong đó ở bước A), lớp phủ lót kiểu rào chắn chứa 10 tới 40% crom.
8. Phương pháp tăng cứng thép bằng cách ép theo điểm 7, trong đó ở bước A), lớp phủ lót kiểu rào chắn chứa 10 tới 30% crom.
9. Phương pháp tăng cứng thép bằng cách ép theo điểm 8, trong đó ở bước A), lớp phủ lót kiểu rào chắn chứa 15 tới 25% crom.
10. Phương pháp tăng cứng thép bằng cách ép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 9, trong đó ở bước A), lớp phủ lót kiểu rào chắn không chứa ít nhất một nguyên tố trong số các nguyên tố được chọn từ Zn, Al, B, N và Mo.
11. Phương pháp tăng cứng thép bằng cách ép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 10, trong đó ở bước A), lớp phủ lót kiểu rào chắn bao gồm Cr và Ni.
12. Phương pháp tăng cứng thép bằng cách ép theo điểm 11, trong đó ở bước A), chiều dày của lớp phủ lót kiểu rào chắn nằm trong khoảng từ 10 đến 550nm.
13. Phương pháp tăng cứng thép bằng cách ép theo điểm 12, trong đó ở bước A), chiều dày của lớp phủ lót kiểu rào chắn nằm trong khoảng từ 10 đến 90nm.
14. Phương pháp tăng cứng thép bằng cách ép theo điểm 12, trong đó ở bước A), chiều dày của lớp phủ lót kiểu rào chắn nằm trong khoảng từ 150 đến 250nm.
15. Phương pháp tăng cứng thép bằng cách ép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 14, trong đó ở bước A), tấm thép cacbon được phủ ngay trên bởi lớp phủ lót chống ăn mòn, lớp phủ lót chống ăn mòn này được phủ ngay trên bởi lớp phủ lót kiểu rào chắn.

16. Phương pháp tăng cứng thép bằng cách ép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 15, trong đó ở bước A), lớp phủ lót chống ăn mòn chứa ít nhất một kim loại được chọn từ nhóm các kim loại bao gồm kẽm, nhôm, đồng, magie, titan, niken, crom, mangan và các hợp kim của chúng.

17. Phương pháp tăng cứng thép bằng cách ép theo điểm 16, trong đó ở bước A), lớp phủ lót chống ăn mòn chủ yếu là nhôm hoặc kẽm.

18. Phương pháp tăng cứng thép bằng cách ép theo điểm 17, trong đó ở bước A), lớp phủ lót chống ăn mòn chủ yếu là nhôm chứa dưới 15% Si, dưới 5,0% Fe, tùy ý 0,1 tới 8,0% Mg và tùy ý 0,1 tới 30,0% Zn, lượng còn lại là Al.

19. Phương pháp tăng cứng thép bằng cách ép theo điểm 18, trong đó ở bước A), lớp phủ lót chống ăn mòn chủ yếu là kẽm chứa tối đa 0,3% Al, lượng còn lại là Zn.

20. Phương pháp tăng cứng thép bằng cách ép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 19, trong đó lớp phủ lót kiểu rào chắn ở bước A) được mạ bằng cách kết lắng ở pha hơi bằng phương pháp vật lý, bằng cách mạ điện, mạ nhúng nóng hoặc phủ bằng trực.

21. Phương pháp tăng cứng thép bằng cách ép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 20, trong đó ở bước C), việc xử lý nhiệt được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 800 đến 950°C.

22. Phương pháp tăng cứng thép bằng cách ép theo điểm 21, trong đó ở bước C), việc xử lý nhiệt được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 840 đến 950°C để thu được vi cấu trúc austenit hoàn toàn trong thép.

23. Phương pháp tăng cứng thép bằng cách ép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 22, trong đó ở bước C), việc xử lý nhiệt được thực hiện với thời gian dừng nằm

trong khoảng từ 1 đến 12 phút trong môi trường khí trơ hoặc môi trường chứa không khí.

24. Phương pháp tăng cứng thép bằng cách ép theo theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 23, trong đó ở bước E), việc tạo hình nóng phôi được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 600 đến 830°C.

25. Chi tiết được tạo ra từ phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 24.

26. Chi tiết theo điểm 25, trong đó chi tiết này bao gồm tấm thép cacbon đã được phủ lớp phủ lót kiểu rào chắn chứa niken và crom, lớp phủ kiểu rào chắn như vậy được hợp kim hoá nhờ việc khuếch tán cùng với tấm thép cacbon.

27. Chi tiết theo điểm 25, trong đó chi tiết này bao gồm tấm thép cacbon được phủ ngay trên bởi lớp phủ lót chống ăn mòn, lớp phủ lót chống ăn mòn này được phủ ngay trên bởi lớp phủ lót kiểu rào chắn, lớp phủ kiểu rào chắn như vậy được hợp kim hoá nhờ việc khuếch tán cùng với lớp phủ chống ăn mòn, lớp phủ chống ăn mòn được hợp kim hoá cùng với tấm thép cacbon.