



(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)



1-0025740

(51)<sup>7</sup> C23C 2/04

(13) B

(21) 1-2015-01654

(22) 17/10/2013

(86) PCT/AU2013/001198 17/10/2013

(87) WO 2014/059476 A1 24/04/2014

(30) 2012904524 17/10/2012 AU

(45) 26/10/2020 391

(43) 27/07/2015 328A

(73) BLUESCOPE STEEL LIMITED (AU)

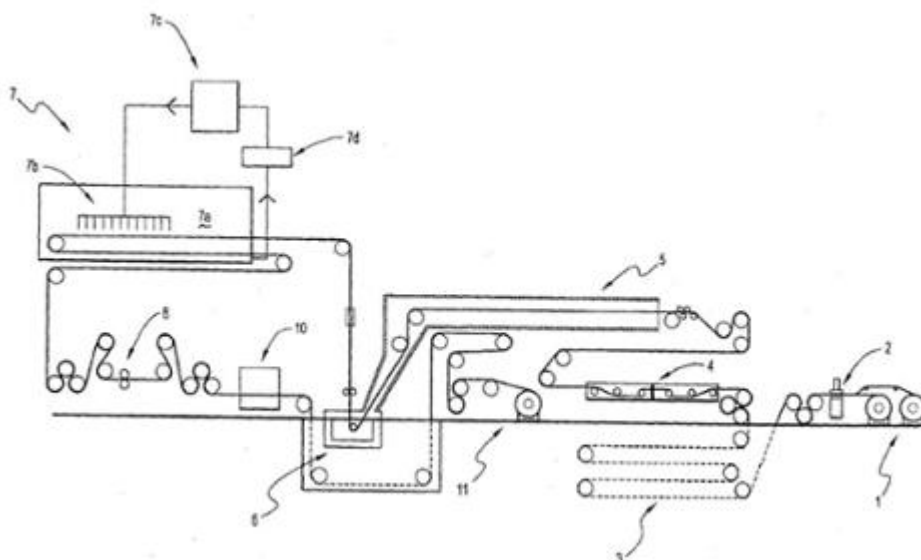
Level 11, 120 Collins Street, Melbourne, Victoria 3000, Australia

(72) NEUFELD, Aaron, Kiffer (AU); RENSHAW, Wayne, Andrew (AU); TAPSELL, Geoff (AU).

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) PHƯƠNG PHÁP TẠO RA LỚP PHỦ HỢP KIM AL-ZN-SI-MG TRÊN DẢI THÉP

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp tạo ra lớp phủ hợp kim Al-Zn-Si-Mg trên dải thép để tạo ra dải thép được phủ Al-Zn-Mg-Si. Phương pháp này bao gồm các bước: nhúng dải thép vào trong bể hợp kim Al-Zn-Si-Mg nóng chảy và tạo ra lớp phủ hợp kim này trên bề mặt lộ ra của dải thép; và làm nguội dải đã được phủ bằng nước làm nguội. Bước làm nguội bao gồm việc kiểm soát pH của nước làm nguội nằm trong khoảng từ 5 đến 9. Các phương án cụ thể tập trung vào hợp kim Al-Zn-Si-Mg mà chứa các nguyên tố theo % trọng lượng nằm trong khoảng sau: Zn: 30% đến 60%, Si: 0,3% đến 3%, Mg: 0,3% đến 10%, và lượng còn lại là Al và các tạp chất không tránh được. Sáng chế còn đề cập đến dải thép được phủ hợp kim Al-Zn-Mg-Si được sản xuất bằng phương pháp nêu trên.



### Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến việc sản xuất dải kim loại, điển hình là dải thép, mà có lớp phủ hợp kim của các kim loại có khả năng chống ăn mòn chứa nhôm-kẽm-silic-magie làm các nguyên tố chính của hợp kim này, và dưới đây được gọi là “hợp kim Al-Zn-Si-Mg”. Cụ thể, sáng chế đề cập đến phương pháp phủ kim loại bằng cách nhúng nóng để tạo ra lớp phủ hợp kim Al-Zn-Si-Mg trên dải kim loại bao gồm bước nhúng dải chưa được phủ vào bể hợp kim Al-Zn-Si-Mg nóng chảy và tạo ra lớp phủ hợp kim trên dải này.

Điển hình, hợp kim Al-Zn-Si-Mg theo sáng chế chứa các nguyên tố Al, Zn, Si, và Mg với lượng theo % trọng lượng sau nằm trong khoảng sau:

|     |              |
|-----|--------------|
| Zn: | 30 đến 60 %  |
| Si: | 0,3 đến 3%   |
| Mg: | 0,3 đến 10 % |

lượng còn lại: Al và các tạp chất không tránh được.

Điển hình hơn nữa, hợp kim Al-Zn-Si-Mg theo sáng chế chứa các nguyên tố Al, Zn, Si, và Mg với lượng theo % trọng lượng nằm trong khoảng sau:

|     |              |
|-----|--------------|
| Zn: | 35 đến 50 %  |
| Si: | 1,2 đến 2,5% |
| Mg: | 1,0 đến 3,0% |

lượng còn lại là Al và các tạp chất không tránh được.

Hợp kim Al-Zn-Si-Mg này có thể chứa các nguyên tố khác mà có mặt trong hợp kim ở dạng sự bổ sung hợp kim hóa có chủ định hoặc ở dạng các tạp chất không tránh được. Vì vậy, cụm từ “hợp kim Al-Zn-Si-Mg” ở đây được hiểu là bao gồm các hợp kim mà chứa các nguyên tố khác ở dạng sự bổ sung hợp kim hóa có chủ định hoặc hoặc ở dạng các tạp chất không tránh được. Các nguyên tố khác có thể bao gồm, lấy làm ví dụ, nguyên tố hoặc nhiều nguyên tố bất kỳ trong số Fe, Sr, Cr, và V.

Cần lưu ý rằng, thành phần của lớp phủ hợp kim Al-Zn-Si-Mg sau khi đã hóa rắn có thể khác với thành phần của hợp kim Al-Zn-Si-Mg dùng để tạo lớp phủ ở chừng mực nhất định do các yếu tố như sự hòa tan của các hạt kim loại của dải kim loại vào trong lớp phủ trong quá trình phủ.

Tùy thuộc vào ứng dụng cuối cùng, dải được phủ kim loại này có thể được sơn, ví dụ bằng sơn polyme, trên một mặt hoặc cả hai mặt của dải này. Về mặt này, dải được phủ kim loại này có thể được bán ở dạng thành phẩm hoặc có thể được phủ bằng sơn trên một hoặc cả hai mặt và được bán ở dạng thành phẩm đã được sơn.

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

Lớp phủ được phủ bằng hợp kim của kim loại có khả năng chống ăn mòn được sử dụng rộng rãi ở Ôxtrâyli và các nơi khác để làm các sản phẩm xây dựng, đặc biệt là tấm định hình làm sàn và tường, là lớp phủ hợp kim Al-Zn, cụ thể hơn, lớp phủ này được tạo ra từ hợp kim 55%Al-Zn mà hợp kim này còn chứa cả Si. Tấm định hình này thường được sản xuất bằng dải được phủ kim loại và được sơn, tạo hình nguội. Điển hình, tấm định hình này được sản xuất bằng cách cán tạo hình dải đã được sơn.

Việc bổ sung Mg vào hợp kim 55% Al-Zn đã biết này đã được đề xuất trong các tài liệu sáng chế từ trong nhiều năm qua, xem ví dụ patent Mỹ số US 6,635,359 của Nippon Steel Corporation.

Đã xác định được rằng khi Mg có trong lớp phủ hợp kim 55% Al-Zn, Mg mang lại một số hiệu quả nhất định đối với tính năng của sản phẩm, như khả năng bảo vệ cạnh cắt được nâng cao.

Các tác giả sáng chế đã thực hiện các công trình nghiên cứu sâu rộng và phát triển lớp phủ hợp kim Al-Zn-Si-Mg trên dải kim loại như dải thép. Sáng chế là một phần kết quả của công trình nghiên cứu và phát triển này.

Phần bản luận trên đây không được coi là sự thừa nhận về kiến thức thông thường ở Ôxtrâyli và các nơi khác.

## **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Công trình nghiên cứu và phát triển liên quan đến sáng chế bao gồm một loạt các thử nghiệm tại nhà máy trên dây chuyền phủ kim loại của các tác giả sáng chế để nghiên cứu tính khả thi của việc tạo ra lớp phủ hợp kim Al-Zn-Si-Mg trên dải thép trên các dây chuyền phủ kim loại này. Các thử nghiệm tại nhà máy đã phát hiện ra rằng, so với lớp phủ Al-Zn thông thường, thì lớp phủ hợp kim Al-Zn-Si-Mg có tính phản ứng cao hơn với nước tôi dùng để làm nguội các lớp phủ hợp kim kim loại trên dải sau khi dải đã được phủ này rời khỏi bể hợp kim nóng chảy trên dây chuyền phủ kim loại. Cụ thể hơn, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng, so với lớp phủ Al-Zn thông thường, thì lớp phủ hợp kim Al-Zn-Si-Mg bị hòa tan vào nước tôi nhiều hơn và sự hòa tan này tạo ra các kết tủa trong nước tôi mà gây ra sự suy giảm chất lượng nhanh chóng của các thiết bị trao đổi nhiệt tuần hoàn nước làm nguội và tạo ra các lớp phủ không mong muốn trên bề mặt của bể chứa nước làm nguội trong hệ thống tuần hoàn nước tôi trên dây chuyền phủ kim loại. Vấn đề về sự kết tủa này là một vấn đề nghiêm trọng tiềm tàng về bảo dưỡng thiết bị.

Sau khi xác định vấn đề về kết tủa và thực hiện các công trình nghiên cứu và phát triển sâu hơn nữa, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng việc kiểm soát pH của nước làm nguội và kiểm soát nhiệt độ của nước làm nguội trong phạm vi hẹp hơn cho phép làm giảm mức độ tạo kết tủa và cho phép các thiết bị trao đổi nhiệt với nước làm nguội hoạt động theo cách thức thực tế. Cụ thể hơn, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng vấn đề về kết tủa có thể được giải quyết bằng cách hạn chế độ kiềm của nước làm nguội thông qua việc kiểm soát pH của nước làm nguội và kiểm soát nhiệt độ của nước làm nguội trong phạm vi hẹp (vận hành ở nhiệt độ thấp) để nhờ đó làm giảm tính ăn mòn của nước làm nguội đối với lớp phủ hợp kim Al-Zn-Si-Mg.

Sáng chế đề xuất phương pháp tạo ra lớp phủ hợp kim Al-Zn-Si-Mg trên dải thép để tạo ra dải thép được phủ Al-Zn-Mg-Si, phương pháp này bao gồm bước nhúng dải thép vào trong bể hợp kim Al-Zn-Si-Mg nóng chảy và tạo ra lớp phủ hợp kim này trên bề mặt được cho tiếp xúc của dải thép và làm nguội dải đã được phủ này bằng nước làm nguội, bước làm nguội bao gồm việc kiểm soát pH của nước làm nguội nằm trong khoảng từ 5 đến 9.

Bước làm nguội bao gồm việc kiểm soát pH của nước làm nguội thấp hơn  
8.

Bước làm nguội bao gồm việc kiểm soát pH của nước làm nguội thấp hơn  
7.

Bước làm nguội bao gồm việc kiểm soát pH của nước làm nguội thấp hơn  
7,5.

Bước làm nguội bao gồm việc kiểm soát pH của nước làm nguội cao hơn  
5,5.

Bước làm nguội bao gồm việc kiểm soát pH của nước làm nguội cao hơn  
6.

Bước làm nguội bao gồm việc kiểm soát nhiệt độ của nước làm nguội  
nằm trong khoảng từ 25 đến 80°C.

Bước làm nguội bao gồm việc kiểm soát nhiệt độ của nước làm nguội  
thấp hơn 70°C.

Bước làm nguội có thể bao gồm việc kiểm soát nhiệt độ của nước làm  
nguội thấp hơn 60°C.

Bước làm nguội có thể bao gồm việc kiểm soát nhiệt độ của nước làm  
nguội thấp hơn 55°C.

Bước làm nguội có thể bao gồm việc kiểm soát nhiệt độ của nước làm  
nguội thấp hơn 50°C.

Bước làm nguội có thể bao gồm việc kiểm soát nhiệt độ của nước làm  
nguội thấp hơn 45°C.

Bước làm nguội có thể bao gồm việc kiểm soát nhiệt độ của nước làm  
nguội cao hơn 30°C.

Bước làm nguội có thể bao gồm việc kiểm soát nhiệt độ của nước làm  
nguội cao hơn 35°C.

Bước làm nguội có thể bao gồm việc kiểm soát nhiệt độ của nước làm nguội cao hơn 40°C.

Bước làm nguội có thể bao gồm việc kiểm soát pH bằng cách bổ sung axit vào nước làm nguội.

Bước làm nguội có thể bao gồm việc kiểm soát pH bằng cách bổ sung axit và các muối, đệm, chất làm thấm ướt, chất hoạt động bề mặt, chất tạo liên kết, v.v..

Axit có thể là axit thích hợp bất kỳ ví dụ như axit phosphoric và axit nitric.

Bước làm nguội có thể là bước tôi bằng nước.

Bước làm nguội có thể bao gồm vòng tuần hoàn kín trong đó nước được tuần hoàn qua vòng tuần hoàn để cấp nước vào dải được phủ, thu gom, làm nguội nước và cấp nước đã được làm nguội trở lại để làm nguội dải đã được phủ.

Vòng tuần hoàn kín này có thể bao gồm bể chứa nước, hệ thống phun để cấp nước từ bể chứa cho dải đã được phủ, và thiết bị trao đổi nhiệt cho nước làm nguội sau khi nước làm nguội đã được phun vào dải kim loại.

Bước làm nguội có thể bao gồm vòng mở trong đó nước làm nguội không được tuần hoàn trở lại bước làm nguội.

Bước làm nguội có thể bao gồm việc kiểm soát các điều kiện để làm nguội dải đã được phủ xuống nhiệt độ nằm trong khoảng từ 28 đến 55°C.

Bước làm nguội có thể bao gồm việc kiểm soát các điều kiện để làm nguội dải đã được phủ xuống nhiệt độ nằm trong khoảng từ 30 đến 50°C.

Phương pháp theo sáng chế có thể bao gồm các bước khác bao gồm một hoặc nhiều bước bất kỳ sau: xử lý sơ bộ dải để làm sạch dải trước bước phủ nhúng nóng, kiểm soát độ dày của dải đã được phủ ngay sau bước phủ, cán dải đã được phủ, xử lý dải đã được phủ bằng dung dịch thụ động, và cuộn dải đã được phủ.

Hợp kim Al-Zn-Si-Mg có thể chứa Mg với lượng lớn hơn 0,3 % trọng lượng.

Hợp kim Al-Zn-Si-Mg có thể chứa Mg với lượng lớn hơn 1,0 % trọng lượng.

Hợp kim Al-Zn-Si-Mg có thể chứa Mg với lượng lớn hơn 1,3 % trọng lượng.

Hợp kim Al-Zn-Si-Mg có thể chứa Mg với lượng lớn hơn 1,5 % trọng lượng.

Hợp kim Al-Zn-Si-Mg có thể chứa Mg với lượng thấp hơn 3 % trọng lượng.

Hợp kim Al-Zn-Si-Mg có thể chứa Mg với lượng lớn hơn 2,5 % trọng lượng.

Hợp kim Al-Zn-Si-Mg có thể chứa Si với lượng lớn hơn 1,2 % trọng lượng Si.

Hợp kim Al-Zn-Si-Mg có thể chứa Si với lượng thấp hơn 2,5 % trọng lượng.

Hợp kim Al-Zn-Si-Mg có thể chứa các nguyên tố Al, Zn, Si, và Mg với lượng tính theo % trọng lượng nằm trong khoảng sau:

|     |              |
|-----|--------------|
| Zn: | 30 đến 60%   |
| Si: | 0,3 đến 3%   |
| Mg: | 0,3 đến 10 % |

lượng còn lại là Al và các tạp chất không tránh được.

Hợp kim Al-Zn-Si-Mg có thể chứa các nguyên tố Al, Zn, Si, và Mg với lượng tính theo % trọng lượng nằm trong khoảng sau:

|     |              |
|-----|--------------|
| Zn: | 35 đến 50%   |
| Si: | 1,2 đến 2,5% |
| Mg  | 1,0 đến 3,0% |

lượng còn lại là Al và các tạp chất không tránh được.

Lớp phủ hợp kim Al-Zn-Si-Mg có thể chứa các nguyên tố khác mà có mặt ở dạng bổ sung hợp kim hóa có chủ định hoặc ở dạng các tạp chất không tránh được. Các nguyên tố khác, ví dụ là, một hoặc nhiều nguyên tố sau: Fe, Sr, Cr, và V.

Ví dụ cụ thể hơn, các nguyên tố khác này có thể là Ca để kiểm soát xỉ trong bể phủ nóng chảy.

Thép có thể là thép cacbon thấp.

Sáng chế cũng đề xuất dải thép được phủ hợp kim Al-Zn-Mg-Si được sản xuất bằng phương pháp nêu trên.

Hợp kim Al-Zn-Si-Mg dùng để tạo ra dải thép được phủ hợp kim Al-Zn-Mg-Si có thể chứa các nguyên tố Al, Zn, Si, và Mg với lượng theo % trọng lượng nằm trong khoảng sau:

|     |             |
|-----|-------------|
| Zn: | 30 đến 60%  |
| Si: | 0,3 đến 3%  |
| Mg: | 0,3 đến 10% |

lượng còn lại là Al và các tạp chất không tránh được.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn nữa thông qua các ví dụ có viện dẫn tới các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện dây chuyền phủ kim loại liên tục theo một phương án của sáng chế để tạo ra lớp phủ hợp kim Al-Zn-Si-Mg trên dải thép bằng phương pháp theo sáng chế;

Fig.2 là đồ thị thể hiện nồng độ của Al và Ca trong nước làm nguội dùng trong quá trình thử nghiệm tại nhà máy mà được thực hiện bởi các tác giả sáng chế; và

Fig.3 là đồ thị thể hiện nồng độ của Mg và Zn trong nước làm nguội dùng trong quá trình thử nghiệm tại nhà máy được thực hiện bởi các tác giả sáng chế.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Dựa vào Fig.1, trong khi sử dụng, các cuộn dải thép cacbon thấp cán nguội được tháo cuộn ở trạm tháo cuộn 1 và các dải thép đã được tháo cuộn kế tiếp nhau được hàn lại với nhau ở phần đầu của chúng bằng máy hàn 2 và tạo ra dải có độ dài liên tục.

Sau đó, dải này liên tục đi qua bộ phận tích trữ 3, bộ phận làm sạch dải 4 và cụm lò 5. Cụm lò 5 bao gồm lò nung sơ bộ, lò nung sơ bộ và khử, và lò khử.

Dải này được xử lý nhiệt trong cụm lò 5 bằng cách kiểm soát cẩn thận các biến bao gồm: (i) profin nhiệt độ lò, (ii) nồng độ khí khử trong lò, (iii) lưu lượng khí thổi qua lò, và (iv) thời gian dải lưu lại trong lò (nghĩa là tốc độ của dây chuyền).

Các biến quy trình trong các cụm lò 5 được kiểm soát để loại bỏ cặn sắt oxit ra khỏi bề mặt của dải và loại bỏ dầu còn sót lại và các hạt sắt mịn khỏi bề mặt của dải.

Dải đã được nung nóng này sau đó được cho đi qua đường ống ra hướng xuống dưới và qua bể kim loại nóng chảy chứa hợp kim Al-Zn-Si-Mg được giữ trong lò nung vật liệu phủ 6 và được phủ bằng hợp kim Al-Zn-Si-Mg. Điển hình, hợp kim Al-Zn-Si-Mg trong lò nung vật liệu phủ 6 bao gồm theo % trọng lượng: Zn: 30 đến 60 %, Si: 0,3 đến 3 %, Mg: 0,3 đến 10 %, và lượng còn lại là Al và các tạp chất không tránh được. Lò nung vật liệu phủ 6 cũng có thể chứa Ca để kiểm soát xỉ trong bể kim loại nóng chảy. Hợp kim Al-Zn-Si-Mg được giữ nóng chảy trong lò nung vật liệu phủ ở nhiệt độ được chọn bằng cách sử dụng cuộn cảm ứng nhiệt (không được thể hiện). Trong bể, dải đi quanh trục quay chìm trong bể và được dẫn lên khỏi bề mặt. Tốc độ của dây chuyền được lựa chọn để tạo ra thời gian nhúng định trước của dải trong bể phủ. Cả hai bề mặt của dải được phủ bằng hợp kim Al-Zn-Si-Mg khi dải đi qua bể phủ.

Sau khi rời khỏi bể phủ 6 dải đi theo phương thẳng đứng qua trạm cắt bằng khí (không được thể hiện) ở đó bề mặt đã được phủ của nó được thổi luồng khí cắt vào để kiểm soát độ dày của lớp phủ.

Bề mặt lộ ra của lớp phủ hợp kim Al-Zn-Si-Mg bị oxy hóa khi dải đã được phủ đi qua trạm cắt bằng khí và lớp oxit tự nhiên được tạo ra trên bề mặt lộ ra lớp phủ. Oxit tự nhiên là oxit đầu tiên được tạo ra trên bề mặt của lớp phủ hợp kim kim loại, với thành phần hóa học của nó về bản chất phụ thuộc vào thành phần của lớp phủ hợp kim kim loại, bao gồm Mg oxit, Al oxit, và một lượng nhỏ các oxit của các nguyên tố khác của lớp phủ hợp kim Al-Zn-Si-Mg.

Sau đó, dải đã được phủ này được cho đi qua bộ phận làm nguội 7 và được làm nguội cưỡng bức bằng các phương tiện ở bước tôi bằng nước. Việc làm nguội cưỡng bức này có thể bao gồm bước làm nguội cưỡng bức bằng không khí (không được thể hiện) trước bước tôi bằng nước. Bước tôi bằng nước, theo cách lấy làm ví dụ, là vòng tuần hoàn kín trong đó nước mà được phun vào dải đã được phủ được thu gom lại và sau đó được làm nguội để tái sử dụng để làm nguội dải đã được phủ. Bộ phận làm nguội 7 bao gồm buồng làm nguội dải đã được phủ 7a, hệ thống phun 7b mà phun nước vào bề mặt của dải đã được phủ khi nó đi qua buồng làm nguội 7a, bể nước làm nguội 7c để trữ nước mà đã được thu gom lại từ buồng làm nguội 7b, và thiết bị trao đổi nhiệt 7d cho nước làm nguội từ bể nước làm nguội 7c trước khi cấp nước đến hệ thống phun 7b.

Theo một phương án của sáng chế (a) pH của nước làm nguội được cấp vào hệ thống phun 7b được kiểm soát nằm trong khoảng pH từ 5 đến 9, điển hình là từ 5 đến 8, điển hình hơn nữa là từ 5,5 đến 7,5 và (b) nhiệt độ của nước làm nguội được cấp cho hệ thống phun được kiểm soát nằm trong khoảng nhiệt độ khá thấp từ 30 đến 50°C. Cả hai bước kiểm soát (a) và (b) làm giảm đến mức thấp nhất sự hòa tan của lớp phủ hợp kim Al-Zn-Si-Mg trên dải đã được phủ.

Độ pH và việc kiểm soát nhiệt độ có thể được thực hiện, theo cách lấy làm ví dụ, bằng đầu dò pH và cảm biến nhiệt độ bề chảy tràn của bể nước làm nguội 7c và cung cấp dữ liệu từ đầu dò/cảm biến cho PLC và tính lượng axit cần bổ sung để duy trì pH và nhiệt độ nước ở các trị số định trước, với lượng axit bổ sung và sự điều chỉnh nhiệt độ bất kỳ được thực hiện sao cho nước trong bể

nước làm nguội 7c được kiểm soát ở độ pH và nhiệt độ định trước. Đây không phải là lựa chọn duy nhất có thể để thu được pH và việc kiểm soát nhiệt độ.

pH, nhiệt độ, và việc kiểm soát hóa học cũng có thể được thực hiện, theo cách lấy làm ví dụ, bằng cách sử dụng hệ thống làm mát bằng nước một lần mà nước tôi không được tuần hoàn và nước đi vào có các tính chất về pH và nhiệt độ như được mô tả ở trên.

Sau đó, dải đã được phủ và được làm nguội được cho đi qua bộ phận cán 8 mà điều chỉnh bề mặt của dải đã được phủ. Bộ phận này có thể bao gồm một hoặc nhiều công đoạn cán là phẳng và điều chỉnh ứng suất.

Sau đó, dải đã được điều chỉnh này được cho đi qua bộ phận thụ động hóa 10 và được phủ bằng dung dịch thụ động hóa để tạo ra dải có mức độ chịu được sự lưu giữ trong điều kiện ẩm ướt và có khả năng chống bị mất độ sáng bóng sớm.

Sau đó, dải đã được phủ này được cuộn ở trạm cuộn 11.

Như bàn luận ở trên, các tác giả sáng chế đã thực hiện công trình nghiên cứu kỹ lưỡng và phát triển lớp phủ hợp kim Al-Zn-Si-Mg trên dải thép.

Công trình nghiên cứu và phát triển này bao gồm các thử nghiệm tại nhà máy trên dây chuyền phủ kim loại MCL1 tại nhà máy Springhill của các tác giả sáng chế. Các thử nghiệm tại nhà máy này đã phát hiện ra rằng các kết tủa trắng được tạo ra trong hệ thống tôi của dây chuyền khi dây chuyền này hoạt động với hợp kim Al-Zn-Si-Mg làm lớp phủ hợp kim cho dải thép. Quan trọng là, đã phát hiện ra rằng các kết tủa trắng này cuối cùng bị kết khối lại trong thiết bị trao đổi nhiệt của hệ thống tôi. Nói chung, các dây chuyền phủ kim loại ở Springhill là tương tự với dây chuyền được thể hiện trên Fig.1 và bao gồm bước tôi bằng vòng tuần hoàn kín trên mỗi dây chuyền trong ba dây chuyền này (MCL1, MCL2, và MCL3). Mỗi vòng tuần hoàn kín này xử lý lượng nước tương đối thấp (khoảng 5000l). Nước làm nguội được làm nguội bằng thiết bị trao đổi nhiệt dành riêng cho nó trên mỗi dây chuyền. Các kết tủa trắng được tạo ra trên bề mặt của các thiết bị trong hệ thống làm nguội và bao phủ một lớp vật liệu ban đầu màu xám. Lớp màu xám này được phát hiện là chứa  $\text{Al}(\text{OH})_3$  và

$\text{Al}_2\text{O}_3, 3\text{H}_2\text{O}$  từ các công đoạn trước của dây truyền sử dụng hợp kim Al-Zn. Các kết tủa trắng được phát hiện chứa  $\text{Mg}_4\text{Al}_2(\text{OH})_{14}, 3\text{H}_2\text{O}$  và  $\text{Al}_2\text{O}_3, 3\text{H}_2\text{O}$ . Các oxit/hydroxit của magiê/nhôm này cũng chứa các hợp chất magiê cacbonat.

Các thử nghiệm tại nhà máy được thực hiện bởi các tác giả sáng chế bao gồm các thử nghiệm ban đầu tại nhà máy đối với hợp kim Al-Zn-Si-Mg theo hai nhóm thành phần hợp kim mà vấn đề về kết tủa đã được xác định trong trường hợp đầu tiên và trong các thử nghiệm về sau tại nhà máy được tiến hành kỹ lưỡng đã xác nhận vấn đề về kết tủa và đánh giá một vài lựa chọn để làm giảm thiểu vấn đề. Nhóm (a) các hợp kim bao gồm các nguyên tố Al, Zn, Si, và Mg với lượng theo % trọng lượng nằm trong khoảng sau: Al: 2 đến 19 %, Si: 0,01 đến 2 %, Mg: 1 đến 10 %, và lượng còn lại Zn và các tạp chất không tránh được. Nhóm (b) các hợp kim bao gồm các nguyên tố Al, Zn, Si, và Mg với lượng theo % trọng lượng nằm trong khoảng sau: Al: 30 đến 60 %, Si: 0,3 đến 3 %, Mg: 0,3 đến 10 %, và lượng còn lại là Zn và các tạp chất không tránh được.

Phần sau đây tập trung vào các thử nghiệm sau đó tại nhà máy.

Các thử nghiệm sau đó tại nhà máy trên dây chuyền MCL1 được thực hiện bằng cách phủ nhúng nóng dải thép với các hợp kim sau trong bể phủ: (a) hợp kim Al-Zn đã biết (dưới đây được gọi là “AZ”) và (b) hợp kim Al-Zn-Si-Mg (dưới đây được gọi là “AM”) có các thành phần sau, theo % trọng lượng:

AZ: 55Al-43Zn-1,5Si-0,45Fe-các tạp chất ngẫu nhiên.

AM: 53Al-43Zn-2Mg-1,5Si-0,45Fe-các tạp chất ngẫu nhiên (nhóm hợp kim (b)).

Các thử nghiệm sau đó tại nhà máy trên dây chuyền MCL1 được tóm lược như sau.

Hệ thống tôi – không kiểm soát

Tuần đầu tiên thử nghiệm tại nhà máy trên dây chuyền MLC1 được thực hiện với hợp kim AZ (Al-Zn) và sản xuất được dải Zinalume (Nhãn hiệu được đăng ký) được phủ. Dây chuyền này được vận hành theo các điều kiện vận hành đã được thiết lập. Về bước làm nguội bằng nước trên dây chuyền, nước tôi ở nhiệt độ 50-60°C ở phía đầu dòng của các vòi phun nước. Không kiểm soát pH

của nước tôi. Trong các điều kiện này nước tôi trở nên bão hòa nhôm và pH gia tăng nên khoảng 8,5 (ở 60°C).

Ngay khi Mg (và một lượng nhỏ Ca để kiểm soát xỉ) được bổ sung vào lò nung vật liệu kim loại phủ để điều chỉnh thành phần của hợp kim AZ tới thành phần phủ hợp kim AM (Al-Zn-Si-Mg) pH bắt đầu tăng lên và cuối cùng đạt đến 10,0. Nước tôi trở thành màu trắng sữa và lưới chắn đầu vào của các bơm tôi bị kết khối với các kết tủa trắng màu sữa và khó loại bỏ. Nước tôi được phân tích và các kết quả phân tích được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1 –Kết tủa màu trắng trong bể tôi – hợp kim AM

| Nguyên tố | % trọng lượng (XRF) | % trọng lượng (ICP) |
|-----------|---------------------|---------------------|
| Al        | 21,0                | 24,2                |
| Mg        | 8,5                 | 10,2                |
| Ca        | 2,2                 | 2,0                 |
| Zn        | 0,29                | 0,26                |
| C         | 3,1                 | -                   |

Vảy Al-Zn điển hình hầu như hoàn toàn là nhôm. Vì vậy, các dữ liệu trong Bảng 1 cho thấy rằng lớp bề mặt giàu Mg và Ca được hòa tan vào trong nước tôi. Tỷ lệ của Mg và Ca so với Al trong chất lắng phủ ở bể tôi là cao hơn nhiều so với trong lò nung kim loại. Sự có mặt và lượng của cacbon trong bảng 1 cũng cho thấy rằng cả Ca lẫn Mg tạo ra cacbonat trong nước tôi. Các kết tủa trắng được phát hiện chứa  $Mg_4Al_2(OH)_{14} \cdot 3H_2O$  và  $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$ . Các magiê/nhôm oxit/hydroxit này cũng chứa các hợp chất magiê cacbonat.

Sự có mặt của kết tủa trắng trong nước tôi làm cho thiết bị trao đổi nhiệt cho nước tôi nhanh chóng bị tắc. Khi vận hành với hợp kim Al-Zn thông thường, thiết bị trao đổi nhiệt cho nước tôi trên dây chuyền thường kéo dài 9 tháng. Sự có mặt của magiê và canxi làm thay đổi đáng kể các đặc tính bề mặt của dải đã được phủ và làm tăng sự hòa tan của lớp oxit trong nước ở bước làm nguội.

Các tác giả sáng chế đã xem xét các lựa chọn để ngăn chặn hoặc làm giảm đến mức thấp nhất sự hòa tan lớp phủ hợp kim Al-Zn-Si-Mg AM. Các tác giả

sáng chế đã có được giải pháp là hạn chế tính kiềm của nước làm nguội thông qua việc kiểm soát pH của nước làm nguội và kiểm soát nhiệt độ nước làm nguội trong khoảng hẹp để nhờ đó làm giảm sự ăn mòn của nước làm nguội đối với lớp phủ hợp kim Al-Zn-Si-Mg. Các thử nghiệm tại nhà máy đã thử nghiệm hai lựa chọn này, cụ thể là kiểm soát pH và kiểm soát nhiệt độ nước làm nguội việc, như được bàn luận dưới đây.

#### Hệ thống tôi – kiểm soát pH

Thử nghiệm kiểm soát pH của bể tôi bằng cách sử dụng axit phosphoric trong 4 ngày. Hệ thống kiểm soát được thiết lập để cho phép trị số ion  $[\text{OH}^-]$  định trước là  $1,0 \times 10^{-6} \text{ mol/l}$ .

Bảng 2 thể hiện các trị số pH định trước đối với các nhiệt độ bể nước làm nguội khác nhau để duy trì pH đã định.

Bảng 2 Các yêu cầu về pH của bể tôi đối với nồng độ  $[\text{OH}^-]$  không đổi

| Nhiệt độ<br>(°C) | Trị số pH định<br>trước |
|------------------|-------------------------|
| 35               | 7,68                    |
| 40               | 7,53                    |
| 45               | 7,39                    |
| 50               | 7,26                    |
| 55               | 7,14                    |
| 60               | 7,02                    |
| 65               | 6,90                    |
| 70               | 6,80                    |

pH và nồng độ của axit sử dụng tương ứng là 1,6 và 53,6 g/l  $\text{H}_3\text{PO}_4$ . Trong quá trình thử nghiệm, lượng tiêu thụ của axit sử dụng là khá thấp, khoảng 17l/ngày, hoặc thấp hơn khoảng 1l/ngày của axit phosphoric đậm đặc (85% trọng lượng). Lượng cần dùng trong bể tôi chứng tỏ hiệu quả trong việc kiểm soát sự tạo thành của các kết tủa trắng và ngăn chặn thiết bị trao đổi nhiệt tôi bị tắc. Một kết quả khác của việc sử dụng độ pH thích hợp là đầu dò pH không bị bẩn.

#### Hệ thống tôi – có kiểm soát ở nhiệt độ thấp

Vào cuối thời kỳ thử nghiệm kiểm soát pH nêu trên, nhiệt độ định trước đối với các vòi phun trong bể tôi được làm giảm từ 50°C xuống 35°C, và dùng điều chỉnh độ pH. Bể tôi được rửa sạch bằng nước để loại bỏ muối cặn còn lại từ thử nghiệm kiểm soát pH. Sự thay đổi này làm cho các điều kiện dải ẩm ướt tiếp tục đi xuống nhưng cũng cho thấy rằng nhiệt độ là một biến quan trọng đối với việc kiểm soát bể tôi. Trong thời kỳ vận hành ở nhiệt độ thấp (24 giờ) không có sự gia tăng về áp suất chênh lệch dọc theo thiết bị trao đổi nhiệt cho bể tôi. Nhiệt độ bể tôi thường cao hơn 15°C so với nhiệt độ phun. Trong suốt thử nghiệm nhiệt độ thấp này, nhiệt độ bể tôi là 48-50°C so với thông thường 65-70°C trong các điều kiện tôi thông thường của MCL1.

Sau 24 giờ nhiệt độ định trước được tăng lên 50°C để xác định nhiệt độ có là một biến quyết định hay không. Chênh lệch áp suất trong thiết bị trao đổi nhiệt tôi bắt đầu gia tăng ngay – điều này cho thấy có sự tạo ra các kết tủa trong thiết bị trao đổi nhiệt.

Sau 10 giờ nhiệt độ định trước được giảm xuống 40°C nhưng việc này dường như có ít tác dụng. Khi áp suất chênh lệch trong thiết bị trao đổi nhiệt tôi đạt đến 110 kPa nhiệt độ định trước này được cho quay trở lại 50°C và bể tôi được sử dụng axit để đưa pH xuống và việc kiểm soát pH được kích hoạt lại. Việc sử dụng axit được duy trì trong quá trình ngừng lò vào ngày cuối của thử nghiệm. Nước tôi trở nên trong và áp suất chênh lệch trong thiết bị trao đổi nhiệt tôi được ổn định hóa trong thời gian này.

#### Phân tích nước tôi

Các mẫu nước tôi được thu thập và được phân tích trong các thử nghiệm trên. Các kết quả được thể hiện trên các Fig.2 và Fig.3.

Trên các Fig.2 và Fig.3 các thời kỳ 1-4 tương ứng thể hiện việc kiểm soát pH (1), việc kiểm soát nhiệt độ thấp (35°C) (2), nhiệt độ định trước trong bể tôi là 50°C (3), và nhiệt độ định trước trong bể tôi là 40°C.

Đối với các Fig này, cả nhôm lẫn canxi dường như theo cùng một xu hướng (Fig.2). Nhiệt độ bể tôi thấp hơn và liều lượng pH được sử dụng làm giảm mức các ion này trong nước tôi, với các mức giảm canxi rõ rệt. Đối với lớp

phủ hợp kim Al-Zn-Si-Mg, nếu không kiểm soát thì mức Al trong nước tôi sẽ cao hơn đáng kể so với lớp phủ hợp kim Al-Zn (nồng độ Al-Zn điển hình trong nước tôi là 4-20 mg/l). Tác động của việc kiểm soát pH đối với nồng độ magiê được thể hiện trên Fig.3. Nồng độ magiê gia tăng đáng kể trong giới gian 4 ngày thử nghiệm. Mức magiê gia tăng cũng rõ rệt đối với các điều kiện bể tôi làm nguội. Mức kẽm cũng gia tăng trong quá trình kiểm soát pH và trong thử nghiệm với bể tôi nguội nhất (35°C) nhưng vẫn nói chung vẫn ở các mức thấp.

### Kết luận

Các thử nghiệm nêu trên và các công trình nghiên cứu và phát triển khác của các tác giả sáng chế đã chứng minh được rằng, so với dải được phủ Al-Zn, thì dải được phủ hợp kim Al-Zn-Si-Mg có tính phản ứng cao hơn với nước làm nguội và dẫn đến sự xấu đi nhanh chóng của thiết bị trao đổi nhiệt cho nước tôi và các lớp phủ của bề mặt bể tôi, với hoạt tính cao hơn là do lượng lớn magiê và canxi. Nhiệt độ bể tôi thấp hơn và việc kiểm soát pH làm giảm tác động của sự hòa tan magiê và canxi trong nước tôi và cho phép thiết bị trao đổi nhiệt cho nước tôi được vận hành theo cách thực tế.

Nhiều cải biến có thể được tạo ra đối với sáng chế được mô tả ở trên mà không nằm ngoài dự tính và phạm vi của sáng chế.

Theo cách lấy làm ví dụ, trong khi phương án về dây chuyền phủ kim loại được thể hiện trên Fig.1 bao gồm bộ phận làm nguội dải đã được phủ 7 mà bao gồm các vòi phun nước, sáng chế không bị giới hạn như vậy và phạm vi của sáng chế còn mở rộng đối với các hệ thống làm nguội bằng nước thích hợp bất kỳ, như bể nhúng hoặc ngâm.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp tạo ra lớp phủ hợp kim Al-Zn-Si-Mg trên dải thép để tạo ra lớp phủ hợp kim Al-Zn-Mg-Si trên dải thép, phương pháp này bao gồm các bước: nhúng dải thép vào trong bể hợp kim Al-Zn-Si-Mg nóng chảy và tạo ra lớp phủ hợp kim trên các bề mặt được cho tiếp xúc của dải thép, và làm nguội dải thép đã được phủ bằng nước làm nguội; trong đó bước làm nguội bao gồm việc kiểm soát pH của nước làm nguội nằm trong khoảng từ 5 đến 9, và trong đó bước làm nguội bao gồm (a) vòng tuần hoàn kín trong đó nước được tuần hoàn qua vòng tuần hoàn để cấp nước đến dải thép đã được phủ, thu gom, làm nguội nước và đưa nước đã được làm nguội trở lại để làm nguội dải thép đã được phủ hoặc (b) vòng mở trong đó nước làm nguội không được tái sử dụng ở bước làm nguội.
2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước làm nguội bao gồm việc kiểm soát pH của nước làm nguội thấp hơn 8.
3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó bước làm nguội bao gồm việc kiểm soát pH của nước làm nguội thấp hơn 7.
4. Phương pháp theo điểm 3, trong đó bước làm nguội bao gồm việc kiểm soát pH của nước làm nguội cao hơn 6.
5. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó bước làm nguội bao gồm việc kiểm soát nhiệt độ của nước làm nguội nằm trong khoảng từ 25°C đến 80°C.
6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó bước làm nguội bao gồm việc kiểm soát nhiệt độ của nước làm nguội thấp hơn 70°C.
7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó bước làm nguội bao gồm việc kiểm soát nhiệt độ nước làm nguội thấp hơn 60°C.
8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó bước làm nguội bao gồm việc kiểm soát nhiệt độ nước làm nguội thấp hơn 55°C.
9. Phương pháp theo điểm 8, trong đó bước làm nguội bao gồm việc kiểm soát nhiệt độ nước làm nguội thấp hơn 50°C.

10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó bước làm nguội bao gồm việc kiểm soát nhiệt độ nước làm nguội thấp hơn 45°C.
11. Phương pháp theo điểm 5, trong đó bước làm nguội bao gồm việc kiểm soát nhiệt độ nước làm nguội cao hơn 30°C.
12. Phương pháp theo điểm 11, trong đó bước làm nguội bao gồm việc kiểm soát nhiệt độ nước làm nguội cao hơn 40°C.
13. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó bước làm nguội bao gồm việc kiểm soát pH bằng cách bổ sung axit vào nước làm nguội.
14. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó bước làm nguội bao gồm bước tôi bằng nước.
15. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó bước làm nguội bao gồm việc kiểm soát các điều kiện để làm nguội dải đã được phủ đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 30°C đến 55°C.
16. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó phương pháp này bao gồm các bước khác là một hoặc nhiều bước bất kỳ sau: bước xử lý sơ bộ dải để làm sạch dải trước bước phủ nhúng nóng, cán dải đã được phủ, xử lý dải đã được phủ bằng dung dịch thụ động, và cuộn dải đã được phủ.
17. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó hợp kim Al-Zn-Si-Mg chứa Mg với lượng lớn hơn 0,3% trọng lượng.
18. Phương pháp theo điểm 17, trong đó hợp kim Al-Zn-Si-Mg chứa Mg với lượng lớn hơn 1,0% trọng lượng.
19. Phương pháp theo điểm 18, trong đó hợp kim Al-Zn-Si-Mg chứa Mg với lượng lớn hơn 1,3% trọng lượng.
20. Phương pháp theo điểm 19, trong đó hợp kim Al-Zn-Si-Mg chứa Mg với lượng lớn hơn 1,5% trọng lượng.
21. Phương pháp theo điểm 17, trong đó hợp kim Al-Zn-Si-Mg chứa Mg với lượng nhỏ hơn 3% trọng lượng.

22. Phương pháp theo điểm 21, trong đó hợp kim Al-Zn-Si-Mg chứa Mg với lượng lớn hơn 2,5% trọng lượng.

23. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó hợp kim Al-Zn-Si-Mg chứa Si với lượng lớn hơn 1,2% trọng lượng.

24. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó hợp kim Al-Zn-Si-Mg chứa Si với lượng nhỏ hơn 2,5% trọng lượng.

25. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó hợp kim Al-Zn-Si-Mg chứa các nguyên tố Al, Zn, Si và Mg với lượng theo % trọng lượng nằm trong khoảng sau:

Zn: 30% đến 60%

Si: 0,3% đến 3%

Mg: 0,3% đến 10%

lượng còn lại là Al và các tạp chất không tránh được.

26. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó hợp kim Al-Zn-Si-Mg chứa các nguyên tố Al, Zn, Si, và Mg với lượng theo % trọng lượng nằm trong khoảng sau:

Zn: 35% đến 50%

Si: 1,2% đến 2,5%

Mg 1,0% đến 3,0%

lượng còn lại là Al và các tạp chất không tránh được.

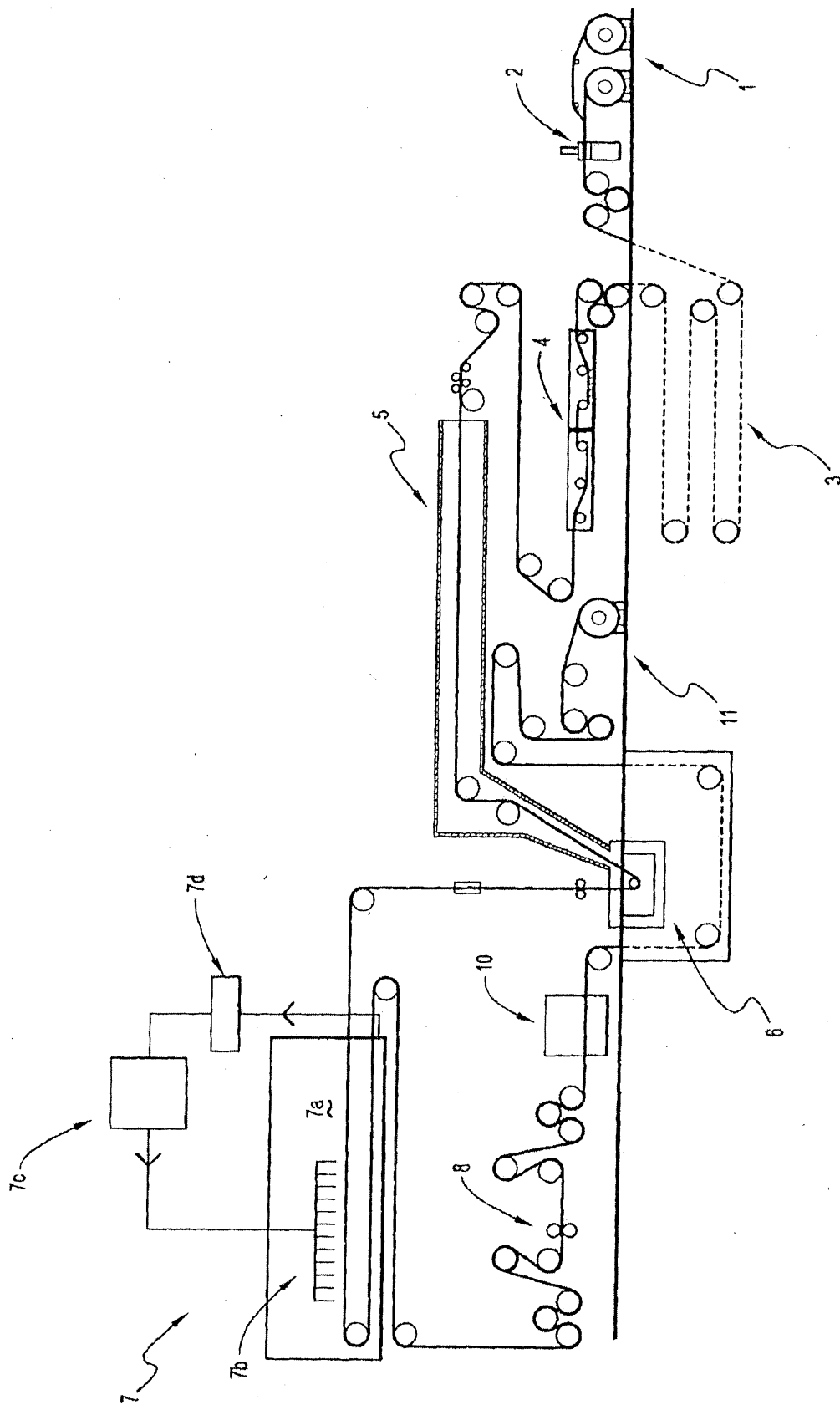


FIG. 1

## Thành phần của bề mặt

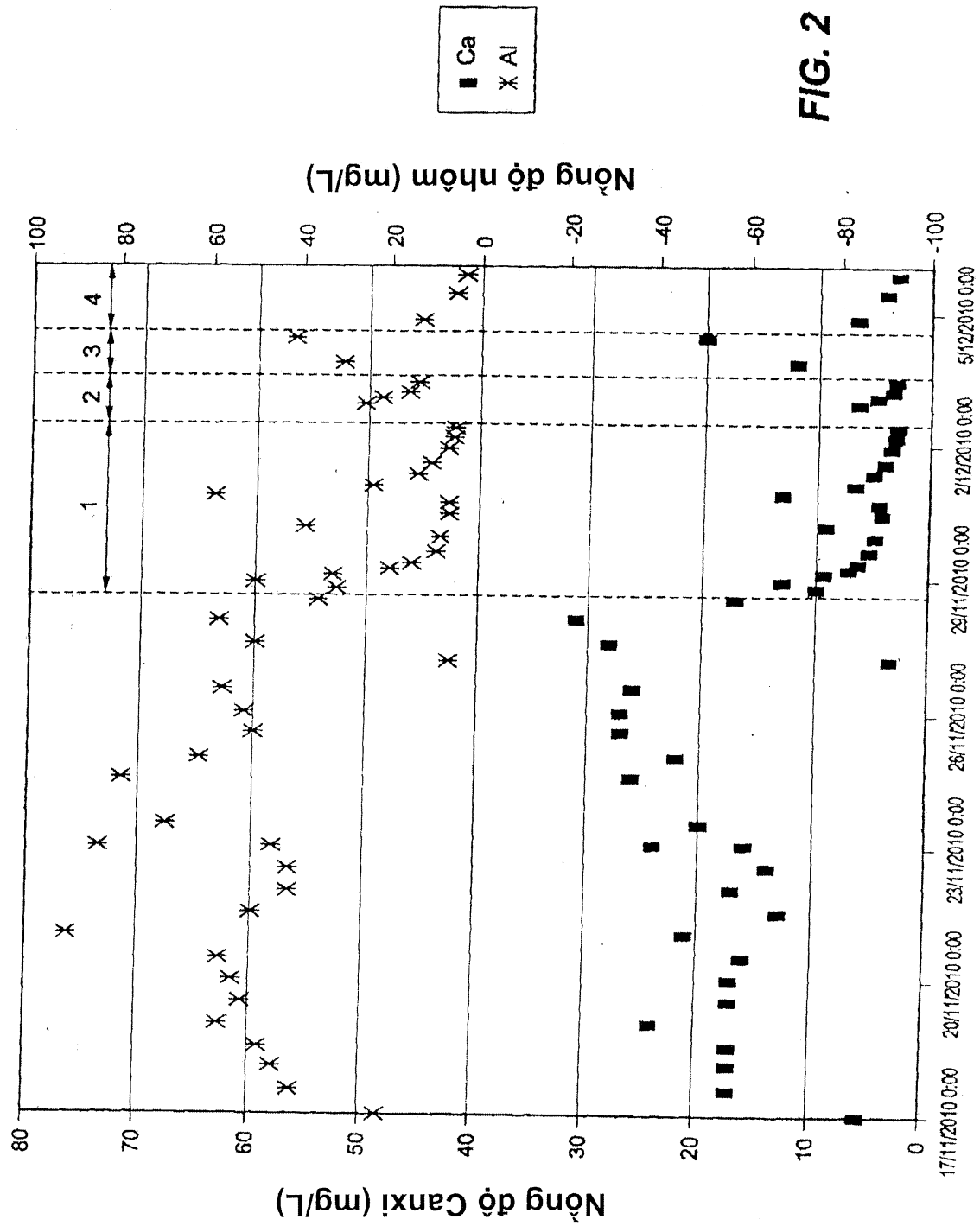
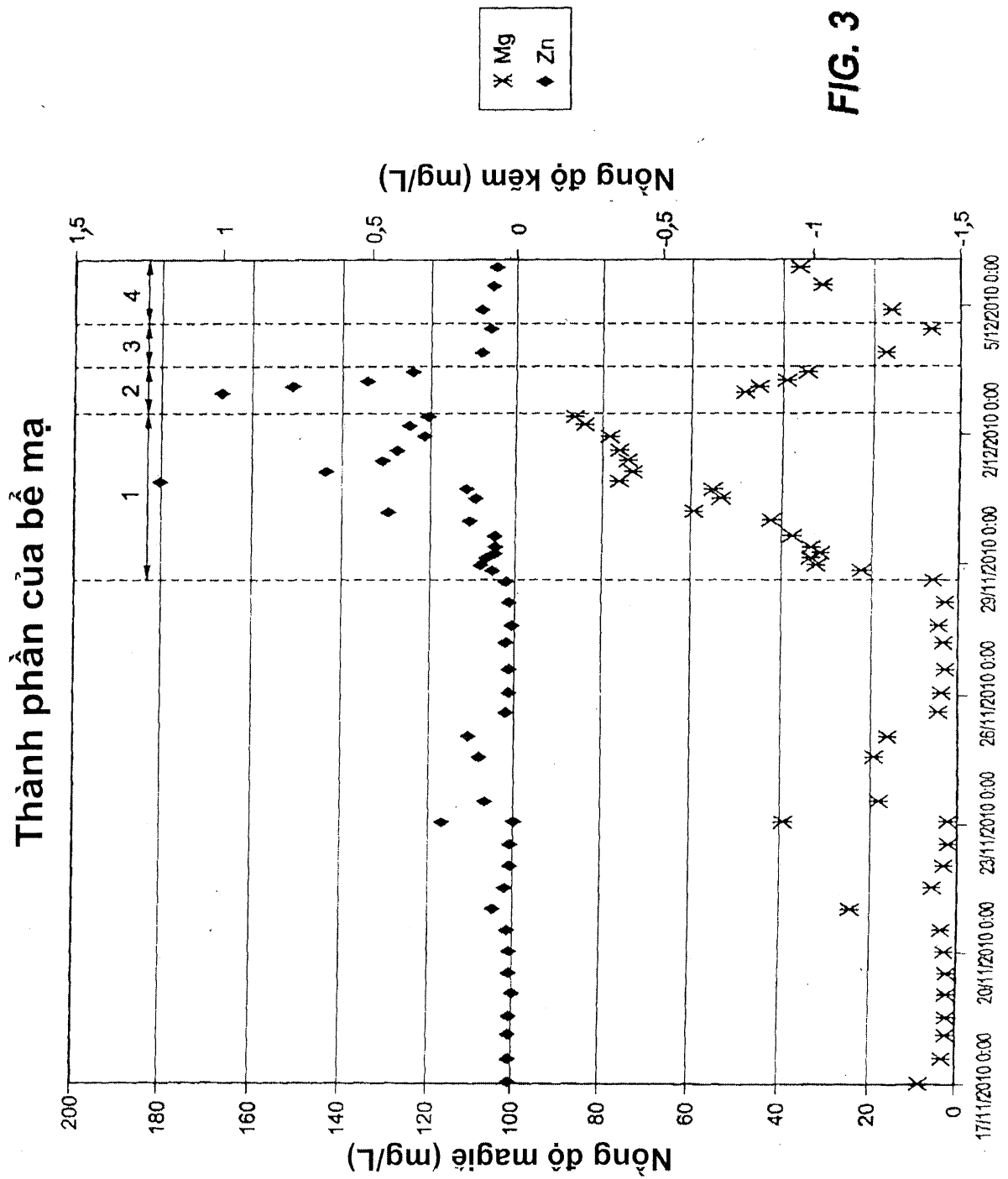


FIG. 2

FIG.2 - Nồng độ canxi và nhôm trong bề mặt

**FIG. 3****FIG.3 - Nồng độ magie và kẽm trong bể mạ**