

ẢNH HƯỞNG CỦA BỘT POLYTETRAFLOETYLEN ĐẾN ĐỘ CHỐNG MÀI MÒN CỦA POLYME NHIỆT RẮN TRÊN CƠ SỞ POLYESTE KHÔNG NO

Đến Tòa soạn 15-8-2010

NGUYỄN MINH THU, TRẦN VĂN DIỆU

Trung tâm Nghiên cứu Vật liệu Polyme, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

ABSTRACT

Polytetrafluoroethylene (PTFE) is a tough, flexible and non-resilient resistance to abrasive and wear. Therefore PTFE widely used as antifriction material for making bearings without smearing in machinery. Utilizing these advanced properties, the aim of this work is using PTFE powder to improve abrasive and wear resistance of unsaturated polyester based thermosetting polymer. In this work PTFE powder is commercial product with average dimension of particles about 200 - 400 μm without surface treatment. Three dispersion methods of PTFE powder in unsaturated polyester (UPE) have been studied, and it shows that the best method is immersing PTFE powder in mixture of acetone/styrene before mixing at speed of 2000 r/min for 60 min. The obtained material has good mechanical properties and low wear value. PTFE powder absorbs partly heat of curing reaction and decelerates curing process. At a ratio UPE/PTFE = 90/10 w.p., impact strength of material is 3.57 kJ/m², wear value is lowest (0.0029 g), i.e. decreases 8.17 times in comparison with material without PTFE (0.0237 g).

I - MỞ ĐẦU

Nhựa polyeste không no (PEKN) được sử dụng rộng rãi để chế tạo vật liệu polyme composit ứng dụng trong nhiều lĩnh vực quan trọng như đóng tàu, ô tô, cơ khí, cấp nước, điện, điện tử, thể thao giải trí, dịch vụ công cộng, khai khoáng... Mặc dù có nhiều ưu điểm về các tính chất cơ học, chống ăn mòn, chịu được khí hậu, song nhựa PEKN sau khi đóng rắn có nhược điểm là khả năng chống mài mòn không cao. Để khắc phục nhược điểm này có thể áp dụng một số biện pháp khác nhau như đưa vào cấu trúc chính những đoạn mạch mềm dẻo hay đưa vào những hạt (bột) polytetrafluetylen (PTFE) là loại polyme có khả năng chống mài mòn và có hệ số ma sát rất thấp [1, 2]. PTFE thường được tạo blend với những polyme khác hay gia cường trong vật liệu composit với những mục đích đặc

biệt [3 - 5]. Mặc dù vậy, PTFE là loại polyme không có cực nên bám dính kém với PEKN là một loại polyme có cực. Tuy nhiên, PTFE có thể được giữ lại do “kẹt” trong nền PEKN đã đóng rắn. Khi có lực mài mòn tác động từ bên ngoài, các hạt PTFE sẽ có tác dụng chống đỡ cho toàn hệ thống PEKN-PTFE. Trong công trình này đã sử dụng bột PTFE không qua bất kỳ xử lý nào.

II - THỰC NGHIỆM

1. Nguyên liệu và hóa chất

Bột PTFE (Trung Quốc)

Nhựa PEKN loại R2660, Enternal

Styren tinh khiết (Trung Quốc)

Metyletylketon peroxyt, Octoat coban.

2. Các phương pháp nghiên cứu

Độ phân bố kích thước hạt PTFE xác định trên máy LA-950 (Hoa Kỳ).

Cấu trúc hình thái của vật liệu được xác định trên kính hiển vi điện tử quét (scanning electron microscopy - SEM) Jeol-JMS 6360 LV (Nhật Bản).

Độ bền kéo và uốn được xác định theo tiêu chuẩn ISO 527-1993 và ISO 178-1993 trên máy Instron 100 kN (Hoa Kỳ) với tốc độ kéo 5 mm/phút, uốn 2 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 17, tốc độ mài mòn 100 vòng/phút, tải trọng 1 kg, số vòng mài 1000 vòng.

Độ bền va đập được xác định theo tiêu

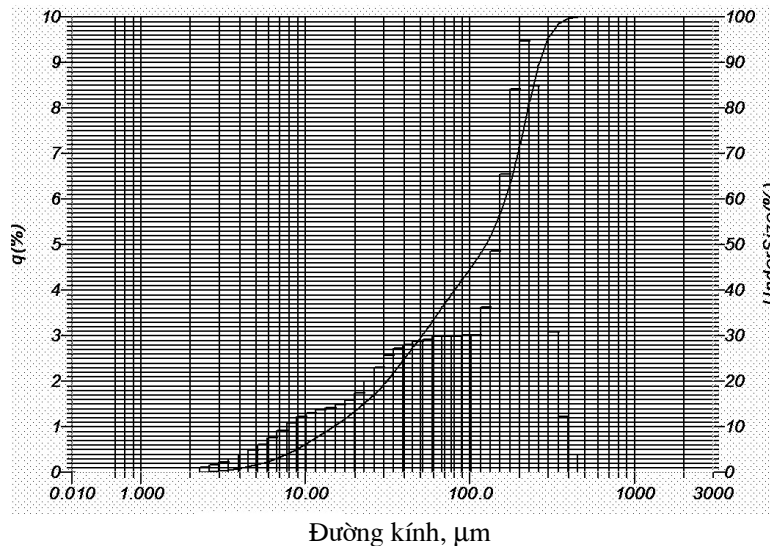
chuẩn ASTM D 256-02 trên máy Tinius Olsen, model 892.

Độ dai được xác định theo tiêu chuẩn ISO 13586, mẫu uốn 3 điểm trên máy LLoyd LRXPlus 5 kN.

III - KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

1. Khảo sát bột PTFE

Độ phân bố kích thước hạt của bột PTFE được trình bày trên hình 1. Từ hình 1 nhận thấy kích thước hạt phân bố trong khoảng từ 3 đến 500 μm và tập trung nhiều hơn cả trong khoảng 200 - 400 μm . Ảnh SEM của bột PTFE trình bày trên hình 2 chứng tỏ các hạt PTFE có hình dạng rất khác nhau và gồ ghề nên dễ bị cầm chặt trong nền PEKN sau khi đóng rắn.

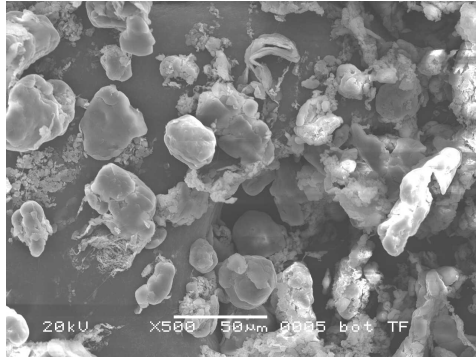


Hình 1: Độ phân bố kích thước hạt của PTFE

2. Phân tán bột PTFE vào nhựa PEKN và tính chất của vật liệu sau khi đóng rắn

PTFE là một loại polyme không cực và không dẫn điện nên dễ tích tụ tĩnh điện bề mặt làm hình thành các tập hợp hạt và khó phân tán đến từng hạt riêng rẽ trong nhựa PEKN. Để có thể phân tán tốt hơn bột PTFE vào nhựa PEKN, đã áp dụng hai phương pháp khác nhau: a) thấm

ướt bột PTFE bằng hỗn hợp dung môi axeton/styren với lượng vừa đủ để sau đó cho bay hơi hết khi khuấy trộn với nhựa PEKN trong 60 phút với tốc độ khuấy 2000 vòng/phút và b) nghiền bột PTFE với nhựa PEKN trong máy nghiền hành tinh bi sứ Pulverisette 6 (Đức) với thời gian nghiền 200 vòng/phút. Nhựa PEKN được đóng rắn bằng MEKP đến hàm lượng phân gel trên 90%.



Hình 2: Ảnh SEM của bột PTFE

Ảnh hưởng của phương pháp phân tán bột PTFE vào nhựa PEKN đến tính chất cơ học và độ mài mòn của vật liệu trình bày ở bảng 1. Tỷ lệ PEKN/PTFE = 95/5 PKL.

Từ bảng 1 nhận thấy, khi có mặt bột PTFE độ bền kéo và uốn đều giảm, song môđun kéo và uốn tăng trong cùng một bậc. Hiện tượng

giảm độ bền kéo và uốn ở các mẫu M1 và M3 xảy ra là do bột PTFE không được thấm ướt trước bằng hỗn hợp dung môi axeton/styren dẫn đến bề mặt tiếp xúc giữa hai pha nhựa PEKN-bột PTFE có khuyết tật. Độ mài mòn giảm từ 0,0237 g (của mẫu M0) xuống 0,008 g (của mẫu M2). Như vậy, khi có bột PTFE với 5% khối lượng, độ chống mài mòn của nhựa PEKN sau khi đóng rắn tăng 2,95 lần.

3. Ảnh hưởng của bột PTFE đến quá trình đóng rắn nhựa PEKN

Phản ứng khâu mạch trong quá trình đóng rắn chỉ xảy ra với nhựa PEKN vì PTFE là một polyme trơ không tham gia phản ứng khâu mạch. Tuy nhiên, PTFE có thể hấp thu một phần nhiệt tỏa ra của phản ứng khâu mạch nên làm giảm nhiệt độ của khối phản ứng và do đó làm chậm quá trình đóng rắn. Kết quả xác định mối tương quan giữa thời gian đóng rắn và nhiệt độ của khối phản ứng bao gồm nhựa PEKN, MEKP có và không có PTFE trình bày ở hình 3.

Bảng 1: Tính chất cơ học và độ mài mòn của vật liệu PEKN/ bột PTFE sau khi đóng rắn

Ký hiệu mẫu	Độ bền kéo, MPa	Môđun kéo, MPa	Độ bền uốn, MPa	Môđun uốn, GPa	Độ mài mòn, g	Tỷ trọng	Hàm lượng phân gel, %
M0	54,0	1,26	49,8	1,53	0,0237	1,163	97,4
M1	27,7	1,66	49,5	3,24	0,0109	1,167	93,3
M2	42,5	1,56	51,0	2,12	0,008	1,162	97,3
M3	25,9	1,73	49,5	2,87	0,0093	1,168	92,5

Chú thích: M0-Mẫu không có PTFE, M1- Mẫu cho trực tiếp PTFE vào nhựa PEKN, M2- Mẫu với PTFE được thấm ướt bằng hỗn hợp axeton/styren, M3- Mẫu nghiền PTFE với PEKN.

Từ hình 3 nhận thấy trong khoảng thời gian dưới 500 giây (khoảng 8 phút), nhiệt độ của hai mẫu có và không có PTFE chưa có khác biệt. Tuy nhiên, từ trên 500 giây đến 1400 giây, nhiệt độ của mẫu không có PTFE tăng nhiều hơn so với mẫu có PTFE với lý do như đã nêu ở trên. Thời gian gel hóa của mẫu có PTFE lâu hơn khoảng 1 phút.

4. Ảnh hưởng của hàm lượng PTFE đến tính chất cơ - lý của vật liệu PEKN sau khi đóng rắn

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng PTFE lên độ mài mòn, độ bền va đập và độ bền dai của vật liệu PEKN sau khi đóng rắn trình bày ở bảng 2.

Từ bảng 2 nhận thấy, ở tỷ lệ PEKN/PTFE = 90/10 PKL, độ mài mòn có giá trị thấp nhất (0,0029 g), giảm 8,17 lần so với trường hợp không có PTFE (0,0237 g). Khi tăng hàm lượng PTFE từ 5 lên 15 PKL, độ bền va đập tăng từ 2,96 kJ/m² lên 3,57 kJ/m² (1,2 lần) còn độ dai giảm thông qua tốc độ giải phóng năng lượng tới hạn GIC và hệ số cường độ ứng suất tới hạn

KIC.

Ảnh SEM của vật liệu PEKN/PTFE = 95/5

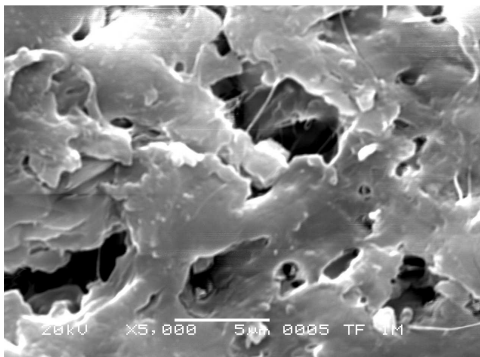
PKL được khuấy phân tán ở các tốc độ khác nhau trình bày ở hình 4a và 4b.



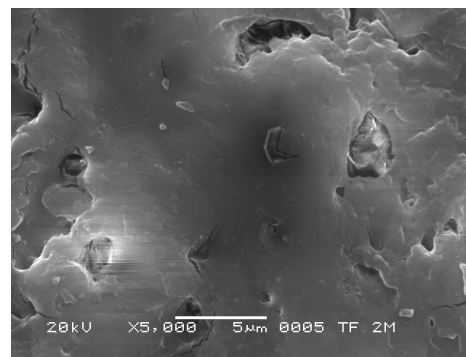
Hình 3: Mối tương quan giữa thời gian và nhiệt độ của quá trình đông rắn có và không có PTFE

Bảng 2: Ảnh hưởng của hàm lượng bột PTFE đến tính chất cơ - lý của vật liệu

Tỷ lệ PEKN/PTFE (PKL)	Hàm lượng phân gel, %	Độ mài mòn, g	Độ bền va đập, kJ/m ²	Độ dai	
				Tốc độ giải phóng năng lượng tới hạn G _{IC} , kJ/m ²	Hệ số cường độ ứng suất tới hạn K _{IC} , MPa.m ^{1/2}
100/0	97,4	0,0237	2,96	2,682	1,99
95/5	97,3	0,0080	3,30	1,982	1,78
90/10	93,2	0,0029	3,37	1,103	1,46
85/15	91,1	0,0152	3,57	0,696	1,35



(a)



(b)

Hình 4: Ảnh SEM của vật liệu PEKN/PTFE sau khi thử mài mòn (a) khuấy phân tán ở 2000 vòng/phút, (b) khuấy phân tán ở 11000 vòng/phút

Từ hình 4 nhận thấy, trong trường hợp khuấy với tốc độ 2000 vòng/phút, do ở tốc độ đó bột PTFE chưa phân tán tốt vào nhựa PEKN nên khi thử độ mài mòn, hạt PTFE bị tróc khỏi nền PTFE để lại các lỗ trống (hình 4a). Khi khuấy với tốc độ cao hơn ở 11000 vòng/phút, bột PTFE phân tán tốt hơn nên sau khi thử độ mài mòn, bề mặt vật liệu khá đồng nhất, ít để lại khuyết tật (hình 4b).

IV - KẾT LUẬN

Đã khảo sát một loại bột PTFE thương phẩm và nhận thấy kích thước hạt phân bố trong khoảng từ 3 μm đến 500 μm và tập trung nhiều hơn cả trong khoảng 200 - 400 μm .

Phương pháp phân tán bột PTFE vào nhựa PEKN có ảnh hưởng đến tính chất cơ học và độ mài mòn của vật liệu PEKN sau khi đóng rắn. Phương pháp thẩm ướt bột PTFE bằng hỗn hợp dung môi axeton/styren cho kết quả tốt nhất.

Bột PTFE hấp thu một phần nhiệt tỏa ra của phản ứng khâu mạch nên làm chậm quá trình đóng rắn.

Sử dụng bột PTFE ở tỷ lệ PEKN/PTFE = 90/10 PKL, đảm bảo cho vật liệu có tính chất cơ

- lý tốt, đồng thời làm giảm độ mài mòn xuống 8,17 lần so với trường hợp không có PTFE.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. J. A. Brydson. *Plastics Materials*. Fifth Edition Butterworths. London Boston Singapore Syney Toronto Wellington, pp. 347 (1989).
2. S. V. Gangal. Tetrafluoroethylene polymers, in: H. F. Mark, N. M. Bikales, C. G. Overberger, G. Menges (Eds). *Encyclopedia of Polymer Science and Engineering*, Vol. 16, second ed., Wiley, New York, 577 - 600 (1989).
3. R. Q. Liang, X. B. Su, Q. C. Wu, F. Fang. *Surface and Coatings Technology* 131, 294 - 299 (2000).
4. M. Sohail Khan, Franke, U. Gohs, D. Lehmann, G. Heinrich. Friction and Wear behaviour of election beam modified PTFE filled EPDM compounds. *Wear* 266, 175 - 183 (2009).
5. M. Shail Khan, D. Lehmann, G. Heinrich, R. Franke. *Wear* 266, 200 - 207 (2009).

Liên hệ: **Trần Vĩnh Diệu**

Trung tâm NCVL POLYME
Trường Đại học Bách khoa Hà Nội
Số 1, Đại Cồ Việt, Hà Nội.

**ẢNH HƯỞNG CỦA BỘT POLYTETRAFLUOROETHYLENE ĐẾN ĐỘ CHỐNG MÀI MÒN CỦA
POLYMER NHIỆT RẮN TRÊN CƠ SỞ POLYESTER KHÔNG NO**

**INFLUENCE OF POLYTETRAFLUOROETHYLENE ON ABRASIVE RESISTANCE OF
UNSATURATED POLYESTER BASED THERMOSETTING POLYMER
NGUYỄN MINH THU, TRẦN VINH DIỆU**