



(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)



1-0030051

(51)<sup>8</sup> C23C 2/12; C23C 2/28; C21D 1/673;  
C23C 2/06

(13) B

(21) 1-2017-05347

(22) 29/07/2016

(86) PCT/IB2016/001076 29/07/2016

(87) WO 2017/017521 02/02/2017

(30) PCT/IB2015/001285 30/07/2015 IB

(45) 25/11/2021 404

(43) 25/05/2018 362A

(73) ARCELORMITTAL (LU)

24-26, boulevard d'Avranches 1160 Luxembourg, LUXEMBOURG

(72) MACHADO AMORIM (BR); ALLELY Christian (FR); LEUILLIER Grégory (FR).

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

#### (54) PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT CHI TIẾT ĐƯỢC TĂNG CỨNG

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất chi tiết được tăng cường, trong đó chi tiết này đã được phosphat hóa, trong đó phương pháp này bao gồm các bước: A) chuẩn bị tấm thép có lớp mạ trước bằng lớp mạ kim loại có 4,0 tới 20,0% khối lượng kẽm, 1,0 tới 3,5% khối lượng silic, tùy ý có 1,0 tới 4,0% khối lượng magie, và tùy ý có các nguyên tố bổ sung được chọn trong số Pb, Ni, Zr, hoặc Hf, hàm lượng theo khối lượng của mỗi nguyên tố bổ sung này đều thấp hơn 0,3% khối lượng, lượng còn lại là nhôm và các tạp chất khó tránh khỏi và các nguyên tố tồn dư, B) cắt tấm thép có lớp mạ này để tạo ra phôi, C) xử lý nhiệt phôi này ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 840 đến 950°C để tạo ra vi cấu trúc austenit đầy đủ trong thép này, D) chuyển phôi này vào dụng cụ dập, E) tạo hình nóng phôi này để tạo ra chi tiết, F) làm nguội chi tiết thu được ở bước E) để thu được vi cấu trúc trong thép ở dạng mactenxit hoặc mactenxito-bainit hoặc được cấu thành bởi ít nhất 75% ferit đẳng trục, 5 tới 20% mactenxit và bainit với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 10%. Chi tiết có lớp mạ kim loại có thể tạo ra được theo phương pháp này cũng được đề xuất.

### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất chi tiết được tăng cứng từ tấm thép có lớp mạ trên cơ sở nhôm. Chi tiết này có các đặc tính tốt liên quan tới việc phosphat hóa, và do đó có khả năng bám dính sơn tốt và độ bền chống ăn mòn tốt. Sáng chế đặc biệt thích hợp trong lĩnh vực sản xuất xe có động cơ.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Các chi tiết được tăng cứng có thể được mạ bằng lớp mạ trên cơ sở nhôm có độ bền chống ăn mòn tốt và các tính chất nhiệt. Thông thường, phương pháp sản xuất các chi tiết này bao gồm các bước chuẩn bị tấm thép, cắt tấm thép này để tạo ra phôi, xử lý nhiệt phôi này, đập nóng trước khi làm nguội để làm tăng cứng bởi sự chuyển hóa mactenxit hoặc sự chuyển hóa mactenxito-bainit.

Nói chung, màng sơn thường được phủ trên các chi tiết được tăng cứng, đặc biệt là lớp mạ điện di. Trước đó, việc phosphat hóa thường được thực hiện. Nhờ đó, các tinh thể phosphat được tạo ra trên bề mặt của chi tiết cần được mạ, làm tăng sự bám dính sơn, và cụ thể là lớp mạ điện phân.

Chi tiết được tăng cứng có lớp mạ hợp kim kim loại trên cơ sở nhôm không dễ phosphat hóa, tức là có ít hoặc không có tinh thể phosphat được tạo ra trên bề mặt của lớp mạ. Nhờ đó, việc phủ màng sơn có thể thực hiện được ngay mà không cần đến bước phosphat hóa trước đó. Sự vi nhám của bề mặt của chi tiết có lớp mạ hợp kim trên cơ sở nhôm cho phép sơn bám dính. Tuy nhiên, trong một số trường hợp, việc sơn không phân bố đều trên bề mặt của chi tiết dẫn đến các vùng gỉ sắt.

Đơn yêu cầu cấp patent Mỹ US2012/0085466 đề cập đến phương pháp sản xuất chi tiết thép có lớp mạ kim loại bao gồm các bước:

- a) mạ sản phẩm thép tấm, được tạo ra từ thép đã được xử lý nhiệt, đã được tạo hợp kim, bằng lớp mạ Al có ít nhất 85% khối lượng Al và tùy ý có tối đa 15% khối lượng Si;
- b) mạ sản phẩm thép tấm có lớp mạ Al bằng lớp mạ Zn có ít nhất 85% khối lượng Zn;

- c) mạ sản phẩm thép tấm, có lớp mạ Al và lớp mạ Zn nằm trên nó, bằng một lớp trên cùng có thành phần chính là ít nhất một muối kim loại của axit phosphoric hoặc axit điphosphoric;
- d) xử lý nhiệt sản phẩm thép tấm với nhiệt độ xử lý ít nhất là 750°C;
- e) nung nóng sản phẩm thép tấm này tới nhiệt độ tạo hình nóng;
- f) tạo hình nóng chi tiết bằng thép được làm từ sản phẩm thép tấm đã nung nóng; và
- g) tạo ra chi tiết bằng thép đã được tạo hình hoàn thiện bằng cách làm nguội chi tiết bằng thép đã được tạo hình nóng với tốc độ làm nguội đủ để tạo ra cấu trúc đã được ram hoặc mactenxit.

Chi tiết bằng thép đã được tạo hình nóng có lớp nền có ít nhất 30% khối lượng Al, ít nhất là 20% khối lượng Fe, ít nhất là 3% khối lượng Si và tối đa 30% khối lượng Zn; lớp giữa có ít nhất 60% khối lượng Zn, ít nhất 5% khối lượng Al, tối đa 10% khối lượng F; và tối đa 10% khối lượng Si và lớp trên cùng có ít nhất 8% khối lượng Zn, cũng như ZnO, P và Al, trong đó hàm lượng P tối đa là 1% khối lượng và thành phần chính của lớp trên cùng là ZnO. Lớp trên cùng cho phép sơn bám dính.

Tuy nhiên, quy trình này cần đến việc mạ ba lớp để tạo ra lớp mạ kim loại. Lớp mạ Al có thể được mạ bằng cách mạ nhúng nóng. Lớp mạ Zn có thể được mạ bằng cách mạ nhúng nóng, quy trình mạ lắng phủ từ pha hơi vật lý hoặc mạ điện. Lớp trên cùng có thể được mạ bằng cách mạ phun, mạ nhúng, mạ bằng hơi hoặc bằng mù gel/sol khí.

Do đó, khoảng thời gian để thực hiện phương pháp này là rất dài dẫn đến việc làm giảm năng suất và tăng chi phí sản xuất. Hơn nữa, đơn yêu cầu cấp patent này cho biết trong thực tế, lớp trên cùng chủ yếu cấu thành bởi điphosphat và oxit kẽm và/hoặc nhôm oxit. Nhôm oxit, còn được gọi là oxit nhôm, là không dễ phosphat hóa. Sau cùng, đơn yêu cầu cấp patent này hoàn toàn không đề cập đến mức độ bao phủ tinh thể phosphat trên thép đã được tạo hình nóng có lớp mạ.

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp để thực hiện để sản xuất chi tiết được tăng cường dễ phosphat hóa, và do đó sơn có khả năng bám dính tốt, từ tấm thép có lớp mạ. Cụ thể, sáng chế nhằm mục đích tạo ra chi tiết được tăng cường có thể

phosphat hóa được để tạo ra mức độ bao phủ tinh thể phosphat cao trên bề mặt của chi tiết, tức là mức phủ lớn hơn hoặc bằng 80%.

Mục đích này đạt được bằng cách đề xuất phương pháp sản xuất chi tiết được tăng cứng, trong đó chi tiết này đã được phosphat hóa, trong đó phương pháp này bao gồm các bước:

- A) chuẩn bị tấm thép có lớp mạ trước bằng lớp mạ kim loại có 4,0 tới 20,0% khối lượng kẽm, 1,0 tới 3,5% khối lượng silic, tùy ý có 1,0 tới 4,0% khối lượng magie, và tùy ý có các nguyên tố bổ sung được chọn trong số Pb, Ni, Zr, hoặc Hf, hàm lượng theo khối lượng của mỗi nguyên tố bổ sung này đều thấp hơn 0,3% khối lượng, lượng còn lại là nhôm và các tạp chất khó tránh khỏi và các nguyên tố tồn dư, trong đó tỷ lệ Zn/Si nằm trong khoảng từ 3,2 đến 8,0;
- B) cắt tấm thép có lớp mạ này để tạo ra phôi;
- C) xử lý nhiệt phôi này ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 840 đến 950°C để tạo ra vi cấu trúc austenit đầy đủ trong thép này;
- D) chuyển phôi này vào dụng cụ dập;
- E) tạo hình nóng phôi này để tạo ra chi tiết;
- F) làm nguội chi tiết thu được ở bước E) để thu được vi cấu trúc trong thép ở dạng mactenxit hoặc mactenxito-bainit hoặc được cấu thành bởi ít nhất 75% ferit đẳng trục, từ 5 tới 20% mactenxit và bainit với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 10%; và
- G) bước phosphat hóa.

Việc sử dụng chi tiết này để sản xuất xe có động cơ cũng được mô tả.

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 vắn tắt hình vẽ**

Để minh họa sáng chế, các phương án khác nhau và các mẫu thử nghiệm được đưa ra làm ví dụ và không nhằm mục đích giới hạn phạm vi của nó sẽ được mô tả, cụ thể là dựa vào hình vẽ kèm theo sau:

Fig.1 là đồ thị minh họa một chu kỳ ăn mòn tương ứng với 168 giờ theo tiêu chuẩn VDA 233-102.

### Mô tả chi tiết sáng chế

Các thuật ngữ sau được định nghĩa:

“Mức độ bao phủ tinh thể phosphat” được xác định theo tỷ lệ phần trăm. 0% có nghĩa là bề mặt của chi tiết hoàn toàn không được phủ bởi các tinh thể phosphat, 100% có nghĩa là bề mặt của chi tiết được phủ hoàn toàn bởi các tinh thể phosphat.

Thuật ngữ “thép” hoặc “tấm thép” được dùng để chỉ tấm thép dùng cho quy trình tăng cứng bằng cách ép có có thành phần cho phép tạo ra chi tiết có độ bền kéo cao hơn hoặc bằng 500MPa, tốt hơn là cao hơn hoặc bằng 1000MPa, có lợi nếu cao hơn hoặc bằng 1500MPa. Tốt hơn, nếu thành phần khối lượng của tấm thép này 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 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 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 nitơ 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 tùy ý còn gồm một hoặc nhiều thành phần sau đây:  $0,05\% \leq Mo \leq 0,65\%$ ;  $0,001\% \leq W \leq 0,30\%$ ;  $0,0005\% \leq Ca \leq 0,005\%$ , lượng còn lại là sắt và các tạp chất khó tránh khỏi từ quá trình sản xuất thép.

Ví dụ, tấm thép 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 được mong muốn, nó có thể nằm trong khoảng từ 0,7 đến 3,0mm.

Sáng chế đề cập tới phương pháp sản xuất chi tiết được tăng cứng có lớp mạ để phosphat hóa. Đầu tiên, phương pháp bao gồm chuẩn bị tấm thép có lớp mạ trước bằng lớp mạ kim loại có 4,0 tới 20,0% khối lượng kẽm, 1,0 tới 3,5% khối lượng silic, tùy ý có 1,0 tới 4,0% khối lượng magie, và tùy ý có các nguyên tố bổ sung được chọn trong số Pb, Ni, Zr, hoặc Hf, hàm lượng theo khối lượng của mỗi nguyên tố bổ sung này đều thấp hơn 0,3% khối lượng, lượng còn lại là nhôm và các tạp chất khó tránh khỏi và các nguyên tố tồn dư, trong đó tỷ lệ Zn/Si nằm trong khoảng từ 3,2 đến 8,0.

Mặc dù không muốn gắn liền với lý thuyết bất kỳ, song dường như là nếu các điều kiện này không được đáp ứng, cụ thể là nếu lượng silic lớn hơn 3,5%, thì có nguy cơ là kẽm khu trú trong nền nhôm hoặc hợp chất nội kim loại Zn-Al được tạo ra. Do vậy, kẽm không thể nổi lên bề mặt của tấm thép có lớp mạ. Lớp nhôm oxit, khó phosphat hoá, được tạo ra trên bề mặt của tấm thép có lớp mạ.

Trong hầu hết các trường hợp, khi mức độ bao phủ tinh thể phosphat thấp, có nguy cơ là sự bám dính sơn kém. Tuy nhiên, trong một số trường hợp, mặc dù mức độ bao phủ tinh thể phosphat thấp, song sự bám dính sơn vẫn tốt nhưng độ bền chống ăn mòn sau khi sơn kém. Thực vậy, sự vi nhám của bề mặt của chi tiết có lớp mạ cho phép sơn bám dính. Tuy nhiên, sơn này không được phân bố đều trên bề mặt của chi tiết. Trong trường hợp này, các tinh thể phosphat không thể đóng vai trò làm chất kết dính giữa lớp sơn và lớp mạ. Do đó, trong môi trường ăn mòn, việc nước dễ dàng thấm qua lớp sơn dẫn đến các vùng gỉ sắt.

Tốt hơn là, lớp mạ kim loại này không có các nguyên tố trong số Cr, Mn, Ti, Ce, La, Nd, Pr, Ca, Bi, In, Sn và Sb hoặc hỗn hợp của chúng. Theo một phương án được ưu tiên khác, lớp mạ kim loại này không bao gồm nguyên tố bất kỳ trong số các nguyên tố sau: Cr, Mn, Ti, Ce, La, Nd, Pr, Ca, Bi, In, Sn và Sb. Thực vậy, mặc dù

không muốn gắn liền với lý thuyết bất kỳ, song dường như là khi các nguyên tố này có mặt trong lớp mạ, thì có nguy cơ là các đặc tính của lớp mạ, như thế điện hoá, bị thay đổi, bởi vì có thể xảy ra sự tương tác của chúng với các nguyên tố chủ yếu của lớp mạ.

Có lợi, nếu, lớp mạ kim loại này có 1,5 tới 3,5% khối lượng silic, tốt hơn là 1,5 tới 2,5% khối lượng silic. Theo một phương án được ưu tiên khác, lớp mạ có 2,1 tới 3,5% khối lượng silic.

Tốt hơn là, lớp mạ kim loại này có 10,0 tới 15,0% khối lượng kẽm.

Theo một phương án được ưu tiên, tỷ lệ Zn/Si trong lớp mạ kim loại này nằm trong khoảng từ 4 đến 5 và 4 đến 8, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 4,5 đến 7,5 và có lợi nếu nằm trong khoảng từ 5 đến 7,5.

Mặc dù không muốn gắn liền với lý thuyết bất kỳ, song điều tin chắc là khi tỷ lệ Zn/Si không nằm trong khoảng từ 3,2 đến 8, có nguy cơ là mức độ bao phủ tinh thể phosphat giảm sút bởi vì hàm lượng của Al và Fe quá cao ở bề mặt của lớp mạ.

Có lợi, nếu, lớp mạ này có 1,1 tới 3,0% khối lượng magie.

Có lợi, nếu, lớp mạ này có ở trên 76% khối lượng nhôm.

Lớp mạ này có thể được mạ 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, quy trình mạ điện phân, quy trình mạ lắng phủ từ pha hơi như mạ phun hơi hoặc mạ phun manhetron. Tốt hơn là, lớp mạ này được mạ bởi quy trình mạ nhúng nóng. Trong quy trình này, tấm thép đã được tạo ra bằng cách cán được nhúng trong dung dịch mạ kim loại nóng chảy.

Dung dịch này chứa kẽm, silic, nhôm và tùy ý có magie. Nó có thể bao gồm các nguyên tố bổ sung được chọn trong số Pb, Ni, Zr, hoặc Hf, hàm lượng theo khối lượng của mỗi nguyên tố bổ sung này đều thấp hơn 0,3% khối lượng. Các nguyên tố bổ sung này không kể những tính chất khác, có thể cải thiện tính dẻo, khả năng bám dính trên tấm thép.

Dung dịch này có thể còn chứa các tạp chất khó tránh khỏi và các nguyên tố tồn dư từ các thép thỏi nguyên liệu hoặc từ hành trình của tấm thép trong dung dịch mạ nóng chảy. Nguyên tố tồn dư có thể là sắt với hàm lượng lên tới 3,0% khối lượng.

Chiều dày của lớp mạ kim loại này thường là nằm trong khoảng từ 5 đến 50µm, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 10 đến 35µm, có lợi nếu nằm trong khoảng từ 12 đến

18 $\mu$ m hoặc nằm trong khoảng từ 26 đến 31 $\mu$ m. Nhiệt độ dung dịch mạ này thường là nằm trong khoảng từ 580 đến 660°C.

Sau khi mạ lớp mạ này, tấm thép thường được làm sạch bằng vòi phun khí trên cả hai mặt của tấm thép có lớp mạ. Sau đó, tấm thép có lớp này được làm nguội. Tốt hơn là, tốc độ làm nguội lớn hơn hoặc bằng 15°C/giây từ lúc bắt đầu quá trình hoá rắn tới khi kết thúc quá trình hoá rắn. Có lợi, nếu tốc độ làm nguội từ lúc bắt đầu tới kết thúc quá trình hoá rắn là cao hơn hoặc bằng 20°C/giây.

Sau đó, quá trình ram có thể được thực hiện và cho phép gia công tăng cứng tấm thép có lớp mạ và tạo độ nhám để tạo thuận lợi cho việc tạo hình sau đó. Việc khử lý dầu mỡ và xử lý bề mặt có thể được áp dụng để cải thiện, ví dụ, sự liên kết chất dính hoặc độ bền chống ăn mòn.

Sau đó, tấm thép có lớp mạ được cắt để tạo ra phôi. Việc xử lý nhiệt được áp dụng cho phôi này trong lò trong môi trường không được bảo vệ ở nhiệt độ austenit hoá Tm thường là nằm trong khoảng từ 840 đến 950°C, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 880 đến 930°C. Có lợi, nếu phôi này được duy trì với thời gian dừng 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 mạ tạo ra lớp hợp kim có độ bền cao chống ăn mòn, mài mòn, bào mòn và dừng phục hồi.

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 bao gồm việc dập nóng và 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 mactenxit, tốt hơn là chứa mactenxit, hoặc mactenxit và bainit, hoặc được cấu thành bởi ít nhất 75% ferit đẳng trục, 5 tới 20% mactenxit và bainit với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 10%.

Theo một phương án được ưu tiên, chi tiết này là chi tiết thép được tăng cứng bằng cách ép có độ dày thay đổi, tức là chi tiết thép được tăng cứng bằng cách ép theo sáng chế có thể không có chiều dày đồng đều mà có thể thay đổi. Thực vậy, có thể đạt được độ lớn sức bền mong muốn ở những vùng hay phải chịu các ngoại lực, và để giảm bớt trọng lượng ở những khu vực còn lại của chi tiết được tăng cứng bằng cách

ép này, nhờ vậy góp phần giảm bớt trọng lượng của phương tiện có động cơ. Cụ thể, các chi tiết có chiều dày không đều có thể được tạo ra bằng cách cán linh hoạt liên tục, tức là bởi quy trình, trong đó chiều dày tấm đạt được sau khi cán thay đổi theo hướng cán, phụ thuộc vào tải trọng đã được tác động thông qua các trục cán lên tấm này trong quy trình cán.

Do vậy, với các điều kiện theo sáng chế, có thể sản xuất một cách có lợi các chi tiết của phương tiện có độ dày thay đổi để tạo ra, ví dụ, phôi cán tùy chỉnh. Đặc biệt, chi tiết này có thể là thanh giằng trước, bộ phận chi tiết ngang bắt ghế, bộ phận sườn bên, thanh ngang của tấm chắn, bộ phận gia cường nóc trước, bộ phận gia cường nóc sau, thanh giằng sau, trụ chống hình chữ B, vành cửa hoặc ống đỡ ngắn.

Chi tiết được tăng cứng dễ phosphat hóa theo sáng chế được tạo ra.

Tốt hơn là, vi cấu trúc của lớp mạ kim loại này của chi tiết này bao gồm lớp nội kim loại  $\text{Fe}_3\text{Al}$ , lớp nội phân tán  $\text{Fe-Si-Al}$ , một lượng nhỏ silic được phân bố trong lớp mạ này và lớp  $\text{ZnO}$  ở bề mặt của lớp mạ. Khi magie có mặt trong lớp mạ này, thì vi cấu trúc cũng bao gồm pha  $\text{Zn}_2\text{Mg}$  và/hoặc pha  $\text{Mg}_2\text{Si}$ . Có lợi, nếu vi cấu trúc này không có kẽm kim loại.

Đối với các ứng dụng cho phương tiện xe cộ, sau bước phosphat hoá, chi tiết này được làm sạch dầu mỡ bề mặt và được phosphat hoá để đảm bảo sự bám dính của lớp mạ điện di. Sau khi phosphat hoá, mức độ bao phủ tinh thể phosphat cao trên bề mặt của chi tiết này được tạo ra. Mức độ bao phủ tinh thể phosphat trên bề mặt của chi tiết này lớn hơn hoặc bằng 80%, tốt hơn là cao hơn hoặc bằng 90%, có lợi nếu cao hơn hoặc bằng 99%.

Sau đó, chi tiết này được nhúng trong dung dịch mạ điện di. Thông thường, chiều dày của lớp phosphat nằm trong khoảng từ 1 đến  $2\mu\text{m}$  và chiều dày của lớp mạ điện di nằm trong khoảng từ 15 đến  $25\mu\text{m}$ , tốt hơn là thấp hơn hoặc bằng  $20\mu\text{m}$ . Lớp mạ điện di này đảm bảo sự bảo vệ chống ăn mòn bổ sung.

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

Sáng chế sẽ được giải thích thông qua các mẫu thử nghiệm được tiến hành chỉ nhằm mục đích minh họa. 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 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% , V = 0,0284%.

Tất cả các lớp mạ đều được mạ bởi quy trình mạ nhúng nóng.

### Ví dụ 1: Thử nghiệm phosphat hoá

Thử nghiệm phosphat hoá được sử dụng để xác định sự bám dính của các tinh thể phosphat trên các chi tiết được tăng bằng cách đánh giá mức độ bao phủ trên bề mặt của chi tiết.

Các mẫu thử nghiệm 1 tới 10 được chuẩn bị và được tiến hành thử nghiệm phosphat hoá.

Nhằm mục đích này, các mẫu thử nghiệm 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 dập và được dập nóng để tạo ra chi tiết. Sau cùng, chi tiết này được làm nguội để làm tăng cứng bởi sự chuyển hóa mactenxit.

Sau đó, việc làm sạch dầu mỡ bề mặt được thực hiện. Tiếp đó, bước nhúng được thực hiện bằng cách nhúng vào dung dịch mạ là dung dịch nước gồm Gardobond® 24 TA, Gardobond® Add H7141, Gardobond® H7102, Gardobond® Add H7257, Gardobond® Add H7101, Gardobond® Add H7155 trong 3 phút ở 50°C. Sau đó, các chi tiết được rửa sạch bằng nước và được làm khô bằng không khí nóng. Bề mặt của chi tiết được quan sát bằng kính hiển vi SEM. Các kết quả được thể hiện trong bảng 1 dưới đây:

Bảng 1

| Thử nghiệm | Lớp mạ |    |    |    |       | Chiều dày (µm) | Mức độ bao phủ sau khi xử lý nhiệt ở 900°C (%) |                     |
|------------|--------|----|----|----|-------|----------------|------------------------------------------------|---------------------|
|            | Al     | Si | Zn | Mg | Zn/Si |                | Thời gian dừng = 5                             | Thời gian dừng = 10 |
|            |        |    |    |    |       |                |                                                |                     |

|     |      |     |    |   |     |    | phút | phút |
|-----|------|-----|----|---|-----|----|------|------|
| 1   | 91   | 9   | -  | - | -   | 27 | 0    | 0    |
| 2   | 81   | 9   | 10 | - | 1,1 | 27 | <5   | <10  |
| 3   | 76   | 9   | 15 | - | 1,7 | 27 | 0    | 20   |
| 4   | 71   | 9   | 20 | - | 2,2 | 27 | <10  | <10  |
| 5   | 80   | 5   | 15 | - | 3,0 | 27 | 50   | 70   |
| 6   | 78   | 5   | 15 | 2 | 3,0 | 27 | 50   | 50   |
| 7*  | 82,5 | 3,5 | 12 | 2 | 3,4 | 27 | >99  | >99  |
| 8*  | 88   | 2   | 10 | - | 5   | 27 | 95   | 95   |
| 9*  | 83   | 2   | 15 | - | 7,5 | 27 | >99  | >99  |
| 10* | 81   | 2   | 15 | 2 | 7,5 | 27 | ND   | 90   |

\*: ví dụ theo sáng chế, ND: không thực hiện.

Các kết quả trên cho thấy rằng các mẫu thử nghiệm 7 tới 10 có mức độ bao phủ tinh thể phosphat cao trên chi tiết được tăng cứng.

#### Ví dụ 2: Thử nghiệm sự bám dính sơn

Thử nghiệm này được sử dụng để xác định sự bám dính sơn của các chi tiết được tăng cứng.

Lớp mạ điện di 20µm được mạ trên các mẫu thử nghiệm 1 tới 5 và 7 tới 10 đã được chuẩn bị trong ví dụ 1. Nhằm mục đích này, tất cả các mẫu thử nghiệm được nhúng vào dung dịch mạ là dung dịch nước chứa Pigment paste® W9712-N6 và Resin blend® W7911-N6 của hãng PPG Industries trong 180 giây ở 30°C. Dòng điện 200V được cấp. Sau đó, các mẫu này được rửa và được sấy khô trong lò ở 180°C trong 35 phút.

Sau đó, các chi tiết đã sơn này được nhúng vào hộp kín chứa nước đã khử khoáng trong 10 ngày ở nhiệt độ 50°C. Sau khi nhúng, ô được tạo ra bằng dao cắt. Sơn được bóc bằng cách khía.

Mức độ sơn bị bóc được đánh giá bằng mắt thường theo thang điểm: 0 là rất tốt, nói cách khác, ít hoặc không có sơn bị bóc ra và 5 là rất tồi, nói cách khác, sơn bị bóc rất nhiều. Các kết quả được thể hiện trong bảng 2 dưới đây:

Bảng 2

| Thử nghiệm | Lớp mạ |     |    |    |       | Sự bám dính sơn sau khi xử lý nhiệt ở 900°C (%) |                          |
|------------|--------|-----|----|----|-------|-------------------------------------------------|--------------------------|
|            | Al     | Si  | Zn | Mg | Zn/Si | Thời gian dừng = 5 phút                         | Thời gian dừng = 10 phút |
| 10         | 91     | 9   | -  | -  | -     | 0                                               | 0                        |
| 11         | 81     | 9   | 10 | -  | 1,1   | 5                                               | 5                        |
| 12         | 76     | 9   | 15 | -  | 1,7   | 5                                               | 5                        |
| 13         | 71     | 9   | 20 | -  | 2,2   | 5                                               | 5                        |
| 14         | 80     | 5   | 15 | -  | 3,0   | 0                                               | 0                        |
| 15*        | 82,5   | 3,5 | 12 | 2  | 3,4   | 0                                               | 0                        |
| 16*        | 88     | 2   | 10 | -  | 5,0   | 0                                               | 0                        |
| 17*        | 83     | 2   | 15 | -  | 7,5   | 0                                               | 0                        |
| 18*        | 81     | 2   | 15 | 2  | 7,5   | 2                                               | 0                        |

\*: ví dụ theo sáng chế.

Các mẫu thử nghiệm 15 tới 18 theo sáng chế có sự bám dính sơn tốt, giống như các mẫu thử nghiệm 10 và 14.

### Ví dụ 3: Thử nghiệm loại nhóm amin

Thử nghiệm này được sử dụng để xác định mức độ ăn mòn sau khi sơn các chi tiết được tăng cứng.

Lớp mạ điện di 20µm được mạ trên các mẫu thử nghiệm 1 tới 5, 8 và 10 được chuẩn bị ở Ví dụ 1. Nhằm mục đích này, tất cả các mẫu thử nghiệm được nhúng vào dung dịch mạ là dung dịch nước chứa Pigment paste® W9712-N6 và Resin blend® W7911-N6 của hãng PPG Industries trong 180 giây ở 30°C. Dòng điện 200V được cấp. Sau đó, các mẫu này được rửa và được sấy khô trong lò ở 180°C trong 35 phút.

Sau đó, tạo vết xước trên lớp mạ điện phân bằng dao cắt.

Sau cùng, thử nghiệm bao gồm việc tạo các chu kỳ ăn mòn cho các mẫu thử nghiệm theo tiêu chuẩn VDA 233-102, được tiến hành. Mẫu thử nghiệm được đưa vào buồng mà trong đó dung dịch nước của natri clorua 1% khối lượng được hoá hơi trong quá trình thử nghiệm với lưu lượng 3mL/giờ. Nhiệt độ thay đổi từ 50 tới -15°C và độ

âm thay đổi từ 50 tới 100%. Fig.1 minh hoạ cho một chu kỳ tương ứng với 168 giờ, tức là một tuần.

Sự loại nhóm amin được đánh giá bằng mắt thường theo thang điểm: 0 là rất tốt, nói cách khác, không có sự loại nhóm amin và 5 là rất tồi, nói cách khác, có sự loại nhóm amin rất nhiều. Các kết quả được thể hiện trong bảng 3 dưới đây:

Bảng 3

| Thử nghiệm | Lớp mạ |    |    |    |       | 2 chu kỳ ăn mòn               |                                | 5 chu kỳ ăn mòn               |                                |
|------------|--------|----|----|----|-------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
|            |        |    |    |    |       | xử lý nhiệt ở 900°C           |                                |                               |                                |
|            | Al     | Si | Zn | Mg | Zn/Si | Thời gian<br>dùng =<br>5 phút | Thời gian<br>dùng =<br>10 phút | Thời gian<br>dùng =<br>5 phút | Thời gian<br>dùng =<br>10 phút |
| 18         | 91     | 9  | -  | -  | -     | 0,5                           | 1                              | 4,5                           | 5                              |
| 19         | 81     | 9  | 10 | -  | 1,1   | 5                             | 0,5                            | ND                            | ND                             |
| 20         | 76     | 9  | 15 | -  | 1,7   | 5                             | 1                              | 5                             | 5                              |
| 21         | 71     | 9  | 20 | -  | 2,2   | 4,5                           | 4,5                            | ND                            | ND                             |
| 22         | 80     | 5  | 15 | -  | 3,0   | 2                             | 2                              | 4,5                           | 4                              |
| 23*        | 88     | 2  | 10 | -  | 5,0   | 1                             | 1                              | 2,5                           | 3                              |
| 24*        | 81     | 2  | 15 | 2  | 7,5   | 0,5                           | 0,5                            | 2                             | 2                              |

\*: ví dụ theo sáng chế, ND: không thực hiện.

Các thử nghiệm theo sáng chế (Thử nghiệm 23 và 24) có sự loại nhóm amin thấp sau 2 và 5 tuần của chu kỳ ăn mòn, trái ngược hẳn với các thử nghiệm 18 tới 22.

**Yêu cầu bảo hộ**

1. Phương pháp sản xuất chi tiết được tăng cứng, trong đó chi tiết này đã được phosphat hóa, trong đó phương pháp này bao gồm các bước:
  - A) chuẩn bị tấm thép có lớp mạ trước bằng lớp mạ kim loại có 4,0 tới 20,0% khối lượng kẽm, 1,0 tới 3,5% khối lượng silic, tùy ý có 1,0 tới 4,0% khối lượng magie, và tùy ý có các nguyên tố bổ sung được chọn trong số Pb, Ni, Zr, hoặc Hf, hàm lượng theo khối lượng của mỗi nguyên tố bổ sung này đều thấp hơn 0,3% khối lượng, lượng còn lại là nhôm và các tạp chất khó tránh khỏi và các nguyên tố tồn dư, trong đó tỷ lệ Zn/Si nằm trong khoảng từ 3,2 đến 8,0;
  - B) cắt tấm thép có lớp mạ này để tạo ra phôi;
  - C) xử lý nhiệt phôi này ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 840 đến 950°C để tạo ra vi cấu trúc austenit đầy đủ trong thép này;
  - D) chuyển phôi này vào dụng cụ dập;
  - E) tạo hình nóng phôi này để tạo ra chi tiết;
  - F) làm nguội chi tiết thu được ở bước E) để thu được vi cấu trúc trong thép ở dạng mactenxit hoặc mactenxito-bainit hoặc được cấu thành bởi ít nhất 75% ferit đẳng trục, từ 5 tới 20% mactenxit và bainit với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 10%; và
  - G) bước phosphat hóa.
2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó lớp mạ kim loại này có 1,5 tới 3,5% khối lượng silic.
3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó lớp mạ kim loại này có 1,5 tới 2,5% khối lượng silic.
4. Phương pháp theo điểm 2, trong đó lớp mạ kim loại này có 2,1 tới 3,5% khối lượng silic.
5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 4, trong đó lớp mạ kim loại này có 10,0 tới 15,0% khối lượng kẽm.

6. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 5, trong đó lớp mạ kim loại của tấm thép thỏa mãn tỷ lệ Zn/Si nằm trong khoảng từ 4 đến 8.
7. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 6, trong đó lớp mạ kim loại của tấm thép thỏa mãn tỷ lệ Zn/Si nằm trong khoảng từ 4,5 đến 7,5.
8. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 7, trong đó lớp mạ kim loại của tấm thép thỏa mãn tỷ lệ Zn/Si nằm trong khoảng từ 5 đến 7,5.
9. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 8, trong đó lớp mạ kim loại của tấm thép có 1,1 tới 3,0% khối lượng magie.
10. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 9, trong đó lớp mạ kim loại này có trên 76% khối lượng nhôm.
11. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 10, trong đó chiều dày của lớp mạ kim loại này nằm trong khoảng từ 5 đến 50 $\mu$ m.
12. Phương pháp theo điểm 11, trong đó chiều dày của lớp mạ kim loại này nằm trong khoảng từ 10 đến 35 $\mu$ m.
13. Phương pháp theo điểm 12, trong đó chiều dày của lớp mạ kim loại này nằm trong khoảng từ 12 đến 18 $\mu$ m.
14. Phương pháp theo điểm 12, trong đó chiều dày của lớp mạ kim loại này nằm trong khoảng từ 26 đến 31 $\mu$ m.
15. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 14, trong đó lớp mạ kim loại này không có các nguyên tố trong số Cr, Mn, Ti, Ce, La, Nd, Pr, Ca, Bi, In, Sn và Sb hoặc hỗn hợp của chúng.

16. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 15, trong đó bước C) 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.

17. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 16, trong đó trong bước E) việc tạo hình nóng phôi được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 600 đến 830°C.

Fig.1

