

PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH MIỀN GIÁ TRỊ HỢP LÝ CỦA ĐỘ XỐP LỚP PHỦ BỘT HỢP KIM 67Ni18Cr5Si4B TRÊN NỀN THÉP C45 BẰNG PHƯƠNG PHÁP PHUN HVOF

A METHOD TO DEFINE SUITABLE POROSITY VALUE OF 67Ni18Cr5Si4B
POWDER COATING ON C45 STEEL

PGS,TS. Đinh Văn Chiến
Trường Đại học Mỏ - Địa chất

TÓM TẮT

Trong bài báo này, tác giả trình bày phương pháp xác định miền giá trị hợp lý của độ xốp lớp phủ bột hợp kim 67Ni18Cr5Si4B trên nền thép C45, bằng phương pháp phun HVOF. Kết quả nghiên cứu cho phép đánh giá chất lượng lớp phủ thông qua độ xốp, sử dụng kính hiển vi quang học Axiovert 25CA, có sự hỗ trợ của phần mềm Image - Pro Plus.

Từ khóa: *Phun phủ, phun HVOF, bột phun 67Ni18Cr5Si4B, thép C45, độ xốp.*

ABSTRACT

This paper presents a method to define the suitable porosity value of 67Ni18Cr5Si4B powder coating on C45 steel using HVOF spraying method. This result is able to evaluate the quality of coating layer based on porosity using optical microscope Axiovert 25CA and Image - Pro Plus software.

Keywords: *Coating, HVOF spraying, 67Ni18Cr5Si4B powder, C45 steel, porosity.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

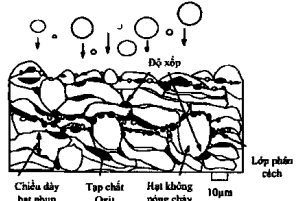
Độ xốp là một trong những tính chất quan trọng của lớp phủ phun nhiệt. Trong quá trình phun, khi các hạt chưa nóng chảy hết, chúng sẽ bị đông đặc và co ngót thể tích tạo thành các rỗ xốp tế vi. Ngoài ra, do các hạt phun sau không điền hết không gian, cũng sinh rỗ xốp. Tùy thuộc vào quá trình phun, phương pháp phun mà lớp phủ có thể nhận được độ xốp khác nhau, thông thường độ xốp lớp phủ đạt giá trị trong khoảng từ 0,1 đến 15%. Độ xốp còn phụ thuộc vào việc lựa chọn tối ưu hóa các thông số phun như: Kích thước hạt kim loại phun, tốc độ phun, lưu lượng phun và khoảng cách phun v.v... Do đó, việc nghiên cứu để làm giảm độ xốp đến giá trị thấp nhất có thể, đáp ứng nhu cầu sử dụng trong các ngành Công nghiệp luôn được các nhà khoa học quan tâm. Có nhiều phương pháp để xác định độ xốp của lớp phủ như phương pháp cân khối lượng chất lỏng, phương pháp soi kim tương... Trong bài báo này, tác giả sử dụng kính hiển vi quang học Axiovert 25CA có sự hỗ trợ của phần mềm Image - Pro Plus để xác định độ xốp lớp phủ [1], [2].

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Khái quát về cấu trúc lớp phủ

Cấu trúc lớp phủ được hình thành từ những khối nhỏ kim loại phủ, được bồi đắp sát nhau và chồng chất lên nhau. Khi phun, dòng chất phun được gia tốc liên tục đến bề mặt kim loại nền, các phần tử phun khi va đập với kim loại nền, ở nhiệt độ nóng chảy, chúng bị biến dạng. Việc liên kết với vật liệu nền và với phần vật chất đã được phủ từ trước, trước hết là sự bám dính cơ học, sau nhờ ở nhiệt độ cao nên xảy ra quá trình khuếch tán, tạo thành khối vật liệu phủ tương đối đồng nhất.

Trong lớp phủ luôn có lỗ xốp, ngậm khí và các tạp chất (hình 1). Lỗ xốp hình thành do những khoảng trống không được điền đầy và do khí tích tụ. Các tạp chất chủ yếu là các ôxít hình thành trong quá trình phun.



Hình 1. Biểu diễn cấu trúc rỗ xốp của lớp phủ phun HVOP

2.2. Phương pháp xác định độ xốp lớp phủ [3],[4]

Để xác định độ xốp của lớp phủ, mẫu được cắt để quan sát theo tiết diện bề mặt lớp phủ. Sau khi cắt, mẫu được gia công bề mặt trên các loại giấy giáp có kích cỡ từ hạt thô đến hạt mịn và được đánh bóng trên các máy chuyên dụng đảm bảo yêu cầu kỹ thuật không còn vết xước trên bề mặt. Sử dụng kính hiển vi quang học Axiovert 25 CA (hình 2) để kiểm tra độ xốp lớp phủ.



Hình 2. Kính hiển vi quang học Axiovert 25 CA



Hình 3. Ảnh chụp kết quả đo độ xốp lớp phủ

Độ xốp được đo bằng cách trực tiếp đo diện tích các lỗ xốp trong khu vực quan sát của kính hiển vi và so sánh các khu vực này với tổng diện tích muốn xem. Phần mềm Image - Pro Plus được sử dụng để xác định giá trị độ xốp của mẫu bằng cách chuyển đổi các vùng rỗ xốp thành màu đỏ, trong khi phần còn lại của các vi cấu trúc lớp phủ được còn giữ nguyên màu sắc ban đầu của nó (hình 3). Từ hình ảnh, phần mềm sẽ tính toán, đánh giá sự khác nhau về màu sắc của vùng có màu xám và vùng màu đỏ.

2.3. Kết quả xác định độ xốp lớp phủ

Kết quả đo độ xốp của lớp phủ bột hợp kim 67Ni18Cr5Si4B trên nền trục thép C45 bằng phương pháp phun HVOF, với 9 mẫu thực nghiệm cho trong bảng 1 và hình 4 là kết quả đo độ xốp lớp phủ bột hợp kim 67Ni18Cr5Si4B tương ứng với mẫu số 02 đạt giá trị là 1,924%.

Bảng 1. Kết quả đo độ xốp lớp phủ bột hợp kim 67Ni18Cr5Si4B trên nền trục thép C45 bằng công nghệ HVOF

STT	Mã	Chế độ phun			Độ xốp, γ (%)
		L (mm)	V (m/s)	m T(g/ph)	γ TN (%)
1	000	200	800	300	1,186
2	010	200	800	400	1,924
3	020	200	800	500	1,673
4	100	200	900	300	2,451
5	110	200	900	400	3,102
6	120	200	900	500	2,777
7	200	200	1000	300	3,325
8	210	200	1000	400	3,292
9	220	200	1000	500	3,047

Phân tích số liệu thực nghiệm trong bảng 1 như sau:

Từ kết quả thực nghiệm cho trong bảng 1 cho thấy độ xốp có xu hướng tăng tỷ lệ thuận theo chiều tăng của thông số V (vận tốc trung bình dòng kim loại phun) và m (lưu lượng cấp bột phun). Đạt giá trị trong khoảng từ $\gamma_p = 1,186\%$ đến $3,325\%$.

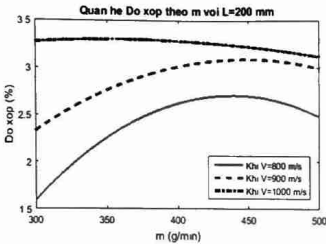
Hình 4, là ảnh chụp cấu trúc tế vi của lớp phủ bột hợp kim 67Ni18Cr5Si4B trên mẫu khảo sát số 02, cho thấy các vùng màu đỏ là những đặc trưng cho các rỗ xốp và chiếm tỷ lệ không lớn so với diện tích được khảo sát. Điều đó chứng tỏ độ xốp lớp phủ thấp.



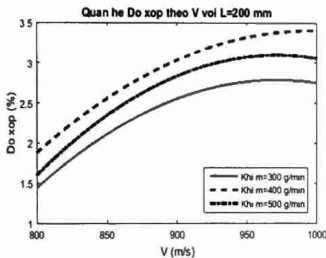
Hình 4. Chụp ảnh phân tích độ xốp lớp phủ mẫu khảo sát số 02 bằng phần mềm Image-Pro Plus trên kính hiển vi quang học Axiover 25A (1,924%)

Qua các kết quả nghiên cứu ở trên, tiến hành xây dựng các đồ thị 2D và 3D biểu diễn mối quan hệ giữa độ xốp lớp phủ với các thông số công nghệ: Khoảng cách phun (L), m, V.

Từ đồ thị trên hình 5 và hình 6 cho thấy ảnh hưởng của các thông số công nghệ phun đến độ xốp lớp phủ, theo đó các thông số phun L, V và m trong miền được khảo sát và phân tích có thể nhận xét như sau:



Hình 5. Mối quan hệ của độ xop theo L và m khi V không đổi



Hình 6. Mối quan hệ của độ xop theo V và L khi m không đổi

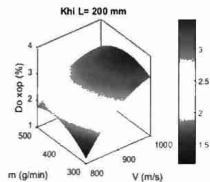
- Xét lần lượt tại các trường hợp $V = 800\text{m/s}$, $V = 900\text{m/s}$, $V = 1000\text{m/s}$ tương ứng với $L = 200\text{mm}$; $m = 300 \div 500\text{g/ph}$ trên hình 5 cho thấy, khi $V = 800\text{m/s}$ và $V = 900\text{m/s}$ đồ thị có đường đặc tính là đường cong và đạt miền giá trị cực trị trong khoảng $m = 400 \div 450\text{g/ph}$. Khi $V = 1000\text{m/s}$ độ xop giảm mức giảm yếu hơn.

- Trường hợp $m = 300\text{g/ph}$, $m = 400\text{g/ph}$, $m = 500\text{g/ph}$ tương ứng với $L = 200\text{mm}$; $V = 800 \div 1000\text{m/s}$ trên hình 6 cho thấy: Độ xop có xu hướng tăng, tỷ lệ thuận theo chiều tăng của

tốc độ trung bình dòng kim loại phun V. Nếu chia mức tăng của độ xop ra thành 2 giai đoạn. Ở giai đoạn đầu khi $V = 800 \div 900\text{m/s}$ độ xop có xu hướng tăng nhanh, ở giai đoạn sau khi $V = 900 \div 1000\text{m/s}$ độ xop tăng chậm.

Trên hình 7, là đồ thị 3D mô tả sự phụ thuộc của độ xop lớp phủ đến các thông số công nghệ phun. Qua đó, có thể nhận thấy rõ ảnh hưởng đồng thời của 3 thông số phun L, V và m trong miền khảo sát đến độ xop lớp phủ rõ hơn nhiều so với các đồ thị 2D cho trên hình 5 và hình 6.

Từ hình 7, cho thấy đồ thị biểu diễn độ xop lớp phủ phụ thuộc vào các thông số công nghệ phun L, V và m là những đường cong không gian 3 chiều, có điểm cực trị.



Hình 7. Quan hệ của độ xop với các thông số công nghệ khi L không đổi

Trong trường hợp $L = 200\text{mm}$ tại mỗi giá trị L tương ứng thay đổi các giá trị của $m = 300 \div 500\text{g/ph}$; $V = 800 \div 1000\text{m/s}$, trên đồ thị hình 7, độ xop có xu hướng tăng tỷ lệ thuận theo chiều tăng của thông số V và m. Tuy nhiên, đồ thị đạt cực trị trong khoảng $m = 400 \div 450\text{g/ph}$. Nguyên nhân của hiện tượng này là do khi lưu lượng cấp bột phun m tăng, mật độ hạt trong dòng chất phun tăng lúc này sự di chuyển của hạt phun vào bề mặt vật liệu nền không phải ở dạng các hạt đơn lẻ mà có thể được liên kết nhiều hạt thành chùm hạt, khi đó các chùm hạt không di chuyển khít không gian gây rỗ xop.

3. KẾT LUẬN

Từ kết quả nghiên cứu có thể đưa ra kết luận như sau:

- Lớp phủ có độ xốp thấp nhất $\gamma_p = 1,186\%$, khi $V = 800\text{m/s}$; $m = 300\text{g/ph}$ và $L = 200\text{mm}$ (bảng 1) và đạt cực trị khi $m = 400 \div 450\text{ g/ph}$.

- Khi thay đổi các giá trị của thông số phun $V = 800 \div 1000\text{m/s}$; $m = 300 \div 500\text{ g/ph}$ độ xốp lớp phủ thay đổi theo một quy luật và đạt miền cực trị trong khoảng khi $m = 400 \div 450\text{ g/ph}$ (hình 7).

- Kết quả nghiên cứu có thể làm tài liệu tham khảo trong việc lựa chọn thông số công nghệ, nhằm tạo ra lớp kim loại mới trên bề mặt chi tiết hoặc phục hồi chi tiết bị mòn bằng phương pháp phun HVOF. Đồng thời, có thể làm tài liệu tham khảo trong lĩnh vực chuyên ngành. ❖

Ngày nhận bài: 24/3/2016

Ngày phản biện: 10/4/2016

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Hoàng Tùng (2006); *Công nghệ phun phủ và ứng dụng*, NXB. Khoa học & Kỹ thuật, Hà Nội.
- [2]. Nguyễn Văn Thông (2006); *Công nghệ phun phủ bảo vệ và phục hồi*, NXB. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [3]. Phạm Văn Liệu, Đinh Văn Chiến (2015); *Nghiên cứu ảnh hưởng của thông số công nghệ đến cơ tính lớp phủ bột hợp kim 67Ni18Cr5Si4B trên nền trục thép C45 bằng công nghệ phun phủ nhiệt khí tốc độ cao HVOF*; Kỷ yếu Hội nghị Khoa học và Công nghệ Toàn quốc về Cơ khí - Lần thứ IV, tập 2, tr 419-427.
- [4]. Phạm Văn Liệu, Đinh Văn Chiến (2015); *Nghiên cứu đặc tính lớp phủ bột hợp kim 67Ni18Cr5Si4B trên nền thép C45 bằng công nghệ phun phủ HVOF*, Tạp chí Cơ khí Việt Nam, số 12, tr 34-39.