



(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)



1-0028566

(51)⁸ C23C 2/00; C23C 2/12

(13) B

(21) 1-2017-05346

(22) 08/07/2016

(86) PCT/IB2016/000977 08/07/2016

(87) WO2017/017513 02/02/2017

(30) PCT/IB2015/001281 30/07/2015 IB

(45) 25/06/2021 399

(43) 25/05/2018 362A

(73) ARCELORMITTAL (LU)

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

(72) ALLELY, Christian (FR); MACHADO AMORIM, Tiago (BR); DE STRYCKER, Joost (BE); VAN DEN BERGH, Krista, Godelieve, Oscar (BE).

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

(54) TẤM THÉP ĐƯỢC PHỦ BẰNG LỚP MẠ KIM LOẠI VÀ CHI TIẾT THÉP

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép được phủ bằng lớp mạ kim loại bao gồm 2,0 tới 24,0% khối lượng là kẽm, 7,1 tới 12,0% khối lượng là silic, tùy ý 1,1 tới 8,0% khối lượng là magie, và tùy ý có các nguyên tố bổ sung được chọn trong số các nguyên tố Pb, Ni, Zr, hoặc Hf, với hàm lượng theo khối lượng của mỗi nguyên tố bổ sung này thấp hơn 0,3% khối lượng, lượng còn lại là nhôm và các tạp chất khó tránh khỏi tùy ý và các nguyên tố tồn dư, trong đó tỷ lệ Al/Zn cao hơn 2,9. Chi tiết thép có thể được tạo ra từ nó cũng được đề xuất.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép được phủ bằng lớp mạ kim loại. Sáng chế đặc biệt thích hợp trong lĩnh vực sản xuất xe có động cơ.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các lớp mạ trên cơ sở kẽm nói chung được áp dụng bởi vì chúng cho phép tạo ra sự bảo vệ chống ăn mòn nhờ vào sự bảo vệ kiểu rào chắn và sự bảo vệ kiểu catot chống ăn mòn. Hiệu ứng rào chắn được tạo ra bằng cách phủ lớp mạ kim loại trên bề mặt thép. Do vậy, các lớp mạ kim loại ngăn ngừa sự tiếp xúc giữa thép với môi trường ăn mòn. Hiệu ứng rào chắn này độc lập với bản chất của lớp mạ và lớp nền. Trái lại, sự bảo vệ kiểu catot chống ăn mòn là do kẽm là một kim loại không quý bằng thép. Do vậy, nếu sự ăn mòn xảy ra, kẽm sẽ bị ăn mòn thay vì thép. Sự bảo vệ kiểu catot là cần thiết ở những nơi mà thép tiếp xúc trực tiếp với môi trường ăn mòn, kiểu như các mép cắt nơi mà kẽm bao quanh sẽ bị mất đi trước thép.

Tuy nhiên, khi quy trình tăng cứng bằng cách ép được thực hiện trên các tấm thép mạ kẽm như vậy, ví dụ, bằng cách đập nóng, các vết vi nứt sẽ xuất hiện trong thép kéo dài từ lớp mạ. Hơn nữa, việc sơn một số chi tiết được tăng cứng có lớp mạ kẽm cần đến công đoạn mài bằng cát trước khi phosphat hoá nhờ sự có mặt của lớp oxit yếu trên bề mặt của chi tiết này.

Các lớp mạ kim loại khác thường được áp dụng để sản xuất xe có động cơ là các lớp mạ trên cơ sở nhôm và silic. Chúng không dẫn đến sự hình thành vết vi nứt trong thép khi quy trình tăng cứng bằng cách ép được thực hiện nhờ sự có mặt của lớp nội kim loại Al-Si-Fe. Hơn nữa, chúng tạo thuận lợi cho việc sơn. Chúng tạo ra sự bảo vệ bởi hiệu ứng rào chắn và có thể hàn được. Tuy nhiên, chúng không tạo ra sự bảo vệ kiểu catot hoặc chúng tạo ra sự bảo vệ kiểu catot rất ít.

Đơn đăng ký sáng chế số EP1225246 đề cập đến vật liệu có lớp mạ hợp kim Zn-Al-Mg-Si, trong đó lớp mạ có thành phần tính theo khối lượng bao gồm:

Al với lượng ít nhất là 45% và không lớn hơn 70%, Mg với lượng ít nhất là 3% và nhỏ hơn 10%, Si với lượng ít nhất là 3% và nhỏ hơn 10%, với lượng còn lại là Zn và các tạp chất khó tránh khỏi, trong đó tỷ lệ Al/Zn nằm trong khoảng từ 0,89 đến 2,75 và lớp mạ này có pha Mg_2Si ở dạng khối. Nó cũng đề cập đến vật liệu thép có lớp mạ hợp kim Zn-Al-Mg-Si, trong đó lớp mạ này có thành phần tính theo % khối lượng bao gồm: Al với lượng ít nhất là 45% và không lớn hơn 70%, Mg với lượng ít nhất là 1% và nhỏ hơn 5%, Si với lượng ít nhất là 0,5% và nhỏ hơn 3%, với lượng còn lại là Zn và các tạp chất khó tránh khỏi, trong đó tỷ lệ Al/Zn nằm trong khoảng từ 0,89 đến 2,75 và lớp mạ này có pha Mg_2Si ở dạng vảy. Các lớp mạ đặc biệt này tạo ra khả năng chống ăn mòn không cần sơn và khả năng chống rỉ mép trên các phần mép cắt sau khi sơn.

Tuy nhiên, việc chế tạo các pha Mg_2Si đặc biệt, dạng vảy hoặc dạng khối, là rất phức tạp. Thực vậy, nó sẽ phụ thuộc vào kích thước và tỷ lệ giữa kích thước đường kính ngắn trung bình so với đường kính dài của các pha Mg_2Si , khi được quan sát trên mặt cắt đã được mài bóng 5° . Kích thước này bị ảnh hưởng nhiều nhất bởi tốc độ làm nguội sau khi mạ nhúng nóng. Hơn nữa, việc chế tạo các pha Mg_2Si cũng phụ thuộc vào hàm lượng của Mg và Si.

Theo quan điểm sản xuất công nghiệp, khó có thể tạo ra được các pha Mg_2Si do các yêu cầu đặc biệt này. Do đó, có nguy cơ là không tạo ra được pha Mg_2Si mong muốn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất tấm thép có lớp mạ để tạo hình có khả năng chống ăn mòn cao, tức là sự bảo vệ kiểu catot chống ăn mòn ngoài sự bảo vệ kiểu rào chắn, trước khi và sau khi tạo hình.

Liên quan đến lượng ăn mòn lớp bảo vệ kiểu catot chống ăn mòn, thế điện hoá phải âm tính hơn ít nhất 50mV so với điện thế của thép, tức là điện thế tối đa là -0,78V đối với điện cực calomel bão hoà (SCE). Sẽ không tốt nếu giảm điện thế này ở trị số -1,4V/SCE, thậm chí là -1,25V/SCE sẽ có thể dẫn đến việc tiêu thụ lớp bảo vệ nhanh và hậu quả là có thể rút ngắn khoảng thời gian bảo vệ thép.

Điều này đạt được bằng cách tạo ra tấm thép được phủ bằng lớp mạ kim loại bao gồm 2,0 tới 24,0% khối lượng là kẽm, 7,1 tới 12,0% khối lượng là silic, tùy ý 1,1 tới 8,0% khối lượng là magie, và tùy ý có các nguyên tố bổ sung được chọn trong số các nguyên tố Pb, Ni, Zr, hoặc Hf, với hàm lượng theo khối lượng của mỗi nguyên tố bổ sung này thấp hơn 0,3% khối lượng, lượng còn lại là nhôm và các tạp chất khó tránh khỏi tùy ý và các nguyên tố tồn dư, trong đó tỷ lệ Al/Zn cao hơn 2,9. Tấm thép có lớp mạ này cũng có thể có các dấu hiệu kỹ thuật bất kỳ như tỷ lệ Al/Zn là thấp hơn hoặc bằng 8,5, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 3,0 đến 7,5, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 4,0 đến 6,0; lớp mạ có vi cấu trúc bao gồm pha Al-Zn; lớp mạ có 10,0 tới 20,0% khối lượng kẽm, tốt hơn là có 10,0 tới 15,0% khối lượng kẽm; lớp mạ có 8,1 tới 10,0% khối lượng silic; lớp mạ có 3,0 tới 8,0% khối lượng magie, tốt hơn là có 3,0 tới 5,0% khối lượng magie; lớp mạ có vi cấu trúc bao gồm pha Mg_2Si ; lớp mạ có vi cấu trúc bao gồm pha $MgZn_2$; nhôm có mặt với lượng lớn hơn 71% khối lượng, tốt hơn là lớn hơn 76% khối lượng; lớp mạ có chiều dày nằm trong khoảng từ 5 đến $50\mu m$, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 10 đến $35\mu m$, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 12 đến $18\mu m$ hoặc nằm trong khoảng từ 26 đến $31\mu m$; và/hoặc lớp mạ 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.

Sáng chế cũng đề xuất các chi tiết được phủ bằng lớp mạ kim loại có sự bảo vệ kiểu catot chống ăn mòn có thể tạo ra được từ tấm thép như được mô tả ở trên bằng cách tạo hình nóng hoặc dập nguội hoặc cả hai. Chi tiết này cũng có thể có các dấu hiệu kỹ thuật bất kỳ như chi tiết này là chi tiết thép được tăng cứng bằng cách ép có độ dày thay đổi; độ dày thay đổi được tạo ra bởi quy trình cán linh hoạt liên tục; chi tiết này là phôi cán tuý chỉnh, thanh giằng trước, bộ phận bắt ngang 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.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Để minh hoạ 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 hoạ một chu kỳ ăn mòn tương ứng với 168 giờ theo tiêu chuẩn VDA 233-102.

Mô tả chi tiết sáng chế

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.

Thép bất kỳ đều có thể sử dụng được một cách có lợi theo sáng chế. Tuy nhiên, trong trường hợp cần đến thép có độ bền cơ học cao, cụ thể là các chi tiết kết cấu của xe có động cơ, thép có độ bền kéo cao hơn 500MPa, có lợi nếu nằm trong khoảng từ 500 đến 2000MPa trước hoặc sau khi gia công nhiệt, có thể được sử dụng. 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 nito thỏa mãn điều kiện: $Ti/N > 3,42$; và các hàm lượng của cacbon, mangan, crom và silic thỏa mãn điều kiện:

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

thành phần này 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 đến tấm thép được phủ bằng lớp mạ kim loại có 2,0 tới 24,0% khối lượng kẽm, 7,1 tới 12,0% khối lượng silic, tùy ý 1,1 tới 8,0% khối lượng magie, và tùy ý có các nguyên tố bổ sung được chọn trong số các nguyên tố Pb, Ni, Zr, hoặc Hf, với hàm lượng theo khối lượng của mỗi nguyên tố bổ sung này thấp hơn 0,3% khối lượng, lượng còn lại là nhôm và các tạp chất khó tránh khỏi tùy ý và các nguyên tố tồn dư, trong đó tỷ lệ Al/Zn cao hơn 2,9. Các lớp mạ kim loại theo sáng chế có sự bảo vệ kiểu catot chống ăn mòn ở mức cao.

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.

Tốt hơn là, tỷ lệ Al/Zn là thấp hơn hoặc bằng 8,5. Tốt hơn là, tỷ lệ Al/Zn nằm trong khoảng từ 3,0 đến 7,5, có lợi nếu nằm trong khoảng từ 4,0 đến 6,0. Mặc dù không muốn gắn liền với lý thuyết bất kỳ, song dường như là nếu các điều kiện này không được đáp ứng, thì có nguy cơ là sự bảo vệ kiểu catot chống ăn mòn giảm sút bởi vì các pha giàu kẽm có mặt trong lớp mạ với lượng không đủ.

Theo một phương án được ưu tiên, lớp mạ này còn có pha Al-Zn.

Có lợi, nếu, lớp mạ kim loại này có 10,0 tới 20,0%, tốt hơn là 10,0 tới 15,0% khối lượng kẽm.

Tốt hơn là, lớp mạ kim loại này gồm 8,1 tới 10,0% khối lượng silic.

Có lợi, nếu, lớp mạ này có 3,0 tới 8,0% khối lượng magie, tốt hơn là 3,0 tới 5,0% khối lượng magie. Mặc dù không muốn gắn liền với lý thuyết bất kỳ, song điều tin chắc là việc bổ sung magie với lượng nằm trong khoảng nêu trên cải thiện thêm cả tính chất chống ăn mòn.

Tốt hơn là, lớp mạ có vi cấu trúc bao gồm pha Mg_2Si . Theo một phương án được ưu tiên khác, vi cấu trúc của lớp mạ này còn bao gồm pha $MgZn_2$.

Có lợi, nếu, nhôm có mặt với lượng lớn hơn 71%, tốt hơn là trên 76%, tính theo khối lượng.

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 các nguyên tố Pb, Ni, Zr, hoặc Hf, với 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 thời 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.

Độ dày của lớp mạ thường là nằm trong khoảng từ 5 đến 50 μm , tốt hơn là nằm trong khoảng từ 10 đến 35 μm , tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 12 đến 18 μm hoặc nằm trong khoảng từ 26 đến 31 μm . 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 mạ được làm nguội. Tốt hơn là, tốc độ làm nguội lớn hơn hoặc bằng 15°C.giây⁻¹ 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⁻¹.

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 theo sáng chế có thể được tạo hình bởi phương pháp bất kỳ đã biết đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này, ví dụ, dập nguội và/hoặc tạo hình nóng.

Theo một phương án được ưu tiên, chi tiết này được tạo ra bằng cách dập nguội. Trong trường hợp này, tấm thép có lớp mạ được cắt để tạo ra phôi và sau đó được dập nguội để tạo ra chi tiết.

Theo một phương án được ưu tiên khác, chi tiết có lớp mạ được tạo ra bởi quy trình tăng cứng bằng cách ép bao gồm việc tạo hình nóng. Trong trường hợp này, phương pháp này bao gồm các bước sau:

A) chuẩn bị tấm thép có lớp mạ trước bằng lớp mạ kim loại có 2,0 tới 24,0% khối lượng là kẽm, 7,1 tới 12,0% khối lượng là silic, tùy ý 1,1 tới 8,0% khối lượng là magie, và tùy ý có các nguyên tố bổ sung được chọn trong số các nguyên tố Pb, Ni, Zr, hoặc Hf, với 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 Al/Zn cao hơn 2,9,

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 có được vi cấu trúc trong thép ở dạng martensit hoặc martensit-bainit hoặc được cấu thành bởi ít nhất 75% ferit đẳng trục, 5 tới 20% martensit và bainit với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 10%.

Thực vậy, sau khi, chuẩn bị tấm thép có lớp mạ trước bằng lớp mạ kim loại theo sáng chế, việc cắt được thực hiện 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 T_m thường là nằm trong khoảng từ 840 đến 950°C, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 880 đến 930°C. Tốt hơn 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, 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 martensit, tốt hơn là chứa martensit, hoặc martensit và bainit, hoặc được cấu thành bởi ít nhất 75% ferit đẳng trục, 5 tới 20% martensit và bainit với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 10%.

Chi tiết có lớp mạ theo sáng chế có thể được tạo ra không chỉ bằng cách tạo hình nguội hoặc nóng mà còn bởi sự kết hợp thích hợp bất kỳ của việc dập nguội và việc tạo hình nóng.

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 tuý 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.

Đối với các ứng dụng cho phương tiện xe cộ, sau bước phosphat hoá, chi tiết này được nhúng trong dung dịch mạ điện di. Thông thường, chiều dày của lớp 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.

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

Sáng chế sẽ được giải thích thông qua các mẫu 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 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. Tất cả các lớp mạ đều có chiều dày 15 μ m.

Ví dụ 1: Thử nghiệm điện thế mép cắt

Các mẫu thử nghiệm 1 tới 4 được chuẩn bị và được tiến hành thử nghiệm thể điện hoá.

Thử nghiệm đo điện thế mép cắt của tấm thép có lớp mạ được tiến hành. Nhằm mục đích này, mỗi tấm thép được nhúng trong dung dịch chứa 2,43% khối lượng natri sulfat và 0,1% khối lượng natri clorua. Điện cực calomel bão hoà (SCE) cũng được nhúng vào trong dung dịch này. Điện thế ghép nối của các mép cắt được đo. Các kết quả được thể hiện trong bảng 1 dưới đây:

Bảng 1

Thử nghiệm	Lớp mạ				Chiều dày (μ m)	Điện thế ghép nối (V/SCE)
	Al	Si	Zn	Mg		
1*	81	9	10	-	15	- 0,84
2*	77	9	10	4	15	- 0,84
3*	73	9	10	8	15	- 0,84
4	91	9	-	-	15	- 0,625

*: ví dụ theo sáng chế.

Các mẫu thử nghiệm theo sáng chế (Thử nghiệm từ 1 tới 3) có điện thế ghép nối thấp hơn so với ở lớp mạ có nhôm và 9% khối lượng silic. Các điện thế ghép nối của các mẫu thử nghiệm 1 tới 3 nằm dưới mức -0,78V/SCE theo yêu cầu.

Ví dụ 2: Thử nghiệm ăn mòn mép cắt

Các mẫu thử nghiệm 5 tới 12 được chuẩn bị và được tiến hành thử nghiệm ăn mòn để đánh giá sự bảo vệ mép cắt của các tấm thép có lớp mạ.

Tất cả các mẫu thử nghiệm đều được nhúng trong dung dịch chứa 2,43% khối lượng natri sulfat và 0,1% khối lượng natri clorua trong 50 giờ. Sự xuất hiện ăn mòn mép cắt của tấm thép có lớp mạ được đánh giá bằng mắt thường theo thang điểm: 0 là rất tốt, nói cách khác, ít hoặc không có sự ăn mòn và 5 là rất tồi, nói cách khác, có sự ăn mòn nhiều trên các mép cắt. Các kết quả được thể hiện trong bảng 2 dưới đây:

Bảng 2

Thử nghiệm	Lớp mạ				Chiều dày (μm)	Sự ăn mòn
	Al	Si	Zn	Mg		
5*	86	9	5	-	15	2
6*	81	9	10	-	15	1,5
7*	71	9	20	-	15	1
8*	77	9	10	4	15	0
9*	73	9	10	8	15	0
10*	67	9	20	4	15	0
11*	63	9	20	8	15	0
12	91	9	-	-	15	5

*: ví dụ theo sáng chế.

Các mẫu thử nghiệm 5 tới 11 có sự bảo vệ chống ăn mòn rất tốt trên các mép cắt của tấm thép có lớp mạ. Trái lại, mẫu thử nghiệm 12 có sự bảo vệ chống ăn mòn không đủ trên các mép cắt.

Ví dụ 3: thử nghiệm đặc tính điện hoá

Các mẫu thử nghiệm 13 tới 16 được chuẩn bị và được tiến hành thử nghiệm thể điện hoá.

Thử nghiệm đo thể điện hoá tấm bề mặt thép có lớp mạ được tiến hành. Các tấm thép và các lớp mạ được bóc tách và được nhúng trong dung dịch chứa 5% khối lượng natri clorua có độ pH=7. Điện cực calomel bão hoà (SCE) cũng được nhúng vào trong dung dịch này. Điện thế ghép nối của bề mặt được đo theo thời gian. Các kết quả được thể hiện trong bảng 3 dưới đây:

Bảng 3

Thử nghiệm	Lớp mạ				Chiều dày (μm)	Điện thế ghép nối (V/SCE)
	Al	Si	Zn	Mg		
13*	81	9	10	-	15	- 0,98
14*	77	9	10	4	15	- 0,98
15*	73	9	10	8	15	- 0,99
16	0,2	-	99,8	-	7	- 1,00

*: ví dụ theo sáng chế.

Các mẫu thử nghiệm 13 tới 15 là các mẫu thử nghiệm bảo vệ kiểu catot chống ăn mòn như lớp mạ kẽm. Điện thế ghép nối nằm dưới mức -0,78V/SCE theo yêu cầu.

Ví dụ 4: thử nghiệm ăn mòn

Các mẫu thử nghiệm 17 tới 20 được chuẩn bị và được tiến hành thử nghiệm ăn mòn để đánh giá sự bảo vệ của các tấm thép có lớp mạ.

Thử nghiệm tạo các chu kỳ ăn mòn cho tấm thép có lớp mạ theo tiêu chuẩn VDA 233-102 được tiến hành. Kết thúc mẫu thử nghiệm, 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⁻¹. Nhiệt độ thay đổi từ

50 tới -15°C và độ ẩm thay đổi từ 50 tới 100%. Fig.1 minh họa cho một chu kỳ tương ứng với 168 giờ, tức là một tuần.

Sự xuất hiện ăn mòn trên lớp tấm thép có lớp mạ được đánh giá bằng mắt thường theo thang điểm: 0 là rất tốt, nói cách khác, ít hoặc không có sự ăn mòn và 5 là rất tồi, nói cách khác, có sự ăn mòn nhiều. Các kết quả được thể hiện trong bảng 4 dưới đây:

Bảng 4

Thử nghiệm	Lớp mạ				Chiều dày (μm)	Số chu kỳ					
	Al	S i	Zn	Mg		1	5	7	10	15	20
17*	81	9	10	-	15	0	0	0,5	1	3	4
18*	77	9	10	4	15	0	0	0	0	0	0
19*	73	9	10	8	15	0	0	0	0	0	0
20	0,2	-	99,8	-	7	0	2	4	ND	ND	ND

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

Các mẫu thử nghiệm 17 tới 19 có sự bảo vệ chống ăn mòn rất tốt, đặc biệt là khi lớp mạ bao gồm magie (các mẫu thử nghiệm 18 và 19).

Ví dụ 5: thử nghiệm ăn mòn trên các mẫu thử nghiệm đã làm xước mặt

Các mẫu thử nghiệm 21 tới 24 được chuẩn bị và được tiến hành thử nghiệm ăn mòn để đánh giá sự bảo vệ của các tấm thép có lớp mạ.

Đầu tiên, tất cả các mẫu thử nghiệm được làm xước mặt trên bề rộng 0,5, 1 và 2mm. Sau đó, tất cả các mẫu thử nghiệm được tạo các chu kỳ ăn mòn theo tiêu chuẩn VDA 233-102 được thể hiện trên Fig.1.

Sự xuất hiện ăn mòn trên tấm thép có lớp mạ xung quanh các vết xước được đánh giá bằng mắt thường theo thang điểm: 0 là rất tốt, nói cách khác, ít hoặc không có sự ăn mòn xung quanh vết xước và 5 là rất tồi, nói cách khác, có sự

ăn mòn nhiều xung quanh vết xước. Các kết quả được thể hiện trong bảng 5 dưới đây:

Bảng 5

Thử nghiệm	Lớp mạ				Chiều dày (μm)	Số chu kỳ					
	Al	Si	Zn	Mg	15	1	2	3	4	5	6
21*	81	9	10	-	15	0	0	0,5	1	2	3
22*	77	9	10	4	15	0	0	0	0	0	0
23*	73	9	10	8	15	0	0	0	0	0	0,5
24	0,2	-	99,8	-	10	0	0	0	1	2	3

*: ví dụ theo sáng chế.

Mẫu thử nghiệm theo sáng chế (các mẫu thử nghiệm 21 tới 23) có sự bảo vệ chống ăn mòn rất tốt, đặc biệt là khi lớp mạ bao gồm magie (các mẫu thử nghiệm 22 và 23).

Ví dụ 6: thử nghiệm ăn mòn trên các mẫu thử nghiệm đã làm xước và đã được xử lý nhiệt

Các mẫu thử nghiệm 25 tới 28 được chuẩn bị và được tiến hành thử nghiệm ăn mòn để đánh giá sự bảo vệ của các tấm thép có lớp mạ sau khi xử lý sau khi xử lý austenit hóa.

Tất cả 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 5 tới 10 phút. Các phôi này được chuyển vào dụng cụ dập và được dập nóng để tạo ra các chi tiết. Sau đó, các chi tiết được làm nguội để làm tăng cứng bởi sự chuyển hóa martensit. Tất cả các mẫu thử nghiệm được tạo 6 chu kỳ ăn mòn theo tiêu chuẩn VDA 233-102 được thể hiện trên Fig.1.

Sự xuất hiện ăn mòn trên tấm thép có lớp mạ xung quanh các vết xước được đánh giá bằng mắt thường theo thang điểm: 0 là rất tốt, nói cách khác, ít

hoặc không có sự ăn mòn xung quanh vết xước và 5 là rất tồi, nói cách khác, có sự ăn mòn nhiều xung quanh vết xước. Các kết quả được thể hiện trong bảng 6 dưới đây:

Bảng 6

Thử nghiệm	Lớp mạ				Chiều dày (μm)	Thời gian dừng (phút)	
	Al	Si	Zn	Mg		5	10
25*	71	9	20	-	15	1	1
26*	77	9	10	4	15	0,5	0,5
27*	73	9	10	8	15	2	3
28	91	9	-	-	15	5	5

*: ví dụ theo sáng chế.

Các mẫu thử nghiệm 25 tới 27 có sự bảo vệ chống ăn mòn tốt so với lớp mạ có nhôm và silic (thử nghiệm 28).

Ví dụ 7: thử nghiệm đặc tính điện hoá

Các mẫu thử nghiệm 29 tới 40 được chuẩn bị và được tiến hành thử nghiệm thể điện hoá sau khi xử lý sau khi xử lý austenit hóa.

Tất cả 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 5 phút. Các phôi này được chuyển vào dụng cụ dập và được dập nóng để tạo ra các chi tiết. Sau đó, các chi tiết được làm nguội để làm tăng cứng bởi sự chuyển hóa martensit.

Thử nghiệm đo thể điện hoá tấm bề mặt thép có lớp mạ được tiến hành. Các tấm thép và các lớp mạ được bóc tách và được nhúng trong dung dịch chứa 5% khối lượng natri clorua có độ $\text{pH}=7$. Điện cực calomel bão hoà (SCE) cũng được nhúng vào trong dung dịch này. Khả năng bảo vệ kiểu catot chống ăn mòn, còn được gọi là kết nối điện phân, được đo theo thời gian. Nói cách khác, nó đánh giá khoảng thời gian kéo dài mà lớp mạ vẫn còn duy trì tính bảo vệ kiểu catot chống ăn mòn trong các điều kiện này. Các kết quả được thể hiện trong bảng 7 dưới đây:

Bảng 7

Thử nghiệm	Lớp mạ				Chiều dày (μm)	Kết nối điện phân (giờ)
	Al	Si	Zn	Mg		
29	88	2	10	-	15	0
130	83	2	15	-	15	0
31	80	5	15	-	15	0
32*	81	9	10	-	15	16
33*	77	9	10	4	15	45
34*	73	9	10	8	15	7
35*	76	9	15	-	15	26
36*	83	9	15	2	15	84
37*	71	9	20	-	15	140
38*	67	9	20	4	15	91
39*	63	9	20	8	15	14
40	91	9	-	-	15	0

*: ví dụ theo sáng chế.

Các mẫu thử nghiệm 32 tới 39 theo sáng chế đảm bảo sự bảo vệ kiểu catot chống ăn mòn theo thời gian.

Yêu cầu bảo hộ

1. Tấm thép được phủ bằng lớp mạ kim loại bao gồm 2,0 tới 24,0% khối lượng là kẽm, 7,1 tới 12,0% khối lượng là silic, tùy ý 1,1 tới 8,0% khối lượng là magie, và tùy ý có các nguyên tố bổ sung được chọn trong số các nguyên tố Pb, Ni, Zr, hoặc Hf, với hàm lượng theo khối lượng của mỗi nguyên tố bổ sung này thấp hơn 0,3% khối lượng, lượng còn lại là nhôm và các tạp chất khó tránh khỏi tùy ý và các nguyên tố tồn dư, trong đó tỷ lệ Al/Zn cao hơn 2,9.
2. Tấm thép theo điểm 1, trong đó tỷ lệ Al/Zn là thấp hơn hoặc bằng 8,5.
3. Tấm thép theo điểm 2, trong đó tỷ lệ Al/Zn nằm trong khoảng từ 3,0 đến 7,5.
4. Tấm thép theo điểm 3, trong đó tỷ lệ Al/Zn nằm trong khoảng từ 4,0 đến 6,0.
5. Tấm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 4, trong đó lớp mạ kim loại có vi cấu trúc bao gồm pha Al-Zn.
6. Tấm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 5, trong đó lớp mạ có 10,0 tới 20,0% khối lượng là kẽm.
7. Tấm thép theo điểm 6, trong đó lớp mạ có 10,0 tới 15,0% khối lượng kẽm.
8. Tấm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 7, trong đó lớp mạ có 8,1 tới 10,0% khối lượng là silic.
9. Tấm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 8, trong đó lớp mạ có 3,0 tới 8,0% khối lượng là magie.
10. Tấm thép theo điểm 9, trong đó lớp mạ có 3,0 tới 5,0% khối lượng là magie.

11. Tấm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 10, trong đó lớp mạ có vi cấu trúc bao gồm pha Mg_2Si .
12. Tấm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 11, trong đó lớp mạ có vi cấu trúc bao gồm pha $MgZn_2$.
13. Tấm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 12, trong đó nhôm có mặt với lượng lớn hơn 71% khối lượng.
14. Tấm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 13, trong đó nhôm có mặt với lượng lớn hơn 76% khối lượng.
15. Tấm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 14, trong đó lớp mạ có chiều dày nằm trong khoảng từ 5 đến $50\mu m$.
16. Tấm thép theo điểm 15, trong đó chiều dày nằm trong khoảng từ 10 đến $35\mu m$.
17. Tấm thép theo điểm 16, trong đó chiều dày nằm trong khoảng từ 12 đến $18\mu m$.
18. Tấm thép theo điểm 16, trong đó chiều dày nằm trong khoảng từ 26 đến $31\mu m$.
19. Tấm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 18, trong đó lớp mạ 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.
20. Chi tiết được phủ bằng lớp mạ kim loại có thể tạo ra được từ tấm thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 19 bằng cách tạo hình nóng hoặc dập nguội hoặc cả hai.

21. Chi tiết theo điểm 20, trong đó chi tiết này là chi tiết thép được tăng cứng bằng cách ép mà có độ dày thay đổi.
22. Chi tiết theo điểm 21, trong đó độ dày thay đổi được tạo ra bởi quy trình cán linh hoạt liên tục.
23. Chi tiết theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 20 tới 22, trong đó chi tiết này là phôi cán tùy chỉnh.
24. Chi tiết theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 20 tới 23, trong đó chi tiết này là thanh giằng trước, bộ phận bắt ngang 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 ngăn.

Fig.1

