

TÍNH CHẤT CƠ HỌC CỦA COMPOZIT NỀN NHỰA POLYPROPYLEN ĐƯỢC GIA CƯỜNG BẰNG SỢI DỨA (SISAL) VIỆT NAM

Nguyễn Hữu Niều⁽¹⁾, Phan Thanh Bình⁽²⁾, Huỳnh Sáu⁽¹⁾

(1) PTN TD Quốc gia Vật liệu Polyme và Compozit, Trường Đại Học Bách Khoa, ĐHQG-HCM

(2) ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 17 tháng 11 năm 2010, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 08 tháng 04 năm 2011)

TÓM TẮT: Các tính chất cơ học của composit polypropylen (PP)/sợi sisal xử lý tăng khi thêm MAPP (polypropylen ghép anhydrit maleic). Những tính chất cơ học của composit PP/sợi sisal xử lý/MAPP đã được khảo sát. Khi tăng hàm lượng MAPP từ 2% và 3.5% (theo khối lượng) so với nền nhựa PP, độ kháng va đập của composit được cải thiện đáng kể tăng 27% và 38%; độ dẫn dài tăng 21% và 36%; độ bền kéo tăng 35% và 95%; mô đun đàn hồi tăng 21% và 94%; mô đun uốn tăng 2% và 83% tương ứng. Các tính chất cơ động (mô đun tích trữ E' , mô đun thất thoát E'' và hệ số thất thoát $\tan\delta$) cũng được khảo sát liên quan đến sự tương hợp giữa nền nhựa PP và sợi sisal đã xử lý. E' và E'' tăng khi tăng hàm lượng MAPP và T_g giảm một ít khi tăng MAPP. Ở nhiệt độ cao, $\tan\delta$ giảm khi tăng MAPP, chứng tỏ trong composit PP/sợi sisal xử lý/MAPP, có hiệu ứng kết dính khi tăng hàm lượng MAPP. Độ phân tán của sợi trong nền nhựa đánh giá qua ảnh TOM. Hình thái của composit ở bề mặt gãy của mẫu thử va đập được chụp qua ảnh SEM. Kết quả chứng tỏ lực tương tác giữa sợi sisal xử lý và nền nhựa PP tăng khi tăng hàm lượng MAPP.

Từ khóa: của composit polypropylen (PP)/sợi sisal.

1. GIỚI THIỆU

Tính chất cơ học của composit gia cường sợi dứa (sisal) thường tùy thuộc vào điều kiện xử lý sợi, hàm lượng sợi, nền nhựa sử dụng, loại và hàm lượng chất tương hợp trong composit⁽¹⁾. Có nhiều công trình nghiên cứu liên quan đến hiệu quả của chất tương hợp polypropylen ghép anhydrit maleic (MAPP)⁽²⁾⁽³⁾. Miecek và cộng sự đã xác định độ bền kéo và độ bền trượt tăng 25% và 100% tương ứng trên composit polypropylen và sợi gai (flax) khi sử dụng chất tương hợp MAPP. Vài năm gần đây, sợi cellulose dưới dạng sợi

thiên nhiên đã được quan tâm nhiều vì chúng cho composit có một số tính chất cơ học được cải thiện so với với những vật liệu không phải dạng sợi⁽⁴⁾. Trong số các loại sợi thiên nhiên, sợi sisal có tính bền và độ dai riêng cao và có thể được dùng như vật liệu gia cường trong các nền nhựa polyme để tạo ra vật liệu composit có cấu trúc⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾. Sợi sisal là một loại vật liệu cellulose-lignin được tách ra từ cây *Agave Sisalana* và có thể có dồi dào ở các nước trong vùng nhiệt đới⁽¹⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾ và ngay cả có thể canh tác trồng trọt ở Việt Nam. Sự kết hợp sợi sisal vào trong chất dẻo sẽ làm giảm giá thành và gia

cường tính chất cơ học⁽⁸⁾. Khảo sát ở đây được thực hiện tạo composit trên nền nhựa polypropylen (PP) gia cường sợi sisal đã xử lý bằng xút và có thay đổi hàm lượng chất tương hợp là MAPP. Nền nhựa polypropylen, sợi sisal đã được xử lý và chất tương hợp được trộn cơ học đến trạng thái nóng chảy. Các tính chất cơ tính (như độ bền va đập, độ bền kéo, mô đun đàn hồi, mô đun uốn, độ giãn dài) đã được khảo sát. Tính chất cơ động (E' , E'' , và $\tan\delta$) được nghiên cứu trong khoảng nhiệt độ -50°C đến 160°C. Khảo sát độ phân tán của sợi trong pha liên tục nền nhựa polypropylen bằng kính hiển vi truyền quang (TOM). Sự kết dính giữa nền nhựa polypropylen và sợi được khảo sát qua hình thái của composit bằng các ảnh SEM.

2. THÍ NGHIỆM

2.1. Vật liệu

Nhựa được dùng trong composit là nhựa tổng hợp isotactic polypropylen (iPP) có sẵn trên thị trường Việt Nam của hãng HMC Polymer Co. Ltd., chủng loại HP500N, có tỷ trọng 0.900 g/cm³, điểm nóng chảy 164°C, độ kết tinh 55%. Sợi sisal lấy từ Tỉnh Ninh Thuận – Việt Nam đã được xử lý bằng NaOH 18%, ở 100°C trong 30 phút, được cắt ngắn làm sợi gia cường cho composit. Chất tương hợp cho hệ composit PP/sợi sisal là isotactic polypropylen ghép anhydrit maleic cung cấp bởi Eastman Chemical Products Inc. có tên thương mại Epolene 43-wax. Epolene 43 wax là chất bán kết tinh, trong lượng phân tử trung bình khối lượng M_w là 9100, trong lượng phân tử trung

bình số là 3900, chỉ số acid 47, tỷ trọng 0.943 g/cm³.

2.2. Chuẩn bị composit

Composit chứa 35% sợi sisal xử lý làm gia cường theo trọng lượng nhựa được trộn trong máy Haake Rheomix 600, nhiệt độ gài đặt ở 180°C. Polypropylen và sợi sisal xử lý cho vào buồng trộn ở nhiệt độ trên trong vòng 4 phút với tốc độ 20 vòng/phút, sau đó thêm chất tương hợp và tăng tốc độ trộn ở 70 vòng/phút với tổng thời gian trộn là khoảng 15 phút. Nhiệt độ cuối cùng tăng khoảng 190-200°C, momen ngẫu lực trộn (torque) được ghi nhận trong suốt thời gian trộn là 8-12 N-m. Sau khi trộn, hỗn hợp composit được lấy nóng ra và đặt vào khuôn nhôm ép dày 2mm và ép thủy lực ở 180°C ở áp suất ban đầu là 50 kg/cm² trong 2 phút, sau đó tăng áp đến 220 kg/cm² trong 5 phút, sau thời gian trên giảm áp và làm nguội nhanh trong vòng 3 phút, nhiệt độ khuôn khoảng 40°C lấy sản phẩm composit ra đặt trong túi polyetylen và trong bình hút ẩm dùng để đo các tính chất composit.

2.3. Dụng cụ

2.3.1. Đo tính chất cơ tính

Mẫu đo độ bền va đập loại izod được đo ở nhiệt độ phòng theo tiêu chuẩn ASTM D256, độ bền kéo thực hiện trên máy với tốc độ kéo 50mm/phút theo tiêu chuẩn ASTM D638, độ bền uốn đo theo ASTM D790.

2.3.2. Khảo sát tính cơ động

Thiết bị đo phân tích nhiệt cơ động (DMTA) 2980 TA Instrument Co. được sử dụng đo tính cơ động của composit. Mẫu đo được chuẩn bị dày 1mm, dài 35mm, rộng

10mm, đo ở chu kỳ 1, 5 và 10 Hz gia nhiệt mẫu từ -60°C đến 160°C với tốc độ gia nhiệt 3°C/phút.

2.3.3. Kính hiển vi truyền quang (TOM)

Khảo sát độ phân tán sợi sisal trong nền nhựa

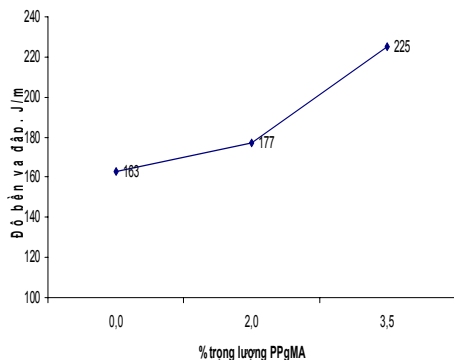
2.3.4. Hình thái học

Bề mặt mẫu gãy của mẫu kiểm nghiệm và đập được chụp ảnh SEM.

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Tính chất cơ tính

Theo hình 1, chứng tỏ độ bền và đập của composit PP 100%/sợi sisal xử lý 35 % tính trên trọng lượng với các mức chất tương hợp MAPP khác nhau 0, 2, 3.5% trọng lượng nhựa ở nhiệt độ phòng.

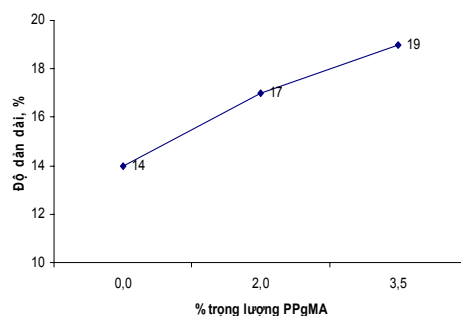


Hình 1. Độ bền và đập của composit PP 100%/sợi sisal xử lý 35%/MAPP với hàm lượng MAPP thay đổi ở nhiệt độ phòng

Độ bền và đập tăng chậm từ chất tương hợp 0% (163 J/m) đến 2% (177 J/m), nhưng tăng nhanh ở 3.5% (225 J/m). Chứng tỏ độ bền và đập tăng khi có chất tương hợp và hơi tăng một chút khi hàm lượng chất tương hợp thêm ít

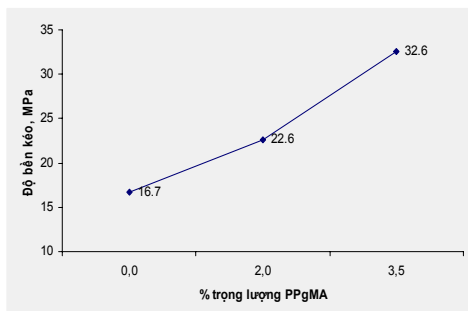
(2%) và tăng nhanh khi ở một lượng chất tương hợp thích ứng (3.5%).

Ảnh hưởng của chất tương hợp cũng xảy ra ở độ bền kéo, độ dẫn dài, mô đun đàn hồi và mô đun uốn chứng tỏ trên các hình 2 đến 5. Hình 2 độ dẫn dài tăng đều từ composit không có chất tương hợp là 14%, tăng lên 17% khi tăng chất tương hợp 2% và tăng lên 19% khi chất tương hợp là 3.5%.

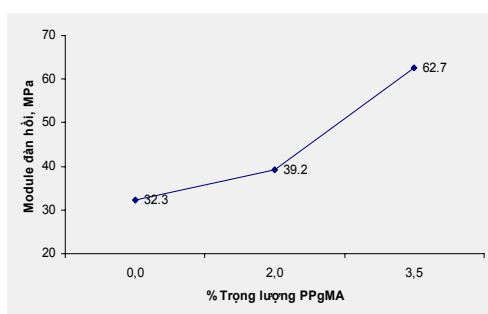


Hình 2. Độ dẫn dài của composit PP 100%/sợi sisal xử lý 35%/MAPP với hàm lượng MAPP thay đổi ở nhiệt độ phòng

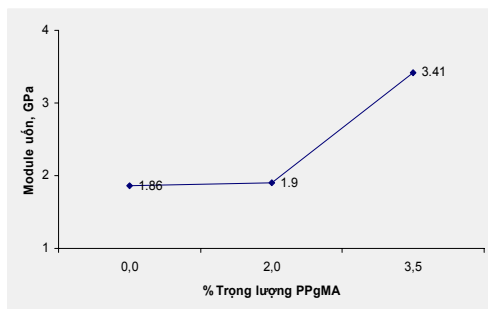
Còn độ bền kéo (hình 3), mô đun đàn hồi (hình 4), mô đun uốn (hình 5) lần lượt là 16.7 MPa, 32.3 MPa, 1.86 GPa khi không có chất tương hợp và đạt 32.6 MPa, 62.7 MPa và 3.41 GPa tương ứng khi hàm lượng chất tương hợp là 3.5%, như vậy các tính chất độ bền kéo, mô đun đàn hồi và mô đun uốn tăng gần 100% khi composit có chất tương hợp tăng từ 0% đến 3.5%.



Hình 3. Độ bền kéo của composit PP 100%/sợi sisal xử lý 35%/MAPP với hàm lượng MAPP thay đổi ở nhiệt độ phòng.



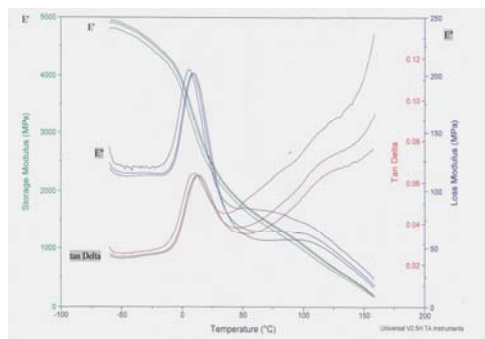
Hình 4. Mô đun đàn hồi của composit PP 100%/sợi sisal xử lý 35%/MAPP với hàm lượng MAPP thay đổi ở nhiệt độ phòng.



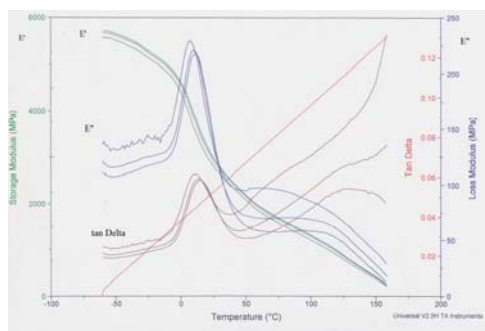
Hình 5. Mô đun uốn của composit PP 100%/sisal xử lý 35%/MAPP với hàm lượng MAPP thay đổi ở nhiệt độ phòng.

3.2. Tính chất cơ động

Mô đun tích trữ (E'), mô đun thất thoát (E'') và tang thất thoát ($\tan \delta$) theo nhiệt độ của các composit PP/sợi sisal xử lý với hàm lượng chất tương hợp MAPP khác nhau (2% và 3.5%) được tổng kết trong các hình 6 và hình 7. Hình 6 và hình 7 chứng tỏ E' của composit có 3.5% MAPP cao hơn composit có 2% MAPP.



Hình 6. E' , E'' và $\tan \delta$ theo nhiệt độ của composit PP/sợi sisal xử lý/MAPP 2% ở các tần số 1, 5 và 10 Hz.



Hình 7. E' , E'' và $\tan \delta$ theo nhiệt độ của composit PP/sợi sisal xử lý/MAPP 3.5% ở các tần số 1, 5 và 10 Hz.

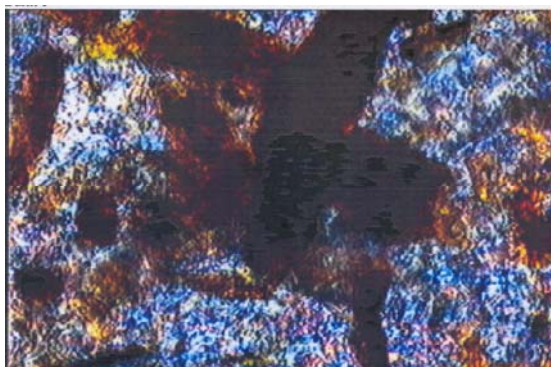
Hình 6 và 7 cho biết E'' của composit PP/sợi sisal xử lý/MAPP tăng khi tăng hàm lượng MAPP, cụ thể ở 50°C , E'' là 208 MPa và đạt 230 MPa khi hàm lượng MAPP dùng là 2% và 3.5% tương ứng. T_g của các composit giảm khi tăng hàm lượng MAPP, T_g là 6.4°C và 5.7°C tương ứng hàm lượng MAPP 2% và 3.5%. E'' cao hơn E' ở vùng chuyển tiếp T_g , nghĩa là hầu như năng lượng trích trữ E' dùng để biến dạng đã bị phân tán dưới dạng nhiệt có thể bởi sự ma sát tăng giữa các mạch phân tử.

Hình 6 và 7, chứng tỏ đường cong tanđ của các composit PP/sợi sisal xử lý/MAPP theo nhiệt độ với hàm lượng MAPP thay đổi. Ở nhiệt độ cao hơn 100°C , tanđ quá cao. Ở nhiệt độ cao ($>50^{\circ}\text{C}$), tanđ tăng khi tăng hàm lượng MAPP. Ở nhiệt độ thấp ($<50^{\circ}\text{C}$), tanđ giảm khi tăng MAPP, cụ thể ở 50°C , tanđ là 0.051 và

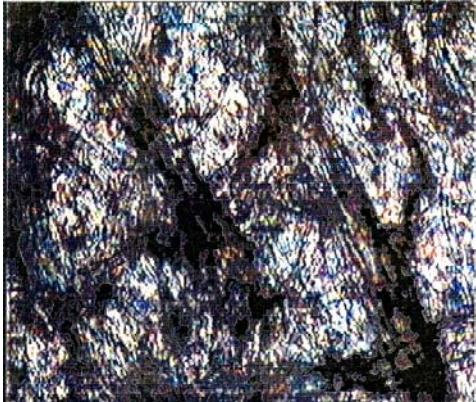
0.044 tương ứng hàm lượng MAPP 2% và 3.5%. Chứng tỏ độ dính bề mặt giữa sợi và nền nhựa tốt hơn chống lại sự va đập khi tăng hàm lượng MAPP khi chịu nhiệt độ dưới 50°C . Ngoài ra, khi khảo sát thay đổi tần số rung 1, 5 và 10 Hz (trên hình 6 và 7) cho thấy sự biến thiên tính chất E' , E'' và $\tan\delta$ theo tần số không đáng kể, chứng tỏ tính kết dính của sợi và nhựa có hiệu ứng tốt khi có hiện diện MAPP.

3.3. Khảo sát sự phân tán sợi bằng kính hiển vi truyền quang (TOM)

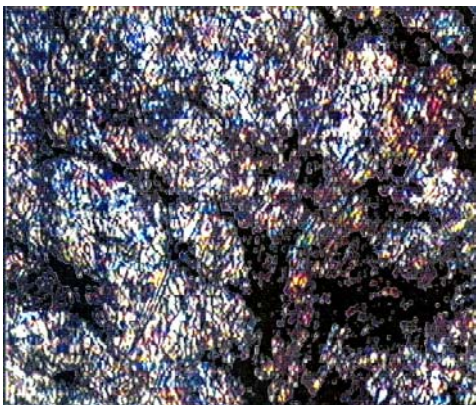
Qua kính hiển vi truyền quang cho thấy sự phân tán của các loại sợi trong các mẫu composit 35% sợi đã được xử lý khi có sự thay đổi hàm lượng MAPP 0%, 2% và 3.5%.



Hình 8. Ảnh TOM của composit PP/35% sợi sisal đã xử lý/0% MAPP



Hình 9. Ảnh TOM của compozit PP/35% sợi sisal đã xử lý/2% MAPP



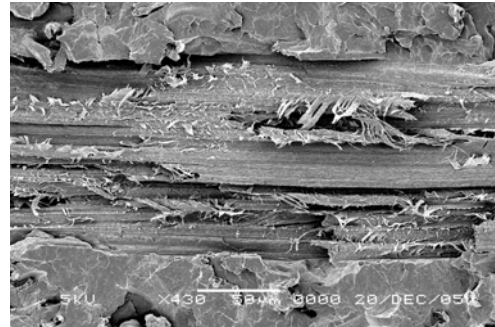
Hình 10. Ảnh TOM của compozit PP/35% sợi sisal đã xử lý/3.5% MAPP

Hình 8 khi không có MAPP, sợi bị cháy và phân tán kém trong nền nhựa polypropylen. So sánh với hình 9 và hình 10, các compozit có hàm lượng 2% và 3.5% MAPP tương ứng, rõ ràng compozit có 3.5% MAPP có cấu trúc mịn hơn do sự phân tán tốt của sợi và độ phân tán sợi tương đối đồng đều hơn trong pha liên tục của nền polypropylen.

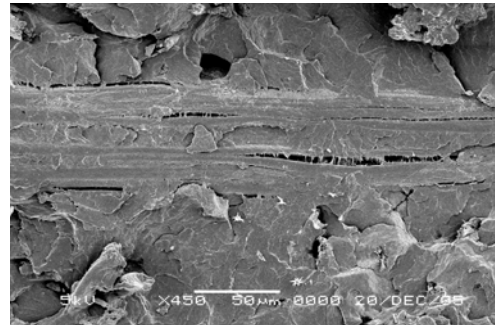
3.4. Hình thái học của các composite

Các ảnh SEM của các bề mặt gãy của các composite PP/sợi sisal xử lý/MAPP sau khi thử va đập gãy ở các hình 11, 12 và 13 cho thấy bề

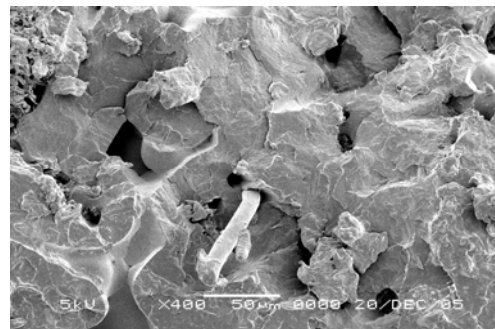
mặt gãy của compozit với hàm lượng MAPP 3.5% thì láng và phẳng hơn compozit không có và có hàm lượng MAPP 2%.



Hình 11. Ảnh SEM của compozit PP 100%/sợi sisal xử lý 35%/ không có MAPP



Hình 12. Ảnh SEM của compozit PP 100%/sợi sisal xử lý 35%/MAPP2%



Hình 13. Ảnh SEM của compozit PP 100% / sợi sisal xử lý 35% /MAPP3.5%

4. KẾT LUẬN

1. Tăng MAPP trong compozit PP/sợi sisal xử lý cải thiện tính chất bền va đập và làm tăng các tính chất độ bền kéo, độ dẫn dài, mô đun đàn hồi và mô đun uốn.

2. Tăng MAPP làm giảm T_g của compozit so với compozit không dùng MAPP, chứng tỏ có sự tương hợp tốt hơn.

3. Các ảnh TOM chứng tỏ hàm lượng MAPP tăng tạo điều kiện cho sợi mịn hơn, phân tán và đồng nhất hơn.

4. Các ảnh SEM cho thấy lực tương tác giữa nền nhựa PP và sợi sisal xử lý tốt hơn khi tăng MAPP.

MECHANICAL PROPERTIES OF THE VIET NAM SISAL FIBRE REINFORCED POLYPROPYLENE COMPOSITE

Nguyen Huu Nieu⁽¹⁾, Phan Thanh Binh⁽²⁾, Huynh Sau⁽¹⁾

(1) University of Technology, VNU-HCM; (2) VNU-HCM

ABSTRACT: *The static mechanical and dynamic mechanical properties of the treated sisal fiber reinforced polypropylene composites were improved by adding the compatiblizer PPgMA (polypropylene-grafted-maleic anhydride). The mechanical properties of the composites have been evaluated. By increasing PPgMA dosages from 2% and 3.5% by weight of PP matrix; the impact strength of the composites were significantly improved by 27% and 38%; the elongation increased by 21% and 36%; the tensile strength increased by 35% and 95%; the elastic modulus increased by 21% and 94% and the flexural modulus increased by 2% and 83% respectively. The dynamic mechanical properties (the storage modulus E' , the loss modulus E'' and the loss factor $\tan\delta$) have been investigated in relation to the compatibility between the PP matrix and the treated sisal fibers. E' and E'' increased by increasing dosage of PPgMA and T_g decreased a little when increasing the contents of PPgMA. At higher temperatures, $\tan\delta$ increased and at lower temperature $\tan\delta$ decreased when increasing dosage of PPgMA. It is shown that PP/treated sisal fibers/PPgMA composites have shown the effects of cohesion when increasing the PPgMA. The fiber dispersion was studied by the transmission optical microscope (TOM). The morphology of the composites samples fractured by the impact strength tests have been studied using scanning electronic microscopy (SEM). The results show the improvement of the interaction forces between treated sisal fibers and PP matrix at higher levels of PPgMA.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Johan M. Flelix, Paul Gatenholm, *J. Appl. Polym. Sci.*, **42** (1991), 609-620.
- [2]. Melvyn A. Kohudic, Kier Finlayson, *Advances in Polymer Blends and Alloys Technology*, **2**, Technomic Publishing Co., USA, (1989).
- [3]. I.M. Ward, D.W. Hadley, *An Introduction to the Mechanical Properties of Solid Polymer*, John Willey & Sons Ltd., UK, (1993).
- [4]. D.W. Clegg, A.A. Collyer, *Mechanical of Reinforced Thermoplastics*, Elsevier Applied Science Publisher, New York, (1986).
- [5]. R.G.Raj, B.V. Kokta, *J. Appl. Polym. Sci.*, **38**, (1989), 367-379.
- [6]. Kuruvilla Joseph, Sabu Thomas, C. Pavithran, M. Brahmakumar, *J. Appl. Polym. Sci.*, **47** (1993) 1732.
- [7]. Yongsok Seo, Jimho Kim, Kwang Ung Kim, Young Chul Kim, *Polymer*, **41** (2000) 2639-2646.
- [8]. N.H.Nieu, P.T.Binh, H.Sau, *Science & Technology Development, Vietnam National University – Hochiminh City*, **10** (03/2007) 20-26.
- [9]. A.K. Bledzki, J. Gassan, *Prog. Polym. Sci.*, Elsevier Science Ltd., **24** (1999) 221-274.
- [10]. K. Joseph, R. D. T. Filho, B. James, S. Thomas, L. H. de Carvalho, *Revista Brasileira Agricola Ambiental*, **3**, **N.3** (1999)