

TRÍCH YẾU LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

Họ và tên nghiên cứu sinh: **Ngô Xuân Cường**

Tên đề tài của luận án: **“Nghiên cứu công nghệ phun phủ plasma tạo lớp phủ cacbit silic lên bề mặt thép để bảo vệ chống ăn mòn trong môi trường axit chứa flo.”**

Ngành: Kỹ thuật cơ khí

Mã ngành đào tạo: 9520103

Họ và tên cán bộ hướng dẫn khoa học:

1. TS. Nguyễn Hà Tuấn

2. TS. NGUYỄN TUẤN ANH

Cơ sở đào tạo: Viện Nghiên cứu Cơ khí - Bộ Công Thương

NỘI DUNG TRÍCH YẾU LUẬN ÁN

1. Mục tiêu nghiên cứu và đối tượng nghiên cứu

a) Mục tiêu nghiên cứu

- Tạo ra được lớp phủ plasma SiC-Cu lên bề mặt thép.
- Nghiên cứu một số tính chất quan trọng của công nghệ tạo lớp phủ plasma SiC-Cu lên bề mặt thép để ứng dụng bảo vệ chống ăn mòn cho các chi tiết máy làm việc trong môi trường chứa flo.

b) Đối tượng nghiên cứu.

Khảo sát sự ảnh hưởng của 3 thông số: dòng điện I, khoảng cách phun L, lưu lượng cấp bột M đến chất lượng lớp phủ plasma trên cơ sở SiC lên bề mặt thép.

c) Phạm vi nghiên cứu.

Nghiên cứu công nghệ tạo lớp phủ plasma SiC-Cu trên nền thép bảo vệ chống mòn cho chi tiết máy làm việc trong môi trường axit chứa flo: đánh giá một số chỉ tiêu điển hình và ảnh hưởng của các thông số công nghệ phun phủ plasma đến chất lượng lớp phủ để thiết lập bộ thông số công nghệ tạo lớp phủ SiC – Cu trên nền thép, bao gồm:

- *Những chỉ tiêu cơ bản của lớp phủ cần khảo sát, đánh giá:*

- + Chiều dày lớp phủ
- + Độ bền bám dính.
- + Độ xốp.
- + Độ cứng tế vi.
- + Khả năng chống ăn mòn của lớp phủ trong môi trường axit chứa flo.

- *Các thông số công nghệ ảnh hưởng chính:*

- + Kích thước hạt phun - W (μm).
- + Tỷ lệ phối trộn bột (hàm lượng thành phần bột) - S (%).
- + Cường độ dòng điện - I (A).
- + Khoảng cách phun - L (mm).
- + Tốc độ cấp bột - M (g/ph).

2. Phương pháp nghiên cứu

Kết hợp giữa lý thuyết với thực nghiệm.

Về lý thuyết:

- Nghiên cứu tổng quan về công nghệ phun phủ plasma và quá trình hình thành lớp phủ
- Nghiên cứu các phương pháp quy hoạch thực nghiệm xử lý số liệu bằng kế hoạch qui hoạch thực nghiệm Taguchi, dùng ANOVA đánh giá mối quan hệ giữa các thông số công nghệ và các chỉ tiêu chất lượng đạt được.

Về thực nghiệm:

- Thiết kế mô hình thực nghiệm trên cơ sở phân tích các thông số công nghệ phun plasma đến các tính chất lớp phủ dựa trên các nghiên cứu của các công bố trước và các thí nghiệm thăm dò.
- Cải tiến phương pháp phun trong khí bảo vệ Ar; thiết kế, chế tạo chụp khí bảo vệ, thiết kế chế tạo mẫu kiểm tra độ bền bám dính cho.
- Thiết kế chế tạo thiết bị thử mòn hỗn hợp theo điều kiện thực tế
- Phun mẫu thực nghiệm
- Phân tích tổ chức mặt cắt ngang lớp phủ bằng kính hiển vi điện tử quét, phân tích thành phần pha bằng phương pháp nhiễu xạ tia X
- Đánh giá chất lượng của lớp phủ gồm:
 - + Chiều dày lớp phủ
 - + Độ bền bám dính.
 - + Độ xốp.
 - + Độ cứng tế vi.
 - + Hàm lượng SiC trong lớp phủ
 - + Khả năng chống ăn mòn của lớp phủ trong môi trường axit chứa flo.
- Dựa trên kết quả thực nghiệm và phân tích phương sai, kết hợp hồi quy đa mục tiêu để đánh giá kết quả nghiên cứu theo các mục tiêu đặt ra.
- Hoàn thiện lớp phủ bằng thẩm thấu PTFE (PTFE/SiC-50Cu) để thử nghiệm và đánh giá mòn tổng hợp

3. Nội dung nghiên cứu

Các nội dung nghiên cứu

Chương 1: Tổng quan về lớp phủ nhiệt chống ăn mòn

Chương 2: Công nghệ chế tạo lớp phủ plasma SiC trên nền thép

Chương 3: Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

Chương 4: Chế tạo, phân tích, đánh giá các lớp phủ plasma SiC trên nền thép

Chương 5: Xác định bộ thông số công nghệ phun phủ plasma SiC-50Cu trên nền thép C45

4. Các kết quả chính đạt được

- Đây là công trình đầu tiên tại Việt Nam nghiên cứu về công nghệ tạo lớp phủ SiC/Cu plasma lên bề mặt thép.
- Cải tiến phương pháp công nghệ phun plasma trong không khí bằng phun plasma trong khí bảo vệ Ar.
- Hoàn thiện lớp phủ SiC/Cu trên bề mặt thép bằng thẩm thấu PTFE.

- Thiết kế, chế tạo thiết bị tra mòn hỗn hợp để đưa ra phương pháp đánh giá mòn tổng hợp.

5. Kết luận

*. Đây là công trình đầu tiên tại Việt Nam nghiên cứu thành công công nghệ tạo lớp phủ plasma SiC/Cu lên bề mặt thép.

*. Xác định được thông số bột hợp lý (tỷ lệ phối trộn, kích thước hạt SiC, Cu) và chế tạo thành công lớp phủ SiC-30Cu; SiC-50Cu trên nền thép C45 bằng phương pháp phun phủ plasma với chiều dày cần thiết (200 μm) và thành phần SiC cao đến 71%.

*. Cải tiến phương pháp công nghệ phun plasma: Thiết kế chế tạo chụp khí Ar bảo vệ luồng phun plasma dẫn tới khi phun lên nền thép C45 với SiC-30Cu và SiC-50Cu đạt được các chỉ tiêu chất lượng lớp phủ:

- Chiều dày lớp phủ: $204,67 \pm 26,5 \mu\text{m}$ và $220 \pm 20,5 \mu\text{m}$.

- Độ xốp thấp: 1,4% .

- Thành phần SiC trong lớp phủ đạt được: 53%.

Hoàn thiện lớp phủ SiC/Cu trên bề mặt thép bằng thẩm thấu PTFE để khắc phục rỗ xốp nâng cao khả năng bảo vệ chống ăn mòn.

*. Thiết kế, chế tạo được bộ thiết bị kiểm tra mòn hỗn hợp theo điều kiện thực tế (tốc độ khuấy mẫu trong hạt mài 1000 v/ph; hỗn hợp axit 10% HF; 20% H₂SO₄ ở nhiệt độ 70°C) để đưa ra phương pháp đánh giá mòn tổng hợp cho sự giảm trọng lượng theo thời gian.

*. Kết quả đo khả năng bảo vệ chống ăn mòn cho thép C45 khi sử dụng dung dịch 3,5% NaCl của các hệ lớp phủ composit SiC-Cu khi có hay không có thẩm thấu PTFE cho thấy hai hệ lớp phủ là SiC-50Cu và PTFE/SiC-50Cu đều giảm mạnh dòng ăn mòn của thép C45 từ 9,44 xuống 5,6 và 0,59 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$. Với lớp phủ có thẩm thấu PTFE/SiC-50Cu làm tăng điện trở phân cực của thép C45 lên gần 370 lần, điều này làm tăng hiệu quả bảo vệ chống ăn mòn.

*. Kết quả đo tổn hao khối lượng sau 136 giờ thử nghiệm trong điều kiện thiết bị thử mòn hỗn hợp cho thấy các mẫu thử SiC-50Cu/thép hay PTFE/SiC-50Cu/thép có khối lượng tổn hao rất thấp tương ứng là 503 mg và 156mg, thấp hơn nhiều so với thép không gỉ SUS304 (7809mg).

*. Đã tiến hành nghiên cứu thực nghiệm bằng phương pháp quy hoạch trực giao toàn phần 3³ để đánh giá mức độ ảnh hưởng của các thông số công nghệ phun I, L, M đến các chỉ tiêu chất lượng lớp phủ và hàm lượng SiC trong lớp phủ. Phân tích, xác định được các hàm hồi quy thực nghiệm cho phép đánh giá được ảnh hưởng của các thông số công nghệ I, L, M đến từng chỉ tiêu và nhóm chỉ tiêu. Xác lập được bộ thông số công nghệ cho phun phủ plasma tạo lớp phủ SiC-50Cu đồng thời đạt được độ bền bám dính cao, độ xốp thấp, độ cứng và hàm lượng SiC trong lớp phủ cao: I=416A, L=45mm và M=32 g/phút.

*. Lớp phủ plasma PTFE/SiC-50Cu là lớp phủ có thể ứng dụng để bảo vệ chống ăn mòn cho thép C45 trong môi trường axit chứa flo.

Hà Nội, ngày 20 tháng 03 năm 2023

Tập thể hướng dẫn

Nghiên cứu sinh

TS. Nguyễn Hà Tuấn

TS. Nguyễn Tuấn Anh

Ngô Xuân Cường