

THIẾT KẾ, CHẾ TẠO VÀ THỬ NGHIỆM THIẾT BỊ KIỂM TRA MÒN HỖN HỢP

DESIGN, FABRICATION AND TESTING OF SYNTHETIC WEAR TESTING EQUIPMENT

Ngô Xuân Cường^{1,*},
Lê Thu Quý¹, Nguyễn Anh Dũng¹

DOI: <https://doi.org/10.57001/huiv5804.2024.005>

TÓM TẮT

Thiết bị kiểm tra mòn hỗn hợp là thiết bị dùng để đánh giá khả năng chống ăn mòn và mài của vật liệu trong môi trường tương thích với tra mòn. Thiết bị thí nghiệm được xây dựng, thiết kế, chế tạo dựa trên: mẫu thử được kiểm tra mòn trong điều kiện động gây mài mòn kết hợp với môi trường hóa chất gây ăn mòn khốc liệt: Môi trường hóa chất khắc nghiệt (axít mạnh và nhiệt độ cao); Môi trường mài mòn (bùn quặng cứng, khí chứa bột ở nhiệt độ cao).

Từ khóa: Ăn mòn, mài mòn, thiết bị kiểm tra mòn của lớp phủ, thiết bị thử mòn hỗn hợp điều kiện thực tế.

ABSTRACT

Synthetic wear testing equipment is an instrument used to evaluate the corrosion and wear resistance of coatings; of the material in an environment compatible with the actual conditions. The test equipment is built, designed and manufactured based on: the specimen is tested for wear under dynamic conditions that cause abrasion combined with a harsh chemical environment: Harsh chemical environment (strong acid and high temperature); Abrasive medium (hard ore slurry, high temperature powder gas).

Keywords: Corrosive; abrasion; wear testing equipment; mixed wear tester.

¹Phòng thí nghiệm trọng điểm công nghệ Hàn và Xử lý bề mặt, Viện Nghiên cứu Cơ khí

*Email: ncuongts@yahoo.com

Ngày nhận bài: 15/6/2023

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 28/9/2023

Ngày chấp nhận đăng: 20/01/2024

1. GIỚI THIỆU

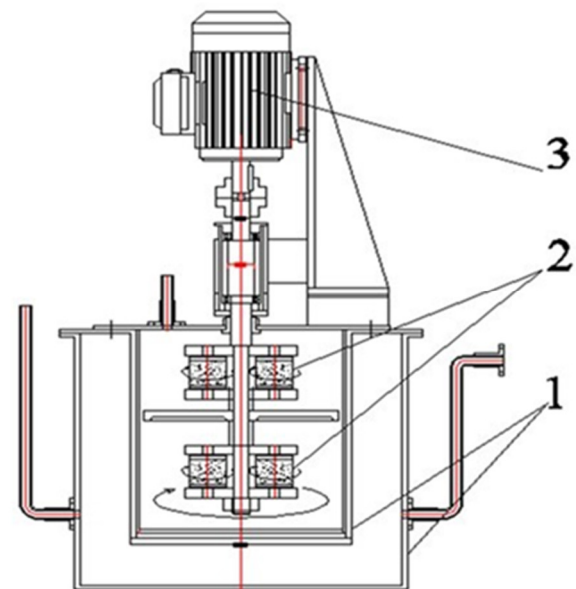
Thiết bị kiểm tra mòn hỗn hợp được thiết kế, chế tạo và thử nghiệm xuất phát từ yêu cầu nghiên cứu về các lớp phủ chống ăn mòn và mài mòn áp dụng cho các chi tiết máy làm việc trong điều kiện ăn mòn hóa chất khắc nghiệt. Cụ thể trong dây chuyền sản xuất Supe của Công ty cổ phần Supe Phốt phát và hóa chất Lâm Thao [1].

Môi trường đặc trưng là:

- Môi trường dung dịch hóa chất chứa hỗn hợp axit theo thể tích: 10% HF+ 20% H₂SO₄ + 40% (tác nhân ăn mòn); hạt

SiC 0,2mm (tác nhân mài mòn cơ học), trong điều kiện nhiệt độ 70°C.

- Tốc độ trung bình của cánh quạt hút khí flo và bơm bùn nguyên liệu: 950m/ph.



Hình 1. Nguyên lý cấu tạo

1. Phần vỏ; 2. Phần giá mẫu; 3. Phần truyền động

Thiết bị có nguyên lý cấu tạo như hình 1, bao gồm ba phần:

Phần vỏ 1:

Bình 2 lớp (2 khoang) làm bằng SUS304. Khoang ngoài chứa nước có gia nhiệt và khống chế nhiệt độ cấp nhiệt < 100°C. Khoang trong chứa trực giá mẫu và dung dịch ăn mòn hỗn hợp.

Phần giá mẫu 2:

Hai tầng giá quay vi sai với mẫu thử có đĩa động ngăn cách. Mẫu dạng ống trụ phủ và không phủ mặt ngoài được gắn phân bố trên các tầng chứa mẫu (2); trục chính quay với tốc độ 1000v/ph. Các mẫu thử dạng trụ có diện tích mặt

ngoài 50cm² quay vi sai trên trục của chính để tạo ra mức độ hao mòn đồng đều trên bề mặt mẫu khi thí nghiệm.

Phần truyền động 3:

Động cơ có điều khiển biến tần kết nối với bộ phận giá mẫu truyền chuyển động. Tốc độ quay: điều chỉnh được bằng biến tần phù hợp với vận tốc làm việc của cánh quạt và bơm hóa chất.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Mục tiêu và phương pháp

Thiết bị thí nghiệm được xây dựng dựa trên việc kiểm tra mòn các mẫu thử bằng tổn hao khối lượng trong điều kiện động học bị tác động bởi hai yếu tố ăn mòn và mài mòn (sỏi mòn hóa học) [2, 3].

Điều kiện thử mô phỏng điều kiện làm việc tại Công ty cổ phần Supe Phốt phát và hóa chất Lâm Thao [1]:

- Môi trường dung dịch hóa chất chứa hỗn hợp axit theo thể tích: 10% HF + 20% H₂SO₄ + 40%; hạt SiC 0,2mm (tác nhân mài mòn), trong điều kiện nhiệt độ 70°C.

- Tốc độ quay của trục mẫu 1000v/ph (vận tốc mẫu thử tương đương 950m/ph).

Tầng dưới là dung dịch hóa chất chứa hạt mài SiC kích thước 0,2 ÷ 0,25mm, tầng trên là hơi hóa chất thổi bốc lên khi bị đun nóng đến 70°C.

Phương pháp kiểm tra:

- Kiểm tra bằng mắt thường,
- Kiểm tra bằng kính hiển vi điện tử
- Kiểm tra sự giảm khối lượng mẫu theo thời gian: Các mẫu được cân chính xác bằng cân trước và sau khi ngâm theo thời gian: Rửa sản phẩm ăn mòn bằng cồn 70°C, sấy khô ở 100°C và cân khối lượng mẫu.

2.2. Vật liệu chế tạo

Vật liệu chế tạo đáp ứng yêu cầu: Chịu được các môi trường ăn mòn hóa chất và chịu được nhiệt độ (100°C). Vì vậy, nhóm nghiên cứu đã chọn hai loại vật liệu chính cho chế tạo thiết bị này: Thép không gỉ SUS304 và Teflon (PTFE). SUS304 dùng cho việc tạo khung xương và những phần tiếp xúc có môi trường ăn mòn thấp. PTFE được sử dụng trong các phần kết cấu tiếp xúc với môi trường sỏi mòn hóa học khắc nghiệt. Ưu điểm nổi bật của PTFE: hệ số ma sát thấp (0,2); Trơ về hóa học; nhiệt độ làm việc tới 300°C [1].

Khoang ngoài: thép không gỉ (SUS304).

Khoang trong: SUS304 phủ PTFE, PTFE tấm.

Phần giá mẫu, vách ngăn: PTFE.

2.3. Dung sai, cấp chính xác chế tạo

Áp dụng theo TCVN và ISO chọn cấp chính xác chế tạo: Cấp 6 (Cấp 6 ÷ cấp 11 dùng áp dụng cho các mối lắp ghép).

2.4. Gia công chế tạo chi tiết

- Các chi tiết được gia công trên máy CNC đạt cấp chính xác cấp 6 ÷ cấp 11 [6].

- Phủ PTFE mặt trong của khoang trong dày 0,3mm.

- An toàn: Trong thiết bị có thiết kế đường xả cân bằng áp suất và thải khí độc đến bộ phận xử lý.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Chế tạo hoàn thiện thiết bị kiểm tra mòn hỗn hợp

Thiết bị kiểm tra mòn hỗn hợp chế tạo được như thể hiện trên hình 2.



Hình 2. Thiết bị kiểm tra mòn hỗn hợp

3.2. Thử nghiệm

Các mẫu thử gồm 06 loại có hình dạng giống nhau với diện tích mặt ngoài 5cm², các mẫu có lớp phủ được phun phủ theo chế độ công nghệ nhất định [5, 7] nhằm áp dụng vào việc bảo vệ chống ăn mòn cho cánh quạt hút khí flo và bơm bùn làm việc trong môi trường xói mòn khắc nghiệt [1].

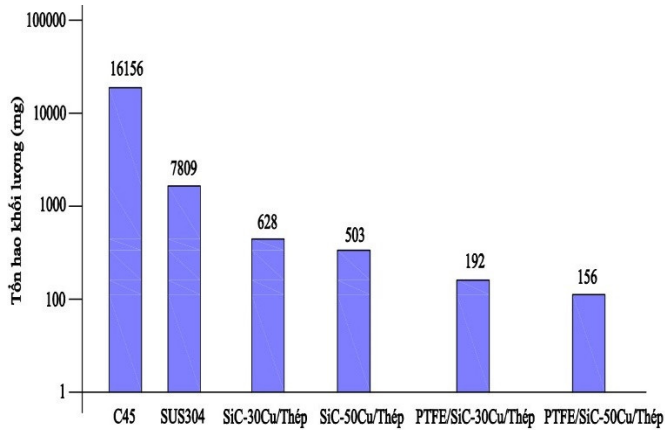
Bảng 1. Tổn hao khối lượng các mẫu thử trong môi trường mòn hỗn hợp

		Giảm khối lượng, mg/cm ²					
		C45	SUS304	SiC-30Cu/C45	SiC-50Cu/C45	PTFE-SiC-30Cu/C45	PTFE/SiC-50Cu/C45
Thời gian thử (giờ)	12	1505	705	57	43	19	14
	24	1474	670	57	45	18	15
	36	1444	687	56	48	17	13
	48	1500	674	58	51	17	15
	60	1455	725	57	45	16	14
	72	1424	736	58	44	15	15
	84	1474	747	56	46	17	14
	96	1456	680	57	45	19	15
	108	1442	700	58	44	17	13
	120	1478	740	55	46	18	14
	132	1504	735	59	46	19	14
Tổn hao tổng		16156	7809	628	503	192	156

Nghiên cứu các lớp phủ về SiC nhằm mục đích bảo vệ chống ăn mòn đã được chế tạo với bộ mẫu thử và thử nghiệm so sánh tổn hao khối lượng xói mòn theo thời gian trên thiết bị này.

Kết quả thí nghiệm tổn hao khối lượng các mẫu thử trong môi trường mòn hỗn hợp như được thể hiện trong bảng 1.

Quá trình mòn của bề mặt mẫu thử diễn ra khốc liệt hơn quá trình ngâm mẫu tĩnh trong môi trường hóa chất cùng loại do có sự kết hợp giữa ăn mòn và mài mòn. Tổn hao khối lượng các mẫu thử được thể hiện ở hình 3.



Hình 3. Đồ thị tổn hao khối lượng mẫu sau 132 giờ trong thiết bị thử mòn hỗn hợp

Nhân xét: Kết quả đo tổn hao khối lượng sau 132 giờ thử nghiệm thấy rằng: khối lượng thép không có lớp phủ giảm nhanh nhất. Tiếp đến là các mẫu được phủ SiC/Cu, các mẫu được thấm thấu PTFE có mức độ giảm khối lượng rất thấp, thấp nhất là mẫu lớp phủ PTFE/SiC-50Cu. Trong đó tổn hao nhiều nhất với mẫu thép C45 là 16156 mg, ít nhất với mẫu lớp phủ (PTFE/SiC-50Cu/thép) 156mg. Thông qua thí nghiệm này làm nổi bật vai trò của chiều dày lớp phủ và việc thấm thấu PTFE che bịt rỗ, xốp.

Qua mô hình thí nghiệm có thể tính được chiều dày lớp phủ cần thiết để đảm bảo tuổi thọ làm việc cho chi tiết máy.

3.3. Thảo luận

Thiết bị thích hợp cho việc kiểm tra tổn hao khối lượng theo thời gian. Đó chính là mức độ sói mòn hoá học (ăn mòn, mài mòn) của mẫu thử.

Các yếu tố ảnh hưởng bao gồm: Môi trường ăn mòn; Nhiệt độ làm việc; Mật độ hạt rắn; Tốc độ làm việc.

Thiết bị kiểm tra mòn hỗn hợp này tuy đã cố gắng mô phỏng điều kiện thực tế như nhiệt độ, tốc độ trượt giữa chất lỏng và bề mặt, hóa chất nhưng chưa mô phỏng tương thích để đánh giá yếu tố áp lực của chất lỏng lên bề mặt có tác động gây mòn lớp phủ bề mặt.

4. KẾT LUẬN

Thiết bị kiểm tra mòn hỗn hợp chế tạo được là thiết bị được nghiên cứu thiết kế chế tạo lần đầu tại Việt Nam, sử dụng đánh giá chất lượng sản phẩm trong nghiên cứu, thực nghiệm, có thể áp dụng với các mẫu lớp phủ và các

vật liệu khác nhau. Thiết bị hoạt động ổn định với tính năng kỹ thuật:

+ Dùng được nhiều loại hóa chất và môi trường thử hỗn hợp dạng lỏng và khí.

+ Nhiệt độ thử lên tới 100°C.

+ Tốc độ trượt mẫu thay đổi được.

+ Số mẫu thử đồng thời lớn nhất: 12.

Thiết bị kiểm tra mòn hỗn hợp có thể thay đổi các môi trường thử áp dụng cho các mẫu thử khác nhau. Có thể đánh giá nhanh tốc độ sói mòn hoá học của mẫu thử bằng việc thay đổi cường độ các yếu tố ảnh hưởng.

Từ kết quả thử nghiệm có thể tính được chiều dày lớp phủ cần thiết để đảm bảo tuổi thọ làm việc cho chi tiết máy làm việc trong điều kiện sói mòn hoá học.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả cảm ơn sự hỗ trợ của Phòng thí nghiệm trọng điểm công nghệ Hàn và Xử lý bề mặt, Viện nghiên cứu Cơ khí, Bộ Công Thương, Bộ Khoa học và Công nghệ trong quá trình nghiên cứu thiết kế, chế tạo và thử nghiệm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Ngo Xuan Cuong, "Research on plasma spraying technology for fabrication of silicon carbide plasma coating on steel surface to protect against corrosion in the fluoride-containing acidic medium," Doctoral Thesis, National Research Institute of Mechanical Engineering - Ministry of Industry and Trade, Hanoi, 2023.
- [2]. Nguyen Van Tue, *Giao trình An mon va bao ve kim loai*. Vietnam Education Publishing House, Hanoi, 1993.
- [3]. Trinh Xuan Sen, *An mon va bao ve kim loai*. Vietnam National University Press, Hanoi, 2006.
- [4]. Phan Luong Cam, W. A. Schultze, *An mon va bao ve kim loai*. Hanoi University of Science and Technology - Delft University of Technology, 1985.
- [5]. Hoang Tung, *Cong nghe phun phu va ung dung*. Science and Technics Publishing House, Hanoi, 2004.
- [6]. Tran Van Dich, et al., *So tay ky su cong nghe che tao may*. Science and Technics Publishing House, Hanoi, 2008.
- [7]. Nguyen Van Thong, *Vat lieu va cong nghe phun*. Science and Technics Publishing House, Hanoi 1998.
- [8]. Nguyen Bon, Hoang Ngoc Dong, *Nhiệt kỹ thuật*. Vietnam Education Publishing House, Hanoi, 1999.

AUTHORS INFORMATION

Ngo Xuan Cuong, Le Thu Quy, Nguyen Anh Dzung

National Key Laboratory For Welding And Surface Treatment Technologies, National Research Institute of Mechanical Engineering, Vietnam