

NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO VẬT LIỆU MA SÁT TRÊN CƠ SỞ NỀN SẮT - MÁC Φ MK 11

Trần Quốc Lập - Phạm Thảo (ĐH Bách khoa Hà Nội),
Vũ Lai Hoàng (ĐH Kỹ thuật Công nghiệp - ĐH Thái Nguyên)

1. Đặt vấn đề

Vật liệu ma sát (VLMS) là vật liệu có hệ số ma sát cao được ứng dụng trong các thiết bị hãm, các bộ phận truyền động... nó thường chịu tải trọng rất lớn có khi tới 70 KG/cm^2 với vận tốc $50 \div 70 \text{ m/giây}$ [1]. Khi làm việc, trên các bề mặt hãm xảy ra sự đốt nóng tức thời (trong các bộ hãm máy bay nhiệt độ lên tới $1000 \div 1100 \text{ }^\circ\text{C}$). Với những điều kiện làm việc khắc nghiệt như vậy, VLMS phải có các yêu cầu kỹ thuật cơ bản sau: Hệ số ma sát cao, không thay đổi rõ rệt trong khoảng nhiệt độ rộng; Độ chịu mài mòn cao, ổn định; Độ bền lớn, độ dai va đập cao; Khả năng chống kẹt cao và chống được sự xâm thực của môi trường [2].

Nhu cầu về VLMS ở Việt Nam cũng như trên thế giới là rất lớn. VLMS được ứng dụng rộng rãi trong mọi lĩnh vực công nghiệp. Trong điều kiện ma sát khô, VLMS ứng dụng để chế tạo các bộ phận thay đổi chuyển động, cơ cấu phanh ô tô, máy cắt gọt kim loại và bộ li hợp của động cơ. Khi làm việc trong điều kiện ma sát ướt, VLMS được ứng dụng trong các bộ phận chịu tải trọng lớn như bộ li hợp của máy bay.

VLMS nền kim loại có hai nhóm cơ bản: Nhóm trên cơ sở nền Cu (hợp kim của Cu) và nhóm trên cơ sở nền Fe (hợp kim của Fe). Hiện nay, các chi tiết làm việc trong điều kiện ma sát phần lớn được chế tạo từ vật liệu ma sát trên cơ sở nền Fe. VLMS trên cơ sở nền Fe có giá thành thấp hơn so với VLMS trên cơ sở nền kim loại màu. Ngoài ra, VLMS trên cơ sở nền Fe có hệ số ma sát cao, độ chịu mài mòn lớn...

Công trình nghiên cứu này nhằm đưa ra công nghệ chế tạo VLMS trên cơ sở nền Fe – Mác Φ MK11 của Nga.

2. Giải quyết vấn đề

2.1. Nguyên liệu ban đầu

Dựa trên thành phần VLMS Mác Φ MK11 của Nga (64% Fe; 15% Cu; 9% Grafit; 3% SiO₂; 3% amiăng và 6% BaSO₄) thì công trình nghiên cứu này lựa chọn thành phần hoá học của VLMS trên cơ sở nền Fe có thành phần và hàm lượng như bảng 1:

Bảng 1. Thành phần và hàm lượng của VLMS trên cơ sở nền Fe

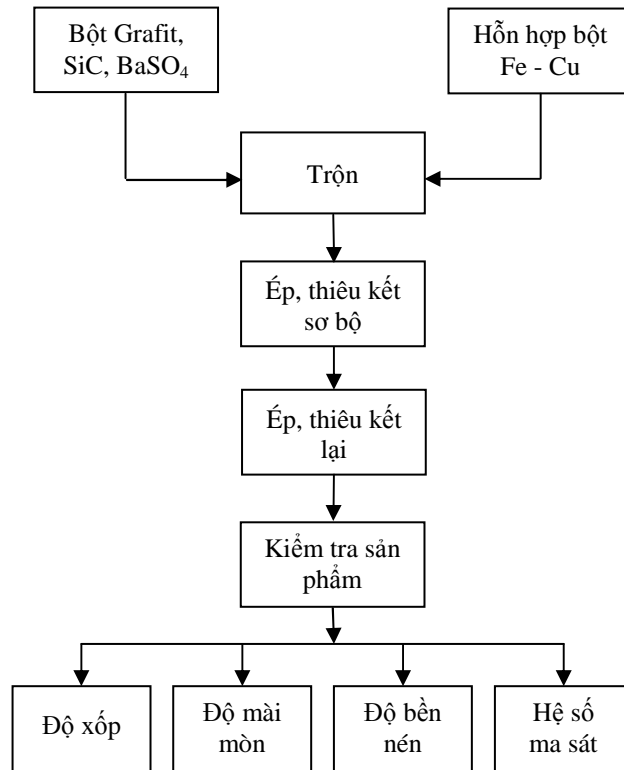
| Thành phần | Fe | Cu | Cgr | SiC | BaSO ₄ |
|---------------|----|----|-----|-----|-------------------|
| Hàm lượng (%) | 64 | 15 | 9 | 6 | 6 |

2.2. Quy trình công nghệ chế tạo vật liệu ma sát trên cơ sở nền Fe

Với thành phần như hình 1 thì VLMS bao gồm kim loại và phi kim loại có tỉ trọng và kích thước hạt bột khác nhau, để đồng đều thành phần cần tiến hành trộn hợp lí. Quá trình trộn được tiến hành trong tang và bi sứ, thời gian trộn hỗn hợp bột 10 giờ trong môi trường còn nhằm tránh sự ôxi hoá bột và tốc độ quay của tang là 50 vòng/phút.

Hỗn hợp bột vật liệu ma sát được ép đóng bánh trên máy ép thủy lực.

Quá trình thiêu kết mẫu cần phải bảo vệ tốt tránh hiện tượng ôxi hoá trở lại thành ôxit làm chất lượng mẫu kém không có khả năng dính kết với nền và độ xốp cao.



Hình 1. Sơ đồ công nghệ chế tạo VLMS trên cơ sở nền Fe

2.3. Các thông số cần khảo sát

Công nghệ chế tạo vật liệu ma sát trên cơ sở nền Fe được tiến hành nghiên cứu theo quy trình ép, thiêu kết hai lần.

Quá trình ép và thiêu kết hai lần tiến hành khảo sát như sau:

- Ép và thiêu kết sơ bộ: Tiến hành ép ở áp lực thấp 1,5 (tấn/cm²) và 2 (tấn/cm²); thiêu kết ở nhiệt độ 1000 °C trong 2 giờ.

- Lần 2: Mẫu nhận được tiến hành ép ở các lực ép khác nhau (2, 3, 4, 5, 6 tấn/cm²); thiêu kết ở nhiệt độ 1150 °C trong 2 giờ.

Sản phẩm được kiểm tra các thông số sau: Độ xốp, độ mài mòn, độ bền nén và hệ số ma sát.

3. Kết quả nghiên cứu

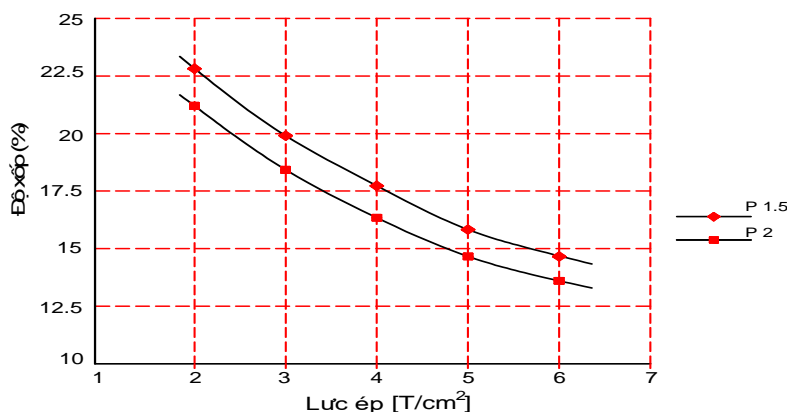
3.1. Kết quả kiểm tra độ xốp

Các mẫu ép và thiêu kết sơ bộ ở nhiệt độ 1000 °C trong thời gian 2 giờ.

- Khi lực ép $P = 1,5$ (tấn/cm²) mẫu có độ xốp = 33,29%.

- Khi lực ép $P = 2$ (tấn/cm²) mẫu có độ xốp = 31,69%.

Mẫu nhận được sau khi ép, thiêu kết sơ bộ tiếp tục tiến hành ép và thiêu kết lại. Các mẫu được ép lại ở các lực ép khác nhau (2, 3, 4, 5, 6 tấn/cm²) và thiêu kết ở nhiệt độ 1150 °C trong thời gian 2 giờ. Kết quả kiểm tra độ xốp được trình trong hình 2.



Hình 2. Đồ thị quan hệ giữa lực ép và độ xốp

D1.5: đường biểu diễn quan hệ giữa lực ép và độ xốp với lực ép sơ bộ là 1,5 (tấn/cm²).

D2: đường biểu diễn quan hệ giữa lực ép và độ xốp với lực ép sơ bộ là 2 (tấn/cm²).

Từ đồ thị trên thấy rằng:

- Khi lực ép tăng thì độ xốp của của vật liệu ma sát giảm.
- Khi tiến hành ép và thiêu kết lại độ xốp của sản phẩm giảm đáng kể (với mẫu lực ép ban đầu P = 2 tấn/cm² có độ xốp = 33,29% sau khi thiêu kết lại độ xốp giảm = 25,48% do tại nhiệt độ thiêu kết 1150°C là thiêu kết có tồn tại pha lỏng).
- Lực ép lại từ 2 ÷ 4 (tấn/cm²) độ xốp giảm mạnh còn khi lực ép lại từ 4 ÷ 6 (tấn/cm²) độ xốp giảm không đáng kể.

3.2. Ảnh hưởng của lực ép đến độ mài mòn

Độ mài mòn được tiến hành kiểm tra với các thông số như sau:

- Cặp ma sát với VLMS là thép C45.
- Tốc độ vòng quay n = 300 (vòng/phút).
- Diện tích tiếp xúc S = 0,71 (cm²).

Kết quả kiểm tra độ mài mòn được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Kết quả kiểm tra độ mài mòn

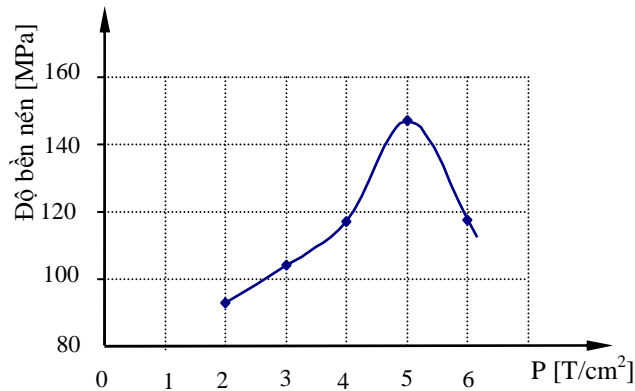
| Lực ép [T/cm ²] | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|
| Độ mài mòn 10 ⁻⁴ [g/cm ² .h] | 256 | 248 | 242 | 221 | 220 |

Khi lực ép lại lớn thì độ mài mòn giảm, lực ép từ 2 ÷ 5 (tấn/cm²) độ mài mòn giảm nhanh, lực ép từ 5 ÷ 6 (tấn/cm²) độ mài mòn thay đổi không đáng kể.

3.3. Ảnh hưởng của lực ép đến độ bền nén

Độ bền nén được tiến hành đo trên thiết bị Alliace RF/300 (MTS - Mĩ). Kết quả kiểm tra độ bền nén được trình bày trong hình 3.

Lực ép tăng từ 2 ÷ 5 (tấn/cm²) thì độ bền nén tăng nhanh và đạt giá trị lớn nhất tại lực ép 5 (tấn/cm²). Tại lực ép 6 (tấn/cm²) độ bền nén giảm do hỗn hợp bột của VLMS có các thành phần như Grafit, SiC, BaSO₄ làm giảm tính khả ép của hỗn hợp bột nên khi ép lại ở lực ép này thì xuất hiện những vết nứt tế vi.

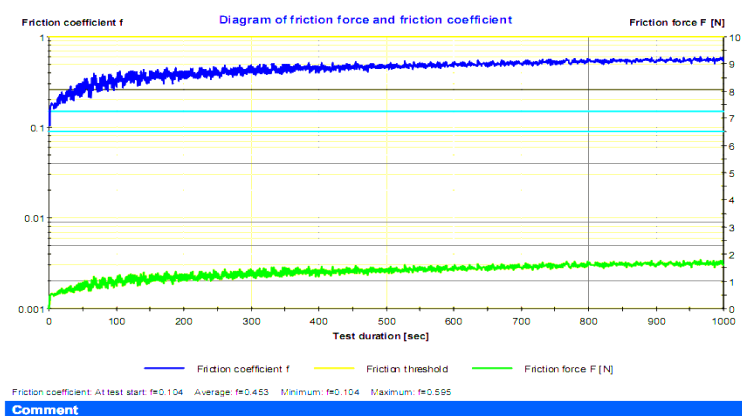


Hình 3. Đồ thị quan hệ giữa lực ép và độ bền nén

3.4. Kết quả kiểm tra hệ số ma sát

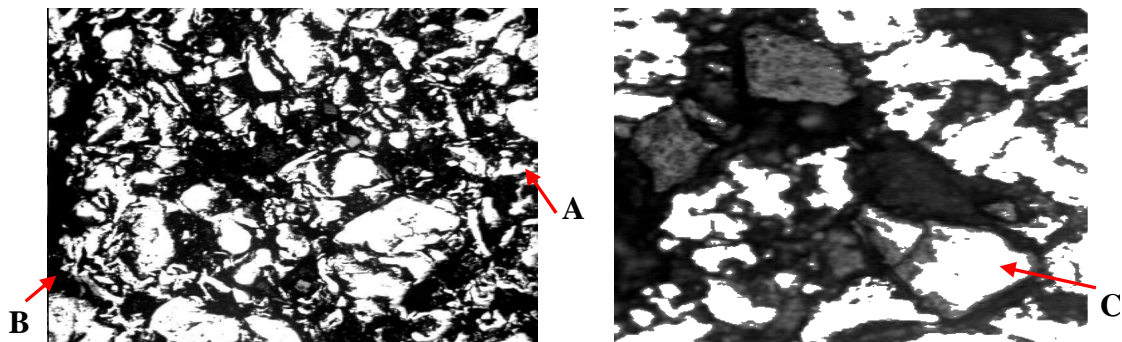
Hệ số ma sát là thông số quan trọng của vật liệu ma sát, nó quyết định tới sự an toàn và độ tin cậy trong quá trình vận hành. Quá trình đo hệ số ma sát được tiến hành trên thiết bị Tribotester và cho kết quả hệ số ma sát trung bình.

$$f_{\text{trung bình}} = 0,453$$



Hình 4. Kết quả kiểm tra hệ số ma sát

Ngoài các thông số về độ xốp, độ chịu mài mòn, độ bền nén và hệ số ma sát đã kiểm tra thì vật liệu ma sát còn được chụp ảnh tổ chức tế vi.



Hình 5. Tổ chức tế vi của VLMS - ΦMK11 với độ phóng đại 50 và 200 lần

A: pha nền Fe - Cu, màu sáng.

B: thể hiện pha của Graphít, BaS và các lỗ xốp (màu đen).

C: màu xám là SiC.

3.5. Kết luận

- Đã xác định được công nghệ chế tạo vật liệu ma sát trên cơ sở nền Fe. Tiến hành ép và thiêu kết sản phẩm hai lần, với lực ép sơ bộ là $1,5 \text{ tấn/cm}^2$ và lực ép lại là 5 tấn/cm^2 .

- Kết quả đạt được:

+ Hệ số ma sát: 0,453

+ Độ mài mòn: $221.10^{-4} \text{ [g/cm}^2 \cdot \text{h]}$

+ Độ bền nén: 147 [MPa]

+ Độ xốp: 20,798% (mật độ = $4,73 \text{ g/cm}^3$)

- Các kết quả đạt được tương ứng với VLMS mác - Φ MK11 do Nga chế tạo:

+ Hệ số ma sát: $0,27 \div 0,54$

+ Độ bền nén: $80 \div 100 \text{ [MPa]}$

+ Mật độ = $6 \text{ (g/cm}^3)$

Tóm tắt

Bài báo này đề cập kết quả nghiên cứu chế tạo vật liệu ma sát trên cơ sở nền Fe – Mác Φ MK11 của Nga. Xác định công nghệ chế tạo và kiểm tra các thông số như: độ xốp, độ mài mòn, độ bền nén và hệ số ma sát của sản phẩm.

Summary

Study fabrication of material friction based on Fe matrix – Φ MK 11

This paper recommends the fabrication of material friction based on Fe matrix - Φ MK11 (Russian) technology. Defining the manufacturing technology and testing factors such as: porosity, wear rate, compression strength and friction coefficient.

Tài liệu tham khảo

[1]. Agafonov.V.Xh; Brenza. V.I (1978), Ixledovante xpekxhianuch xboixtv xxpechennucxh materialov “Poroskovaja metallurgia” No. 10.

[2]. Ktril. O. A (1976), Opvt Izgotovlenia bimetollichexkikh frikxhionnukh materialov “Poroskovaja metallurgia” No. 5.

[3]. D Chan and G W Stachowiak (2004), Review of automotive brake friction materials.