



(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)



1-0049194

(51)^{2020.01} C21D 9/48; C22C 38/58; C21D 7/13; (13) B
C21D 8/04; C22C 38/02; C22C 38/04;
C22C 38/06; C22C 38/08; C22C 38/12;
C22C 38/14; C22C 38/16; C22C 38/20;
C22C 38/22; C22C 38/26; C22C 38/28;
C22C 38/32; C22C 38/38; C22C 38/42;
C22C 38/44; C22C 38/48; C22C 38/50;
C22C 38/54; C21D 1/673; C21D 1/76

(21) 1-2022-02176

(22) 20/10/2020

(86) PCT/IB2020/059841 20/10/2020

(87) WO2021/084378 06/05/2021

(30) PCT/IB2019/059287 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) 1-2022-02176

(57) Sáng chế đề cập tới phương pháp tăng bền cho chi tiết dập như sau và các chi tiết được tạo ra bằng phương pháp này:

- A. chuẩn bị tấm thép để xử lý nhiệt, tấm thép này tùy ý được mạ trước bằng lớp mạ sơ cấp chứa kẽm hoặc nhôm,
- B. lắng phủ lớp mạ sơ cấp chắn hydro chứa crom và không chứa niken với độ dày nằm trong khoảng từ 10 tới 550 nm,
- C. cắt tấm thép đã mạ trước thành các miếng phôi,
- D. xử lý nhiệt miếng phôi này ở nhiệt độ lò nằm trong khoảng từ 800 tới 970°C, trong khoảng thời gian giữ nằm trong khoảng từ 1 tới 12 phút, trong môi trường khí 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 như vậy có điểm sương nằm trong khoảng từ -30 tới +30°C,
- E. chuyển miếng phôi này vào khuôn dập,
- F. tạo hình nóng miếng phôi này ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 600 tới 830°C để thu được chi tiết,
- G. làm nguội chi tiết thu được ở bước F) 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 ít hơn hoặc bằng 10% thể tích là bainit.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp tăng bền cho chi tiết dập bao gồm việc chuẩn bị tấm thép để xử lý nhiệt có lớp mạ chắn. Lớp mạ sơ cấp chắn hydro này có khả năng ức chế tốt hơn mức độ hấp thu hydro và tăng cường độ bền gãy trễ. Sáng chế đặc biệt thích hợp để áp dụng trong ngành sản xuất xe ô tô.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Tấm thép mạ để dập nóng đôi khi được gọi là tấm thép "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 tấm thép có một lớp mạ sơ cấp, tùy ý hai lớp mạ sơ cấp.

Đã biết rằng một số ứng dụng, đặc biệt là trong lĩnh vực ô tô, đòi hỏi các cấu trúc kim loại phải được làm nhẹ và gia cường trong trường hợp va đập, và khả năng kéo tốt. Nhằm mục đích này, thường sử dụng các loại thép có đặc tính cơ học cải thiện, như thép được tạo ra bằng cách dập nguội và dập nóng.

Tuy nhiên, cũng biết rằng tính dễ gãy trễ tăng lên theo độ bền cơ học, do ứng suất dư cao có khả năng duy trì sau khi biến dạng trong một số công đoạn tạo hình nguội hoặc tạo hình nóng. Kết hợp với việc hydro nguyên tử có thể có mặt trong tấm thép, các ứng suất này có thể dẫn đến hiện tượng gãy trễ, rạn nứt sau một thời gian nhất định sau khi biến dạng. Hydro có thể tích tụ dần dần do quá trình khuếch tán vào các khuyết tật mạng tinh thể, như các ranh giới nền/thể vùi, đường biên kép và đường biên hạt. Trong các khuyết tật đường biên hạt, hydro có thể trở nên có hại khi nó đạt đến nồng độ tới hạn sau một thời gian nhất định. Sự chậm trễ này là kết quả của trường phân bố ứng suất dư và động học của quá trình khuếch tán hydro, hệ số khuếch tán hydro thấp ở nhiệt độ trong phòng. Ngoài ra, hydro khu

trú ở ranh giới hạt làm suy yếu độ gắn kết của chúng và tạo điều kiện cho sự xuất hiện vết nứt trễ giữa các hạt.

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 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. Mức độ hấp thu hydro vào thép thực sự phụ thuộc vào giai đoạn luyện kim. Hơn nữa, ở nhiệt độ cao nước trong lò bị phân ly thành hydro và oxy trên bề mặt tấm thép.

WO2017/187255 bộc lộ lớp mạ sơ cấp có tác dụng như rào chắn để ngăn ngừa sự hấp thu hydro, đặc biệt là trong quá trình xử lý nhiệt trước khi tạo hình nóng. Lớp mạ sơ cấp chắn hydro này chứa niken và crom trong đó tỷ lệ khối lượng Ni/Cr nằm trong khoảng từ 1,5 tới 9. Công bố đơn yêu cầu cấp bằng sáng chế đó bộc lộ môi trường khí để xử lý nhiệt là môi trường khí trơ hoặc môi trường khí chứa không khí. Toàn bộ các Ví dụ được tiến hành trong môi trường chứa nitơ.

Theo WO2020/070545, bước xử lý nhiệt trước khi tạo hình nóng có thể được tiến hành trong môi trường khí 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 như vậy có điểm sương nằm trong khoảng từ -30 tới +30°C, để làm giảm hơn nữa mức độ hấp thu hydro.

Trong cả hai công bố đơn yêu cầu cấp bằng sáng chế nêu trên, mặc dù mức độ hấp thu hydro trong quá trình xử lý nhiệt austenit hóa được cải thiện, nhưng vẫn không đủ để tạo ra được chi tiết có độ bền gãy trễ vượt trội. Thực vậy, ngay cả khi lớp mạ rào cản sơ cấp làm giảm mức độ hấp thu hydro, thì một số phân tử hydro vẫn được hấp thụ bởi tấm thép.

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 tấm thép được ngăn chặn. Nó cũng nhằm mục đích tạo ra được 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 cách đề xuất phương pháp tăng bền cho chi tiết dập bao gồm các bước sau:

- A. chuẩn bị tấm thép để xử lý nhiệt, tấm thép này tùy ý được mạ trước bằng lớp mạ sơ cấp chứa kẽm hoặc nhôm,
- B. lắng phủ lớp mạ sơ cấp chắn hydro chứa crom và không chứa niken với độ dày nằm trong khoảng từ 10 tới 550 nm,
- C. cắt tấm thép đã mạ trước thành các miếng phôi,
- D. xử lý nhiệt miếng phôi này ở nhiệt độ lò nằm trong khoảng từ 800 tới 970°C, trong khoảng thời gian giữ nằm trong khoảng từ 1 tới 12 phút, trong môi trường khí có thể oxy hóa bằng hoặc cao hơn thể oxy hóa của môi trường khí chứa 1% thể tích oxy và bằng hoặc thấp hơn thể oxy hóa của môi trường khí chứa 50% thể tích oxy, môi trường khí như vậy có điểm sương nằm trong khoảng từ -30 tới +30°C,
- E. chuyển miếng phôi này vào khuôn dập,
- F. tạo hình nóng miếng phôi này ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 600 tới 830°C để thu được chi tiết,
- G. làm nguội chi tiết thu được ở bước F) 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 ít hơn hoặc bằng 10% thể tích 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 chứa crom và không chứa niken và khi bước xử lý nhiệt austenit hóa được thực hiện trong môi trường khí nêu trên, thì tác dụng rào cản của lớp mạ sơ cấp được cải thiện hơn nữa, giúp ngăn cản tốt hơn hiện tượng hấp thu hydro vào tấm thép. Trái với môi trường khí chứa nitơ chỉ tạo ra được lớp rất mỏng các oxit chọn lọc trên bề mặt của lớp mạ sơ cấp chắn hydro

trong quá trình xử lý nhiệt austenit hóa, tin rằng 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.

Trong môi trường khí cụ thể nêu trên, tin rằng lớp mạ sơ cấp chắn hydro chứa crom và không chứa niken cho phép làm giảm mức độ hấp thu hydro nhiều hơn so với lớp mạ sơ cấp chắn hydro chứa niken và crom. Thực vậy, tin rằng crom tạo ra lớp oxit dày hơn so với lớp oxit được tạo ra bởi niken và crom. Không muốn bị ràng buộc bởi bất kỳ lý thuyết nào, các tác giả sáng chế này tin rằng lớp mạ sơ cấp chắn hydro chứa crom và không chứa niken này có thể ngăn ngừa được hiện tượng phân ly nước trên bề mặt lớp mạ sơ cấp chắn hydro và cũng ngăn ngừa được hiện tượng khuếch tán hydro qua lớp mạ sơ cấp chắn hydro. Với môi trường khí 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, tin rằng các oxit ổn định về mặt nhiệt động thu được sẽ ức chế tốt hơn hiện tượng phân ly nước.

Một trong những dấu hiệu thiết yếu của phương pháp theo sáng chế này là việc chọn môi trường khí 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.

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 lớn hơn 500MPa, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 500 tới 2000MPa trước hoặc sau khi xử lý nhiệt.

Tốt hơn nếu tấm thép này có thành phần tính theo 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 niôb thỏa mãn điều kiện $Ti/N > 3,42$; và các hàm lượng cacbon, mangan, crom và silic thỏa mãn biểu thức sau:

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

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

Ví dụ, tấm thép này 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 ví dụ có thể nằm trong khoảng từ 0,7 tới 3,0mm.

Ở bước A), tấm thép có thể được mạ ở mặt ngoài bằng lớp mạ sơ cấp chứa kẽm hoặc nhôm cho 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 kẽm sao cho thu được chi tiết sau: 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.

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

Theo một phương án thực hiện được ưu tiên, ở bước B), lớp mạ sơ cấp chắn hydro không chứa ít nhất một trong số các nguyên tố được chọn từ Al, Fe, Si, Zn, và N. Thực vậy, không muốn bị ràng buộc bởi bất kỳ lý thuyết nào, các tác giả sáng chế này tin rằng sự có mặt của ít nhất một trong số các nguyên tố vừa nêu có nguy cơ làm giảm tác dụng rào cản của lớp mạ sơ cấp chắn hydro.

Tốt hơn nếu ở bước B), lớp mạ sơ cấp chắn hydro chứa Cr với hàm lượng bằng 50% hoặc 75% hoặc 90% khối lượng. Tốt hơn nữa nếu nó lớp mạ nền Cr, tức là lớp mạ sơ cấp chắn hydro chỉ chứa Cr và các nguyên tố bổ sung.

Tốt hơn nếu ở bước B), không có lớp mạ sơ cấp nào khác được kết lắng trên lớp mạ sơ cấp chắn hydro trước các bước từ C tới F).

Tốt hơn nếu ở bước B), lớp mạ sơ cấp chắn hydro có độ dày nằm trong khoảng từ 10 tới 90 hoặc từ 150 tới 250 nm. Ví dụ, độ dày của lớp mạ chắn sơ cấp này bằng 50, 200 hoặc 400 nm.

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

Các lớp mạ sơ cấp 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 như phương pháp mạ kẽm nhúng nóng, phủ cán, mạ điện, lắng phủ hơi vật lý như lắng phủ phun hơi, phun xạ magnetron, hoặc lắng phủ bằng chùm tia electron. 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. Sau khi lắng phủ các lớp mạ sơ cấp, có thể thực hiện việc cán là để làm tăng độ bền của tấm thép đã mạ trước và làm cho nó có độ nhám tạo điều kiện thuận lợi cho bước tạo 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 tạo ra tấm thép được mạ trước bằng lớp mạ sơ cấp kim loại theo sáng chế, tấm thép đã được mạ trước này được cắt thành các miếng phôi. Việc xử lý nhiệt được áp dụng cho miếng phôi này trong lò. Tốt hơn nếu việc xử lý nhiệt được thực hiện trong môi trường khí không bảo vệ hoặc môi trường khí bảo vệ ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 800 tới 970°C. Tốt hơn nữa nếu việc xử lý nhiệt được thực hiện ở nhiệt độ austenit hóa T_m thường nằm trong khoảng từ 840 tới 950°C, tốt hơn là từ 880 tới 930°C. Có lợi nếu, phôi này giữ ở trong khoảng thời gian t_m từ 1 tới 12 phút, tốt hơn là 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.

Tốt hơn nếu ở bước D), 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 chứa khoảng 78% N_2 , khoảng 21% O_2 và các chất khí khác như khí hiếm, cacbon đioxit và metan.

Tốt hơn nếu ở bước D), điểm sương nằm trong khoảng từ -20 tới +20°C và có lợi nếu từ -15°C tới +15°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 vừa nêu, thì lớp các oxit ổn định về mặt nhiệt động học sẽ làm giảm hơn nữa độ hấp thụ H_2 trong quá trình xử lý nhiệt.

Môi trường khí này có thể chứa 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 mà không cần bổ sung khí trơ.

Sau bước xử lý nhiệt, phôi này được chuyển đến khuôn tạo hình nóng và được tạo hình nóng ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 600 tới 830°C. Bước tạo hình nóng có thể là bước dập nóng hoặc cán uốn. Tốt hơn nếu phôi này được dập nóng. Chi tiết này 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 thu được sau bước tạo hình nóng chứa chủ yếu là mactensit, tốt hơn nếu chứa mactensit, hoặc mactensit và bainit, hoặc gồm ít nhất là 75% ferit đẳng trục, từ 5% tới 20% mactensit và ít hơn hoặc bằng 10% bainit.

Nhờ vậy, thu được chi tiết có độ bền gãy trễ vượt trội theo sáng chế sau bước tạo hình nóng. Tùy ý, chi tiết này bao gồm tấm thép được mạ trước bằng lớp mạ sơ cấp chứa kẽm hoặc nhôm để chống ăn mòn. Tốt hơn nếu chi tiết này bao gồm tấm thép được mạ trước bằng lớp mạ sơ cấp chắn hydro chứa crom và không chứa niken và lớp oxit bao gồm sắt ổn định nhiệt động, các oxit crom và không bao gồm các oxit niken, lớp mạ sơ cấp chắn hydro như vậy được hợp kim hóa thông qua sự khuếch tán vào tấm thép.

Tốt hơn nữa nếu tấm thép này được mạ ở mặt ngoài bằng lớp mạ sơ cấp chứa kẽm hoặc nhôm, lớp mạ chứa kẽm hoặc nhôm này được mạ ở mặt ngoài bằng lớp mạ sơ cấp chắn hydro chứa crom và không chứa niken. Lớp mạ sơ cấp chắn hydro này bao gồm lớp oxit chứa sắt ổn định nhiệt động, các oxit crom và không bao gồm các oxit niken. 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. Với môi trường khí của bước D), tin

ràng sắt và crom sẽ dần oxy hóa tạo ra các oxit ổn định về mặt nhiệt động học có tác dụng ngăn ngừa hiện tượng hấp thu hydro vào tấm thép.

Tốt hơn nếu các oxit sắt và crom ổn định nhiệt động này có thể chứa Cr_2O_3 , FeO , Fe_2O_3 và/hoặc Fe_3O_4 hoặc hỗn hợp của chúng

Nếu lớp mạ sơ cấp chứa kẽm có mặt, thì các oxit cũng có thể bao gồm ZnO . Nếu lớp mạ sơ cấp chứa nhôm có mặt, thì các oxit cũng có thể bao gồm Al_2O_3 .

Đối với ứng dụng trong ô tô, sau bước phốt phát hóa, chi tiết được nhúng vào bể sơn điện di (e-coating). 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 bước sơn điện di, các lớp sơn khác cũng có thể được lắng phủ, 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 sao cho 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 ví dụ, 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 trước bằng lớp mạ sơ cấp thứ nhất là lớp mạ sơ cấp chống ăn mòn dưới đây được gọi là lớp “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 bằng lớp mạ sơ cấp thứ hai được 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.

Các mẫu thử nghiệm là các 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 hoặc chỉ chứa Cr.

Sau khi lắng phủ các lớp mạ sơ cấp, các mẫu thử nghiệm được cắt thành các miếng phôi. Các miếng phôi này sau đó được nung nóng ở nhiệt độ 900°C trong thời gian giữ từ 5 tới 10 phút. Môi trường khí trong quá trình xử lý nhiệt này là không khí hoặc nitơ với điểm sương nằm trong khoảng từ -15°C tới +15°C. Các miếng phôi sau đó được chuyển vào khuôn dập và được dập nóng để thu được các chi tiết có hình omega. Sau đó, các miếng phôi này được làm nguội bằng cách nhúng các mẫu thử nghiệm vào nước ấm để tăng độ bền bằng quá trình chuyển pha mactensit.

Cuối cùng, lượng hydro hấp thu bởi các mẫu thử nghiệm 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 được thể hiện trong Bảng 1 sau:

Các mẫu thử nghiệm	Môi trường khí	Điểm sương (°C)	Lớp mạ sơ cấp thứ hai	Tỷ số Ni/Cr	Độ dày lớp mạ sơ cấp thứ hai (nm)	Lượng H ₂ (ppm khối lượng)
1 (PCT/IB2018/057719)	không khí	+15°C	Ni/Cr 80/20	4	200	0,2
2 (PCT/IB2018/057719)	N ₂	+15°C	Ni/Cr 80/20	4	200	0,4
3 (WO2017187255)	N ₂	+15°C	Cr	-	200	0,4
4*	không khí	+15°C	Cr	-	200	0,09

*: các ví dụ theo sáng chế.

Mẫu thử nghiệm 4 theo sáng chế giải phóng lượng hydro rất nhỏ so với các ví dụ đối chứng.

Sau khi xử lý nhiệt và tạo hình nóng, bề mặt của mẫu thử nghiệm 4 được phân tích. It bao gồm sau đây các oxit trên bề mặt: Cr₂O₃, Fe₂O₃, Fe₃O₄ và Al₂O₃.

Tính từ tấm thép tới bề mặt bên ngoài, chi tiết mẫu thử nghiệm 4 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 μ m,
- 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 μ m,

- 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 các oxit với lượng cao nhất so với các lớp bên dưới, đặc biệt là các oxit 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, tấm thép này tùy ý được mạ trước bằng lớp mạ sơ cấp chứa kẽm hoặc nhôm,
- B. lắng phủ lớp mạ sơ cấp chắn hydro chứa crom và không chứa niken với độ dày nằm trong khoảng từ 10 nm tới 550 nm,
- C. cắt tấm thép đã mạ trước thành các miếng phôi,
- D. xử lý nhiệt miếng phôi này ở nhiệt độ lò nằm trong khoảng từ 800 tới 970°C, trong khoảng thời gian giữ nằm trong khoảng từ 1 tới 12 phút, trong môi trường khí 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 như vậy có điểm sương nằm trong khoảng từ -30 tới +30°C,
- E. chuyển miếng phôi này vào khuôn dập,
- F. tạo hình nóng miếng phôi này ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 600 tới 830°C để thu được chi tiết,
- G. làm nguội chi tiết thu được ở bước F) 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 ít hơn hoặc bằng 10% thể tích là bainit.

2. Phương pháp tăng bền cho chi tiết dập theo điểm 1, trong đó ở bước B), lớp mạ sơ cấp chắn hydro không chứa ít nhất một trong số các nguyên tố được chọn từ Al, Fe, Si, Zn, và N.

3. Phương pháp tăng bền cho chi tiết dập theo điểm 1 hoặc 2, trong đó ở bước B), lớp mạ sơ cấp chắn hydro chứa crom.

4. Phương pháp tăng bền cho chi tiết dập theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 2, trong đó không có lớp mạ sơ cấp nào khác được kết lắng trên mặt ngoài của lớp mạ sơ cấp chắn hydro giữa bước C và G.
5. Phương pháp tăng bền cho chi tiết dập theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 2, trong đó ở bước A), lớp mạ sơ cấp chứa kẽm hoặc nhôm 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.
6. Phương pháp tăng bền cho chi tiết dập theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 2, trong đó ở bước A), lớp mạ sơ cấp chứa kẽm hoặc nhôm là lớp mạ chứa kẽm và chứa ít hơn 6,0% Al, ít hơn 6,0% Mg, phần còn lại là Zn.
7. Phương pháp tăng bền cho chi tiết dập theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 2, trong đó lớp mạ sơ cấp chắn hydro trong bước B) được lắng phủ bằng phương pháp lắng phủ hơi vật lý, mạ điện hoặc phủ cán.
8. Phương pháp tăng bền cho chi tiết dập theo điểm 7, trong đó ở bước D), môi trường khí 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 chứa 30% thể tích oxy.
9. Phương pháp tăng bền cho chi tiết dập theo điểm 8, trong đó ở bước D) môi trường khí là không khí.
10. Phương pháp tăng bền cho chi tiết dập theo điểm 9, trong đó ở bước D), bước xử lý nhiệt được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 840 tới 950°C để thu được vi cấu trúc austenit toàn phần trong tấm thép.
11. Chi tiết được tạo ra bằng phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10, bao gồm tấm thép, lớp mạ sơ cấp chắn hydro chứa crom và không chứa niken và được hợp kim hóa nhờ quá trình khuếch tán sắt từ tấm thép, và được

phủ ở mặt ngoài bằng lớp oxit bao gồm các oxit sắt từ tấm thép, các oxit crom và không chứa các oxit niken từ lớp mạ sơ cấp chắn hydro.

12. Chi tiết được tạo ra bằng phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10, bao gồm tấm thép, lớp mạ sơ cấp chứa kẽm, lớp mạ sơ cấp chắn hydro chứa crom và không chứa niken 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 bao gồm các oxit sắt từ tấm thép, các oxit kẽm từ lớp mạ sơ cấp chứa kẽm, các oxit crom từ lớp mạ sơ cấp chắn hydro này và không chứa các oxit niken.
13. Chi tiết được tạo ra bằng phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10, bao gồm tấm thép, lớp mạ sơ cấp chứa nhôm, lớp mạ sơ cấp chắn hydro chứa crom và không chứa niken và được hợp kim hóa nhờ quá trình khuếch tán sắt từ tấm thép và khuếch tán nhôm và các nguyên tố khác từ lớp mạ sơ cấp chứa nhôm, và được phủ ở mặt ngoài bằng lớp oxit bao gồm các oxit sắt từ tấm thép, các oxit nhôm từ lớp mạ sơ cấp chứa nhôm, các oxit crom từ lớp mạ sơ cấp chắn hydro và không chứa các oxit niken.
14. Chi tiết theo điểm 13, trong đó oxit nhôm là Al_2O_3 .
15. Chi tiết theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 11 đến 14, trong đó các oxit crom ổn định nhiệt động có thể bao gồm Cr_2O_3 , và các oxit sắt ổn định nhiệt động có thể bao gồm FeO , Fe_2O_3 và Fe_3O_4 hoặc hỗn hợp của chúng.