

TÍNH CHẤT MÀI MÒN CỦA COMPOZIT TRÊN CƠ SỞ NHỰA POLYESTE KHÔNG NO GIA CƯỜNG BẰNG SỢI ARAMIT NGẮN

Nguyễn Minh Thu, Trần Vĩnh Diệu, Nguyễn Đức Lộc

Trung tâm Nghiên cứu vật liệu polyme, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

Đến Tòa soạn 18-3-2011

Abstract

The abrasive weight/volume loss of the unsaturated polyester reinforced by chopped aramid fibers has been investigated. Two methods with and without pressure have used to prepare the samples. The effect of length, length to radius, weight fraction of fiber on abrasive characteristics and various mechanical properties such as tensile strength, modulus, tensile elongation, hardness, impact strength has been discussed. The optimum value of abrasive properties gained at the fiber length of 5.48 μm and fiber content of 6% with the weight abrasive loss reduces 4.09 times compared to unsaturated polyester resin. Wear characteristics of the specimens depends on the conditions. The abrasive weight loss increases with increase of the load and sliding speed.

1. MỞ ĐẦU

Vật liệu polyme compozit (PC) được nghiên cứu và ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực. Gần đây loại vật liệu này được phát triển và ứng dụng để chế tạo các chi tiết chịu mài mòn như đĩa phanh, chi tiết cam [1].... Nhựa polyeste không no (PEKN) được sử dụng rộng rãi trong chế tạo vật liệu PC nhờ khả năng dễ gia công tạo hình sản phẩm, giá thành hợp lý và tính chất cơ học tốt. Sợi kevla (aramit) có nhiều ưu điểm vượt trội so với các loại sợi tổng hợp khác [2, 3], như: độ bền cao, độ chịu va đập tốt, đặc biệt nổi trội là độ bền dai và tính chất chống mài mòn tốt. Sợi kevla cũng bền ở nhiệt độ cao, cách điện và cách nhiệt, và tỷ trọng thấp. Vì những lý do đó mà vật liệu gia cường bằng sợi kevla cho các tính chất khác biệt so với các loại sợi gia cường thông thường khác như sợi thủy tinh. Bài báo này trình bày kết quả khảo sát ảnh hưởng của sợi ngắn aramit lên tính chất mài mòn của vật liệu PC trên cơ sở nhựa polyeste không no.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Nguyên liệu và hóa chất

- Nhựa PEKN loại R2660, enternal (Đài Loan),
- Metyletylketon peroxyt, octoat coban (Trung Quốc),
- Sợi ngắn aramit (Hoa Kỳ).

2.2. Các phương pháp chế tạo vật liệu

Đã sử dụng hai phương pháp có và không có áp lực ép để chế tạo vật liệu. Nhựa PEKN được trộn

hợp với chất đóng rắn, sợi ngắn kevla theo các tỷ lệ khác nhau sau đó hỗn hợp được đổ vào khuôn hở (không có áp lực) hoặc khuôn kín và có đặt áp lực. Hỗn hợp được đóng rắn trong 24 giờ tại nhiệt độ phòng và 3 giờ tại nhiệt độ 120°C. Mẫu nhận được đem xác định các tính chất cơ lý.

2.3. Các phương pháp nghiên cứu

Chiều dài và đường kính sợi được xác định trên kính hiển vi quang học.

Độ bền kéo được xác định theo tiêu chuẩn ISO 527-1993 trên máy Instron 100 kN (Hoa Kỳ) với tốc độ kéo 5 mm/phút.

Độ mài mòn được xác định theo tiêu chuẩn ASTM D4060 trên máy Taber Abraser, model CY-6347 (Đài Loan) với đá mài CS 10, tốc độ mài mòn 100 vòng/phút, tải trọng 1kg, số vòng mài 1000 vòng.

Độ bền va đập được xác định theo tiêu chuẩn ASTM D 256-02 trên máy Tinius Olsen, model 892.

Độ cứng Barcol được xác định trên máy đo độ cứng Barcol, Model GY2J-934-1 (Mỹ) theo tiêu chuẩn ASTM D2583.

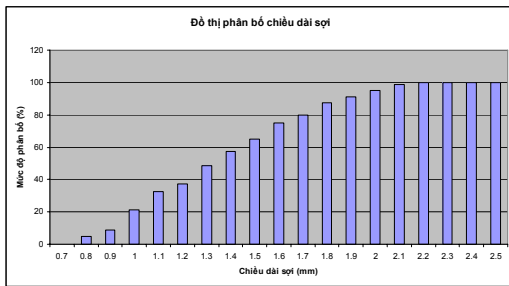
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Khảo sát chiều dài và đường kính sợi kevla sử dụng

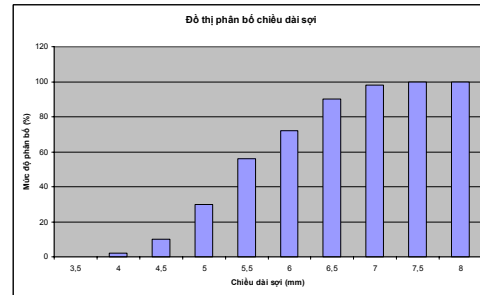
Sợi Kevlar ngắn đã được sử dụng để chế tạo nhiều loại vật liệu khác nhau như vật liệu chịu ma sát, làm chất gia cường cho các loại nhựa và các sản phẩm cao su [4]. Trong công trình này đã tiến hành khảo sát 2 loại sợi kevla ngắn có đường kính trung

bình 0,152 μm , sợi ngắn loại N có chiều dài trung bình 1,36 mm, sợi ngắn loại D có chiều dài trung bình 5,48 mm. Sự phân bố chiều dài sợi được trình

bày trên đồ thị hình 1 và 2. Hình ảnh sợi aramit được thể hiện trên hình 3 và 4.



Hình 1: Đồ thị phân bố chiều dài sợi loại N



Hình 2: Đồ thị phân bố chiều dài sợi loại D



Hình 3: Sợi ngắn loại N



Hình 4: Sợi ngắn loại D

Từ trên hình 1 và 2 nhận thấy, sợi ngắn loại N có chiều dài dao động trong khoảng 0,76 mm đến 2,5 mm, trong đó sợi có chiều dài ngắn hơn 1,7 mm chiếm 80% tổng lượng sợi. Sợi ngắn loại D có chiều dài nằm trong khoảng 4 mm đến 8 mm, hàm lượng sợi có chiều dài nhỏ hơn 6,5 mm đạt 90%.

3.2. Ảnh hưởng của hàm lượng sợi

Đã tiến hành khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng sợi đối với cả hai loại sợi, sợi loại N và sợi loại D lên tính chất mài mòn của vật liệu composit PEKN

gia cường sợi ngắn aramit bằng phương pháp không sử dụng áp lực ép. Kết quả được trình bày trên bảng 1. Từ bảng 1 nhận thấy khi sử dụng sợi ngắn aramit có tác dụng gia tăng độ bền mài mòn cho vật liệu PC với giá trị độ tổn hao khối lượng mài mòn giảm một cách rõ rệt trên tất cả các mẫu PC có sử dụng sợi aramit gia cường. Với sợi ngắn loại N, hàm lượng sợi càng tăng thì độ tổn hao khối lượng mài mòn càng tăng, độ cứng barcol giảm. Mẫu PC với hàm lượng sợi 4% có giá trị tổn hao thể tích mài mòn đạt 0,0055 cm^3 giảm 3,5 lần so với mẫu trống.

Bảng 1: Ảnh hưởng của hàm lượng sợi lên tính chất mài mòn và độ cứng vật liệu PC

Loại sợi	Hàm lượng sợi, %	Độ cứng Barcol	Tổn hao khối lượng mài mòn, g	Tổn hao thể tích mài mòn, cm^3
Mẫu trống	0	-	0,0225	0,0193
Sợi loại N	4	65 - 68	0,0064	0,0055
	6	64 - 70	0,0078	0,0068
	8	60 - 65	0,0101	0,0088
Sợi loại D	4	65 - 68	0,0068	0,006
	6	67 - 69	0,0055	0,0049
	8	69 - 71	0,0071	0,0068

Khác với sợi ngắn loại N, mẫu sử dụng sợi ngắn loại D có độ cứng tăng theo hàm lượng, độ tổn hao

thể tích mài mòn đạt giá trị thấp nhất 0,0049 cm^3 tại hàm lượng sợi 6% với giá trị, giảm 4,9 lần

so với mẫu trống.

3.3. Ảnh hưởng của chiều dài và loại sợi lên tính chất mài mòn và cơ học vật liệu PC

Các loại sợi armit loại N, loại D và sợi thủy tinh có chiều dài tương tự như sợi loại D được sử dụng chế tạo mẫu tại cùng hàm lượng là 6%. Tính chất mài mòn và cơ học được trình bày trên bảng 2.

Kết quả trình bày trên bảng 2 cho thấy độ bền va đập và độ bền mài mòn của mẫu vật liệu PC có sử dụng sợi gia cường tăng lên nhiều so với mẫu trống.

Cụ thể độ bền va đập tăng từ giá trị 2,96 kJ/m² của mẫu trống lên 12,06 kJ/m² với mẫu sử dụng sợi armit loại N (tăng 4 lần) và tăng 11 lần đối với mẫu PC sử dụng sợi ngắn loại D. Tuy nhiên tính chất kéo của mẫu PC sử dụng sợi ngắn aramit gia cường lại giảm đi khá nhiều từ 54 MPa xuống 16,8 MPa (giảm 69%). So sánh việc sử dụng sợi thủy tinh và sợi armit cũng cho thấy sợi aramit có khả năng tăng cường tính chất chịu mài mòn tốt hơn so với sợi thủy tinh, với giá trị tổn hao thể tích mài mòn của mẫu PC sử dụng sợi ngắn aramit giảm 2 lần so với mẫu sử dụng sợi thủy tinh.

Bảng 2: Ảnh hưởng của chiều dài sợi và loại sợi lên tính chất vật liệu PC

Loại sợi	Độ bền kéo, MPa	Modun kéo, GPa	Độ giãn dài, %	Độ bền va đập, kJ/m ²	Tổn hao thể tích mài mòn, cm ³
Mẫu trống	54	1,26	-	2,96	0,0193
Loại N	16,81	2,48	1,25	12,06	0,0068
Loại D	23,74	2,54	2,45	32,89	0,0049
Sợi thủy tinh	-	-	-	--	0,0087

3.4. Ảnh hưởng của phương pháp chế tạo mẫu

Đã tiến hành chế tạo mẫu bằng phương pháp sử dụng áp lực ép đối với mẫu sử dụng sợi ngắn aramit loại D để so sánh với phương pháp không sử dụng áp lực đã nêu ở trên. Phương pháp này có ưu điểm hơn so với phương pháp không sử dụng áp lực đó là có thể dễ dàng tăng hàm lượng sợi gia cường. Ở đây đã chế tạo mẫu với hàm lượng 8%, 14% và 20%. Tính chất của chúng được trình bày trong bảng 3. Từ bảng 3 nhận thấy, mẫu sử dụng áp lực ép có độ bền kéo, độ bền va đập tăng dần theo hàm lượng sợi. Tại hàm lượng sợi 20%, độ bền kéo đạt giá trị 54 MPa, bằng giá trị độ bền kéo của mẫu trống, độ bền va đập

đạt giá trị 86 kJ/m² tăng 29 lần so với mẫu trống. So sánh mẫu cùng hàm lượng sợi 8% nhưng sử dụng hai phương pháp ép khác nhau cho thấy các tính chất kéo, va đập của mẫu ép không cải thiện được thậm chí còn thấp hơn chút đỉnh mẫu không dùng áp lực ép. Độ tổn hao khối lượng mài mòn của các mẫu sử dụng áp lực ép không khác nhau nhiều và cao hơn rất nhiều so với mẫu không sử dụng lực ép. Tại hàm lượng sợi 8% mẫu composit sử dụng lực ép có khối lượng mài mòn giảm 1,65 lần so với mẫu trống nhưng tăng 1,91 lần so với mẫu cùng hàm lượng sợi nhưng không sử dụng lực ép. Như vậy, khi không ép, độ rỗng trong vật liệu cao hơn có tác dụng tích cực đến tính chống mài mòn của vật liệu.

Bảng 3: Ảnh hưởng của phương pháp chế tạo mẫu lên tính chất vật liệu PC

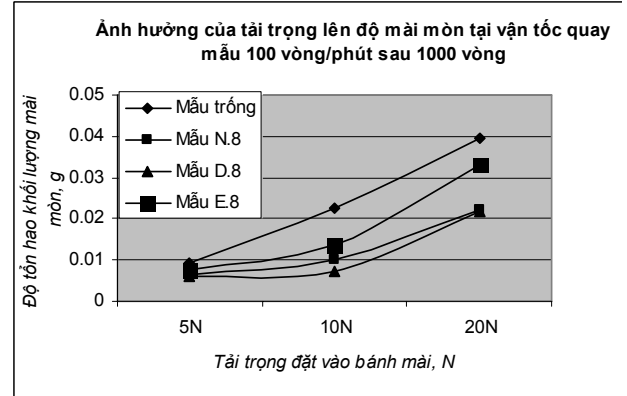
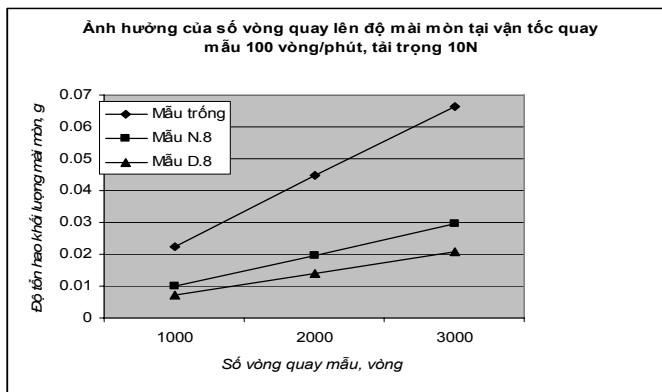
Tính chất	Phương pháp chế tạo				
	Không áp lực		Có áp lực (50 kg/cm ²)		
Hàm lượng sợi, %	0	8	8	14	20
Độ bền kéo, MPa	54	34,09	30,2	44,24	54
Modun kéo, GPa	1,26	2,74	2,73	2,89	3,36
Độ giãn dài khi đứt, %	-	2,29	3,3	3,28	5,09
Độ bền va đập, kJ/m ²	2,96	59	66	80	86
Tổn hao khối lượng mài mòn, g	0,0225	0,0071	0,0136	0,0138	0,0173
Tổn hao thể tích mài mòn, cm ³	0,0193	0,0086	0,0119	0,0121	0,0146

3.5. Ảnh hưởng của điều kiện mài mòn

Đã tiến hành khảo sát ảnh hưởng của điều kiện mài mòn như tải trọng đặt vào bánh mài, vận tốc

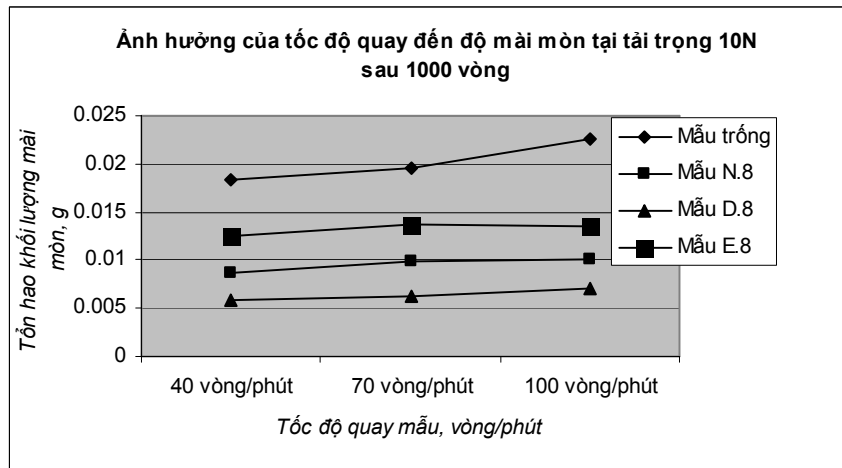
bánh mài, số chu kỳ vòng quay lên độ tổn hao khối lượng mài mòn đối với mẫu sợi loại N, D (sử dụng phương pháp không áp lực ép) và mẫu E (có sử dụng áp lực ép) với hàm lượng sợi 8%. Kết quả được trình

bày trên hình 5, 6 và 7.



Hình 5: Ảnh hưởng của số vòng quay mẫu lên độ tổn hao khối lượng mài mòn vật liệu PC

Hình 6: Ảnh hưởng của tải trọng lên độ tổn hao khối lượng mài mòn vật liệu PC



Hình 7: Ảnh hưởng của tốc độ quay đến độ tổn hao khối lượng mài mòn vật liệu PC

Kết quả trên các hình 5, 6 và 7 cho thấy tổn hao khối lượng mài mòn tăng tuyến tính theo số vòng quay, tuy nhiên độ dốc của đồ thị đối với mẫu trống lớn hơn so với mẫu PC sử dụng sợi aramit cho thấy mức độ tổn hao khối lượng của mẫu trống theo số vòng quay tăng nhanh hơn so với mẫu sử dụng sợi aramit. Đối với tốc độ quay của mẫu, nhận thấy không có sự khác biệt nhiều khi thay đổi từ tốc độ 40 vòng/phút sang tốc độ 70 vòng/phút ở tất cả các mẫu. Nhưng khi tăng tốc độ quay lên 100 vòng/phút, chỉ có tổn hao khối lượng mẫu trống tăng nhiều hơn. Tại tải trọng bánh mài thấp (5 N), độ tổn hao khối lượng của tất cả các mẫu rất gần nhau nhưng khi tăng tải trọng lên mẫu trống và mẫu sử dụng áp lực ép có tổn hao khối lượng mài mòn tăng mạnh so với hai mẫu không sử dụng áp lực ép.

4. KẾT LUẬN

1. Đã khảo sát ảnh hưởng của 2 loại sợi ngắn aramit có đường kính 0,152 μm với chiều dài tương ứng 1,36 mm và 5,48 mm.

2. Hàm lượng sợi cho độ bền mài mòn cao nhất đối với sợi dài 1,36 mm là 4% và sợi dài 5,48 mm là 6% với tổn hao thể tích mài mòn giảm tương ứng là 3,51 lần và 3,94 lần so với mẫu trống. Sợi chiều dài 5,48 mm thích hợp chế tạo vật liệu PC tại hàm lượng sợi 6% với tính chất cơ học như tính chất kéo, va đập và độ bền mài mòn cao hơn so với khi sử dụng sợi chiều dài 1,36 mm. Đặc biệt khi so sánh với sợi thủy tinh cùng chiều dài, sợi aramit có tác dụng tăng độ bền mài mòn, với thể tích mài mòn giảm gần 2 lần so với sợi thủy tinh.

3. Sử dụng phương pháp ép có áp lực có tác dụng tăng hàm lượng sợi đưa vào và làm tăng độ bền va đập lên đáng kể. Tại hàm lượng sợi 20% độ bền va đập tăng lên 29 lần so với không sử dụng sợi gia cường. Tuy nhiên, tính chất mài mòn của mẫu sử dụng phương pháp ép áp lực không cải thiện nhiều bằng mẫu không sử dụng lực ép với độ tổn hao thể tích mài mòn tăng 2 lần so với phương pháp không sử dụng áp lực ép tại hàm lượng sợi 8%.

4. Các điều kiện mài mòn như số chu kỳ mài mòn, tải trọng và vận tốc quay ảnh hưởng đến ứng

xử mài mòn của mẫu. Mức độ tổn hao khối lượng mài mòn của mẫu tăng khi tăng tải trọng, số chu kỳ và vận tốc quay mẫu nhưng các mẫu PC gia cường bằng sợi aramid ngắn có mức độ thay đổi ít hơn so với mẫu trống.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Jamal Jalal Dawood. A Comparison between the

- Wear Rate Behavior of Polyester Reinforced by Glass and Kevlar Fibers, Eng. &Tech. Journal, Vol. 27(11) (2009).
2. http://www2.dupont.com/Kevlar/en_US/index.html
3. <http://www.corecomposites.com/media/aboutKevlar.pdf>
4. Martin M. Wallace and Charles W. Bert. Experimental determination of Young's modull and damping of an aramid-fabric/polyester composite material. Proc. Okla. Acad. Sci., 59, 98 - 101 (1979).

Liên hệ: **Trần Vĩnh Diệu**

Trung tâm NCVL POLYME
Trường Đại học Bách khoa Hà Nội
Số 1 Đại Cồ Việt, Hà Nội
Email: tranvinhdieu-pc@gmail.com