

TRÍCH YẾU LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

Họ và tên nghiên cứu sinh: **Bùi Văn Khoản**

Tên đề tài của luận án: “**Nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ công nghệ phun phủ plasma đến tính chất của lớp phủ gốm hệ $Al_2O_3-TiO_2$ trên nền thép**”

Ngành: Kỹ thuật cơ khí

Mã ngành đào tạo: 9520103

Họ và tên cán bộ hướng dẫn khoa học:

1. PGS.TS. Lê Thu Quý

2. TS. Phan Thạch Hồ

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

Chế tạo và kiểm soát được chất lượng của lớp phủ plasma hệ gốm $Al_2O_3-40TiO_2$: nghiên cứu ảnh hưởng của một số thông số công nghệ chính trong phương pháp phun phủ plasma đến chất lượng lớp phủ làm việc trong điều kiện chịu mài mòn; nghiên cứu tối ưu đơn mục tiêu và đa mục tiêu đáp ứng các yêu cầu đa dạng về chất lượng lớp phủ.

b) Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu:

Lớp phủ hệ gốm oxit $Al_2O_3-40TiO_2$, chế tạo bằng phương pháp phun phủ plasma khí trên nền thép cacbon C45.

Phạm vi nghiên cứu:

Luận án tập trung nghiên cứu ảnh hưởng của 3 thông số chế độ phun phủ chính bao gồm: cường độ dòng điện phun, khoảng cách phun và lưu lượng cấp bột phun. Các đặc trưng tính chất của lớp phủ gốm được đánh giá bao gồm tổ chức vật liệu, thành phần pha và các chỉ tiêu cơ tính (độ cứng tế vi, độ bền bám dính, độ xốp và hệ số ma sát khô).

2. Phương pháp nghiên cứu

Luận án sử dụng phương pháp nghiên cứu lý thuyết kết hợp với thực nghiệm.

Về lý thuyết:

- Nghiên cứu tổng quan về sự hình thành và tính chất lớp phủ gốm hệ Al_2O_2-

40TiO₂ trên nền thép bằng phương pháp phun plasma khí.

- Nghiên cứu các phương pháp quy hoạch thực nghiệm: phương pháp Taguchi; phương pháp bình phương tối thiểu; sử dụng chỉ số đánh giá tổng thể OEC để tìm mức phù hợp của các thông số công nghệ phun phủ đáp ứng đồng thời các chỉ tiêu cơ tính lớp phủ.

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.

- Chế tạo đồ gá phun, khuôn kiểm tra độ bền bám dính cho các mẫu thực nghiệm.

- Phun mẫu thực nghiệm

- Đánh giá tính chất, cơ tính lớp phủ gồm:

+ Độ cứng tế vi lớp phủ được đánh giá theo tiêu chuẩn ASTM E384-17

+ Đo hệ số ma sát của lớp phủ bằng máy TRIBO-Tester

+ Độ bám dính trượt lớp phủ đánh giá theo tiêu chuẩn JIS H 8666-1980

+ Độ xốp lớp phủ được đánh giá theo tiêu chuẩn ASTM B276-21

- 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.

- 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.

3. Nội dung nghiên cứu

- Nghiên cứu tổng quan về sự hình thành và tính chất lớp phủ gồm hệ Al₂O₃-40TiO₂ trên nền thép bằng phương pháp phun plasma khí.

- Nghiên cứu các phương pháp quy hoạch thực nghiệm: phương pháp Taguchi; phương pháp bình phương tối thiểu; sử dụng chỉ số đánh giá tổng thể OEC để tìm mức phù hợp của các thông số công nghệ phun phủ đáp ứng đồng thời các chỉ tiêu cơ tính lớp phủ.

- Đánh giá tính chất, cơ tính lớp phủ gồm: độ cứng, độ xốp, độ bám dính, hệ số ma sát.

- Dựa trên kết quả thực nghiệm và phân tích phương sai, kết hợp hồi quy đa mục tiêu để đánh giá sự phụ thuộc của các yếu tố đầu ra (độ cứng, hệ số ma sát, độ bền bám dính, độ xốp) vào các thông số đầu vào (dòng điện phun, khoảng cách phun).

- 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.

4. Các kết quả chính đạt được

- Xây dựng được các hàm hồi quy thể hiện mối quan hệ ảnh hưởng đồng thời của 3 yếu tố công nghệ phun (I, L, M) tới hàm mục tiêu là 4 chỉ tiêu cơ tính quan trọng của lớp phủ.

- Đã sử dụng chỉ tiêu đánh giá tổng thể OEC để tìm ra mức phù hợp của các thông số công nghệ phun phủ đáp ứng đồng thời nhiều mục tiêu cơ tính đầu ra của lớp phủ $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-40TiO}_2$.

- Chế tạo được đồ gá phun, khuôn kiểm tra độ bền bám dính cho lớp phủ gồm trên nền thép dạng tấm phẳng.

5. Kết luận

Dựa trên các kết quả trình bày ở các chương cùng các công bố có liên quan của nghiên cứu sinh và nhóm nghiên cứu, luận án đã bám sát mục tiêu nghiên cứu đã đặt ra, đã chế tạo được lớp phủ plasma hệ gồm $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-40TiO}_2$ trên nền thép cacbon C45 và nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số công nghệ chính trong phương pháp phun phủ plasma đến chất lượng lớp phủ làm việc trong điều kiện chịu mài mòn.

Các kết quả chính của luận án được tổng hợp như sau:

1. Dựa trên điều kiện thí nghiệm tại cơ sở đào tạo, đã lựa chọn và nghiên cứu sâu về ảnh hưởng của bộ 3 thông số phun đến chất lượng lớp phủ bao gồm cường độ dòng điện phun (I), khoảng cách phun (L) và lưu lượng cấp bột phun (M). Độ cứng tế vi, độ bền bám dính, độ xốp và hệ số ma sát là những chỉ tiêu tính chất quan trọng của lớp phủ đã được đánh giá và phân tích.

2. Sử dụng phương pháp Taguchi kết hợp với phân tích phương sai ANOVA đã xác định được phần trăm ảnh hưởng của 3 thông số công nghệ phun đến các chỉ tiêu chất lượng đầu ra. Luận án đã xây dựng được các bộ thông số phun tối ưu đơn mục tiêu nhằm đạt được các chỉ tiêu độ cứng cao nhất (619,54 HV); hệ số ma sát thấp nhất (0,49); độ bền bám dính trượt cao nhất (60,52 MPa); độ xốp thấp nhất (3,92%).

3. Sử dụng phương pháp bình phương tối thiểu, đã xây dựng được các phương trình hàm hồi quy thực nghiệm bậc 2 thể hiện mối quan hệ giữa độ cứng, độ bền bám dính, độ xốp và hệ số ma sát của lớp phủ với bộ 3 thông số công nghệ phun I-L-M để dự đoán chất lượng lớp phủ.

4. Thông qua chỉ tiêu đánh giá tổng thể OEC, đã phân tích xác định được bộ thông số phun tối ưu (I = 600 A; L = 110 mm; M = 1,9 kg/h) đảm bảo đồng thời 3 chỉ

tiêu cơ tính đầu ra của lớp phủ (độ cứng 585,6 HV; độ bám dính trượt 56,4 MPa; độ xốp 4,24%), sai lệch so với kết quả tối ưu đơn mục tiêu ở mức thấp (< 10%).

5. Các kết quả nghiên cứu tối ưu đơn mục tiêu và đa mục tiêu đều cho thấy trong số 3 thông số công nghệ phun I-L-M thì cường độ dòng điện phun luôn có ảnh hưởng lớn nhất tới các chỉ tiêu chất lượng lớp phủ, lớn hơn nhiều so với 2 thông số kia. Kết quả phân tích XRD xác định thành phần pha của các mẫu lớp phủ so với thành phần pha của bột phun ban đầu cho thấy, tùy thuộc chế độ phun, dưới tác dụng của năng lượng plasma, đã có sự chuyển biến pha với sự hình thành một số pha mới khi cường độ dòng điện phun tăng, như γ - Al_2O_3 (chuyển biến từ α - Al_2O_3), rutile- TiO_2 (chuyển biến từ anatas- TiO_2), Al_2TiO_5 (kết hợp của Al_2O_3 và TiO_2).

Tuy vậy, luận án này chắc chắn còn nhiều vấn đề chưa được nghiên cứu sâu sắc, để công trình được hoàn thiện hơn, nghiên cứu sinh đề xuất một số hướng nghiên cứu tiếp theo như sau:

- Ngoài 3 thông số công nghệ phun chính đã được khảo sát trong luận án, còn có một số thông số phun khác có ảnh hưởng đến chất lượng lớp phủ cũng nên được nghiên cứu mở rộng.

- Để nâng cao tuổi thọ lớp phủ, việc nghiên cứu các giải pháp xử lý trước và sau khi phun phủ là cần thiết: xử lý nhiệt, xử lý cơ-nhiệt, áp dụng chất bịt thấm thấu làm giảm độ xốp lớp phủ...

Hà Nội, ngày 06 tháng 12 năm 2022

Tập thể hướng dẫn

Nghiên cứu sinh

PGS.TS. Lê Thu Quý

TS. Phan Thạch Hồ

Bùi Văn Khoản