

Tổng hợp và nghiên cứu tính chất cơ lý của vật liệu nhựa hỗn hợp polypropylene/TiO₂ - nano Ag nhằm ứng dụng để khử khuẩn

• Huỳnh Nguyễn Thanh Luận

• Huỳnh Chí Cường

• Hà Thúc Chí Nhân

• Lâm Quang Vinh

• Lê Văn Hiếu

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 02 tháng 08 năm 2014, nhận đăng ngày 19 tháng 06 năm 2015)

TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này, vật liệu composite PP/ TiO₂ - nano Ag đã được tổng hợp thành công bằng phương pháp phối trộn nóng chảy giữa hỗn hợp bột TiO₂ – nano Ag với nhựa nền PP. Cấu trúc vật liệu được khảo sát bằng các phương pháp phân tích ảnh TEM và SEM. Kết quả cho thấy, các hạt TiO₂ – nano Ag gắn trên nhựa nền PP có kích thước khoảng 30 – 60 nm. Tính chất cơ lý của vật liệu được khảo sát thông qua

phương pháp đo uốn và giản đồ DSC. Kết quả cho thấy, tính chất cơ lý của composite tăng so với nhựa PP nguyên chất. Ngoài ra, sự ức chế phát triển của vi khuẩn ở nồng độ bậc thấp và sự phân bố tốt của TiO₂ - nano Ag trên nền nhựa PP thông qua các kết quả của phổ EDX, giản đồ XRD và khả năng diệt khuẩn E. coli tốt của vật liệu đã chứng tỏ PP là chất nền thích hợp đối với tác nhân chống khuẩn TiO₂ – nano Ag.

Từ khóa: Nano Ag, TiO₂, composite PP/TiO₂ – nano Ag, khử khuẩn.

MỞ ĐẦU

Trong môi trường sống hiện nay tồn tại rất nhiều loại vi sinh vật mang nhiều mầm bệnh khác nhau đặc biệt là tại các bệnh viện, phòng máy lạnh v.v... Do đó, hàng năm có rất nhiều người bị nhiễm khuẩn và virus từ môi trường sống. Những virus, nấm, men, protein, phân tử hữu cơ được hình thành và tăng sinh trên bề mặt vật liệu nhựa tạo thành màng sinh học. Màng sinh học này cũng có chức năng nuôi dưỡng và bảo vệ các vi khuẩn hay nấm mốc [1, 2]. Để loại bỏ màng sinh học nhiễm khuẩn trên vật liệu nhựa, phương pháp thường dùng là tẩy rửa vật lý, nhưng không có hiệu quả tốt. Sau khi tẩy rửa vài giờ, các chất bẩn

lại bám trên vật liệu. Nhằm khắc phục điều này, chúng ta cần chế tạo vật liệu có khả năng tự kháng khuẩn.

Nhiều kết quả nghiên cứu mới đây, cụ thể là A.Hebeisha [3] đã sử dụng sợi TiO₂ pha tạp nano Ag ứng dụng trong vải chống khuẩn và quang xúc tác, Hem Raj Panta [4] đã ứng dụng vật liệu hỗn hợp TiO₂ – nano Ag trong màng lọc nước cho thấy đạt hiệu quả kinh tế cao, thân thiện môi trường và có hoạt tính quang xúc tác trong vùng ánh sáng khả kiến, Mungkalasiri [5] đã chế tạo thành công màng TiO₂ – nano Ag trên đế Si, thủy

tin và sắt không rỉ bằng phương pháp MOCVD, kết quả cho thấy màng có tính chất kháng khuẩn cao gấp nhiều lần so với nano Cu:TiO₂ và không cần chiếu đèn tử ngoại, mặt khác màng có tính năng tự làm sạch nhờ ánh sáng trong vùng khả kiến. Tuy nhiên, phương pháp MOCVD mà tác giả đã sử dụng nghiên cứu phải có thiết bị đắt tiền, tốn kém trong sản xuất. Điều này không phù hợp cho ứng dụng trong ngành nhựa hiện nay. Các kết quả nghiên cứu này đã chứng tỏ nano Ag đóng vai trò quan trọng trong việc tăng khả năng diệt khuẩn của vật liệu TiO₂. Bên cạnh đó, sự ức chế phát triển của vi khuẩn ở nồng độ bạc thấp và sự phân bố tốt của nano Ag trên nền TiO₂ chứng tỏ TiO₂ là chất nền thích hợp đối với tác nhân khử khuẩn TiO₂ – nano Ag [3, 6, 7]. Ngoài ra, trên thị trường hiện nay cũng đã xuất hiện nhiều sơn khử khuẩn có chứa nano Ag và TiO₂. Như vậy, loại vật liệu có chứa thành phần TiO₂ – nano Ag cho thấy có nhiều tiềm năng ứng dụng trong y sinh học và đang trở thành đối tượng nghiên cứu hết sức thú vị nhưng phức tạp. Tuy nhiên, cho đến nay ít thấy xuất hiện các công trình nghiên cứu đề cập đến vật liệu nhựa có chứa nano Ag và TiO₂ nhằm ứng dụng trong y tế, nhựa gia dụng và bao bì đóng gói bảo quản thức ăn để khử khuẩn cũng như phòng ngừa các tác nhân gây bệnh.

Trên cơ sở đó, việc nghiên cứu chế tạo vật liệu nhựa chứa nano Ag và TiO₂ có khả năng diệt khuẩn và thân thiện với môi trường nhằm ứng dụng trong y tế và đời sống hằng ngày của con người là vấn đề mang tính thời sự, có ý nghĩa khoa học và thực tiễn cao. Ngoài ra, với công nghệ chế tạo đơn giản và giá thành sản phẩm chấp nhận được sẽ mở ra triển vọng ứng dụng rộng rãi trong khoa học cũng như đời sống. Trong bài báo này, chúng tôi thực hiện việc tổng hợp vật liệu TiO₂ pha tạp nano Ag và từ đó chế tạo vật liệu composite PP/TiO₂ – nano Ag với hình thái học, tính chất cơ lý và khả năng khử khuẩn được khảo sát cụ thể.

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Vật liệu

Các hóa chất được sử dụng trong nghiên cứu này bao gồm: Polyvinyl pirrolidone (PVP, (C₆H₉NO)_n) có xuất xứ từ Ấn Độ; muối bạc nitrat (AgNO₃) và tetraisopropyl orthotitanate (Ti(OC₃H₇)₄) của hãng Merck (Đức); trisodium citrate (Na₃C₆H₅O₇), sodium borohydrid (NaBH₄), hydrogen peroxid (H₂O₂), acid acetic (CH₃COOH), isopropanol ((CH₃)₂CHOH), ethanol (C₂H₅OH) và Methanol (CH₃OH) có xuất xứ từ Trung Quốc và nhựa polypropylene của hãng Exxon Mobil-USA.

Phương pháp

Tổng hợp vật liệu TiO₂ pha tạp nano Ag

Tổng hợp dung dịch nano Ag: Cho 0,3 g polyvinyl pirrolidone (PVP) vào lọ chứa sẵn 20 mL dung dịch ethanol. Tiến hành khuấy gia nhiệt hỗn hợp trên ở 70 °C trong 1 h. Sau đó, cho 0,02 g AgNO₃ vào hỗn hợp trên. Sau khi khuấy 15 phút dung dịch tạo thành có màu vàng chanh [8].

Tổng hợp dung dịch TiO₂: Cho 5,8 mL Acid acetic và 5,0 mL tetraisopropyl orthotitanate vào lọ, khuấy ở nhiệt độ phòng trong 30 phút. Sau đó, cho 1,7 mL isopropanol vào hỗn hợp trên và khuấy khoảng 30 phút. Cuối cùng, cho 4,8 ml methanol vào hỗn hợp trên. Sau khi khuấy được 30 phút dung dịch tạo thành có màu trong suốt.

Tổng hợp dung dịch TiO₂ – nano Ag: Cho từ từ dung dịch nano Ag vào dung dịch TiO₂ và khuấy ở nhiệt độ phòng trong 1 h. Dung dịch tạo thành đem đun ở 500 °C thu được bột TiO₂ – nano Ag [6].

Tổng hợp vật liệu composite PP/TiO₂ – nano Ag

Quy trình thực nghiệm được thực hiện bằng phương pháp phối trộn nóng chảy giữa hỗn hợp bột TiO₂ – nano Ag với nhựa nền PP trên máy trộn kín Haake Rheomix (Đức). Quá trình khảo sát điều kiện gia công trên máy dựa theo giản đồ

ngẫu lực phối trộn Torque cho thấy, sau khi trộn với nhiệt độ 180 °C trong vòng 2 phút thì nhựa PP đã chảy đều đồng nhất. Hỗn hợp bột TiO₂ – nano Ag được nạp vào máy và tiếp tục phối trộn với nhựa PP nóng chảy trong thời gian 2 phút. Sau đó, mẫu được đưa vào máy ép gia nhiệt nhằm ép định hình để có mẫu nhựa composite thành phẩm PP/TiO₂-nano Ag [4, 9].

Phương pháp phân tích

Nồng độ của các chất được xác định thông qua độ hấp thụ của dung dịch bằng phương pháp đo phổ tử ngoại – khả kiến (UV – Vis). Phổ UV – Vis của mẫu được ghi trên máy Cary 100 Conc – Variant, giới hạn của bước sóng từ 350 – 900 nm.

Thành phần pha, hằng số mạng, kích thước hạt được xác định nhờ vị trí và cường độ của các đỉnh trên giản đồ nhiễu xạ tia X (XRD). Mẫu được ghi trên máy D8 – Advance 5005 với các điều kiện đo như sau: ống phát tia X bằng Cu có bước sóng $\lambda = 0,154064$ nm, nhiệt độ ghi 25 °C, góc $2\theta = 20 - 70^\circ$, tốc độ quét 0,02 độ/s.

Hình thái học của mẫu được chụp trên kính hiển vi điện tử quét (SEM), Jeol 6600 và kính hiển vi điện tử truyền qua (TEM), JEM – 1400, độ phân giải 0,2 nm. Mẫu được phân tán trong ethanol, sấy khô, đưa lên để bán dưới dạng lớp mỏng sau đó được phủ lên bề mặt một lớp vàng mỏng trước khi chụp.

Thành phần phần trăm các chất Ag và TiO₂ có trong mẫu được xác định bằng phổ tán xạ năng lượng tia X (EDX), JOEL JSM 7401F.

Các loại dao động đặc trưng của các liên kết hay các nhóm chức có trong phân tử được xác định bằng phổ hồng ngoại (FT-IR). Mẫu được ghi trên máy IMPACT 410 – Nicolet. Mẫu được ép thành màng mỏng có chiều dày 0,3 – 0,5 mm và đo trong vùng có số sóng từ 400 – 4000 cm⁻¹.

Tính chất cơ lý bền uốn của mẫu được đo theo tiêu chuẩn ASTM D790 với số lượng mẫu đo có độ lặp lại từ 3 – 5 lần và mẫu có dạng thanh dài với kích thước như sau: chiều rộng = 12,5 mm, chiều dài = 125 mm, chiều dày = 3,00 mm.

Đặc tính nhiệt của mẫu như nhiệt độ nóng chảy, nhiệt độ thủy tinh hóa và phần trăm kết tinh được xác định bằng phương pháp phân tích nhiệt lượng kế quét vi sai (DSC) trên máy Mettler Toledo trong môi trường khí nitơ, với tốc độ quét 10 °/phút.

Khảo sát khả năng diệt khuẩn của vật liệu composite PP/TiO₂ – nano Ag

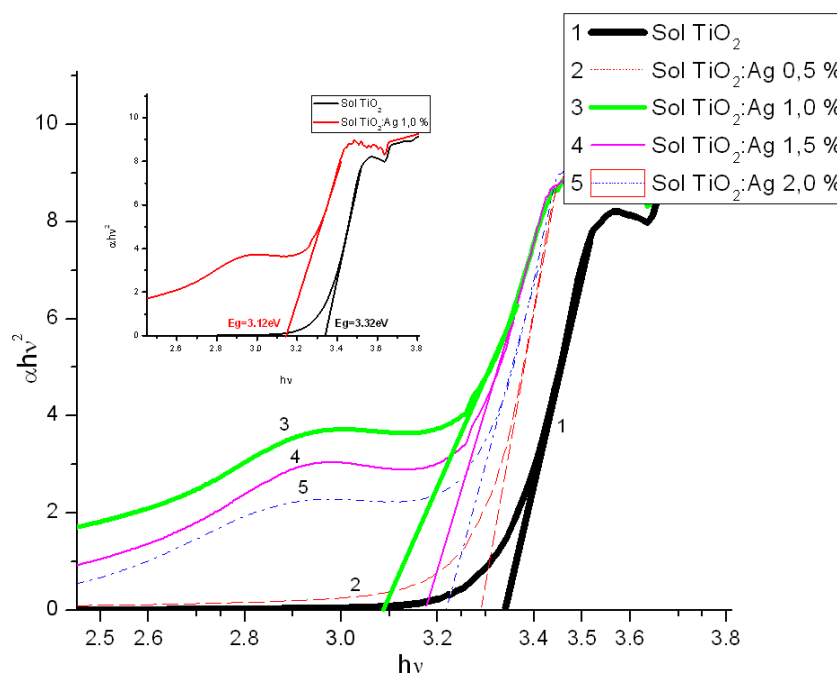
Khảo sát khả năng diệt khuẩn của vật liệu composite PP/TiO₂ – nano trên đối tượng vi khuẩn đại diện là *E.coli* trong môi trường LB theo phương pháp JIS Z 2801:2006 [5].

KẾT QUẢ THẢO LUẬN

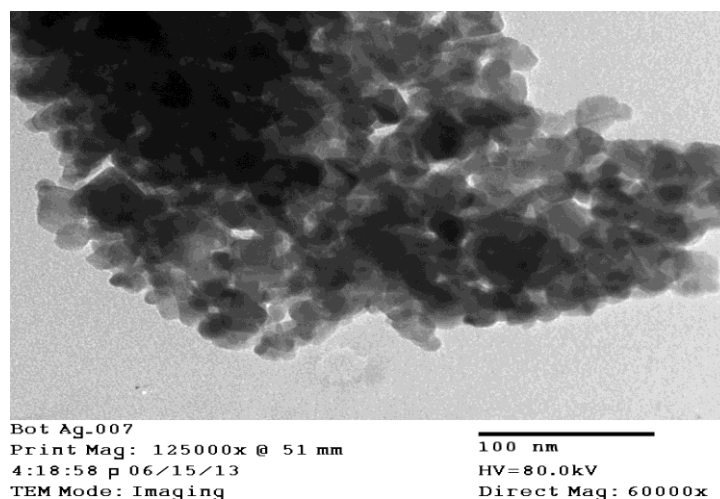
Khảo sát vật liệu TiO₂ – nano Ag

Hình 1 là phổ UV-Vis của sol TiO₂ - nano Ag. Trong đó nano Ag được pha tạp với các nồng độ khác nhau (0,5 %; 1 %; 1,5 % và 2 %).

Hình 1 cho thấy, độ rộng vùng cấm E_g của TiO₂ giảm khi nồng độ pha tạp nano Ag tăng từ 0,5 % đến 1 % và khi nồng độ pha tạp tăng từ 1,5 % đến 2 % thì độ rộng vùng cấm E_g lại tăng. Ngoài ra, cũng dễ dàng nhận thấy sự có mặt của nano Ag nồng độ 1,0 % trong cấu trúc của TiO₂ làm giảm đáng kể năng lượng vùng cấm (từ 3,32 eV xuống 3,12 eV), nghĩa là bờ hấp thụ dịch chuyển về vùng bước sóng dài. Điều này cho thấy hiệu ứng quang xúc tác (diệt khuẩn, tự làm sạch) của TiO₂ trong vùng ánh sáng khả kiến sẽ được nâng cao khi có mặt của nano Ag trong cấu trúc vật liệu.



Hình 1. Phổ UV-Vis của sol TiO_2 -nano Ag với nồng độ pha tạp nano Ag khác nhau



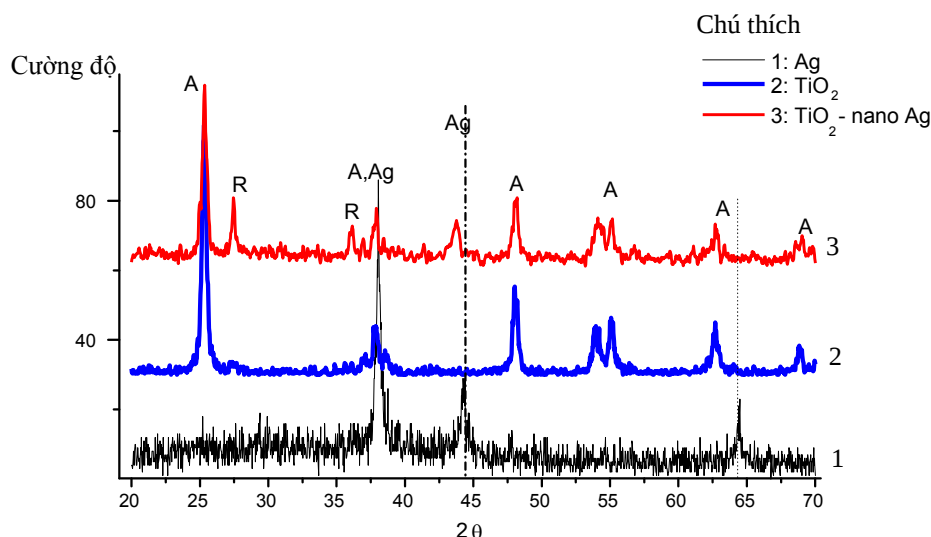
Hình 2. Ảnh TEM của bột TiO_2 – nano Ag nung ở 500°C

Từ ảnh TEM (Hình 2) nhận thấy, sự tồn tại của các hạt Ag được gắn trên bề mặt của vật liệu nền TiO_2 với kích thước trung bình khoảng 30 – 60 nm. Việc gắn kết này sẽ được khẳng định thông qua giản đồ nhiễu xạ XRD.

Hình 3 là giản đồ XRD của bột TiO_2 , bột TiO_2 – nano Ag (nồng độ 2 % Ag) được nung ở 500°C và bột nano Ag. Nhận thấy, trong mẫu TiO_2 – nano Ag xuất hiện thêm pha Rutile (có sự chuyển pha Anatase thành pha Rutile, cụ thể là các đỉnh nhiễu xạ $2\theta = 27,4^\circ$; $36,0^\circ$ tương ứng

với các mặt mạng (110), (101)) so với các đỉnh đặc trưng của pha Anatase đối với vật liệu TiO_2 nguyên chất được nung ở 500°C . Mặt khác, đối với vật liệu TiO_2 – nano Ag, đỉnh nhiễu xạ tại góc đặc trưng cho mặt mạng (200) của nano Ag đã bị dịch về phía góc nhỏ so với đỉnh nhiễu xạ

của nano Ag nguyên chất ($2\theta = 44,2^\circ$). Chúng tôi cho rằng, nguyên tử Ag có khả năng đã thay thế vào các nút mạng Titan hoặc Oxi. Hay nói cách khác, nguyên tử Ag đã “gắn kết” vào trong cấu trúc của TiO_2 .



Hình 3. Giản đồ XRD của bột nano Ag (1), bột TiO_2 (2) và bột TiO_2 -nano Ag (2 % Ag) được nung ở 500°C (3)

Khảo sát vật liệu composite PP/ TiO_2 - nano Ag

Chúng tôi đã pha tạp TiO_2 – nano Ag vào nền nhựa PP với tỷ lệ khối lượng pha tạp là 1 % và 3 %. Để khảo sát ảnh hưởng của TiO_2 – nano Ag đến cấu trúc của nền nhựa PP, chúng tôi tiến hành đo phổ IR. Từ phổ IR của

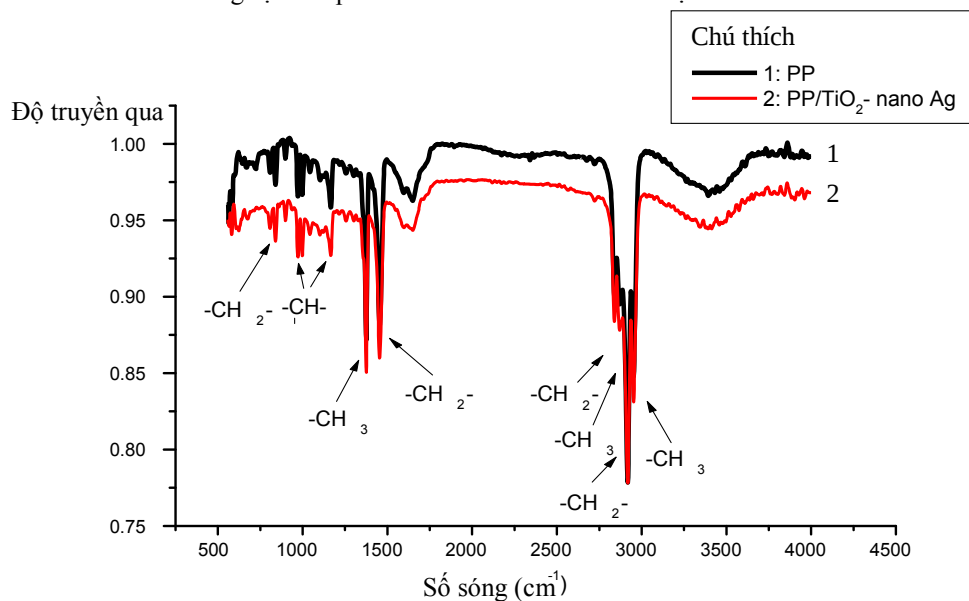
polypropylen (Hình 4) chúng tôi thấy có sự xuất hiện của các đỉnh đặc trưng cho các dao động C-H của polypropylen, được thể hiện ở Bảng 1.

Bảng 1. Các dao động đặc trưng của polypropylen

Nhóm	Vị trí (cm^{-1})	Kiểu dao động
-CH ₃	2951	Dao động kéo căng không đối xứng
	2871	Dao động kéo căng đối xứng
	1456	Dao động biến dạng không đối xứng
	1376	Dao động biến dạng đối xứng
-CH ₂ -	2917	Dao động kéo căng không đối xứng
	2838	Dao động kéo căng đối xứng
	1456	Dao động biến dạng
-CH-	1164	Dao động biến dạng
	997	Dao động biến dạng

Hình 4 là phổ IR của nhựa PP và composite PP/TiO₂ – nano Ag. Nhận thấy, phổ IR của composite có các đỉnh tương tự như phổ IR của

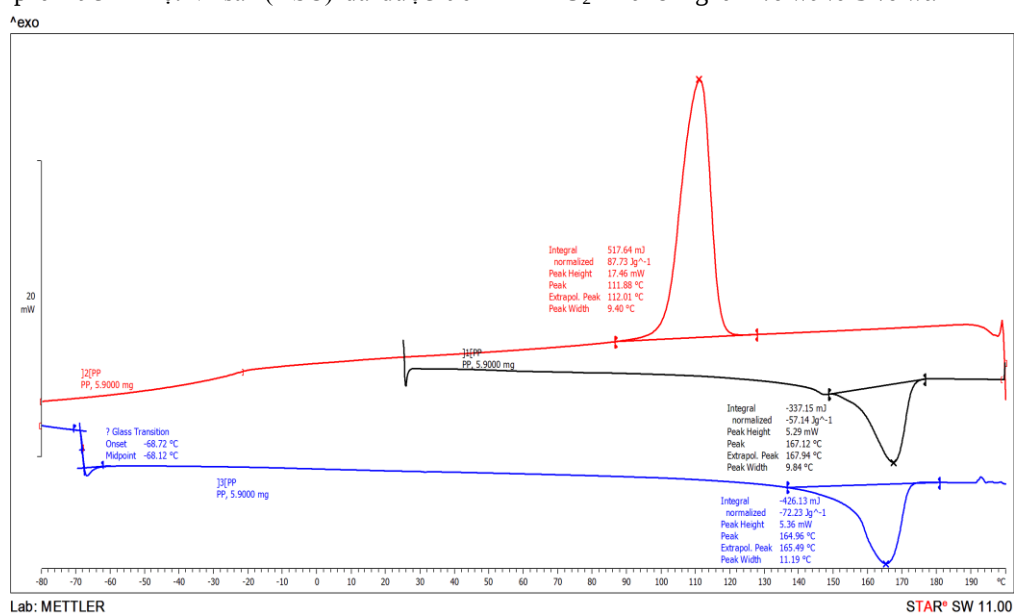
nhựa PP. Như vậy, khi trộn hỗn hợp TiO₂ – nano Ag vào nền nhựa PP, chất độn không ảnh hưởng đến cấu trúc nhựa PP.



Hình 4. Phổ IR của polypropylene (PP) (1) và composite PP/TiO₂ – nano Ag (2)

Nhằm khảo sát đặc tính nhiệt của vật liệu khi có sự hiện diện của vật liệu TiO₂ – nano Ag, quá trình phân tích nhiệt vi sai (DSC) đã được tiến

hành trên các mẫu PP nguyên chất (Hình 5) và composite PP/TiO₂ – nano Ag với hàm lượng TiO₂ – nano Ag là 1 % wt và 3 % wt.



Nhiệt độ (độ C)
Hình 5. Giảm đồ DSC của nhựa PP

Quá trình phân tích DSC trên các mẫu vật liệu được thực hiện thành hai vòng lặp quét với tốc độ quét 10 °C/phút. Vòng quét đầu tiên được thực hiện nhằm loại bỏ giá trị lịch sử nhiệt của PP (thermal history) với nhiệt độ quét được trải dài từ nhiệt độ phòng 30 °C đến 200 °C, sau đó mẫu được quét nguội đến -80 °C và cho gia tăng nhiệt trở lại đến trên giá trị nhiệt độ chảy của vật liệu (200 °C). Quá trình quét nhiệt này đã cho thấy mẫu PP nguyên chất có nhiệt độ chảy bắt đầu (T_m) tại 164,96 °C và nhiệt độ kết tinh lại tại 111,88 °C.

Thông thường với sự phân bố đồng nhất ở cấu trúc nano của TiO_2 – nano Ag trong polymer nền (PP) thì dẫn đến trường hợp sẽ có sự tương tác tốt giữa hai pha và làm giảm độ linh động của các mạch PP. Như vậy vật liệu sẽ cần một năng

lượng hấp thụ nhiệt lớn hơn để các mạch polymer chuyển trạng thái và làm cải thiện các giá trị nhiệt độ chảy và nhiệt độ thủy tinh hóa. Tuy nhiên cũng có trường hợp pha phân bố cấu trúc nano và các mạch polymer này đều trợ và không có sự tương tác mạnh với nhau thì sẽ xảy ra trường hợp hầu như mẫu composite không có sự thay đổi đáng kể về các giá trị nhiệt như đang khảo sát ở đây. Kết quả số liệu DSC của PP nguyên chất (Hình 5) và composite PP/ TiO_2 – nano Ag với hàm lượng TiO_2 – nano Ag là 1 % và 3 % được tổng hợp ở Bảng 2. Từ Bảng 2 cho thấy sự hiện diện của TiO_2 – nano Ag trong mẫu, với hàm lượng 1 % wt và 3 % wt hầu như không gây ảnh hưởng đến đặc tính nhiệt của vật liệu. Điều này thể hiện qua sự không thay đổi rõ rệt của các giá trị T_g và T_m (Bảng 2).

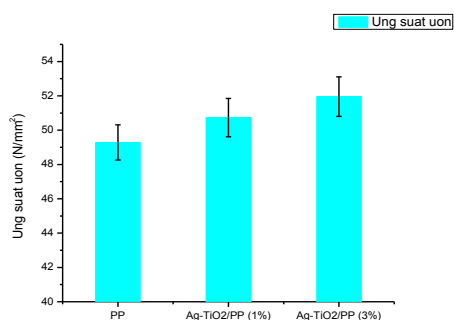
Bảng 2. Giá trị nhiệt độ thủy tinh hóa (T_g), nhiệt độ chảy (T_m) và nhiệt độ kết tinh (T_c) của nhựa PP, composite PP/ TiO_2 – nano Ag (1 % wt và 3 %wt TiO_2 – nano Ag)

Mẫu khảo sát		T_g (°C)	T_c (°C)	T_m (°C)
PP nguyên chất		-68,72	111,88	164,96
PP/ TiO_2 – nano Ag	1 % wt	-68,64	114,55	163,24
	3 % wt	-68,40	111,71	164,26

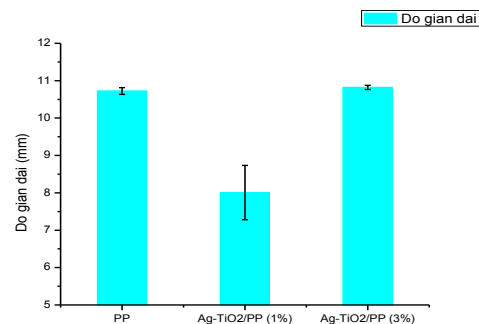
Ngoài ra, kết quả này cũng cho thấy, mặc dù giá trị nhiệt độ kết tinh ($T_c \sim 112$ °C) của vật liệu hầu như không thay đổi nhiều nhưng khả năng kết tinh lại của mẫu có TiO_2 – nano Ag được cải thiện rõ rệt, nhất là trong trường hợp 3 % wt TiO_2 – nano Ag (Hình 7). Khi đó, giá trị nhiệt lượng tỏa ra tăng từ 517,64 mJ đến 575,91 mJ. Điều này cho thấy vật liệu TiO_2 – nano Ag đóng

vai trò như chất tạo mầm tinh thể và giúp cho quá trình kết tinh lại của các mạch PP diễn ra một cách dễ dàng hơn.

Theo các quy trình tổng hợp nhựa, khi cho TiO_2 vào nền nhựa thì TiO_2 có khả năng gây oxy hóa và phân hủy quang hóa khi vật liệu hấp thụ ánh sáng dẫn đến tính chất cơ lý giảm. Do đó, chúng tôi đã tiến hành đo uốn theo tiêu chuẩn ASTM D790 với tốc độ uốn là 5 mm/ph.



Hình 6. Ứng suất uốn của nhựa PP, composite PP/TiO₂ – nano Ag (1 %wt và 3 % wt chất độn).



Hình 7. Độ giãn dài của nhựa PP, composite PP/TiO₂ – nano Ag (1 %wt và 3 % wt chất độn).

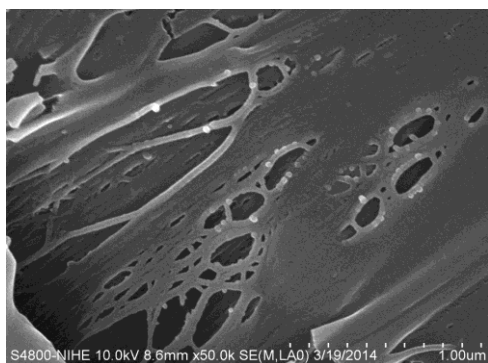
Từ Hình 6 chúng tôi thấy rằng, khi cho TiO₂ – nano Ag vào nền nhựa PP thì ứng suất uốn tăng lên so với chất nền nhựa PP nguyên chất. Bên cạnh đó, với composite PP/TiO₂ – nano Ag (3 %wt TiO₂ – nano Ag) thì ứng suất uốn là tốt nhất và đạt giá trị 51,95 N/mm² và độ giãn dài cho giá trị cao nhất là 0,82 mm (Hình 7).

Từ kết quả so sánh độ uốn ở trên, có thể kết luận được rằng khi cho TiO₂ – nano Ag 3% wt

vào nền nhựa PP thì tính chất cơ lý của nhựa được cải thiện rõ rệt.

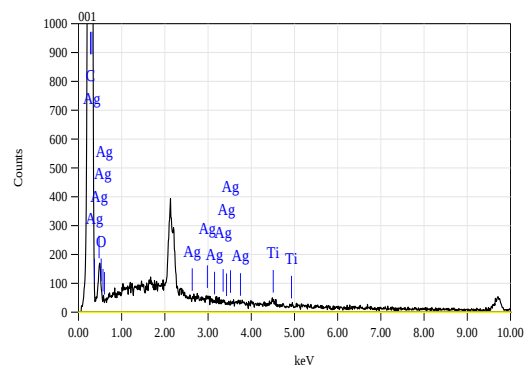
Như vậy, với các kết quả của phổ IR, phân tích nhiệt DSC và đo uốn đã khẳng định TiO₂ – nano Ag không làm ảnh hưởng đến cấu trúc, đặc tính nhiệt của nền nhựa PP và làm tăng tính cơ lý của vật liệu.

Nhằm khảo sát phân bố của TiO₂ – nano Ag trên bề mặt vật liệu PP/TiO₂ – nano Ag, chúng tôi tiến hành chụp ảnh SEM.



Hình 8. Ảnh SEM của composite PP/TiO₂ – nano Ag.

Từ ảnh SEM (Hình 8) cho thấy xuất hiện các hạt TiO₂ – nano Ag (hình tròn, màu trắng) trên bề mặt nhựa với kích thước trung bình khoảng 30 – 60 nm phù hợp với kết quả TEM của bột TiO₂ – nano Ag (Hình 2). Tuy nhiên các hạt phân bố



Hình 9. Phổ EDX của composite PP/TiO₂ – nano Ag.

không đồng đều và xuất hiện nhiều trong các lỗ xốp. Do nồng độ Ag trong mẫu quá nhỏ nên từ ảnh SEM không thể khẳng định được trong các hạt kim loại này có chứa Ag hay không. Vì vậy, chúng tôi tiến hành đo phổ EDX. Từ phổ EDX

(Hình 9) cho thấy có sự tồn tại TiO_2 - nano Ag trên bề mặt vật liệu PP/ TiO_2 – nano Ag.

Khảo sát khả năng diệt khuẩn của composite PP/ TiO_2 – nano Ag

Từ ảnh SEM (Hình 8) và kết quả phổ EDX (Hình 9) đã cho phép khẳng định sự tồn tại của TiO_2 và nano Ag trên bề mặt nhựa PP. Vì vậy, khả năng diệt khuẩn của vật liệu nhựa là kết quả có thể dự báo được. Khảo sát khả năng diệt khuẩn của composite PP/ TiO_2 – nano Ag được đánh giá bằng phương pháp đếm khuẩn lạc với vi khuẩn đại diện là *E. coli*. Kết quả kiểm tra tại viện Pasteur Tp.HCM về tính năng diệt khuẩn của vật liệu composite PP/ TiO_2 – nano Ag mà chúng tôi đã chế tạo được, cho thấy mẫu có khả năng diệt 99,99 % vi khuẩn *E. coli* sau thời gian tiếp xúc 24 giờ.

KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã chế tạo thành công vật liệu PP/ TiO_2 – nano Ag bằng phương pháp phối trộn nóng chảy với tính chất cơ lý tăng so với nhựa PP nguyên chất. Bên cạnh đó, các kết quả thu được đã chứng tỏ sự phân bố tốt của TiO_2 – nano Ag trên nền PP. Vật liệu composite này thể hiện khả năng diệt khuẩn rất tốt trên vi khuẩn đại diện là *E. coli* với hiệu suất 99,99 % sau 24 h tiếp xúc. Tuy nhiên, muốn đưa các kết quả nghiên cứu này vào việc sản xuất vật liệu TiO_2 - nano Ag trên nền PP trong các lĩnh vực y học, công nghệ môi trường cũng như trong đời sống với vai trò là tác nhân kháng khuẩn, thì cần phải thực hiện thêm trong các nghiên cứu tiếp theo về việc khảo sát thời hạn diệt khuẩn cũng như khả năng bị giải ly của hỗn hợp TiO_2 – nano Ag ra khỏi vật liệu nền.

Synthesis and study on mechanical properties of the polypropylene/TiO₂ - nano Ag composite for antibacterial application

- Huynh Nguyen Thanh Luan
- Huynh Chi Cuong
- Ha Thuc Chi Nhan
- Lam Quang Vinh
- Le Van Hieu

University of Science, VNU-HCM

ABSTRACT

In this study, PP/TiO₂ – nano Ag composite were successfully prepared by melt mixing method. The composites TiO₂ – nano Ag and PP/TiO₂ – nano Ag with different silver content were characterized by scanning electron microscopy (SEM), Transmission electron microscopy (TEM), X-ray diffraction (XRD) and IR spectrum to investigate their morphology and chemical compositions. It was found that the silver nanoparticles in TiO₂ matrix were uniformly distributed and strongly attached to the

polypropylene matrix and the average particle size of TiO₂ – nano Ag was from 30 to 60 nm. As the result, the antibacterial property was obtained via microorganism test by showing the elimination of more than 99 % of E. coli bacteria. And UV protection behavior was also observed by UV-Vis characterization. In the other hand, the mechanical properties of polypropylene-TiO₂-nano Ag composite were noticeably improved as compared to the neat polypropylene.

Key words: Nano Ag, TiO₂, composite PP/TiO₂ – nano Ag, antibacterial

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. D.P. Perez, The silver nanoparticle (nano-Ag), Nanotechnology and Nanomaterial, *InTech*, 334 (2010).
- [2]. C.A. Fux, J.W. Costerton, P.S. Stewart, P. Stoodley, Survival strategies of infectious biofilms, *Trends in Microbiology*, 13, 34-40 (2005).
- [3]. A.A. Hebeisha, M.M. Abdelhady, A.M. Youssef, TiO₂ nanowire and TiO₂ nanowire doped Ag-PVP nanocomposite for antimicrobial and self-cleaning cotton textile, *Carbohydrate Polymer*, 91, 549-559 (2013).
- [4]. H.R. Panta, D.R. Pandeyac, K.T. Nam, W.I. Baek, S.T. Hong, H.Y. Kim, Photocatalytic and antibacterial properties of a TiO₂/nylon-6 electrospun nanocomposite mat containing silver nanoparticles, *Journal of Hazardous Materials*, 189, 465-471 (2011).
- [5]. J. Mungkalasiri, L. Bedel, F. Emieux, J. Dore, F.N. Renaud, C. Sarantopoulos, F. Maury, CVD elaboration of nanostructured TiO₂-Ag thin films with efficient

- antibacterial properties, *Chemical Vapor Deposition*, 16, 35-41 (2010).
- [6]. S.A. Amin, M. Pazouki, A. Hosseinnia, Synthesis of TiO₂-Ag nanocomposite with sol-gel method and investigation of its antibacterial activity against *E. coli*, *Powder Technology*, 196, 241-245 (2009).
- [7]. J.J. Wu, G.J. Lee, Y.S. Chen, T.L. Hu, The synthesis of nano-silver/polypropylene plastics for antibacterial application, *Current Applied Physics*, 12, 89-95 (2012).
- [8]. A. Pal, S. Shah, S. Devi, Microwave-assisted synthesis of silver nanoparticles using ethanol as a reducing agent, *Materials Chemistry and Physics*, 114, 530-532 (2009).
- [9]. S. Chaudhari, T. Shaikh, P. Pandey, A review on polymer TiO₂ nanocomposites, *Journal of Engineering Research and Applications*, 3, 1386-1391 (2013).