



(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)



1-0048409

(51)^{2020.01} C21D 1/18; C21D 1/673

(13) B

(21) 1-2022-01918

(22) 20/10/2020

(86) PCT/IB2020/059837 20/10/2020

(87) WO2021/084376 06/05/2021

(30) PCT/IB2019/059285 30/10/2019 IB

(45) 25/07/2025 448

(43) 25/08/2022 413A

(73) ARCELORMITTAL (LU)

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

(72) GRIGORIEVA, Raisa (RU); DUMINICA, Florin (BE); NABI, Brahim (DZ);
DRILLET, Pascal (FR); STUREL, Thierry (FR).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP TĂNG CƯỜNG BẰNG CÁCH ÉP

(21) 1-2022-01918

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp tăng cứng bằng cách ép bao gồm các bước sau: A) chuẩn bị tấm thép dùng để xử lý nhiệt, đã được phủ trước lớp phủ lót trên cơ sở kẽm hoặc nhôm, B) lắng phủ lớp phủ lót kiểu rào chắn hydro lên trên với độ dày nằm trong khoảng từ 10 đến 550 nm, và chứa ít nhất một nguyên tố được chọn trong số: niken, crom, magie, nhôm và ytri, C) ủ kiểu từng mẻ tấm thép có lớp phủ lót này để thu được tấm thép đã được hợp kim hóa trước, việc làm nguội sau khi ủ kiểu từng mẻ được thực hiện với tốc độ $29,0^{\circ}\text{C}.\text{giờ}^{-1}$ hoặc thấp hơn, D) cắt tấm thép đã được hợp kim hóa trước này để thu được phôi, E) xử lý nhiệt phôi này để thu được vi cấu trúc austenit hoàn toàn trong thép này, F) chuyển phôi này vào dụng cụ ép, G) tạo hình nóng phôi này để thu được chi tiết, H) làm nguội chi tiết thu được ở bước G) để có được vi cấu trúc trong thép ở dạng mactensit hoặc mactensito-bainit hoặc được cấu thành bởi ít nhất là 75% tính theo phần thể tích của ferit đẳng trục, 5 tới 20% thể tích của mactensit và của bainit với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 10% thể tích.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp tăng cứng bằng cách ép bao gồm bước chuẩn bị tấm thép đã được phủ lớp lót cho mục đích chống ăn mòn, được phủ ngay ngoài bởi lớp phủ lót kiểu rào chắn hydro giúp ức chế tốt hơn sự hấp thụ 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.

Tấm thép có lớp phủ dùng để tăng cứng bằng cách ép đôi khi còn được gọi là “có lớp phủ lót”, điều đó có nghĩa là sự biến đổi về bản chất của lớp phủ lót sẽ xảy ra trong quá trình xử lý nhiệt trước khi dập. Cũng có thể là có nhiều lớp phủ lót. Sáng chế này đề cập đến hai lớp phủ lót.

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 nhất định do các ứng suất tồn dư cao có khả năng còn sót lại sau khi làm biến dạng. Kết hợp với nguyên tử hydro có thể có mặt trong tấm thép 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 trễ giữa các hạt.

Một số chi tiết được tạo ra bằng cách hợp kim hóa trước tấm thép có lớp phủ trên cơ sở nhôm và sau đó bằng cách tạo hình nóng tấm thép có lớp phủ lót đã được hợp kim hóa. Thông thường, các chi tiết này có đặc tính rất kém về sự hấp thụ hydro trong quá trình ủ kiểu từng mẻ và trong quá trình dập nóng. Thực vậy, do quá trình ủ kiểu từng mẻ được thực hiện trong nhiều giờ, nên một lượng lớn hydro có thể bị hấp thụ trong quá trình ủ kiểu từng mẻ.

EP3396010 mô tả phương pháp sản xuất tấm thép có lớp phủ hợp kim Al-Fe dùng để tạo hình nóng, tấm thép có lớp phủ hợp kim Al-Fe có độ bền chống nứt trễ do hydro cao và độ bền chống tách lớp phủ cao và khả năng dễ hàn cao, phương pháp này bao gồm các bước:

- tạo ra lớp phủ Al-Si trên bề mặt của tấm thép nền,
- nung nóng tấm thép nền có lớp phủ Al-Si tới nhiệt độ xử lý nhiệt lớn nhất nằm trong khoảng từ 450°C đến 750°C với tốc độ gia nhiệt nằm trong khoảng từ 1°C/giờ đến 500°C/giờ trong lò nung trong đó môi trường có điểm ngưng tụ dưới -10°C có mặt; và
- tạo ra lớp phủ hợp kim Al-Fe trên bề mặt của tấm thép nền bằng cách duy trì tấm thép nền có lớp phủ Al-Si ở nhiệt độ xử lý nhiệt lớn nhất trong 1 tới 100 giờ.

Môi trường của quy trình ủ kiểu từng mẻ và các điều kiện xử lý nhiệt được điều chỉnh để thu được các đặc tính và vi cấu trúc đặc biệt của Al-Fe nhằm tránh sự nứt trễ do hydro.

Thực vậy, tài liệu patent này mô tả tấm thép có lớp phủ hợp kim nhôm-sắt (Al-Fe) dùng để tạo hình nóng, có độ bền chống nứt trễ do hydro cao và độ bền chống tách lớp phủ cao và khả năng dễ hàn cao, tấm thép có lớp phủ hợp kim Al-Fe bao gồm tấm thép nền và lớp phủ hợp kim được tạo ra giữa tấm thép nền và lớp oxit, trong đó lớp phủ hợp kim này có:

lớp hợp kim Al-Fe I được tạo ra trên tấm thép nền và có độ cứng Vickers nằm trong khoảng từ 200 Hv đến 800 Hv;

lớp hợp kim Al-Fe III được tạo ra trên lớp hợp kim Al-Fe I và có độ cứng Vickers nằm trong khoảng từ 700 Hv đến 1200 Hv; và

lớp hợp kim Al-Fe II được tạo ra trong lớp hợp kim Al-Fe III liên tục hoặc không liên tục theo chiều dài của tấm thép, và có độ cứng Vickers nằm trong khoảng từ 400 Hv đến 900 Hv,

trong đó hàm lượng oxy trung bình ở độ sâu 0,1 μm tính từ bề mặt của lớp oxit bằng hoặc nhỏ hơn 20% khối lượng.

Tuy nhiên, trong thực tế, tấm thép có lớp phủ hợp kim nhôm-sắt có các đặc tính và vi cấu trúc đặc biệt rất khó có thể tạo ra được. Thực vậy, một loạt điểm ngưng tụ và tốc độ gia nhiệt khác nhau trong khoảng rộng được đề cập đến. Do vậy, có khả năng là việc không thể tạo ra được lớp phủ hợp kim Al-Fe đặc biệt trong toàn bộ khoảng này dẫn đến các nỗ lực nghiên cứu sâu rộng nhằm tìm ra các tham số phù hợp.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do vậy, mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp tăng cứng bằng cách ép để thực hiện trong đó sự hấp thụ hydro vào trong tấm thép trên cơ sở nhôm đã được hợp kim hóa trước và do đó, vào trong chi tiết đã được tăng cứng bằng cách ép được ngăn ngừa. Sáng chế cũng nhằm mục đích để có thể có được chi tiết có độ bền chống nứt vỡ tốt có thể được tạo ra bởi phương pháp tăng cứng bằng cách ép nêu trên bao gồm bước tạo hình nóng.

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

A) chuẩn bị tấm thép dùng để xử lý nhiệt, đã được phủ trước lớp phủ lót trên cơ sở kẽm hoặc nhôm cho mục đích chống ăn mòn,

B) lắng phủ lớp phủ lót kiểu rào chắn hydro lên trên với độ dày nằm trong khoảng từ 10 đến 550 nm,

C) ủ kiểu từng mẻ tấm thép có lớp phủ lót này để thu được tấm thép đã được hợp kim hóa trước, việc làm nguội sau khi ủ kiểu từng mẻ được thực hiện với tốc độ $29,0^{\circ}\text{C}.\text{giờ}^{-1}$ hoặc thấp hơn,

D) cắt tấm thép đã được hợp kim hóa trước này để thu được phôi,

E) xử lý nhiệt phôi này để thu được vi cấu trúc austenit hoàn toàn trong thép này,

F) chuyển phôi này vào dụng cụ ép,

G) tạo hình nóng phôi này để thu được chi tiết,

H) làm nguội chi tiết thu được ở bước G) để có được vi cấu trúc trong thép ở dạng mactensit hoặc mactensito-bainit hoặc được cấu thành bởi ít nhất là 75% tính theo phần thể tích của ferit đẳng trục, 5 tới 20% thể tích của mactensit và của bainit với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 10% thể tích.

Mô tả chi tiết sáng chế

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 tấm thép được phủ trước lớp phủ lót kiểu rào chắn hydro và khi việc làm nguội sau khi ủ kiểu từng mẻ được thực hiện với tốc độ $29,0^{\circ}\text{C}.\text{giờ}^{-1}$ hoặc thấp hơn, sự hấp thụ hydro vào trong tấm thép giảm. Thực vậy, điều được tin chắc là nhờ có lớp phủ lót kiểu rào chắn hydro, các oxit bền nhiệt động được tạo ra trên bề mặt của lớp phủ lót kiểu rào chắn hydro với động năng thấp. Các oxit bền nhiệt động này làm giảm sự hấp thụ H_2 . Hơn nữa, dường như là khi môi trường này đang oxy hoá, thì lớp phủ lót trên cơ sở kẽm hoặc nhôm cho mục đích chống ăn mòn này cũng tạo ra các oxit bên ngoài khiến làm dày thêm lớp các oxit trên bề mặt của tấm thép có lớp phủ lót. Sau cùng, dường như là việc làm nguội chậm quá trình ủ kiểu từng mẻ cho phép giải phóng lượng hydro mà có thể bị hấp thụ trong quá trình ủ kiểu từng mẻ.

Ở bước A), tấm thép được sử dụng được cấu thành bởi thép dùng để xử lý nhiệt như được mô tả theo tiêu chuẩn Châu Âu EN 10083. Nó có thể có khả năng chịu kéo cao hơn mức 500MPa, có lợi là nằm trong khoảng từ 500 đến 2000MPa trước khi hoặc sau khi xử lý nhiệt.

Tốt hơn, nếu thành phần tính theo khối lượng của tấm thép này là như sau:
 $0,03\% \leq C \leq 0,50\%$; $0,3\% \leq \text{Mn} \leq 3,0\%$; $0,05\% \leq \text{Si} \leq 0,8\%$; $0,015\% \leq \text{Ti} \leq 0,2\%$; $0,005\% \leq \text{Al} \leq 0,1\%$; $0\% \leq \text{Cr} \leq 2,50\%$; $0\% \leq \text{S} \leq 0,05\%$; $0\% \leq \text{P} \leq 0,1\%$; $0\% \leq \text{B} \leq 0,010\%$; $0\% \leq \text{Ni} \leq 2,5\%$; $0\% \leq \text{Mo} \leq 0,7\%$; $0\% \leq \text{Nb} \leq 0,15\%$; $0\% \leq \text{N} \leq 0,015\%$; $0\% \leq \text{Cu} \leq 0,15\%$; $0\% \leq \text{Ca} \leq 0,01\%$; $0\% \leq \text{W} \leq 0,35\%$, lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ quá trình sản xuất thép.

Ví dụ, tấm thép có ký hiệu 22MnB5 có thành phần 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 có thể 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, magie, 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 tùy ý bao gồm một hoặc nhiều nguyên tố sau: $0,05\% \leq Mo \leq 0,65\%$; $0,001\% \leq W \leq 0,30\%$; $0,0005\% \leq Ca \leq 0,005\%$, lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ quá trình sản xuất thép.

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

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

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

Tốt hơn là ở bước A), lớp phủ lót kiểu rào chắn hydro chứa ít nhất một nguyên tố được chọn trong số: niken, crom, nhôm, magie và ytri.

Tốt hơn là ở bước A), lớp phủ lót kiểu rào chắn hydro gồm niken và crom, tức là, lớp phủ lót kiểu rào chắn hydro này chứa niken, crom và các tạp chất khó

tránh khỏi. Có lợi là, tỷ lệ khối lượng Ni/Cr nằm trong khoảng từ 1,5 đến 9. Thực vậy, mặc dù không bị ràng buộc bởi lý thuyết bất kỳ, song điều tin chắc là tỷ lệ đặc biệt này làm giảm tiếp sự hấp thụ hydro trong quá trình xử lý austenit hoá.

Theo một phương án được ưu tiên khác, lớp phủ lót kiểu rào chắn hydro chỉ gồm niken và nhôm, tức là, lớp phủ lót kiểu rào chắn hydro này chứa Ni, Al và các tạp chất khó tránh khỏi.

Theo một phương án được ưu tiên khác, lớp phủ lót kiểu rào chắn hydro chỉ gồm crom với lượng 50% hoặc 75% hoặc 90% khối lượng. Tốt hơn nữa là nó chỉ gồm crom, tức là, lớp phủ lót kiểu rào chắn hydro này chứa duy nhất Cr và các nguyên tố tùy ý.

Theo một phương án được ưu tiên khác, lớp phủ lót kiểu rào chắn hydro chỉ gồm niken, nhôm và ytri, tức là, lớp phủ lót kiểu rào chắn hydro này chứa Ni, Al và Y và các tạp chất khó tránh khỏi.

Theo một phương án được ưu tiên khác, lớp phủ lót kiểu rào chắn hydro chỉ gồm magie với lượng 50% hoặc 75% hoặc 90% khối lượng. Tốt hơn nữa là nó chỉ gồm magie, tức là, lớp phủ lót kiểu rào chắn hydro này chứa duy nhất Mg và các tạp chất khó tránh khỏi.

Tốt hơn là, ở bước A), lớp phủ lót kiểu rào chắn hydro có độ dày nằm trong khoảng từ 10 đến 550 nm và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 10 đến 90 hoặc nằm trong khoảng từ 150 đến 250 nm. Ví dụ, độ dày của lớp phủ lót kiểu rào chắn hydro này là 50, 200 hoặc 400 nm.

Mặc dù không bị ràng buộc bởi lý thuyết bất kỳ, song dường như là khi lớp phủ lót kiểu rào chắn hydro có độ dày nhỏ hơn mức 10 nm, thì có nguy cơ là hydro sẽ hấp thụ vào trong thép bởi vì lớp phủ lót kiểu rào chắn hydro không bao trùm đủ tấm thép. Khi lớp phủ lót kiểu rào chắn hydro có độ dày lớn hơn mức 550 nm, thì dường như là có nguy cơ lớp phủ lót kiểu rào chắn hydro trở nên giòn hơn và sự hấp thụ hydro bắt đầu do tính giòn của lớp phủ lót kiểu rào chắn hydro.

Theo một phương án được ưu tiên, lớp phủ lót trên cơ sở kẽm hoặc nhôm cho mục đích chống ăn mòn này trên cơ sở 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 lót trên cơ sở kẽm hoặc nhôm là AluSi®.

Theo một phương án được ưu tiên khác, lớp phủ lót trên cơ sở kẽm hoặc nhôm cho mục đích chống ăn mòn này trên cơ sở kẽm và chứa dưới 6,0% Al, dưới 6,0% Mg, lượng còn lại là Zn. Ví dụ, lớp phủ lót trên cơ sở kẽm hoặc nhôm này là lớp phủ kẽm để thu được sản phẩm sau: Usibor® GI.

Lớp phủ lót trên cơ sở kẽm hoặc nhôm cho mục đích chống ăn mòn này có thể cũng bao gồm các tạp chất và các nguyên tố tồn dư như sắt với hàm lượng lên tới 5,0%, tốt hơn là 3,0%, khối lượng.

Tốt hơn là, các lớp phủ lót của bước A) được lắng phủ bởi quá trình lắng phủ bốc hơi vật lý, bởi quá trình mạ điện, quá trình mạ nhúng nóng hoặc việc phủ bằng trực. Tốt hơn là, lớp phủ lót kiểu rào chắn hydro được lắng phủ bằng cách lắng phủ nhờ chùm electron hoặc phủ bằng trực. Tốt hơn là, lớp phủ lót trên cơ sở kẽm hoặc nhôm này được lắng phủ bởi quá trình mạ nhúng nóng.

Tùy ý, 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 có lớp phủ 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 liên kết hoặc khả năng chống ăn mòn chẳng hạn.

Tốt hơn là, ở bước C), việc ủ kiểu từng mẻ được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 450 đến 750°C, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 550 đến 750°C.

Tốt hơn là, ở bước C), môi trường của việc ủ kiểu từng mẻ là không khí hoặc khí trơ.

Có lợi là, ở bước C), tốc độ gia nhiệt của việc ủ kiểu từng mẻ lớn hơn hoặc bằng 5000°C.giờ⁻¹, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 10000 đến 15000°C.giờ⁻¹ hoặc nằm trong khoảng từ 20000 đến 35000°C.giờ⁻¹.

Ở bước C), tốc độ làm nguội thấp hơn hoặc bằng 29,0°C.giờ⁻¹, tốt hơn nữa là thấp hơn hoặc bằng 27°C.giờ⁻¹ và có lợi là nằm trong khoảng từ 15 đến 27°C.giờ⁻¹. Thực vậy, mặc dù không bị ràng buộc bởi lý thuyết bất kỳ, song điều tin chắc là trên mức 29,0°C.giờ⁻¹, việc làm nguội không đủ chậm để khiến hydro được giải phóng.

Tốt hơn là, ở bước C), việc ủ kiểu từng mẻ được thực hiện trong khoảng thời gian từ 1 tới 100 giờ.

Sau đó, tấm thép đã được hợp kim hóa trước được cắt để thu được phôi.

Việc xử lý nhiệt được áp dụng đối với phôi trong lò. Tốt hơn là, ở các bước C) và/hoặc E), môi trường là khí trơ hoặc có thể oxy hóa bằng hoặc cao hơn thế oxy hóa của môi trường chứa 1% thể tích oxy và bằng hoặc thấp hơn thế oxy hóa của môi trường chứa 50% thể tích oxy. Đặc biệt, môi trường này có thể được cấu thành bởi N_2 hoặc Ar hoặc các hỗn hợp gồm nitơ hoặc argon và các chất oxy hoá khí như, ví dụ, oxy, các hỗn hợp gồm CO và CO_2 hoặc các hỗn hợp gồm H_2 và H_2O . Cũng khả thi nếu sử dụng các hỗn hợp gồm CO và CO_2 hoặc các hỗn hợp gồm H_2 và H_2 mà không cần bổ sung khí trơ.

Tốt hơn là, ở các bước C) và/hoặc E), môi trường này có thể oxy hóa bằng hoặc cao hơn thế oxy hóa của môi trường chứa 10% thể tích oxy và bằng hoặc thấp hơn thế oxy hóa của môi trường chứa 30% thể tích oxy. Ví dụ, môi trường này là không khí, tức là chỉ gồm khoảng 78% N_2 , khoảng 21% O_2 và và khí khác như các khí hiếm, cacbon đioxit và metan.

Tốt hơn là, ở các bước C) và/hoặc E), điểm ngưng tụ nằm trong khoảng từ -30 đến +30°C, tốt hơn nữa là từ -20 đến +20°C và có lợi là nằm trong khoảng từ -15°C đến +15°C. Thực vậy, mặc dù không bị ràng buộc bởi lý thuyết bất kỳ, song điều tin chắc là khi điểm ngưng tụ nằm trong khoảng nêu trên, lớp các oxit bên nhiệt động làm giảm hơn nữa sự hấp thụ H_2 trong quá trình xử lý nhiệt.

Tốt hơn là, việc xử lý nhiệt được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 800 đến 970°C. Tốt hơn nữa là, việc xử lý nhiệt được thực hiện ở nhiệt độ austenit hoá T_m thường là nằm trong khoảng từ 840 đến 950°C, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 880 đến 930°C. Có lợi là, phôi này được duy trì với thời gian dừng T_m 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, các lớp phủ lót tạo ra một lớp hợp kim có khả năng chống ăn mòn, chịu mòn, chịu bào mòn và chịu mỏi cao.

Ở nhiệt độ môi trường, cơ chế hấp thụ hydro vào trong thép là khác với 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 lót kiểu rào chắn hydro và việc làm nguội chậm sau khi ủ kiểu từng mẻ có thể ngăn ngừa sự phân ly nước ở bề mặt lớp phủ lót kiểu rào chắn hydro. Điều này có thể ngăn ngừa sự khuếch tán hydro qua lớp phủ và có thể cho phép dù đã bị hấp phụ sẽ giải phóng.

Sau khi xử lý nhiệt, phôi này tiếp đó được chuyển vào dụng cụ tạo hình nóng và được tạo 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 việc 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 gồm trên cơ sở mactensit, tốt hơn là chứa mactensit, hoặc mactensit và bainit, hoặc được cấu thành bởi ít nhất là 75% của ferit đẳng trục, 5 tới 20% của 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 đã được tạo ra như vậy bằng cách tạo hình nóng. Tốt hơn là, chi tiết này bao gồm tấm thép có độ dày thay đổi đã được phủ lớp phủ lót kiểu rào chắn hydro và lớp oxit chứa các oxit bền nhiệt động, lớp phủ lót kiểu rào chắn hydro như vậy được hợp kim hoá thông qua sự khuếch tán cùng với tấm thép.

Tốt hơn nữa là, chi tiết này bao gồm tấm thép có độ dày thay đổi được phủ ngay ngoài bởi lớp phủ lót trên cơ sở kẽm hoặc nhôm, lớp phủ này được phủ ngay ngoài bởi lớp phủ lót kiểu rào chắn hydro và lớp oxit chứa các oxit bền nhiệt động, lớp phủ lót kiểu rào chắn hydro như vậy được hợp kim hoá thông qua sự khuếch tán cùng với lớp phủ lót trên cơ sở kẽm hoặc nhôm, lớp phủ lót này được hợp kim hoá cùng với tấm thép.

Thực vậy, mặc dù không bị ràng buộc bởi lý thuyết bất kỳ, song dường như là sắt từ thép sẽ khuếch tán lên bề mặt của lớp phủ lót kiểu rào chắn này trong quá trình xử lý nhiệt.

Tốt hơn là, các oxit bền nhiệt động có thể bao gồm một cách tương ứng Cr_2O_3 ; FeO ; NiO ; Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , MgO , Y_2O_3 , hoặc hỗn hợp của chúng.

Nếu lớp phủ lót trên cơ sở kẽm có mặt, thì các oxit này có thể cũng bao gồm ZnO. Nếu lớp phủ lót trên cơ sở nhôm có mặt, thì các oxit này có thể cũng bao gồm Al_2O_3 và/hoặc MgAl_2O_4 .

Tốt hơn là, độ dày của độ dày của lớp oxit nằm trong khoảng từ 10 đến 550 nm.

Tốt hơn là, chi tiết này là thanh ray trước, thanh ngang ghế ngồi, thanh đáy cửa bên, thanh ngang tấm chắn bùn, cốt sàng phía trước, thanh ngang sàn phía sau, thanh ray phía sau, trụ chống B, vành cửa hoặc ghế ngồi sau.

Đối với các ứng dụng cho phương tiện có động cơ, sau bước phosphat hoá, chi tiết được nhúng trong dung dịch mạ điện di. Thông thường, độ dày của lớp phosphat hoá nằm trong khoảng từ 1 đến 2 μm và độ dày của lớp mạ điện di nằm trong khoảng từ 15 đến 25 μm , tốt hơn là thấp hơn hoặc bằng 20 μm . Lớp mạ điện di này đảm bảo sự chống ăn mòn bổ sung. Sau bước mạ điện di, các lớp sơn phủ khác có thể được lắng 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 phospho hoá để đảm bảo sự bám dính của lớp mạ.

Sáng chế sẽ được giải thích thông qua các thử nghiệm 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 được sử dụng đều có ký hiệu 22MnB5. Thành phần của thép này 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%.

Tất cả các tấm thép được phủ lớp phủ lót thứ nhất có khả năng chống ăn mòn mà dưới đây được ký hiệu là “AluSi®”. Lớp phủ lót này có 9% khối lượng silic, 3% khối lượng sắt, lượng còn lại là nhôm. Nó được lắng phủ bằng cách mạ nhúng nóng.

Tiếp đó, hai mẫu thử nghiệm được phủ lớp phủ lót thứ hai có 80% Ni và 20% Cr đã được lắng phủ bằng cách mạ phun magnetron.

Ví dụ 1: thử nghiệm hấp thụ hydro

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

Mẫu thử nghiệm 1 là tấm thép đã được phủ lớp phủ lót thứ nhất là AluSi® (25µm). Tiếp đó, việc ủ kiểu từng mẻ ở nhiệt độ 650°C được thực hiện trong 5 giờ. Tốc độ gia nhiệt là 10800°C.giờ⁻¹. Môi trường của quá trình ủ kiểu từng mẻ là không khí. Việc làm nguội sau khi ủ kiểu từng mẻ được thực hiện với tốc độ 3600°C.giờ⁻¹.

Mẫu thử nghiệm 2 là tấm thép đã được phủ lớp phủ lót thứ nhất là AluSi® (25µm) và lớp phủ lót thứ hai có 80% Ni và 20% Cr. Tiếp đó, việc ủ kiểu từng mẻ ở nhiệt độ 650°C được thực hiện trong 5 giờ. Tốc độ gia nhiệt là 10800°C.giờ⁻¹. Môi trường của quá trình ủ kiểu từng mẻ là không khí. Việc làm nguội sau khi ủ kiểu từng mẻ được thực hiện với tốc độ 3600°C.giờ⁻¹.

Mẫu thử nghiệm 3 là tấm thép đã được phủ lớp phủ lót thứ nhất là AluSi® (25µm). Tiếp đó, việc ủ kiểu từng mẻ ở nhiệt độ 650°C được thực hiện trong 5 giờ. Tốc độ gia nhiệt là 10800°C.giờ⁻¹. Môi trường của quá trình ủ kiểu từng mẻ là không khí. Việc làm nguội sau khi ủ kiểu từng mẻ được thực hiện với tốc độ 25°C.giờ⁻¹.

Mẫu thử nghiệm 4 là tấm thép đã được phủ lớp phủ lót thứ nhất là AluSi® (25µm) và lớp phủ lót thứ hai có 80% Ni và 20% Cr. Tiếp đó, việc ủ kiểu từng mẻ ở nhiệt độ 650°C được thực hiện trong 5 giờ. Tốc độ gia nhiệt là 10800°C.giờ⁻¹. Môi trường của quá trình ủ kiểu từng mẻ là không khí. Việc làm nguội sau khi ủ kiểu từng mẻ được thực hiện với tốc độ 25°C.giờ⁻¹.

Sau đó, tất cả các mẫu thử nghiệm được cắt và được nung nóng ở nhiệt độ 900°C với thời gian dừng 3 phút. Môi trường trong quá trình xử lý nhiệt là không khí. Các phôi được chuyển vào dụng cụ ép và được dập nóng để thu được các chi tiết có độ dày khác nhau. Sau đó, các chi tiết được làm nguội bằng cách nhúng các mẫu thử nghiệm vào trong 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 giải hấp nhiệt TDA (Thermal Desorption Analyser). Nhằm mục đích này, từng 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

Mẫu thử nghiệm	Lớp phủ lót thứ hai	Tốc độ làm nguội (°C.giờ ¹)	Tỷ lệ Ni/Cr	Độ dày lớp phủ lót thứ hai (nm)	Lượng H ₂ (ppm khối lượng)
1	-	3600	-	200	<u>1,15</u>
2	Ni/Cr 80/20	3600	4	-	<u>0,75</u>
3	-	25	-	200	<u>0,9</u>
4*	Ni/Cr 80/20	25	4	-	0,35

*: các ví dụ theo sáng chế.

Mẫu thử nghiệm 4 theo sáng chế giải phóng lượng hydro thấp hơn một cách đáng kể so với các ví dụ so sánh.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp tăng cứng bằng cách ép bao gồm các bước sau:

- A) chuẩn bị tấm thép dùng để xử lý nhiệt, đã được phủ trước lớp phủ lót trên cơ sở kẽm hoặc nhôm,
- B) lắng phủ lớp phủ lót kiểu rào chắn hydro lên trên với độ dày nằm trong khoảng từ 10 đến 550 nm,
- C) ủ kiểu từng mẻ tấm thép có lớp phủ lót này để thu được tấm thép đã được hợp kim hóa trước, việc làm nguội sau khi ủ kiểu từng mẻ được thực hiện với tốc độ $29,0^{\circ}\text{C}.\text{giờ}^{-1}$ hoặc thấp hơn,
- D) cắt tấm thép đã được hợp kim hóa trước này để thu được phôi,
- E) xử lý nhiệt phôi này để thu được vi cấu trúc austenit hoàn toàn trong thép này,
- F) chuyển phôi này vào dụng cụ ép,
- G) tạo hình nóng phôi này để thu được chi tiết,
- H) làm nguội chi tiết thu được ở bước G) để có được vi cấu trúc trong thép ở dạng mactensit hoặc mactensito-bainit hoặc được cấu thành bởi ít nhất là 75% tính theo phần thể tích của ferit đẳng trục, 5 tới 20% thể tích của mactensit và của bainit với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 10% thể tích, trong đó ở các bước C) và E) độc lập với nhau, môi trường có thể oxy hóa bằng hoặc cao hơn thể oxy hóa của môi trường chứa 1% thể tích oxy và bằng hoặc thấp hơn thể oxy hóa của môi trường chứa 50% thể tích oxy, trong đó ở bước E), môi trường có điểm ngưng tụ nằm trong khoảng từ -30 đến $+30^{\circ}\text{C}$.

2. Phương pháp tăng cứng bằng cách ép theo điểm 1, trong đó ở bước B), lớp phủ lót kiểu rào chắn hydro chứa ít nhất một nguyên tố được chọn trong số: niken, crom, magie, nhôm và ytri.

3. Phương pháp tăng cứng bằng cách ép theo điểm 1 hoặc 2, trong đó ở bước B), lớp phủ lót kiểu rào chắn hydro gồm niken và crom; hoặc niken và nhôm; hoặc crom; hoặc niken và nhôm và ytri; hoặc magie.

4. Phương pháp tăng cứng bằng cách ép theo điểm 1 hoặc 2, trong đó ở bước A), lớp phủ lót trên cơ sở kẽm hoặc nhôm là trên cơ sở kẽm và chứa dưới 6,0% Al, dưới 6,0% Mg, lượng còn lại là Zn.
5. Phương pháp tăng cứng bằng cách ép theo điểm 1 hoặc 2, trong đó ở bước A), lớp phủ lót trên cơ sở kẽm hoặc nhôm là trên cơ sở nhôm và 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.
6. Phương pháp tăng cứng bằng cách ép theo điểm 1 hoặc 2, trong đó ở bước C), việc ủ kiểu từng mẻ được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 450 đến 750°C.
7. Phương pháp tăng cứng bằng cách ép theo điểm 1 hoặc 2, trong đó ở bước C), môi trường của việc ủ kiểu từng mẻ là không khí.
8. Phương pháp tăng cứng bằng cách ép theo điểm 1 hoặc 2, trong đó ở bước C), tốc độ gia nhiệt của việc ủ kiểu từng mẻ lớn hơn hoặc bằng 5000°C.giờ⁻¹.
9. Phương pháp tăng cứng bằng cách ép theo điểm 1 hoặc 2, trong đó ở bước C), tốc độ làm nguội thấp hơn hoặc bằng 27°C.giờ⁻¹.
10. Phương pháp tăng cứng bằng cách ép theo điểm 1 hoặc 2, trong đó ở bước C), việc ủ kiểu từng mẻ được thực hiện trong khoảng thời gian từ 1 tới 100 giờ.
11. Phương pháp tăng cứng bằng cách ép theo điểm 1 hoặc 2, trong đó ở bước E), việc xử lý nhiệt được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 800 đến 970°C.

12. Phương pháp tăng cứng bằng cách ép theo điểm 1 hoặc 2, trong đó ở bước E), việc xử lý nhiệt được thực hiện với thời gian dừng nằm trong khoảng từ 1 đến 12 phút.

13. Phương pháp tăng cứng bằng cách ép theo điểm 1 hoặc 2, trong đó trong bước H), việc tạo hình nóng phôi được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 600 đến 830°C.