

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO PA6/CLAY-NANOCOMPOZIT ĐỂ LÀM VẬT LIỆU BẠC LÓT TRƯỢT HOẠT ĐỘNG TRONG MÔI TRƯỜNG NƯỚC

Nguyễn Hữu Niếu⁽¹⁾, Dương Tử Tiên⁽²⁾, Nguyễn Tiến Cường⁽¹⁾, Nguyễn Hoàng Dương⁽¹⁾

(1) Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM

(2) Trường Đại học Thủy Sản, TP. Nha Trang

(Bài nhận ngày 09 tháng 11 năm 2008, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 08 tháng 12 năm 2010)

TÓM TẮT: Đã chế tạo được vật liệu PA6/Clay-nanocompozit (4% nanomer I.30TC) bằng quá trình nóng chảy-xen kẽ. Đã xác định các tính chất của vật liệu trên ở trạng thái đã qua ủ nhiệt và bão hòa nước như: cơ tính, khả năng chịu va đập, nhiệt độ biến dạng HDT và tribology... Tất cả các tính chất trên đều vượt trội so với Capron của Nga và PA6. Đã ứng dụng nanocompozit này làm vật liệu chế tạo bạc trượt bôi trơn nước. Kết quả đạt tốt.

Từ khóa: PA6/Clay-nanocompozit, vật liệu chế tạo bạc trượt bôi trơn nước.

1. GIỚI THIỆU

Nhu cầu về các loại bạc trượt hoạt động trong môi trường nước là rất lớn, chỉ tính riêng cho 15 vạn tàu thủy hiện nay ở Việt nam thì số bạc lót trục chân vịt (BLTCV) cần hàng năm đã là hàng vạn chiếc, các loại bạc trên đều phải nhập ngoại với giá cao. Để đơn giản kết cấu của hệ trục và giảm giá thành người ta đã sử dụng các loại vật liệu phi kim loại, trong đó chế tạo compozit nền Polyamid (PA) để làm bạc trượt là một trong các phương án được lựa chọn.

Cốt gia cường cùng công nghệ chế tạo quyết định đến các tính chất của vật liệu compozit, qua đó nâng cao khả năng sử dụng PA trong kỹ thuật. Công nghệ định hình và xử lý sản phẩm sau gia công định hình trong các môi trường thích hợp sẽ góp phần lớn làm giảm hệ số ma sát trượt động μ_k của cặp ma sát bạc-trục, tăng tỉ lệ kết tinh, cơ tính...; giảm thiên

tích, ứng suất dư và mức độ ngấm nước [6], [8].

Gần đây, một giải pháp mang lại hiệu quả cao, là tạo PA/Clay-nanocompozit. Chỉ với (2÷5) Clay đã tạo được vật liệu nanocompozit có các tính chất cơ-lý tương đương với compozit sử dụng (20÷30) sợi thủy tinh hay khoáng chất, ngoài ra vật liệu còn có khả năng chống thấm nước, chịu mài mòn và đặc biệt là đã giảm đáng kể hao mòn máy móc gia công [4], [5]. Các tính chất trên đã đáp ứng phần lớn các yêu cầu của vật liệu để làm bạc trượt trong môi trường nước.

Chúng tôi đã nghiên cứu và tạo được nanocompozit trong máy trộn tự chế tạo MLKNHU01 có năng suất 500g/m². Từ vật liệu này chế tạo sản phẩm ứng dụng là bạc trượt hoạt động trong môi trường nước. Ngoài ra chúng tôi còn tối ưu hóa các bước trong qui trình tạo vật liệu, gia công định hình và xử lý

sản phẩm sau gia công trong điều kiện hiện tại ở Việt Nam.

Sau đây xin trình bày về qui trình chế tạo, so sánh các tính chất và kết quả ứng dụng của PA6/Clay-nanocompozit với PA6 thuần khiết, Capron của Nga (loại vật liệu đang được sử dụng phổ biến làm ổ đỡ trượt hiện nay) ở trạng thái bão hòa nước để thấy rõ khả năng ứng

dụng làm bạc trượt trong môi trường nước của vật liệu vừa tạo ra.

2. THỰC NGHIỆM

2.1 Thiết bị

Máy, thiết bị nghiên cứu cùng điều kiện và tiêu chuẩn thử nghiệm được trình bày ở bảng 1

Bảng 1. Máy, thiết bị nghiên cứu, và tiêu chuẩn thử nghiệm

TT	Tên máy, thiết bị	Ký, mã hiệu	Nơi sản xuất	Tiêu chuẩn & chế độ thử
1	Tủ sấy	ZK	Đức	T= 80 ⁰ C, t= 16 h
2	Máy trộn kín	MLKNHU01	Việt Nam	T=239 ⁰ C, t=8 ph
3	Máy ép phun	YPI-120PC	Đài Loan	(T _v =222, T _g =239, T _c =260 ⁰ C)
4	Máy nghiền 3 búa		Việt Nam	
5	Máy thử ma sát	VF1	Pháp	P= 2,5N; v=0,75m/s
6	Máy đo mòn khô	TABER 5130	Mỹ	ASTM-D3389
7	Máy thử kéo, uốn	LLOYD-LR30K	Anh	ASTM-368M;...D695
8	Máy thử va đập	IMPACT-ITR-2000	ÚC	ISO-180/4A-1982(E)
9	Máy thử nhiệt độ HDT	HDT-JUNIOR	Ý	ISO-75-1974

2.2 Vật liệu

Nguyên liệu sử dụng để tạo nanocompozit bao gồm PA6 và nanoclay có các thông số sau:

Bảng 2. Các thông số chính của vật liệu.

Nanomer I.30TC của hãng Nanocor.		PA6 Grade A của Thaipolymer	
Thành phần	Giá trị	Thông số	Giá trị
Montmorillonite clay	(70÷80)%	Độ bão hòa nước	(10÷10,5) %
Octadecylamine	(15÷30)%	Nhiệt độ biến dạng HDT	54,9 ⁰ C
Tính chất vật lý		Nhiệt độ nóng chảy	225 ⁰ C
Màu	trắng	Trọng lượng riêng	1,13 g/cm ³

Tỷ số hình dạng	200÷400	Độ bền kéo	54,4 MPa
Trọng lượng riêng	2,6 g/cm ³	Modul kéo	891 MPa
Độ ẩm	12%	Độ giãn dài	8 %
Độ PH	9,5÷10,5	Độ bền uốn	80,2 MPa
Đương lượng trao đổi ion	145 ml t/đương/ 100 gam glycol	Modul uốn	1329 MPa
		Năng lượng gãy	220 (mj/mm)

- PA6 Grade A của Thaipolymer Co.LTD dạng hạt, sẵn có trên thị trường.

- Nanoclay loại I.30TC của hãng Nanocer (Mỹ) là đất sét trắng, nguồn gốc Silicat thiên nhiên, loại montmorillonite ($Al_2Mg_2Si_8O_{20}2H_2O$) kết tinh, gồm hai lớp tứ diện silica và một lớp bát diện alumina ở giữa. Kích thước (LxBxH) khoảng (1000x300x2) nanomet³, đã được biến tính bề mặt bằng Octadecylamin để tương hợp tốt với PA6 nóng chảy.

- Capron là tên thương phẩm của một loại PA dạng hợp chất (compound) của Nga là do hãng Sudoplast ở Saint Peterburg chế tạo.

2.3 Phương pháp và quy trình nghiên cứu thực nghiệm

* Qua tổng kết lý thuyết cũng như kế thừa kết quả từ Trung tâm Nghiên cứu vật liệu polyme và các kết quả qua thực nghiệm về xử lý sản phẩm sau đúc tiêm, tìm tỉ lệ tối ưu trong máy trộn kín tự tạo đã công bố từ trước [2], [3], chúng tôi thiết lập quy trình nghiên cứu thực nghiệm tạo mẫu thử và sản phẩm từ nanocompozit, PA6 và Capron. Sau đó thử và so sánh các tính chất trình bày ở hình 1.

Hình 1: Sơ đồ công nghệ chế tạo vật liệu, đúc mẫu thử, sản phẩm và thử các tính chất của

PA6/Clay nanocompozit (a), PA6 thuần khiết (b), Capron của Nga (c -----).

PA6-nanocompozit với 4% clay theo phương pháp trộn “Nóng chảy xen giữa” trong máy luyện kín MLKNHU01, sau đó xay nghiền-sấy để tạo hạt. Nguyên liệu dạng hạt được gia công định hình để tạo thành các mẫu thử hay sản phẩm theo phương pháp đúc tiêm, phương chịu lực kéo, ma sát, mài mòn cũng chính là phương tạo định hướng (phương của đoạn mạch PA) của công phun ở khuôn đúc. Mẫu thử hay sản phẩm ứng dụng sau gia công được xử lý nhiệt bằng cách ủ trong môi trường dầu DO ở 180⁰C trong thời gian 2h, tốc độ nâng hạ nhiệt là 10⁰/phút để khử ứng suất dư, giảm sự thiên tích, giảm hút nước và tăng tỷ lệ kết tinh...

* Khả năng ứng dụng của PA6/Clay-nanocompozit làm vật liệu chế tạo bạc trượt hoạt động trong môi trường nước được đánh giá qua:

- So sánh các tính chất cơ-lý-tribology cần thiết của vật liệu làm bạc trượt của vật liệu nanocompozit với vật liệu PA6 thuần khiết và

Capron của Nga ở trong cùng điều kiện thực nghiệm.

- Vật liệu tìm kiếm là nhằm chế tạo bạc trượt hoạt động trong môi trường nước. Vì là vật liệu bị ảnh hưởng nhiều bởi mức độ ngâm nước nên tôi đã kiểm định tính chất của nó cùng các vật liệu đối chứng ở trạng thái bão hòa nước. Nhưng do không thể xác định từng tính chất cơ-lý-tribology của vật liệu trong môi trường nước. Giải pháp thích hợp nhất trong hoàn cảnh hiện tại là cho sản phẩm chế tạo bằng vật liệu đó hoạt động trong điều kiện thực tế để kiểm nghiệm.

Thông qua so sánh các tính chất cơ-lý-tribology của vật liệu đo ở trạng thái đã bão hòa nước, và kết quả ứng dụng để rút ra nhận xét và kết luận.

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1 Kết quả

- Mức độ bão hòa nước của vật liệu là hiệu số của mẫu bão hòa trong nước (sau ba tháng ngâm, khối lượng mẫu đo không tăng nữa) và

mẫu lúc khô. Độ tăng kích thước (%) của vật liệu theo phương vòng góc với phương định hướng (phương tăng kích thước lớn nhất) chính là hiệu số kích thước giữa mẫu bão hòa nước so với mẫu khô.

- Các tính chất cơ-lý của vật liệu ở trạng thái bão hòa nước như: kéo-uốn đo theo tiêu chuẩn ASTM D638-58T và D790-58T, thử độ dai va đập theo tiêu chuẩn ISO 180/4A-1982(E), độ bền nhiệt HDT theo tiêu chuẩn ISO 75-1974.

- Đo mòn theo tiêu chuẩn ASTM D3389, chỉ số mòn khô Taber được tính trên cơ sở khối lượng vật liệu mất đi do mài mòn trên số chu kỳ thử nghiệm. Hệ số ma sát khô được đo tại tải là 2,5N, vận tốc trượt là 0,75m/s là gần với chế độ làm việc của BLTCVTT.

- Giá trị của mỗi thông số đo, được tính bởi giá trị trung bình cộng của ba lần đo. Sau khi loại bỏ sai số thô, bằng cách kiểm định tính đồng nhất phương sai theo tiêu chuẩn Cochran, các giá trị trung bình này, được ghi trong bảng 3.

Bảng 3. Tính chất cơ-lý-tribology của PA6/Clay-nanocompozit, PA6 và Capron

Mẫu	σ_k (MPa)	σ_u (MPa)	Nlg gãy (mj/mm)	HDT (°C)	Chỉ số mòn khô Taber	H/s ma sát khô μ_k	Độ tăng kích thước (%)	Mức độ bão hòa nước (%)
PA6	28,6	65,1	1735	75	0,121	0,145	1,82	10,52
Capron	40,1	68,9	2098	85,3	0,128	0,165	1,21	8,34
Nanocompozit	41,3	71,7	2056	125,5	0,126	0,160	0,52	5,03

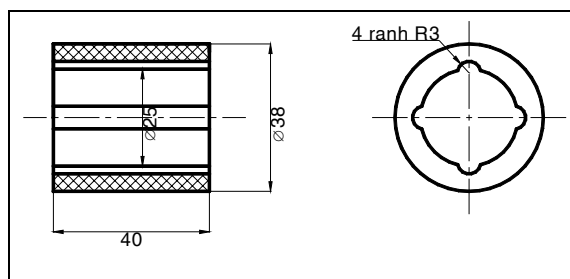
3.2 Bàn luận

Từ kết các quả so sánh trên bảng 3 ta thấy:

- So với PA6 thì các tính chất cơ-nhiệt của PA6/Clay-nanocompozit cùng ở trạng thái bão hòa nước như: độ bền kéo tăng 30%, uốn tăng 9%, khả năng chịu va đập tăng 15%, nhiệt độ biến dạng nhiệt HDT tăng 40%; Mức độ ngấm nước đến bão hòa giảm 52%, và do đó nanocompozit hầu như ít thay đổi kích thước; Các tính chất tribology như hệ số ma sát và chỉ số mòn khô không tăng nhiều.

- So với Capron của Nga các tính chất cơ-lý-tribology như ở trên của PA6/Clay-nanocompozit đều tốt hơn.

Tính chất cơ-lý tăng lên, mức độ hút nước thấp ngoài cấu trúc “xen giữa” và “phân tách”



Hình 1.

Chúng tôi cũng đã sử dụng nanocompozit này chế tạo cặp bạc trượt cho bơm đảo nước ao nuôi tôm công nghiệp thuộc đề tài NCKH cấp nhà nước mã số KC.07.27 do PGS. TS. Phạm Hùng Thắng làm Chủ nhiệm. Bộ bạc có

của nanocompozit còn do mức độ kết tinh và tác dụng cản nước của lớp dầu trên bề mặt của mẫu sau khi được ủ nhiệt.

- Kết quả ứng dụng sản phẩm vào thực tế

Chúng tôi đã chế tạo, lắp ráp và đưa vào sử dụng cặp BLTCV bằng vật liệu nanocompozit (PA6+4% I.30TC), cho tàu đánh cá KH 5319TS của ông Võ Văn Mãi, nhà 31C, xóm Cồn Giữa, phường Xương Huân, Nha Trang. Kết cấu BLTCVTT cùng ảnh tàu và chủ tàu ở hình 2. Bạc lót được bôi trơn bằng nước chảy từ ngoài tàu vào, với lưu lượng đủ giữ cho nhiệt độ nước ra khỏi ổ trong khoảng 50°C. Qua thời gian hơn một năm trạng thái làm việc của bạc và ổ đỡ bình thường. Chủ tàu đã có nhận xét tốt.

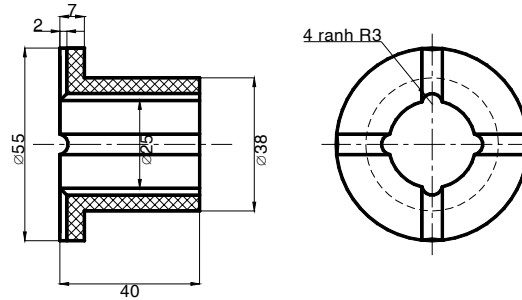


Hình 2.

kết cấu như hình 3. Tuy thời gian chưa dài (hai tháng) nhưng tình trạng làm việc của bạc và ổ đỡ bình thường. Chủ nhiệm đề tài đã yêu cầu đặt hàng với số lượng lớn trong thời gian tới nếu bộ bạc hoạt động tốt được một năm.



Hình 3.



Hình 4.

4. KẾT LUẬN

Qua so sánh các tính chất cơ-lý-tribology của PA6/Clay-nanocompozit với Capron của Nga và PA6 thuần khiết, đặc biệt là qua những

ứng dụng thực tế bước đầu đạt kết quả tốt. Có thể thấy rằng PA6/Clay-nanocompozit với 4% Clay cùng công nghệ do chúng tôi thiết lập đã đáp ứng để làm vật liệu chế tạo bạc trượt hoạt động trong môi trường nước.

RESEARCH INTO FABRICATION PA6/CLAY-NANOCOMPOSITES IN ORDER TO MAKE WATER LUBRICATED STERN TUBE BEARINGS

Nguyen Huu Nieu⁽¹⁾, Duong Tu Tien⁽²⁾, Nguyen Tien Cuong⁽¹⁾, Nguyen Hoang Duong⁽¹⁾

(1) University of Technology, VNU-HCM

(2) Fisheries University of Nha Trang city

ABSTRACT: In this research, the preparations of PA6/Clay (4% namomer I.30TC) nanocomposites by melt-intercalation process were carried out. The mechanical properties, impact energy, heat deflection temperatures (HDT) and tribology properties of these nanocomposites in the case of being annealed and water saturation were determined and compared to PA6 and Capron. All of the properties of these nanocomposites were better than those of Russia's Capron and PA6. These nanocomposites were used to make water lubricated stern tube bearings. The study shows promising results.

Keywords: PA6/Clay, water lubricated stern tube bearings, HDT.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Hữu Niều, *Nghiên cứu và triển khai ứng dụng vật liệu polyme-nanocompozit*,
- [2]. Báo cáo kết quả NCKH đề tài cấp TP HCM, (2002).
- [3]. Nguyễn Hữu Niều, Dương Tử Tiên, *Ảnh hưởng của tỷ lệ sét khoáng nanoclay (nanomer I.30TC) và ủ nhiệt sau gia công đúc tiêm, đến tính chất cơ-nhiệt của sản phẩm nanocomposite nền PA6*, KHCN Đại học Thủy sản, (5/2005).
- [4]. Nguyễn Hữu Niều, Dương Tử Tiên, *Sự biến đổi tính chất cơ-lý của PA6 qua xử lý nhiệt sau gia công đúc tiêm*, Tạp chí Thủy sản, Bộ Thủy sản, (11/2003).
- [5]. Alexandre M. and Dubois P., *Polymer-layered silicate nanocomposite: preparation properties and uses of a new class of materials*, WWW.elsevier.nl/locate/contentsdirect, pp. 1-63, (3/2000).
- [6]. Lilli Manolis Sherman, *Nanocomposite a little goes along way*, WWW.plasticstechnology.com, pp. 52-57, (6/1999).
- [7]. Yamaguchi Y., *Tribology of Plastic Materials*, Tribology series 16 elsevier, (1990).
- [8]. John Shaw, P.Eng, "Developments in Water Lubricated Bearing Technology" *International Cooperation on Marine Engineering Systems, International Conference on Marine Engineering Systems at the Helsinki University of Technology*, pp. 1-6, (4/2003).
- [9]. Н.Я.Кстедьман, Мермическ обработка полимерных материалов в машиностроении, Издательство Машиностроение, Москва, (1968).