CHẾ TẠO BỀ MẶT SIÊU KỴ NƯỚC TRÊN GỖ BẰNG CÔNG NGHỆ PHỦ VẬT LIỆU KÍCH THƯỚC MICRO/NANO

Vũ Mạnh Tường*, Nguyễn Trọng Kiên,
Trịnh Hiền Mai, Nguyễn Văn Diễn, Phạm Văn Chương
Trường Đại học Lâm nghiệp

TÓM TẮT

Những năm gần đây đã có nhiều nghiên cứu tạo ra bề mặt siêu kỵ nước cho vật liệu, trong đó có gỗ. Nghiên cứu này áp dụng công nghệ nano để tạo ra lớp phủ TiO_2 và ZnO siêu kỵ nước trên gỗ Keo lai (*Acacia mangium x auriculiformis*). Kết quả thí nghiệm cho thấy, lớp phủ TiO_2 được cấu thành bởi các phần tử có dạng hình cầu, kích thước từ 150 nm đến 2 μm, lớp phủ ZnO được cấu thành từ các phần tử dạng tấm, chiều dày 20-30 nm, chiều rộng khoảng 2 μm. Phổ nhiễu xạ tia X (XRD) cho thấy lớp phủ TiO_2 có cấu trúc tinh thể pha anatase và lớp phủ ZnO có cấu trúc tinh thể pha wurtzite. Góc tiếp xúc giữa giọt nước với lớp phủ TiO_2 khoảng $152,6^o$, với lớp phủ ZnO khoảng $151,8^o$. Sau thời gian tiếp xúc 180 giây, góc tiếp xúc trên các lớp phủ có xu hướng giảm xuống, tuy nhiên mức độ giảm không đáng kể. Qua quan sát cho thấy đặc tính siêu kỵ nước trên gỗ Keo lai trong nghiên cứu chủ yếu do cấu trúc thứ bậc của lớp phủ kích thước micro/nano của TiO_2 và ZnO tạo ra.

Từ khoá: *Gỗ Keo lai, bề mặt siêu kỵ nước, TiO_2, ZnO*

ĐẶT VẤN ĐỀ

Từ lâu các hiện tượng tự nhiên đã tạo ra nhiều ý tưởng cho các nhà khoa học và đã phát triển thành nhiều hướng nghiên cứu quan trọng. Hiện tượng lá sen không bị thấm ướt có thể xem như một ví dụ điển hình đã mở ra hướng nghiên cứu chế tạo bề mặt siêu kỵ nước. Bề mặt siêu kỵ nước với góc tiếp xúc giữa giọt nước lớn hơn 150° và góc lăn hoặc trượt của giọt nước trên nó nhỏ hơn 10° đã trở thành một lĩnh vực nghiên cứu được quan tâm bởi rất nhiều nhà khoa học, và đã đạt được nhiều thành tựu trong những năm gần đây. Hàng loạt các tính chất đặc biệt và ứng dụng tiềm năng của các vật liệu có bề mặt siêu kỵ nước như: tự làm sạch, chống bám bẩn, chống ăn mòn,… đã thu hút rất nhiều sự chú ý trong thập kỷ qua [5] [8].

Nhằm mục đích cải thiện và phục vụ cuộc sống của con người, các nhà khoa học luôn tìm kiếm những giải pháp tối ưu để tạo mối liên hệ giữa bề mặt siêu kỵ nước với cuộc sống hàng ngày của chúng ta. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra [8], để vật liệu có bề mặt siêu kỵ nước cần có sự kết hợp của độ thô/nhám/gồ ghề cao và năng lượng tự do bề mặt thấp. Phủ mặt bằng vật liệu nano là một phương pháp gián tiếp, có thể tạo ra một lớp mới, hoàn toàn khác so với bề mặt ban đầu có tính công năng, bảo vệ vật liệu và đáp ứng được yêu cầu về cấu trúc bề mặt siêu kỵ nước. Hơn nữa, các tính chất vật lý và hóa học của các chất nền không bị ảnh hưởng bởi quá trình phủ. Nhiều kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng công nghệ phủ nano siêu kỵ nước sẽ là sự lựa chọn tốt nhất [7].

Không giống như bề mặt kim loại và một số loại vật liệu polymer. Bề mặt gỗ mềm, không đồng đều, tồn tại nhiều lỗ và các rãnh nhỏ do đặc tính tự nhiên của gỗ hoặc do công cụ gia công tạo ra trong quá trình sản xuất. Hầu hết các mặt cắt tiếp tuyến và xuyên tâm của gỗ đều tồn tại một phần ruột tế bào gỗ và mặt cắt theo chiều dọc của vách tế bào. Tùy vào vị trí gia công, bề mặt phía trong của ruột tế bào gỗ thường không đổi và chiếm tỷ trọng lớn trên mặt cắt xuyên tâm và mặt cắt tiếp tuyến của gỗ. Trong khi vách của các tế bào liền kề được cắt theo chiều dọc tế bào làm cho các mặt cắt này tiếp xúc với không khí. Vì vậy ở cấp độ hiển vi, bề mặt gỗ có cấu trúc thứ bậc do mặt trong ruột tế bào và mặt cắt dọc của vách tế bào đồng thời tạo nên, trong đó phần

* *Tel: 0987 640338, Email: tuongvm@vfu.edu.vn*

mặt cắt dọc của vách tế bào gỗ là các đỉnh tạo ra bề mặt có cấu trúc này (hình 1).

Về cấu trúc hoá học, gỗ là loại vật liệu được tổ thành từ các hợp chất hữu cơ tự nhiên gồm xenlulo, hemixenlulo, lignin và một số hợp chất hữu cơ có phân tử lượng thấp hoặc một lượng nhỏ hợp chất vô cơ [1]. Trong cấu trúc phân tử của các hợp chất hữu cơ này chứa một lượng lớn các nhóm ưa nước như nhóm hydroxyl (-OH) nên gỗ cũng là loại vật liệu ưa nước. Chính vì vậy, cho dù bề mặt gỗ có một đặc tính của bề mặt kỵ nước/siêu kỵ nước do cấu trúc thứ bậc tạo ra, tuy nhiên, kích thước đó chưa đủ nhỏ, hơn nữa bản thân các thành phần hoá học cấu tạo nên gỗ là vật liệu ưa nước (tính hút nước/ẩm mạnh), nên bề mặt gỗ là bề mặt ưa nước.

Nhằm tạo ra đặc tính siêu kỵ nước cho bề mặt gỗ, trong nghiên cứu này đã áp dụng phương pháp phủ vật liệu nano lên gỗ với mục đích: (1) Tăng thêm độ gồ ghề ở mức độ micro/nano trên bề mặt gỗ bằng lớp TiO_2 và ZnO; (2) Giảm sức căng bề mặt của vật liệu phủ bằng axit stearic.

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Vật liệu nghiên cứu

- Mẫu gỗ: Kích thước 10 x 20 x 50 mm (*Xuyên tâm x Tiếp tuyến x Dọc thớ*) làm từ gỗ Keo lai (*Acacia mangium x auriculiformis*) 5-6 tuổi, độ ẩm khi xử lý 12-15%, số lượng 10 mẫu/chế độ xử lý.

- Hoá chất: Titanium (IV) Butoxide (TBOT), $Ti(OCH_2CH_2CH_2CH_3)_4$; Zinc Acetate Dihydrate - $Zn(O_2CCH_3)_2 . 2H_2O$ ($Zn(Ac)_2$); Triethylamine (TEA); Axit stearic (CH_3-$(CH_2)_{16}$-COOH); Cồn tuyệt đối (C_2H_5OH)

Phương pháp phủ TiO_2 lên gỗ

- Pha dung dịch phủ

Dung dịch phủ là dung dịch thu được bằng cách hoà tan 5 mL TBOT vào 50 mL cồn tuyệt đối, sau đó phản ứng trong thời gian 30 phút để được dung dịch trong suốt. Dung dịch không bị lắng sau thời gian lưu trữ khoảng 5h mới đưa vào giai đoạn xử lý gỗ.

- Xử lý mẫu bằng dung dịch phủ

+ Phương pháp: Áp dụng phương pháp xử lý thủy nhiệt trong bình kín (Autoclave). Autoclave được đặt trong tủ sấy với nhiệt độ 90°C, trong thời gian 4 giờ.

+ Sấy mẫu sau khi xử lý thủy nhiệt: Nhiệt độ sấy tối đa 103±2°C, trong thời gian 6 giờ.

Phương pháp phủ ZnO lên gỗ

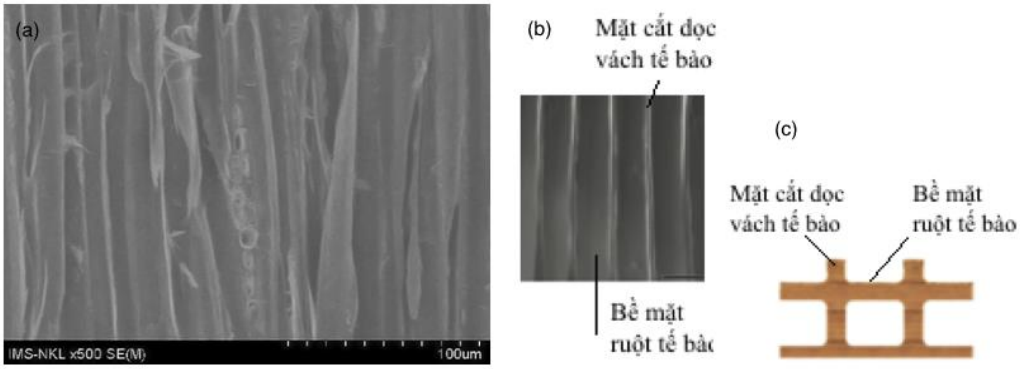
- Pha dung dịch phủ

Pha dung dịch đẳng mol gồm $Zn(Ac)_2$ với TEA (số mol của ZnAc và TEA bằng nhau) để đạt được dung dịch chứa ZnO có nồng độ 1,5%, cụ thể như sau:

+ Bước 1: Cho 12,2 g $Zn(Ac)_2$ vào 200 mL cồn tuyệt đối, khuấy trong 30 phút bằng máy khuấy từ gia nhiệt.

+ Bước 2: Cho 5,625 g TEA vào dung dịch ở bước 1 để được dung dịch đẳng mol.

+ Bước 3: Tiếp tục khuấy thêm 30 phút, nhiệt độ phản ứng 60°C để được dung dịch đồng nhất có màu vàng nhạt.



Hình 1. *(a) Bề mặt gỗ Keo lai (Acacia auriculiformis x mangium); (b) Một phần bề mặt gỗ; (c) Mô phỏng cấu trúc của bề mặt gỗ [3]*

- Xử lý mẫu bằng dung dịch phủ

Áp dụng phương pháp nhúng - sấy nhiều lần. Mẫu gỗ được nhúng trong dung dịch phủ sau đó đưa vào tủ sấy. Cụ thể các bước thí nghiệm như sau:

+ Bước 1: Nhúng mẫu gỗ vào dung dịch chứa ZnO trong thời gian 2 giờ.

+ Bước 2: Sấy mẫu đã nhúng ở nhiệt độ 60°C trong thời gian 3 giờ.

Thực hiện lại bước 1 và bước 2 ba lần để được lớp phủ đồng đều trên bề mặt gỗ.

Xử lý giảm năng lượng bề mặt lớp phủ

+ Bước 1: Hoà tan axit stearic vào cồn tuyệt đối để được dung dịch có nồng độ 1,5% khối lượng.

+ Bước 2: Ngâm các mẫu đã phủ TiO_2, ZnO và mẫu gỗ Bồ đề không xử lý vào trong dung dịch axit stearic trong thời gian 2 giờ.

+ Bước 3: Sấy mẫu đã nhúng ở nhiệt độ 60°C trong thời gian 3-5 giờ.

Phương pháp đánh giá tính siêu kỵ nước

Trong nghiên cứu này, đặc tính siêu kỵ nước của gỗ Keo lai sau khi phủ được đánh giá thông qua việc đo góc tiếp xúc tĩnh của giọt nước với bề mặt lớp phủ.

- Mẫu và bề mặt đo:

Góc tiếp xúc (WCA) giữa giọt nước và bề mặt gỗ được đo trên mặt cắt tiếp tuyến của các mẫu gỗ gồm:

+ Mẫu không phủ ($K_{đc}$)

+ Mẫu gỗ không phủ TiO_2 và ZnO nhưng có ngâm axit stearic (K_{STA})

+ Mẫu phủ TiO_2 không ngâm axit stearic (K_{Ti})

+ Mẫu phủ ZnO không ngâm axit stearic (K_{Zn})

+ Mẫu phủ TiO_2 có ngâm axit stearic (K_{TiS})

+ Mẫu phủ ZnO có ngâm axit stearic (K_{ZnS}).

- Phương pháp đo:

+ Dụng cụ: gồm xi lanh mini có thể tạo ra giọt nước với thể tích 5µl, kính hiển vi kết nối máy tính, phần mềm ImageJ với *plugin Low bond axisymmetric drop shape analysis* (LB-ADSA).

+ Các bước tiến hành:

Bước 1: Chụp ảnh giọt nước trên bề mặt mẫu sau khi tiếp xúc với bề mặt gỗ 0-180 giây, độ phóng đại giọt nước khoảng 40-60 lần.

Bước 2: Sử dụng phần mềm ImageJ để đo góc tiếp xúc giọt nước trên ảnh chụp được.

- Số mẫu đo, số lần đo: Mỗi chế độ xử lý tiến hành đo trên 3 mẫu, mỗi mẫu đo trên 3 vị trí để lấy giá trị trung bình của góc tiếp xúc.

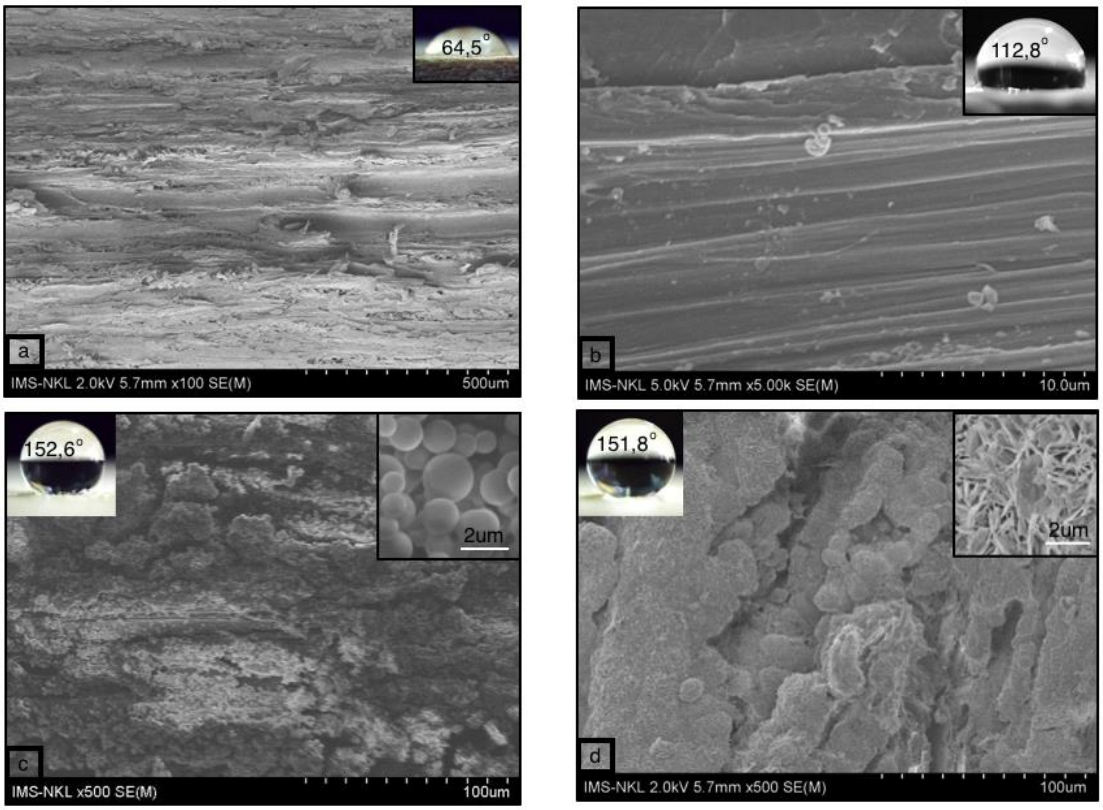
Phương pháp phân tích cấu trúc lớp phủ

Cấu trúc lớp phủ TiO_2 và ZnO được phân tích bằng kính hiển vi điện tử quét FE-SEM, S-4800, dạng tinh thể của lớp phủ được phân tích bằng phổ nhiễu xạ tia X đo bằng máy SIEMENS D5005 X-ray diffractometer.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Cấu trúc bề mặt lớp phủ

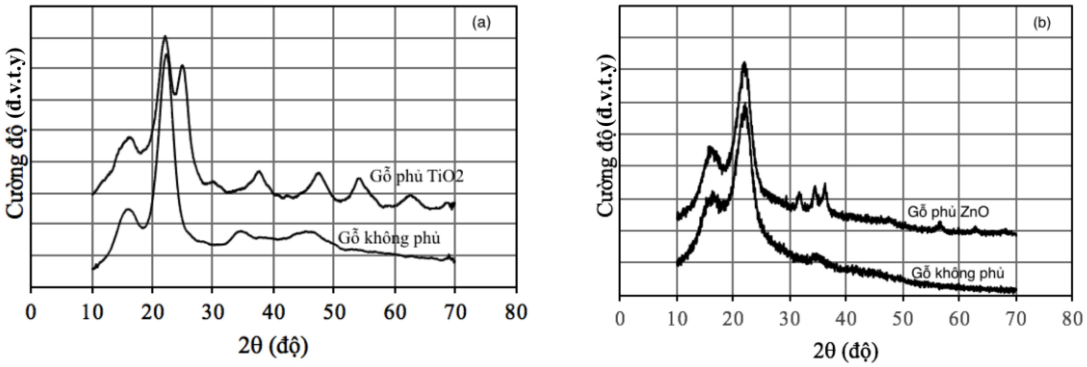
Để tạo ra lớp phủ có đặc tính siêu kỵ nước, nghiên cứu này đã tiến hành phủ lên gỗ Keo lai một lớp phủ từ hai loại hợp chất nhằm tạo ra các lớp phủ chứa TiO_2 hoặc ZnO. Hình ảnh chụp từ kính hiển vi điện tử quét (SEM) trên hình 2 thể hiện cấu trúc bề mặt gỗ Keo lai không phủ (a, b), mẫu gỗ Keo lai phủ bằng TiO_2 (c) và ZnO (d). Quan sát trên hình cho thấy, với mẫu gỗ Keo lai không phủ, trên bề mặt gỗ chỉ tồn tại các rãnh nhỏ do vách tế bào và ruột tế bào gỗ (sợi gỗ, mạch gỗ) tạo nên. Với mẫu gỗ được phủ bằng màng TiO_2 (hình 2c) hoặc ZnO (hình 2d) trên bề mặt xuất hiện màng mỏng được cấu trúc từ hai loại phần tử có hình dạng khác nhau. Với màng phủ TiO_2, màng được cấu thành từ các phần tử hình cầu nhỏ, kích thước từ 150 nm đến 2 µm. Với màng phủ ZnO, màng được cấu thành từ các phần tử dạng mảnh/miếng nhỏ, chiều dày khoảng 20-30 nm, chiều rộng khoảng 2 µm. Từ hình ảnh SEM có thể thấy màng phủ TiO_2 và ZnO trên gỗ Keo lai là màng phủ liên tục từ hợp chất vô cơ kết hợp với cấu trúc gồ ghề vốn có của gỗ tạo ra cấu trúc thứ bậc (hierarchical structure) ở cấp độ micro/nano [7], [2].



Hình 2. *Cấu trúc hiển vi bề mặt gỗ Keo lai (a), gỗ Keo lai ngâm axít stearic(b), gỗ Keo lai phủ TiO_2 (c), gỗ Keo lai phủ ZnO (d)*

Cấu trúc tinh thể lớp phủ

Hình 3 thể hiện giản đồ nhiễu xạ tia X (XRD) của mẫu gỗ Keo lai phủ và không phủ mặt. Hình 3a là giản đồ XRD của mẫu gỗ Keo lai không phủ và phủ màng TiO_2, hình 3b là giản đồ XRD của mẫu gỗ Keo lai không phủ và phủ màng ZnO.



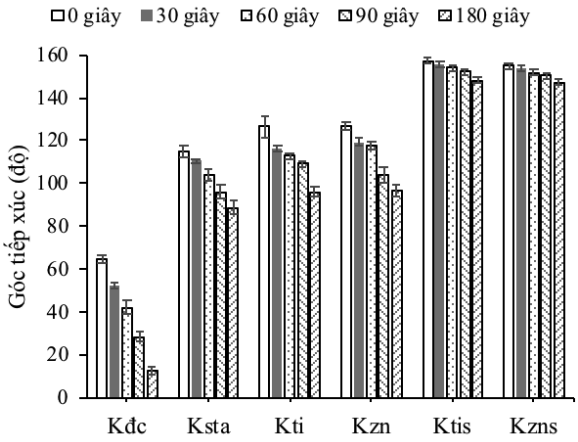
Hình 3. *Giản đồ nhiễu xạ tia X của mẫu gỗ Keo lai không phủ và phủ bằng (a) TiO_2, (b) ZnO*

Qua giản đồ cho thấy, đối với mẫu gỗ Keo lai không phủ trên phổ chỉ xuất hiện hai đỉnh hấp thụ (peak) cơ bản thể hiện cấu trúc tinh thể của xenlulo trong gỗ. Đối với mẫu Keo lai phủ TiO_2, trên phổ xuất hiện thêm các đỉnh hấp thụ thể hiện đặc trưng của TiO_2 với tinh thể anatase [9]. Tương tự với mẫu gỗ Keo lai phủ ZnO, trên phổ xuất hiện các đỉnh hấp thụ mới. Các đỉnh hấp thụ này là các đặc trưng thể hiện cấu trúc của tinh thể ZnO ở dạng Wurtzite [4]. Từ kết quả phân tích XRD có thể kết luận, trong màng phủ của các mẫu gỗ Keo

lai bằng hai loại hợp chất trên, $Ti(OH)_4$ đã chuyển sang cấu trúc tinh thể TiO_2 và $Zn(OH)_2$ đã chuyển sang cấu trúc tinh thể ZnO.

Đặc tính siêu kỵ nước của mặt lớp phủ

Trong nghiên cứu này, đặc tính siêu kỵ nước của lớp phủ TiO_2 và ZnO trên gỗ Keo lai được đánh giá thông qua góc tiếp xúc của giọt nước với bề mặt mẫu. Bề mặt có góc tiếp xúc nhỏ hơn 90° được gọi là bề mặt ưa nước, bề mặt có góc tiếp xúc lớn hơn 90° được gọi là bề mặt kỵ nước, bề mặt có góc tiếp xúc lớn hơn 150° được gọi là bề mặt siêu kỵ nước [6]. Kết quả thí nghiệm được thể hiện trên hình 2 (hình ảnh giọt nước) và hình 4.



Hình 4. *Góc tiếp xúc giọt nước với bề mặt gỗ Keo lai ở các chế độ xử lý khác nhau, thời gian tiếp xúc từ 0-180 giây*

Từ kết quả đo góc tiếp xúc cho thấy, với gỗ Keo lai không được phủ mặt và không xử lý bằng axit stearic góc tiếp xúc ở thời điểm bắt đầu đo đạt khoảng $64,5^o$, sau thời gian tiếp xúc độ lớn của góc giảm rõ rệt, và đạt độ lớn nhỏ hơn 20° sau khi tiếp xúc với bề mặt 180 giây. Hiện tượng này hoàn toàn bình thường, và phù hợp với đặc tính vốn có của gỗ - vật liệu hữu cơ tự nhiên ưa nước. Đối với mẫu gỗ Keo lai không phủ nhưng được xử lý bằng axit stearic, góc tiếp xúc đo được tại thời điểm bắt đầu tiếp xúc là $112,8^o$, sau 180 giây tiếp xúc, góc tiếp xúc giảm xuống gần 90°. Có thể thấy, axit stearic đã có tác dụng làm giảm năng lượng tự do bề mặt của gỗ Keo lai, chuyển bề mặt gỗ keo lai từ ưa nước sang bề mặt kỵ nước. Đối với bề mặt gỗ Keo lai chỉ phủ TiO_2 hoặc ZnO mà không xử lý bằng axit stearic thu được kết quả tương tự nhau, độ lớn góc tiếp xúc trên hai bề mặt này cơ bản khác biệt không lớn, sau 180 giây tiếp xúc vẫn giữ được góc tiếp xúc lớn hơn 90°, thể hiện bề mặt của hai loại mẫu này cũng là bề mặt kỵ nước. Với mẫu gỗ Keo lai phủ bằng màng TiO_2 và ZnO kết hợp với xử lý bằng axit stearic kết quả có sự khác biệt rõ rệt. Giọt nước về cơ bản không thể dính được trên bề mặt mẫu, góc tiếp xúc đo được tại thời điểm ban đầu lần lượt lên tới $152,6^o$ và $151,8^o$ với các mẫu gỗ Keo lai phủ TiO_2 và ZnO, và ngay cả sau khi tiếp xúc 180 giây thì góc tiếp xúc cơ bản vẫn giảm không đáng kể. Kết quả thí nghiệm đã thể hiện mẫu gỗ phủ màng TiO_2 và ZnO có đặc tính của bề mặt siêu kỵ nước với góc tiếp xúc lớn hơn 150°.

Ngoài ra, kết quả thí nghiệm còn thể hiện, độ lớn góc tiếp xúc trên tất cả các mẫu cơ bản giảm khá nhanh theo thời gian, nhưng với hai loại mẫu gỗ phủ TiO_2 và ZnO kết hợp xử lý bằng axit stearic góc tiếp xúc giảm rất chậm và độ lớn giảm không đáng kể. Kết quả này hoàn toàn có thể được giải thích bằng lý thuyết về tính thấm ướt bề mặt vật liệu như đề cập ở trên, do bề mặt gỗ Keo lai sau khi phủ đã có cấu trúc thứ bậc cấp độ micro/nano được chứng minh bởi ảnh chụp hiển vi điện tử và cấu trúc tinh thể qua phân tích nhiễu xạ tia X kết hợp với năng lượng bề mặt thấp do axit stearic tạo ra.

KẾT LUẬN

Bằng việc áp dụng công nghệ nano nghiên cứu đã tạo ra được lớp phủ với đặc tính siêu kỵ nước có cấu trúc micro/nano của TiO_2 và ZnO trên gỗ Keo lai.

(1) Lớp phủ TiO_2 được tạo nên từ các phần tử có dạng hình cầu với kích thước từ nano mét đến micro mét. Lớp phủ ZnO được tạo nên từ các phần tử có dạng tấm với chiều dày khoảng 20-30 nano mét, chiều rộng khoảng 2 micro mét. Lớp phủ trên gỗ Keo lai chứa tinh thể TiO_2 dạng anatase và ZnO dạng Wurtzite.

(2) Mẫu gỗ phủ bằng lớp phủ TiO_2 và ZnO có đặc tính siêu kỵ nước với góc tiếp xúc lần lượt khoảng 152,6^o và 151,8^o.

(3) Kết quả nghiên cứu cho thấy có thể áp dụng công nghệ nano để tạo ra vật liệu siêu kỵ nước từ gỗ Keo lai. Tuy nhiên, trong nghiên cứu mới chỉ thể hiện ở một chế độ xử lý. Để có thể phát triển nghiên cứu và ứng dụng với quy mô lớn cần tiến hành thực hiện các nghiên cứu về mối quan hệ giữa thông số công nghệ xử lý đến tính chất khác của gỗ Keo lai sau xử lý như khả năng chống chịu sinh vật, khả năng kháng tia UV, độ bền lớp phủ,…

Lời cảm ơn: "Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển khoa học và công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) trong đề tài mã số 103.99-2016.47"

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Vũ Huy Đại, Tạ Thị Phương Hoa, Vũ Mạnh Tường, Nguyễn Tử Kim, và Đỗ Văn Bản (2016), *Giáo trình Khoa học gỗ*, Hà Nội, Nxb Nông nghiệp.
2. Xuefeng Gao và Lei Jiang (2004), *Water-repellent legs of water striders*, Nature, số 432, tr. 36.
3. Huizhang Guo, Peter Fuchs, Kirstin Casdorff, Benjamin Michen, Munish Chanana, Harald Hagendorfer, Yaroslav E. Romanyuk, và Ingo Burgert (2016), *Bio-Inspired Superhydrophobic and Omniphobic Wood Surfaces*, Advanced Materials Interfaces, số 4(1), tr. 1600289-n/a.
4. Geping He và Kaige Wang (2011), *The super hydrophobicity of ZnO nanorods fabricated by electrochemical deposition method*, Applied Surface Science, số 257(15), tr. 6590-6594.
5. Delin Lai, Gang Kong, và Chunshan Che (2017), *Synthesis and corrosion behavior of ZnO/SiO2 nanorod-sub microtube superhydrophobic coating on zinc substrate*, Surface and Coatings Technology, số 315, tr. 509-518.
6. Linda Oberli, Dean Caruso, Colin Hall, Manrico Fabretto, Peter J. Murphy, và Drew Evans (2014), *Condensation and freezing of droplets on superhydrophobic surfaces*, Advances in Colloid and Interface Science, số 210, tr. 47-57.
7. Yifan Si và Zhiguang Guo (2015), *Superhydrophobic nanocoatings: from materials to fabrications and to applications*, Nanoscale, số 7(14), tr. 5922-5946.
8. Bin Su, Ye Tian, và Lei Jiang (2016), *Bioinspired Interfaces with Superwettability: From Materials to Chemistry*, Journal of the American Chemical Society, số 138(6), tr. 1727-1748.
9. Vu Manh Tuong và Tran Van chu (2015), *Improvement of Color Stability of Acacia Hybrid Wood by TiO2 Nano Sol Impregnation*, BioResources, số 10(3), tr. 5417-5425.

ABSTRACT

FABRICATION OF SUPERHYDROPHOBIC COATING ON WOOD BY MICRO/NANO STRUCTURE MATERIALS

Vu Manh Tuong*, Nguyen Trong Kien
Trinh Hien Mai, Nguyen Van Dien, Pham Van Chuong
Vietnam National University of Forestry

Recent years there have been many studies that have fabricated superhydrophobic surfaces for materials, including wood. This research has applied nanotechnology to fabricate superhydrophobic coatings of TiO_2 and ZnO on Acacia hybrid (*Acacia mangium x auriculiformis*) wood. Experimental results showed that TiO_2 coatings are composed of spherical-like particles with diameters ranging from 150 nm to 2 μm. The ZnO coating is composed of lamellar particles with thicknesses approximately 2 μm and with widths ranging from 20 to 30 nm. The XRD patterns indicated the crystal of TiO_2 coating was anatase phase and the crystal of ZnO coating was hexagonal wurtzite phase. The water contact angle of the TiO_2 coating was about 152.6 degree and the water contact angle of the ZnO coating was about 151.8 degree. In addition, the water contact angle on the coatings tends to decrease after 180 seconds exposure, however the reduction is negligible. The superhydrophobicity of Acacia hybrid wood obtained in this research was mainly due to the hierarchical structure of micro/nano coatings of TiO_2 and ZnO.

Keywords: *Acacia hybrid wood (Acacia mangium x auriculiformis), Superhydrophobic surface, TiO_2, ZnO*

Ngày nhận bài: 15/8/2018; Ngày hoàn thiện: 14/9/2018; Ngày duyệt đăng: 30/11/2018

* *Tel: 0987 640338, Email: tuongvm@vfu.edu.vn*