



- (12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ
(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ
(51)^{2024.01} C21D 9/00; C22C 18/04; C22C 18/00; (13) B
C21D 1/18; C21D 9/46



1-0048412

-
- (21) 1-2022-02175 (22) 20/10/2020
(86) PCT/IB2020/059842 20/10/2020 (87) WO2021/084379 06/05/2021
(30) PCT/IB2019/059288 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 BỀN CHO CHI TIẾT DẬP VÀ CHI TIẾT ĐƯỢC TẠO RA BẰNG PHƯƠNG PHÁP NÀY

(21) 1-2022-02175

(57) Sáng chế đề cập tới phương pháp tăng bền cho chi tiết dập, bao gồm các bước sau:

- A. chuẩn bị tấm thép để xử lý nhiệt tùy ý được mạ bằng lớp mạ sơ cấp chứa kẽm hoặc nhôm,
- B. cán linh hoạt tấm thép này theo hướng cán để thu được tấm thép có độ dày không đồng đều,
- C. cắt tấm thép cán thu được thành các miếng phôi cán đặc thù,
- D. lắng phủ lớp mạ sơ cấp chắn hydro với độ dày nằm trong khoảng từ 10 tới 550 nm,
- E. xử lý nhiệt miếng phôi cán đặc thù để thu được vi cấu trúc austenit toàn phần trong tấm thép,
- F. chuyển miếng phôi cán đặc thù vào khuôn dập,
- G. tạo hình nóng miếng phôi cán đặc thù để thu được chi tiết có độ dày không đồng đều,
- H. làm nguội chi tiết có độ dày không đồng đều thu được ở bước G) để tạo ra cấu trúc tế vi trong thép dạng mactensit hoặc mactensit-bainit hoặc chứa ít nhất 75% thể tích là ferit đẳng trục, từ 5% tới 20% thể tích là mactensit và 10% thể tích hoặc ít hơn là bainit.

Sáng chế cũng đề cập đến các chi tiết được tạo ra bằng phương pháp này.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tới phương pháp sản xuất các chi tiết được dập nóng từ tấm thép để xử lý nhiệt có lớp mạ sơ cấp chắn hydro. Các chi tiết này cần phải có độ bền gãy trễ nổi trội ngay cả khi có độ dày không đồng đều.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Tấm thép mạ để dập nóng đôi khi được gọi là "được mạ sơ cấp", hàm ý rằng sẽ có sự chuyển đổi bản chất của lớp mạ sơ cấp xảy ra trong quá trình xử lý nhiệt trước khi dập. Có thể có nhiều hơn một lớp mạ sơ cấp. Sáng chế này đề cập đến trường hợp có một lớp mạ sơ cấp, tùy ý hai lớp mạ sơ cấp.

Quá trình tăng bền khi dập được coi là rất quan trọng đối với sự hấp thu hydro, làm tăng tính dễ gãy trễ. Sự độ hấp thu có thể xảy ra trong quá trình xử lý nhiệt austenit hóa, là bước nung nóng trước khi tạo hình bằng cách dập nóng. Độ bão hòa hydro trong thép thực sự phụ thuộc vào giai đoạn luyện kim. Hơn nữa, ở nhiệt độ cao nước trong lò bị phân ly trên bề mặt của tấm thép thành hydro và oxy.

Ngoài ra, đã biết là trong quá trình xử lý nhiệt austenit hóa, các miếng phôi có độ dày không đồng đều hấp thu nhiều hydro hơn các miếng phôi tiêu chuẩn. Các miếng phôi có độ dày không đồng đều thường được sản xuất bằng cách cán linh hoạt liên tục, là quy trình trong đó độ dày tấm thép thu được sau khi cán biến đổi theo hướng cán. Điều này được thực hiện thông qua tải trọng mà các trục cán tác dụng lên tấm thép trong quá trình cán như được mô tả trong EP1074317. Cán linh hoạt có đặc điểm là khe cán được thay đổi một cách có chủ ý trong quá trình cán. Mục đích của cán linh hoạt là tạo ra tấm thép cán với tiết diện được tối ưu hóa về tải trọng và khối lượng. Độ dày phụ thuộc vào tỷ lệ cán và có thể dao động từ 1 tới 50%. Miếng phôi cắt ra từ dải thép có độ dày không đồng đều thường được gọi là phôi cán đặc thù.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp tăng bền cho chi tiết dập trong đó sự hấp thu hydro vào phôi cán đặc thù được ngăn chặn. Nó nhằm tạo ra chi tiết có độ bền gãy trễ vượt trội bằng phương pháp tăng bền cho chi tiết dập có bước tạo hình nóng.

Mục đích này đạt được bằng phương pháp tăng bền cho chi tiết dập bao gồm các bước sau:

- A. chuẩn bị tấm thép để xử lý nhiệt tùy ý được mạ trước bằng lớp mạ sơ cấp chứa kẽm hoặc nhôm,
- B. cán linh hoạt tấm thép này theo hướng cán để thu được tấm thép có độ dày không đồng đều,
- C. cắt tấm thép cán thu được thành các miếng phôi cán đặc thù,
- D. lắng phủ lớp mạ sơ cấp chắn hydro với độ dày nằm trong khoảng từ 10 tới 550 nm,
- E. xử lý nhiệt miếng phôi cán đặc thù để thu được vi cấu trúc austenit toàn phần trong tấm thép,
- F. chuyển miếng phôi cán đặc thù vào khuôn dập,
- G. tạo hình nóng miếng phôi cán đặc thù để thu được chi tiết có độ dày không đồng đều,
- H. làm nguội chi tiết có độ dày không đồng đều thu được ở bước G) để tạo ra cấu trúc tế vi trong thép dạng mactensit hoặc mactensit-bainit hoặc chứa ít nhất 75% thể tích là ferit đẳng trục, từ 5% tới 20% thể tích là mactensit, và 10% thể tích hoặc ít hơn là bainit.

Mô tả chi tiết các phương án thực hiện sáng chế

Thực vậy, các tác giả sáng chế đã bất ngờ phát hiện thấy rằng khi tấm thép được mạ trước bằng lớp mạ sơ cấp chắn hydro sau bước cán linh hoạt và trước

bước xử lý nhiệt, thì tác dụng rào cản của lớp mạ sơ cấp được cải thiện đáng kể, ngăn ngừa tốt hơn sự hấp thu hydro vào tấm thép.

Ngoài ra, dường như trong bước xử lý nhiệt, các oxit ổn định về mặt nhiệt động học được tạo ra trên bề mặt của lớp mạ chắn sơ cấp với động học thấp. Các oxit ổn định về mặt nhiệt động học này cũng làm giảm hơn nữa mức độ hấp thu hydro.

Ở bước A), tấm thép được dùng là thép để xử lý nhiệt như được mô tả trong tiêu chuẩn European Standard EN 10083. Nó có thể có độ bền kéo cao tới 500MPa, tốt hơn nếu có độ bền kéo nằm trong khoảng từ 500 tới 2000MPa trước hoặc sau khi xử lý nhiệt.

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

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

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

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

và tùy ý còn bao gồm một hoặc nhiều thành phần sau: $0,05\% \leq Mo \leq 0,65\%$; $0,001\% \leq W \leq 0,30\%$; $0,0005\% \leq Ca \leq 0,005\%$, phần còn lại là sắt và các tạp chất không tránh khỏi trong quá trình sản xuất thép.

Tấm thép này có thể là thép Ductibor®500 với thành phần như sau: $0,040\% \leq C \leq 0,100\%$; $0,80\% \leq Mn \leq 2,00\%$; $0\% \leq Si \leq 0,30\%$; $0\% \leq S \leq 0,005\%$; $0\% \leq P \leq 0,030\%$; $0,010\% \leq Al \leq 0,070\%$; $0,015\% \leq Nb \leq 0,100\%$; $0,030\% \leq Ti \leq 0,080\%$; $0\% \leq N \leq 0,009\%$; $0\% \leq Cu \leq 0,100\%$; $0\% \leq Ni \leq 0,100\%$; $0\% \leq Cr \leq 0,100\%$; $0\% \leq Mo \leq 0,100\%$; $0\% \leq Ca \leq 0,006\%$, phần còn lại là sắt và các tạp chất không tránh khỏi trong quá trình sản xuất thép.

Tấm thép này có thể được tạo ra bằng cách cán nóng và tùy ý cán nguội tùy thuộc vào độ dày mong muốn, mà có thể nằm trong khoảng từ 0,7 tới 3,0mm chẳng hạn.

Tùy ý ở bước A), tấm thép này có thể được mạ ở mặt ngoài bằng lớp mạ sơ cấp chứa kẽm hoặc nhôm nhằm mục đích chống ăn mòn.

Theo một phương án thực hiện được ưu tiên, lớp mạ sơ cấp chứa kẽm hoặc nhôm này là lớp mạ chứa nhôm và chứa ít hơn 15% Si, ít hơn 5,0% Fe, tùy ý từ 0,1 tới 8,0% Mg và tùy ý từ 0,1 tới 30,0% Zn, phần còn lại là Al. Ví dụ, lớp mạ sơ cấp chứa kẽm hoặc nhôm này là AluSi®.

Theo một phương án thực hiện được ưu tiên khác, lớp mạ sơ cấp chứa kẽm hoặc nhôm này là lớp mạ chứa kẽm và chứa ít hơn 6,0% Al, ít hơn 6,0% Mg, phần còn lại là Zn. Ví dụ, lớp mạ sơ cấp chứa kẽm hoặc nhôm này là lớp mạ chứa kẽm để thu được sản phẩm Usibor® GI.

Lớp mạ sơ cấp chứa kẽm hoặc nhôm này cũng có thể còn chứa các tạp chất và các nguyên tố dư như sắt với hàm lượng lên tới 5,0%, tốt hơn là 3,0%, theo khối lượng.

Lớp mạ sơ cấp chứa kẽm hoặc nhôm này có thể được lắng phủ bằng các phương pháp bất kỳ được biết bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này, ví dụ mạ kẽm nhúng nóng quy trình, phủ cán, mạ điện quy trình, lắng phủ hơi vật lý như lắng phủ phun hơi, phún xạ magnetron, hoặc lắng phủ bằng chùm tia electron.

Tùy ý, sau khi lắng phủ lớp mạ sơ cấp chứa kẽm hoặc nhôm này, có thể thực hiện việc cán là để làm tăng độ bền của tấm thép mạ và làm cho nó có độ nhám nhằm tạo điều kiện thuận lợi cho bước định hình tiếp theo. Việc tẩy dầu mỡ và xử lý bề mặt cũng có thể được áp dụng để cải thiện liên kết kết dính hoặc độ bền ăn mòn chẳng hạn.

Sau khi có được tấm thép để xử lý nhiệt, tùy ý được mạ trước bằng lớp mạ sơ cấp chứa kẽm hoặc nhôm, tấm thép này được cán để thu được tấm có độ dày không đồng đều.

Tốt hơn nếu ở bước B), bước cán linh hoạt là bước cán nóng hoặc cán nguội. Tốt hơn nếu tỷ lệ cán nằm trong khoảng từ 1 tới 50%. Sau đó, tấm cán thu được được cắt thành các miếng phôi cán đặc thù.

Tùy ý, ở bước D), lớp mạ sơ cấp chắn hydro còn chứa các nguyên tố được chọn từ nhóm gồm Sr, Sb, Pb, Ti, Ca, Mn, Sn, La, Ce, Cr, Zr hoặc Bi, hàm lượng theo khối lượng của mỗi nguyên tố bổ sung này là ít hơn 0,3% khối lượng.

Tốt hơn nếu ở bước D), lớp mạ sơ cấp chắn hydro còn chứa ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm gồm: niken, crom, magie, nhôm và ytri.

Tốt hơn nếu ở bước D), lớp mạ sơ cấp chắn hydro là lớp mạ nền niken và crom, tức là lớp mạ sơ cấp chắn hydro này chứa niken, crom và tùy ý các nguyên tố khác. Có lợi nếu, tỷ lệ khối lượng Ni/Cr nằm trong khoảng từ 1,5 tới 9. Thực vậy, không muốn bị ràng buộc bởi bất kỳ lý thuyết nào, các tác giả sáng chế này tin rằng tỷ lệ đặc hiệu này sẽ làm giảm hơn nữa mức độ hấp thu hydro trong quá trình xử lý nhiệt austenit hóa.

Theo một phương án thực hiện được ưu tiên khác, lớp mạ sơ cấp chắn hydro là lớp mạ nền niken và nhôm, tức là lớp mạ sơ cấp chắn hydro này chứa Ni, Al và các nguyên tố bổ sung.

Theo một phương án thực hiện được ưu tiên khác, lớp mạ sơ cấp chắn hydro là lớp mạ nền crom, tức là lớp mạ sơ cấp chắn hydro này chỉ chứa Cr và các nguyên tố bổ sung.

Theo một phương án thực hiện được ưu tiên khác, lớp mạ sơ cấp chắn hydro là lớp mạ nền magie, tức là lớp mạ sơ cấp chắn hydro này chỉ chứa Mg và các nguyên tố bổ sung.

Theo một phương án thực hiện được ưu tiên khác, lớp mạ sơ cấp chắn hydro là lớp mạ nền niken, crom, nhôm và ytri, tức là lớp mạ sơ cấp chắn hydro này chứa Ni, Al và Y và các nguyên tố bổ sung.

Ở bước D), lớp mạ sơ cấp chắn hydro này có độ dày nằm trong khoảng từ 10 tới 550 nm và tốt hơn là từ 10 tới 90 hoặc từ 150 tới 250 nm. Ví dụ, độ dày của lớp mạ sơ cấp chắn hydro này bằng 50, 200 hoặc 400 nm.

Không muốn bị ràng buộc bởi bất kỳ lý thuyết nào, dường như khi lớp mạ sơ cấp chắn hydro này mỏng hơn 10 nm, thì có nguy cơ rằng hydro sẽ còn hấp thụ vào thép bởi vì lớp mạ sơ cấp chắn hydro này không bao phủ đủ tấm thép. Khi lớp mạ sơ cấp chắn hydro này dày hơn 550 nm, thì dường như có nguy cơ rằng lớp mạ sơ cấp chắn hydro này sẽ trở nên giòn hơn và bắt đầu hấp thụ hydro do lớp mạ sơ cấp chắn hydro bị vỡ vụn.

Tốt hơn nếu ở bước D), tấm thép này được mạ ở mặt ngoài bằng lớp mạ sơ cấp chứa kẽm hoặc nhôm trước khi cán linh hoạt, và sau khi cán linh hoạt lớp mạ sơ cấp chứa kẽm hoặc nhôm này được mạ ở mặt ngoài bằng lớp mạ sơ cấp chắn hydro.

Tốt hơn nếu lớp mạ sơ cấp chắn hydro của D) được lắng phủ bằng phương pháp lắng phủ hơi vật lý, mạ điện hoặc phủ cán. Tốt hơn nếu lớp mạ sơ cấp chắn

hydro này được lắng phủ bằng phương pháp lắng phủ dùng chùm tia electron hoặc phủ cán.

Bước xử lý nhiệt phôi cán đặc thù sau đó được tiến hành trong lò. Tốt hơn nếu ở bước E), môi trường khí được dùng là khí trơ hoặc có thể oxy hóa bằng hoặc cao hơn thế oxy hóa của môi trường khí chứa 1% thể tích oxy và bằng hoặc thấp hơn thế oxy hóa của môi trường khí chứa 50% thể tích oxy. Môi trường khí này có thể chứa cụ thể N_2 hoặc Ar hoặc hỗn hợp của nitơ hoặc argon và các chất khí oxy hóa, ví dụ như oxy, hỗn hợp của CO và CO_2 hoặc hỗn hợp của H_2 và H_2O . Cũng có thể sử dụng hỗn hợp của CO và CO_2 hoặc hỗn hợp của H_2 và H_2 không có khí trơ bổ sung.

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

Tốt hơn nếu ở bước E), điểm sương nằm trong khoảng từ -30 tới $+30^\circ C$, tốt hơn nữa nếu từ -20 tới $+20^\circ C$ và còn tốt hơn nữa nếu từ $-15^\circ C$ tới $+15^\circ C$. Thực vậy, không muốn bị ràng buộc bởi bất kỳ lý thuyết nào, các tác giả sáng chế này tin rằng khi điểm sương nằm trong khoảng nêu trên, thì lớp các oxit ổn định về mặt nhiệt động học còn làm giảm hơn nữa độ hấp thu H_2 trong quá trình xử lý nhiệt.

Tốt hơn nếu bước xử lý nhiệt được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 800 tới $970^\circ C$. Tốt hơn nữa nếu bước xử lý nhiệt được thực hiện ở nhiệt độ austenit hóa Tm thường nằm trong khoảng từ 840 tới $950^\circ C$, tốt hơn nếu từ 880 tới $930^\circ C$. Có lợi nếu miếng phôi được giữ trong khoảng thời gian tm từ 1 tới 12 phút, tốt hơn nếu từ 3 tới 9 phút. Trong quá trình xử lý nhiệt trước bước tạo hình nóng, lớp mạ sơ cấp tạo ra lớp hợp kim có độ bền cao chống ăn mòn, mài mòn, bào mòn và mỏi.

Sau bước xử lý nhiệt, miếng phôi được chuyển tiếp đến khuôn tạo hình nóng và được tạo hình nóng ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 600 tới $830^\circ C$. Bước tạo hình nóng này có thể là bước dập nóng hoặc cán uốn. Tốt hơn nếu miếng phôi được

đập nóng. Chi tiết thu được sau đó được làm nguội trong khuôn tạo hình nóng hoặc sau khi được chuyển sang dụng cụ làm nguội cụ thể.

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

Chi tiết nêu trên được tạo ra từ tấm thép có độ dày không đồng đều được mạ bằng lớp mạ sơ cấp chắn hydro và lớp oxit chứa các oxit ổn định về mặt nhiệt động học, lớp mạ chắn hydro như vậy được hợp kim hóa thông qua quá trình khuếch tán với tấm thép.

Tốt hơn nếu chi tiết này bao gồm tấm thép được mạ ở mặt ngoài bằng lớp mạ sơ cấp chứa kẽm hoặc nhôm, cả hai có độ dày không đồng đều. Lớp mạ sơ cấp chứa kẽm hoặc nhôm này được mạ ở mặt ngoài bằng lớp mạ chắn hydro và lớp oxit chứa các oxit ổn định về mặt nhiệt động học. Lớp mạ sơ cấp chắn hydro này được hợp kim hóa nhờ quá trình khuếch tán với lớp mạ sơ cấp chứa kẽm hoặc nhôm. Lớp mạ sơ cấp chứa kẽm hoặc nhôm này cũng được tạo hợp kim với tấm thép. Không muốn bị ràng buộc bởi bất kỳ lý thuyết nào, dường như sắt từ tấm thép khuếch tán tới bề mặt của lớp mạ sơ cấp chắn hydro trong quá trình xử lý nhiệt.

Tốt hơn nếu các oxit ổn định về mặt nhiệt động học có thể chứa lần lượt Cr_2O_3 , FeO , NiO , Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , MgO , Y_2O_3 hoặc hỗn hợp của chúng.

Nếu lớp mạ sơ cấp chứa kẽm có mặt, thì các oxit nêu trên cũng có thể chứa ZnO . Nếu lớp mạ sơ cấp chứa nhôm có mặt, thì các oxit nêu trên cũng có thể chứa Al_2O_3 và/hoặc MgAl_2O_4 .

Tốt hơn nếu chi tiết có thể được tạo ra theo sáng chế là thanh ray trước, thanh ngang ghé ngồi, thanh dọc cạnh, tấm chắn ngang, cốt sàn phía trước, thanh ngang sàn phía sau, thanh ray phía sau, trụ chống B, vành cửa hoặc ghé ngồi sau.

Đối với ứng dụng trong ô tô, sau bước phot phát hóa, chi tiết này được nhúng vào bể sơn điện di. Thông thường, độ dày của lớp phosphat nằm trong

khoảng từ 1 tới 2 μm và độ dày của lớp sơn điện di nằm trong khoảng từ 15 tới 25 μm , tốt hơn là thấp hơn hoặc bằng 20 μm . Lớp điện di này đảm bảo sự bảo vệ bổ sung chống ăn mòn. Sau khi sơn điện di, có thể lắng phủ các lớp sơn khác, ví dụ lớp sơn lót, lớp nền và lớp phủ trên cùng.

Trước khi sơn điện di, chi tiết này được tẩy dầu mỡ và phosphat hóa để đảm bảo độ bám dính của lớp điện di.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Dưới đây sáng chế sẽ được giải thích dựa trên các thử nghiệm được thực hiện chỉ để cung cấp thông tin. Chúng không giới hạn phạm vi của sáng chế.

Trong tất cả các thử nghiệm, các tấm thép được dùng là thép 22MnB5. Thành phần của thép này 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 được mạ bằng lớp mạ sơ cấp thứ nhất dưới đây được gọi là “AluSi®”. Lớp mạ sơ cấp này chứa 9% khối lượng silic, 3% khối lượng sắt, phần còn lại là nhôm. Nó được lắng phủ bằng cách mạ kẽm nhúng nóng.

Một số tấm thép được mạ trước bằng lớp mạ sơ cấp thứ hai bằng phương pháp lắng phủ bằng phún xạ magnetron.

Ví dụ 1: Thử nghiệm hydro:

Thử nghiệm này được sử dụng để xác định lượng hydro hấp thu trong bước xử lý nhiệt austenit hóa của phương pháp tăng bền cho chi tiết dập.

Mẫu thử nghiệm 1 là tấm thép được mạ bằng lớp mạ sơ cấp thứ nhất là AluSi® (25 μm). Bước cán linh hoạt được thực hiện trên Mẫu thử nghiệm 1. Sau đó, Mẫu thử nghiệm 1 được cắt thành các miếng phôi cán đặc thù.

Mẫu thử nghiệm 2 là tấm thép được mạ trước bằng lớp phủ thứ nhất là AluSi® (25µm) và lớp mạ sơ cấp thứ hai chứa 80% Ni và 20% Cr. Sau đó, bước cán linh hoạt được thực hiện trên Mẫu thử nghiệm 2. Mẫu thử nghiệm 2 được cắt thành các miếng phôi cán đặc thù. Trong trường hợp này, lớp mạ sơ cấp chắn hydro được lắng phủ trước bước cán linh hoạt.

Mẫu thử nghiệm 3 là tấm thép được mạ trước bằng lớp mạ sơ cấp thứ nhất là AluSi® (25µm) và lớp mạ sơ cấp thứ hai chứa 80% Ni và 20% Cr. Mẫu thử nghiệm 3 đầu tiên được mạ bằng lớp mạ sơ cấp thứ nhất là AluSi®. Sau đó, thực hiện bước cán linh hoạt với tỷ lệ cán bằng 50%, tiếp theo là bước cắt thành các miếng phôi cán đặc thù. Sau đó, lớp mạ sơ cấp thứ hai chứa 80% Ni và 20% Cr được kết lắng trên Mẫu thử nghiệm 3. Trong trường hợp này, lớp mạ sơ cấp chắn hydro được lắng phủ sau bước cán linh hoạt.

Tiếp theo đó, tất cả các Mẫu thử nghiệm được nung nóng ở nhiệt độ 900°C và giữ trong thời gian từ 5 tới 10 phút. Môi trường khí trong quá trình xử lý nhiệt này là không khí. Các miếng phôi thu được chuyển vào khuôn dập và được dập nóng để thu được các chi tiết có độ dày không đồng đều. Sau đó, các miếng phôi này được làm nguội bằng cách nhúng các mẫu thử nghiệm vào nước ấm để tăng độ bền trong quá trình chuyển pha mactensit.

Cuối cùng, lượng hydro được hấp thụ bởi tấm thép trong quá trình xử lý nhiệt được đo bằng phương pháp giải hấp nhiệt trên máy phân tích giải hấp nhiệt (Thermal Desorption Analyser hoặc TDA). Nhằm mục đích này, mỗi mẫu thử nghiệm được đặt vào lọ thạch anh và được nung nóng từ từ trong lò hồng ngoại dưới dòng nitơ. Hỗn hợp hydro/nitơ giải phóng ra được thu nhận bằng bộ dò khí và nồng độ hydro được đo bằng khối phổ kế.

Kết quả thu được được thể hiện trong Bảng 1 sau:

Các mẫu thử nghiệm	Môi trường khí	Lớp mạ sơ cấp thứ hai	Lắng phủ lớp mạ sơ cấp thứ hai	Tỷ lệ Ni/Cr	Độ dày lớp mạ sơ cấp thứ hai (nm)	Lượng H ₂ (ppm theo khối lượng)
1	không khí	-	-	-	200	1,1
2	không khí	Ni/Cr 80/20	Trước khi cán linh hoạt	4	200	1,05
3*	không khí	Ni/Cr 80/20	Sau khi cán linh hoạt	4	200	0,15

*: Ví dụ theo sáng chế.

Mẫu thử nghiệm 3 theo sáng chế giải phóng lượng hydro thấp hơn đáng kể.

Sau khi xử lý nhiệt và tạo hình nóng, bề mặt của mẫu thử nghiệm 3 được phân tích. Nó bao gồm các oxit sau đây trên bề mặt: Cr₂O₃, NiO, Fe₂O₃, Fe₃O₄ và Al₂O₃.

Từ tấm thép tới bề mặt bên ngoài, chi tiết làm từ mẫu thử nghiệm 3 bao gồm các lớp sau đây:

- lớp khuếch tán tiếp giáp bao gồm sắt từ tấm thép, nhôm, silic và các nguyên tố khác, có độ dày từ 10 tới 15 μm ,

- lớp hợp kim hóa chứa nhôm, silic và sắt từ tấm thép với lượng ít hơn so với lớp bên dưới và các nguyên tố khác, có độ dày từ 20 tới 35 μm ,
- lớp mỏng chứa ít sắt hơn và nhiều oxit hơn so với các lớp bên dưới, có độ dày từ 100 tới 300 nm,
- lớp rất mỏng chứa nhiều oxit nhất so với các lớp bên dưới, cụ thể là các oxit Ni, Cr và Al, và nằm ngay bên dưới bề mặt, có độ dày từ 50 tới 150 nm.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp tăng bền cho chi tiết dập, bao gồm các bước sau:
 - A. chuẩn bị tấm thép để xử lý nhiệt tùy ý được mạ bằng lớp mạ sơ cấp chứa kẽm hoặc nhôm,
 - B. cán linh hoạt tấm thép này theo hướng cán để thu được tấm thép có độ dày không đồng đều,
 - C. cắt tấm thép cán thu được thành các miếng phôi cán đặc thù,
 - D. lắng phủ lớp mạ sơ cấp chắn hydro với độ dày nằm trong khoảng từ 10 tới 550 nm, trong đó lớp mạ sơ cấp chắn hydro này chứa ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm gồm: niken, crom, magie, nhôm và ytri,
 - E. xử lý nhiệt miếng phôi cán đặc thù để thu được vi cấu trúc austenit toàn phần trong tấm thép, trong đó việc xử lý nhiệt này được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 800 đến 970°C trong khoảng thời gian giữ nằm trong khoảng từ 1 tới 12 phút,
 - F. chuyển miếng phôi cán đặc thù vào khuôn dập,
 - G. tạo hình nóng miếng phôi cán đặc thù để thu được chi tiết có độ dày không đồng đều,
 - H. làm nguội chi tiết có độ dày không đồng đều thu được ở bước G) để tạo ra cấu trúc tế vi trong thép dạng mactensit hoặc mactensit-bainit hoặc chứa ít nhất 75% thể tích là ferit đẳng trục, từ 5% tới 20% thể tích là mactensit và 10% thể tích hoặc ít hơn là bainit.
2. Phương pháp tăng bền cho chi tiết dập theo điểm 1, trong đó ở bước A), lớp mạ sơ cấp chứa kẽm hoặc nhôm tùy ý là lớp mạ chứa nhôm và chứa ít hơn 15% Si, ít hơn 5,0% Fe, tùy ý từ 0,1 tới 8,0% Mg và tùy ý từ 0,1 tới 30,0% Zn, phần còn lại là Al.

3. Phương pháp tăng bền cho chi tiết dập theo điểm 1, trong đó ở bước A), lớp mạ sơ cấp chứa kẽm hoặc nhôm tùy ý là lớp mạ kẽm và chứa ít hơn 6,0% Al, ít hơn 6,0% Mg, phần còn lại là Zn.
4. Phương pháp tăng bền cho chi tiết dập theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó ở bước B) bước cán linh hoạt là bước cán nóng hoặc bước cán nguội.
5. Phương pháp tăng bền cho chi tiết dập theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó ở bước D), lớp mạ sơ cấp chắn hydro là lớp mạ nền niken và crom hoặc niken và nhôm hoặc crom hoặc magie hoặc niken, nhôm và ytri.
6. Phương pháp tăng bền cho chi tiết dập theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó lớp mạ sơ cấp chắn hydro trong bước D) được lắng phủ bằng phương pháp lắng phủ hơi vật lý, mạ điện hoặc phủ cán.
7. Phương pháp tăng bền cho chi tiết dập theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó ở bước E), môi trường khí là môi trường khí trơ hoặc môi trường khí có thế oxy hóa bằng hoặc cao hơn thế oxy hóa của môi trường khí chứa 1% thể tích oxy và bằng hoặc thấp hơn thế oxy hóa của môi trường khí chứa 50% thể tích oxy.
8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó ở bước E), môi trường khí có điểm sương nằm trong khoảng từ -30 đến +30°C.
9. Phương pháp tăng bền cho chi tiết dập theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 8, trong đó trong bước G), việc tạo hình nóng miếng phôi được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 600°C đến 830°C.
10. Chi tiết được tạo ra bằng phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, bao gồm tấm thép có độ dày không đồng đều, lớp mạ sơ cấp chắn hydro

có độ dày đồng đều và được hợp kim hóa nhờ quá trình khuếch tán sắt từ tấm thép, và được phủ ở mặt ngoài bằng lớp oxit chứa các oxit sắt khuếch tán từ tấm thép và các nguyên tố khác khuếch tán từ lớp mạ sơ cấp chắn hydro, lớp oxit này có độ dày bằng 1 μm hoặc ít hơn.

11. Chi tiết được tạo ra bằng phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, bao gồm tấm thép được mạ trước bằng lớp mạ sơ cấp chứa kẽm, cả hai có độ dày không đồng đều, lớp mạ sơ cấp chắn hydro có độ dày đồng đều và được hợp kim hóa nhờ quá trình khuếch tán sắt từ tấm thép và khuếch tán kẽm và các nguyên tố khác từ lớp mạ sơ cấp chứa kẽm, và được phủ ở mặt ngoài bằng lớp oxit chứa các oxit sắt từ tấm thép và oxit kẽm và oxit các nguyên tố khác từ các lớp mạ sơ cấp, lớp oxit này có độ dày bằng 1,5 μm hoặc ít hơn.
12. Chi tiết được tạo ra bằng phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, bao gồm tấm thép được mạ trước bằng lớp mạ sơ cấp chứa nhôm, cả hai có độ dày không đồng đều, lớp mạ sơ cấp chắn hydro có độ dày đồng đều và được hợp kim hóa nhờ quá trình khuếch tán sắt từ tấm thép và khuếch tán nhôm và khuếch tán các nguyên tố khác từ lớp mạ sơ cấp chứa nhôm, và được phủ ở mặt ngoài bằng lớp oxit chứa các oxit sắt từ tấm thép và oxit nhôm và oxit các nguyên tố khác từ các lớp mạ sơ cấp, lớp oxit này có độ dày bằng 1,5 μm hoặc ít hơn.