

PHÂN TÍCH THÀNH PHẦN VẬT LIỆU LỖI BẠC ĐỖ TRỤC CHÂN VỊT NGOẠI NHẬP

Ngô Văn Hoàn^{1*}, Nguyễn Mạnh Tường¹, Hồ Ngọc Minh¹,
Trình Đắc Hoàn¹, Trần Đức Mạnh²

Tóm tắt: Bài báo trình bày các kết quả phân tích mẫu vật liệu lỗi bạc đỗ trục chân vệt ngoại nhập. Mẫu vật liệu được xử lý bằng phương pháp chiết Soxhlet kết hợp nhiệt phân, được xác định thành phần bằng các kỹ thuật phân tích hiện đại như: hồng ngoại (FT-IR), tán xạ tia X (EDX), phân tích nhiệt vi sai (TGA) và sắc ký khí ghép nối khối phổ (GC-MS). Kết quả phân tích cho thấy, vật liệu lỗi bạc có thành phần chính là cao su nitril, chất hóa dẻo dioctyl phthalate và các loại bột độn và phụ gia vô cơ. Tổng hàm lượng chất hữu cơ là 65,231%, than đen: 24,121%; tro vô cơ: 10,666%, trong đó, MoS_2 chiếm 15% tổng tro vô cơ.

Từ khóa: Phân tích thành phần; Bạc đỗ trục chân vệt; Cao su nitril.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bạc đỗ trục chân vệt là một cơ cấu quan trọng, có tác dụng cố định và nâng đỡ trục chân vệt của tàu thủy, giúp chân vệt làm việc ổn định, giảm ma sát, tiết kiệm nhiên liệu động cơ, giảm ăn mòn, tăng tuổi thọ làm việc của chân vệt. Hiện nay, các loại bạc đỗ bôi trơn làm mát bằng nước đã thay thế hoàn toàn bạc bôi trơn bằng dầu. Bạc đỗ phải đảm bảo các yêu cầu cơ bản như: có độ bền cơ lý cao, hệ số ma sát giữa trục và bạc nhỏ, bền mài mòn, giảm chấn tốt, bền môi trường, không bị thay đổi kích thước khi làm việc trong môi trường nước [1-3].

Bạc đỗ trục chân vệt cho tàu hải quân của hãng Johnson Cutless gồm hai bộ phận là áo bạc và lõi bạc [4]. Trong đó, lõi bạc là bộ phận chịu tác dụng của lực ma sát liên tục trong quá trình tàu vận hành. Việc phân tích, làm rõ bản chất vật liệu lõi bạc có ý nghĩa quan trọng nhằm định hướng nghiên cứu, chế tạo bạc đỗ thay thế cho sản phẩm ngoại nhập.

Các kỹ thuật hiện đại như: phổ hồng ngoại (FT-IR), phân tích nhiệt vi sai (DTG), phân tích tán xạ tia X (XRD) và phổ GC-MS là các phương pháp hiệu quả trong phân tích thành phần vật liệu polymer [5-9]. Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng phương pháp chiết soxhlet kết hợp nhiệt phân để phá mẫu, và sử dụng các kỹ thuật hiện đại nhằm làm rõ bản chất và hàm lượng của các thành phần chính trong mẫu vật liệu lõi bạc.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Hóa chất, thiết bị

2.1.1. Hóa chất - Mẫu vật liệu lõi bạc hãng Johnson Cutless

- Cao su nitril Krylac 3345F
- Ethanol (AR), 99%, Sigma Alrich
- Chloroform (AR), 99%, Sigma Aldrich
- Axit nitric đặc (AR), Sigma Aldrich
- Nước cất

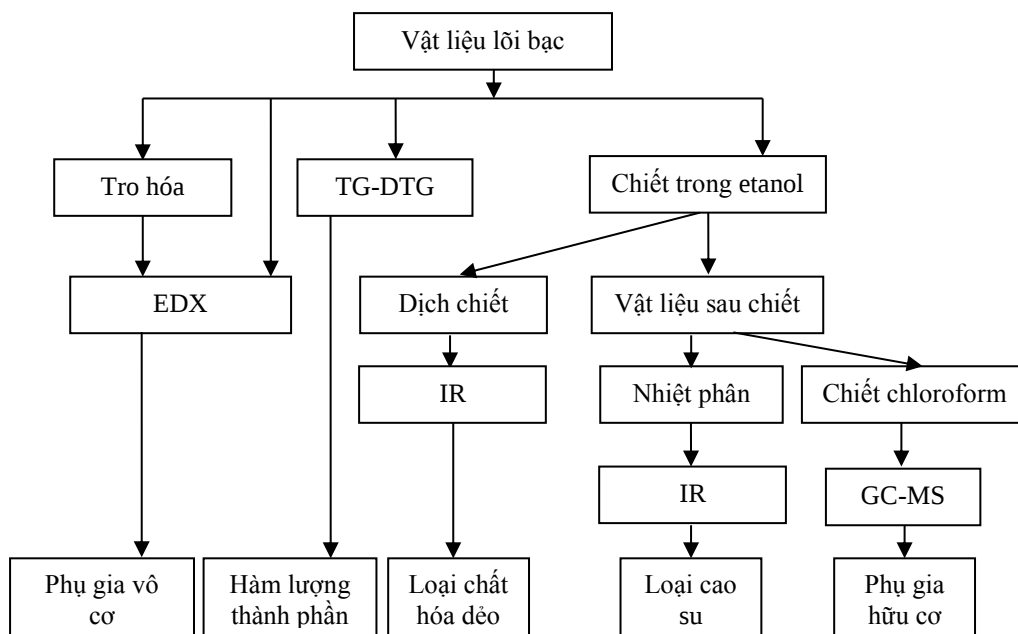
2.1.2. Thiết bị phân tích

- Thiết bị phổ hồng ngoại FTIR model Brucker Tensor II - Mỹ
- Thiết bị phân tích nhiệt vi sai Labsys Evo - Canada
- Thiết bị phân tích GC-MS Model Scion 456 - Mỹ
- Thiết bị SEM-EDX JED 2300, JEOL - Nhật Bản

2.2. Phương pháp phân tích

Phương pháp xử lý mẫu

Mẫu vật liệu lõi bạc được cắt từ bạc đồ trực chân vịt ngoại nhập và được xử lý và phân tích theo quy trình thể hiện trên hình 1.



Hình 1. Quy trình xử lý và phân tích mẫu.

Phương pháp phân tích phổ hồng ngoại: Cân, cắt nhỏ mẫu vật liệu lõi bạc, bọc trong giấy lọc và đưa vào bộ chiết Soxhlet dung tích 100 mL. Tiến hành chiết mẫu trong vòng 16 giờ với tốc độ chiết là 5 lần/giờ. Mẫu vật liệu sau khi chiết được sấy ở 100 °C trong vòng 5 giờ và cân lại khối lượng sau chiết. Nhiệt phân mẫu vật liệu sau khi chiết trong ống nghiệm thu sản phẩm nhiệt phân dạng lỏng. Tiến hành quét sản phẩm nhiệt phân và các dịch chiết thu được trên màng KBr và đo phổ hồng ngoại bằng thiết bị phổ hồng ngoại FTIR model Brucker Tensor II tại Viện Hóa học-Vật liệu/Viện KH-CN quân sự.

Phương pháp phân tích GC-MS: dịch chiết chloroform được tiến hành ghi phổ GC-MS trên thiết bị Scion 456 GC-MS tại khoa Hóa, trường Đại học KHTN, Đại học Quốc gia Hà Nội.

Phương pháp phân tích EDX: Tro hóa mẫu bằng cách nung mẫu ở nhiệt độ 800 °C ở môi trường khí trong vòng 4 giờ. Mẫu vật liệu trước tro hóa và mẫu tro được phân tích trên thiết bị SEM-EDX JED 2300, JEOL tại Viện Hóa học-Vật liệu để xác định chủng loại và thành phần các chất vô cơ có trong vật liệu.

Phương pháp phân tích nhiệt: Mẫu vật liệu lõi bạc được phân tích nhiệt theo chu trình nhiệt được quy định bởi ISO 9924, cụ thể như sau [6]:

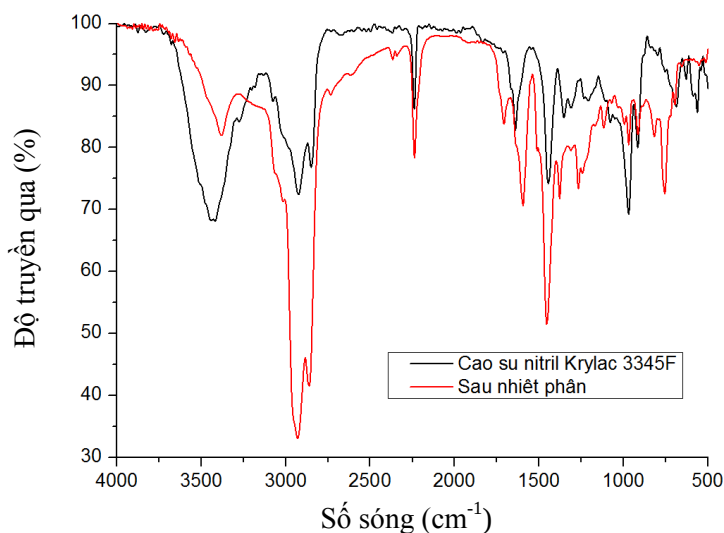
- Đo trong môi trường khí nitơ: mẫu được gia nhiệt lên 600 °C, tốc độ 20 °C/phút để nhiệt phân hoàn toàn polyme trong mẫu đo. Duy trì mẫu ở nhiệt độ 600 °C sao cho khối lượng mẫu không thay đổi. Đưa mẫu về 400 °C và duy trì nhiệt độ này trong 5 phút.

- Đo trong môi trường không khí: chuyển môi trường từ khí N₂ sang không khí, từ từ gia nhiệt mẫu từ 400 °C lên 800 °C với tốc độ 10 °C/phút. Duy trì ở 800 °C cho đến khi khối lượng mẫu không thay đổi.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả xác định polymer nền

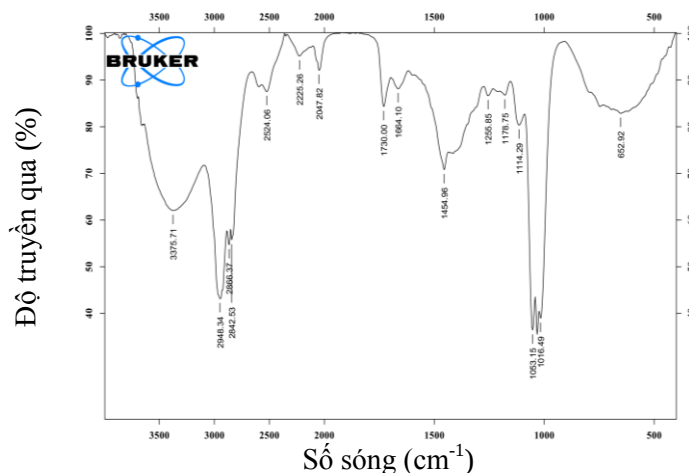
Kết quả đo phổ hồng ngoại của mẫu vật liệu lõi bạc sau nhiệt phân được thể hiện trên hình 2. Phổ hồng ngoại có sự xuất hiện của các pic đặc trưng cho dao động hóa trị của liên kết C-N tại số sóng $2237,43\text{ cm}^{-1}$, các pic đặc trưng của dao động hóa trị và biến dạng liên kết C-H no của mạch hydrocacbon tại 2929 cm^{-1} , 2861 cm^{-1} và 1454 cm^{-1} , 1378 cm^{-1} . Pic tại vị trí 1594 cm^{-1} đặc trưng cho dao động hóa trị của liên kết $\text{CH}_2=\text{CH}-$. Tại vị trí 968 cm^{-1} là dao động đặc trưng cho cấu trúc trans-1,4 butadien. Phổ IR của sản phẩm sau nhiệt phân có sự trùng lặp cao với phổ IR của cao su nitril Krylac 3345F và phổ chuẩn của cao su nitril theo ISO 4650 [6]. Kết quả phổ hồng ngoại cho thấy polymer nền sử dụng để chế tạo lõi bạc đỡ trực chân vệt là cao su nitril.



Hình 2. Phổ IR của mẫu nhiệt phân và của cao su nitril Krylac 3345F.

3.2. Kết quả xác định chất hóa dẻo

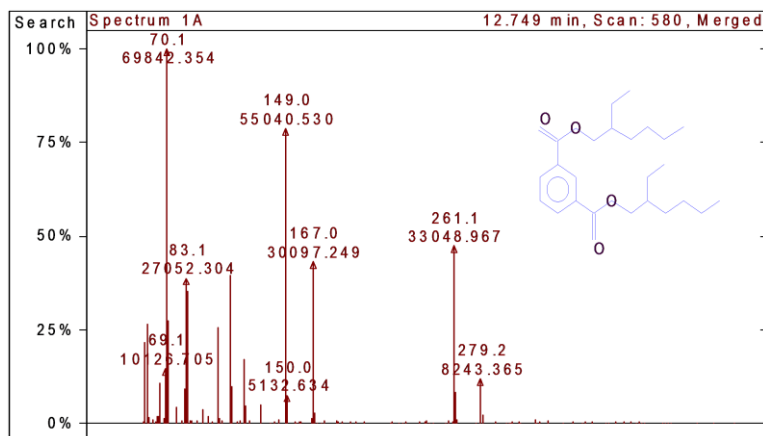
Chất hóa dẻo là thành phần quan trọng, không thể thiếu trong các sản phẩm cao su. Cao su nitril có độ phân cực cao nên các sản phẩm cao su nitril thường sử dụng các chất hóa dẻo có độ phân cực mạnh. Sử dụng dung môi etanol chiết chất hóa dẻo khỏi mẫu vật liệu có thể giảm thiểu hiện tượng nhiễu phổ do các hợp chất hữu cơ khác gây nên. Phổ IR của dịch chiết etanol được thể hiện trên hình 3.



Hình 3. Phổ hồng ngoại mẫu dịch chiết chứa chất hóa dẻo.

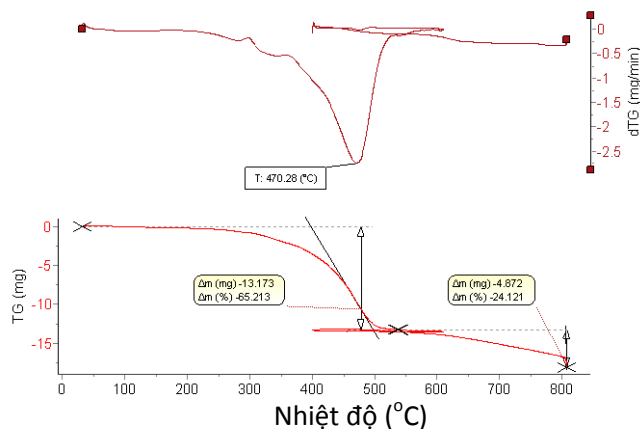
Ngoài các pic đặc trưng cho liên kết hydrocacbon no, phổ IR trên hình còn xuất hiện các pic đặc trưng cho liên kết C=O tại 1730 cm^{-1} , của vòng benzen tại 1664 cm^{-1} và 1454 cm^{-1} . Dù chứa nhiều pic gây nhiễu, nhưng các pic đặc trưng kể trên cho thấy chất hóa dẻo sử dụng thuộc họ ester của axit carboxylic thơm.

Sử dụng thêm kỹ thuật phân tích GC-MS đã làm sáng tỏ bản chất của chất hóa dẻo. Phổ GC-MS của dịch chiết (hình 4) cho thấy chất có thời gian lưu 12,749 phút có phổ MS hoàn toàn trùng khớp với hợp chất dioctyl phthalat (DOP). DOP là chất hóa dẻo được sử dụng rộng rãi cho các sản phẩm cao su thiên nhiên và cao su tổng hợp.



Hình 4. Phổ khối lượng (MS) của chất hóa dẻo.

3.3. Kết quả xác định hàm lượng các thành phần chính

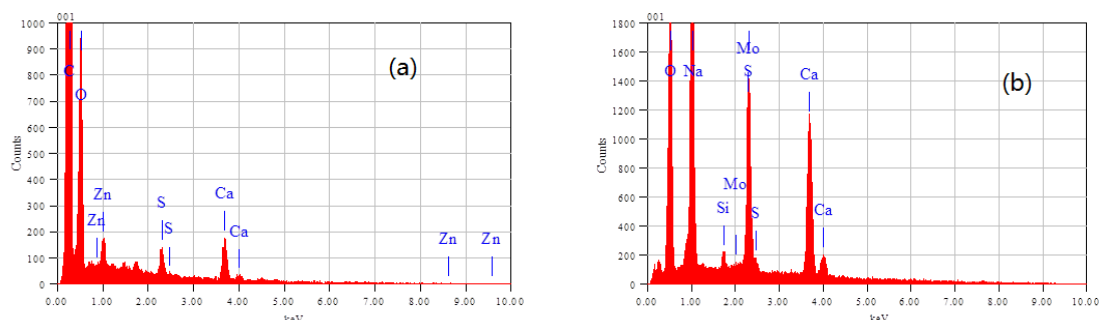


Hình 5. Giải đồ phân tích nhiệt của mẫu vật liệu lõi bạc.

Hàm lượng các thành phần chính trong mẫu lõi bạc được xác định bằng phương pháp phân tích nhiệt vi sai. Giải đồ phân tích nhiệt vi sai cho thấy, thành phần hữu cơ bao gồm cao su, nhựa hóa dẻo và phụ gia chiếm 65,213%, thành phần bột độn vô cơ chiếm 24,121%, còn lại là tro chiếm tỷ lệ 10,666%. Pic hấp thụ nhiệt cực đại ở 470,28 °C tương ứng nhiệt độ phân hủy của thành phần polymer, phù hợp với các công bố đặc trưng của cao su nitril [10].

3.4. Kết quả xác định thành phần phụ gia vô cơ

Sau khi nung vật liệu lõi bạc, mẫu tro thu được chiếm 10,666% khối lượng mẫu ban đầu. Các thành phần phụ gia vô cơ trong mẫu vật liệu và mẫu tro được xác định bằng kỹ thuật tán xạ tia X (EDX). Giải đồ EDX và hàm lượng trung bình các nguyên tố của mẫu vật liệu trước và sau khi tro hóa được thể hiện trên hình 6 và bảng 1.



Hình 6. Giản đồ EDX của vật liệu lõi bạc (a) và mẫu tro hóa (b).

Bảng 1. Thành phần nguyên tố mẫu vật liệu lõi bạc và mẫu tro hóa.

Nguyên tố	Mẫu vật liệu	Mẫu tro hóa
C	88,78	
Na	-	11,38
O	4,35	11,38
S	1,16	20,63
Si	-	1,61
Ca	3,08	34,46
Zn	2,63	-
Mo	-	15,07

Kết quả phân tích cho thấy, mẫu vật liệu sử dụng than đen làm bột độn chính do chứa lượng lớn cacbon trong thành phần. Vật liệu có hệ lưu hóa là lưu huỳnh với xúc tác là kẽm oxit, bột độn vô cơ gồm CaCO_3 , Na_2CO_3 và SiO_2 . Đây đều là các bột độn vô cơ thông thường, được sử dụng phổ biến trong sản phẩm cao su. Đáng chú ý, molipden (Mo) chiếm tới 15% trong mẫu tro. Kết quả phân tích cho thấy sự trùng khớp với các công bố trên thế giới [11-12]. MoS_2 đã được sử dụng làm tăng khả năng tự bôi trơn, làm mát cho lõi bạc. Từ đó, giảm hệ số ma sát, tăng cường độ bền và độ ổn định sử dụng của bạc đỡ trục chân vịt.

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu, khảo sát thành phần vật liệu lõi bạc đỡ trục chân vịt đã xác định được lõi bạc được chế tạo trên cơ sở cao su nitril, chất hóa dẻo là DOP, bột độn là than đen, hệ lưu hóa là lưu huỳnh, xúc tác lưu hóa là ZnO . Hàm lượng các thành phần chính như sau: tổng hàm lượng chất hữu cơ: 65,231%, than đen: 24,121%; tro vô cơ: 10,666%, trong đó, MoS_2 chiếm tới 15% tổng tro vô cơ. Kết quả phân tích kể trên là cơ sở để xây dựng đơn nguyên liệu chế tạo vật liệu lõi bạc đỡ trục chân vịt, góp phần quan trọng vào công tác nội địa hóa sản phẩm ngoại nhập.

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả cảm ơn sự tài trợ về kinh phí của đề tài cấp Viện Khoa học và Công nghệ quân sự cho nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Roy L. Orndorff, "Water-lubricated rubber bearings: history and new developments", Naval Engineers Journal, (1985) (10), pp. 39 - 52..
- [2]. Litwin Wojciech, "Influence of surface roughness topography on properties of water-lubricated polymer bearings: Experimental research". Tribology Transactions, (2011), 54, pp. 351-361.
- [3]. Roy L.Orndorff, Darren G Finck, "New design, cost effective, high performance water-lubricated bearing", Warship, (1996), pp. 367-373.
- [4]. <https://www.duramaxmarine.com/johnson-cutless/water-lubricated-bearings-product-line.htm>
- [5]. International Standard ISO 9924 - Rubber and rubber product: determination of the compositions of vulcanizates and uncured compounds by thermogravimetry.

- [6]. International Standard ISO 4650- Rubber - Identification - Infrared spectrometric methods.
- [7]. Victor M. Livinov, Prajna P. De, “Spectroscopy of rubber and rubber materials”, Rapra Technology LTD, 2002.
- [8]. Nguyễn Đình Dương, Võ Hoàng Phương, Nguyễn Việt Hưng, et al, “Phân tích thành phần vật liệu cao su gioăng làm kín cửa ra vào tàu ngầm Kilo 636M”, Tạp chí Nghiên cứu Khoa học và Công nghệ quân sự, (2019), số 60, pp. 140-146.
- [9]. Phạm Minh Tuấn, Đặng Trần Thiêm, Phạm Như Hoàn, et al, “Phân tích thành phần lớp cao su cách âm của tàu ngầm Kilo 636M”, Tạp chí Nghiên cứu Khoa học và Công nghệ quân sự, (2018), số 55, pp. 183-189.
- [10]. Pappa, A., Mikić, K., Agapiou, et al, “TG-MS analysis of nitrile butadiene rubber blends (NBR/PVC)”. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, (2011), 92(1), pp. 106-110.
- [11]. Kuang Fuming, Zhou Xincong, Huang Jian, et al, “Tribological Properties of Nitrile Rubber/UHMWPE/Nano-MoS₂ Water-Lubricated Bearing Material Under Low Speed and Heavy Duty”, Journal of Tribology, (2018), Vol. 140, 061301, pp. 1-11.
- [12]. Conglin Dong, Chengqing Yuan, Lei Wang, et al, “Tribological Properties of Waterlubricated Rubber Materials after Modification by MoS₂ Nanoparticles”, Nature Scientific Reports, (2016), Vol. 6, pp. 1-12.

ABSTRACT

COMPOSITIONAL ANALYSIS OF MATERIAL USED MANUFACTURING IMPORTED BEARING

The compositions of material of imported bearing was determined. Material sample was treated by Soxhlet extraction and pyrolysis methods, then characterized by some techniques such as: Infrared spectroscopy (IR), thermo gravity analysis (TGA) and gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS). The experimental results showed that the bearing material includes nitrile rubber, DOP plasticizer and inorganic fillers and additives. The organic content is 65,231%, carbon black is 24,121% and organic ash is 10,666% with 15% MoS₂.

Keywords: Compositional analysis; Bearing material; Nitrile rubber.

Nhận bài ngày 10 tháng 3 năm 2021

Hoàn thiện ngày 26 tháng 3 năm 2021

Chấp nhận đăng ngày 10 tháng 10 năm 2021

Địa chỉ: ¹ Viện Hóa học - Vật liệu/Viện KH-CN quân sự;
² Khoa Hóa - lý kỹ thuật /Học viện Kỹ thuật quân sự.
* Email: nvhchem@gmail.com .