

ẢNH HƯỞNG CỦA ĐIỀU KIỆN XỬ LÝ AXÍT STEARIC ĐẾN TÍNH KỶ NƯỚC CỦA MÀNG ZnO TRÊN GỖ BỒ ĐÈ

Nguyễn Văn Huyền, Vũ Mạnh Tường*,
Phạm Văn Duy, Lê Thị Hằng
Trường Đại học Lâm nghiệp

TÓM TẮT

Phủ mặt gỗ bằng vật liệu có kích thước micro hoặc nano mét là công nghệ hiệu quả có thể nâng cao tính kỵ nước cho gỗ. Tuy nhiên, đến nay chưa có nhiều nghiên cứu ảnh hưởng của điều kiện xử lý giảm năng lượng bề mặt bằng axit stearic đến tính chất kỵ nước của gỗ sau khi phủ. Trong nghiên cứu này, gỗ Bồ đề (*Styrax tonkinensis*) đã được phủ màng ZnO bằng công nghệ nano, sau đó xử lý bằng axit stearic để tạo ra gỗ siêu kỵ nước. Đặc tính bề mặt của màng đã được phân tích bằng phương pháp hiển vi điện tử quét (FE-SEM), phổ tán sắc năng lượng tia X (EDX), nhiễu xạ tia X (XRD) và đo góc tiếp xúc với nước. Kết quả cho thấy, màng phủ trên gỗ được cấu thành từ các tấm ZnO tinh thể dạng Wurtzite kích thước micro hoặc nano mét. Góc tiếp xúc với nước của bề mặt gỗ đã phủ lớn hơn rõ rệt so với gỗ không phủ. Ngoài ra, kết quả còn cho thấy, với điều kiện xử lý axit stearic khác nhau thì góc tiếp xúc với nước cũng khác nhau, trong đó có một số chế độ thí nghiệm đã tạo ra lớp phủ siêu kỵ nước với góc tiếp xúc lớn hơn 150°. Lớp phủ ZnO của nghiên cứu đã làm cho gỗ Bồ đề từ loại vật liệu ưa nước trở thành vật liệu siêu kỵ nước và có tính năng tự làm sạch.

Từ khóa: Bề mặt siêu kỵ nước; công nghệ nano; góc tiếp xúc; gỗ Bồ đề; ZnO

Ngày nhận bài: 29/7/2019; Ngày hoàn thiện: 26/8/2019; Ngày đăng: 27/8/2019

EFFECT OF STEARIC ACID TREATMENT ON THE HYDROPHOBICITY OF ZnO-COATED *Styrax tonkinensis* WOOD

Nguyen Van Huyen, Vu Manh Tuong*,
Pham Van Duy, Le Thi Hang
Vietnam National University of Forestry

ABSTRACT

Micro/nanostructure coating is a useful technology that can enhance the hydrophobicity of wood. However, there are not many works studying the effect of treatment condition on the hydrophobicity of coated-wood. In this research, the *Styrax tonkiensis* wood with superhydrophobic surfaces was obtained by ZnO coating method followed by treating with stearic acid. Surface characteristics of the coating were examined by Field Emission Scanning Electron Microscopes (FE-SEM), Energy-dispersive X-ray Spectroscopy (EDS), X-ray Diffraction (XRD), and water contact angle (WCA). The results showed that the coating on wood was composed of micro/nano-size ZnO sheets with Wurtzite crystal structure. The water contact angle of the coated-wood was significantly larger than that of uncoated-wood. Additionally, with different stearic acid treatment conditions, the water contact angle was not the same. In particular, some coated-wood samples surfaces became superhydrophobic with WCAs greater than 150 degrees. The ZnO coating played the roll in transforming the *S. tonkinensis* wood from the hydrophilic material into superhydrophobic material with self-cleaning function.

Keywords: Nano technology, *Styrax tonkinensis* wood, superhydrophobic coating, water contact angle, ZnO

Received: 29/7/2019; Revised: 26/8/2019; Published: 27/8/2019

* Corresponding author. Email: tuongvm@vnuf.edu.vn

1. Giới thiệu

Gỗ là vật liệu tự nhiên thân thiện môi trường được dùng trong nhiều lĩnh vực như: đồ mộc, xây dựng, trang trí nội thất và các sản phẩm ngoài trời. Tuy nhiên, trong quá trình sử dụng gỗ không thể tránh tiếp xúc với nước hoặc hơi ẩm trong không khí. Do đó, gỗ hút ẩm hoặc nước dẫn đến thay đổi kích thước, tạo điều kiện cho sinh vật xâm hại. Hơn nữa, tính chất cơ học và vật lý của gỗ cũng có thể giảm do tiếp xúc với nước [1] [2]. Vì vậy, việc tạo ra một lớp phủ kỵ nước hoặc siêu kỵ nước là một giải pháp hiệu quả để ngăn ngừa hoặc giảm thiểu vấn đề nêu trên.

Gần đây, nhiều nghiên cứu đã chỉ ra, lớp phủ có cấu trúc thứ bậc trên cơ sở bề mặt nhám ở cấp độ micromet hoặc nanomet kết hợp với năng lượng bề mặt thấp có thể đạt được tính năng siêu kỵ nước [3] [4] [5]. Trong lĩnh vực nghiên cứu công nghệ phủ nano cho gỗ, đã có nhiều phương pháp được áp dụng như phương pháp sol-gel [6], phương pháp thủy nhiệt [7] [8], phương pháp phun [9], phương pháp phủ từng lớp [10], phương pháp ngâm [11]. Trong những nghiên cứu này, các loại hợp chất vô cơ đã được sử dụng có TiO_2 , SiO_2 , và ZnO . Trong đó ZnO với nhiều đặc tính nổi bật như: rẻ, không độc, tính năng quang xúc tác tốt nên đã được sử dụng rất rộng rãi trong nhiều ứng dụng [12]. Vì vậy, ZnO cũng là loại vật liệu được sử dụng để phủ mặt gỗ sử dụng ngoài trời [13].

Áp dụng các phương pháp nêu trên có thể tạo ra lớp phủ hợp chất vô cơ lên bề mặt gỗ. Tuy nhiên, để bề mặt trở nên kỵ nước hoặc siêu kỵ nước cần tiến hành xử lý giảm năng lượng bề mặt bằng một số hợp chất silane như FAS (1H,1H,2H,2H-perfluorodecyltriethoxysilane) [14] hoặc các loại axit béo như axit stearic [15]. Việc sử dụng các hợp chất silane tuy có thể thu được bề mặt siêu kỵ nước tốt nhưng chi phí cao nên thường sử dụng trong các sản phẩm yêu cầu chất lượng cao. Axit stearic là loại hợp chất hữu cơ rẻ tiền, ít độc hại lại có tác dụng làm giảm năng lượng bề mặt nên đã

được lựa chọn sử dụng [16]. Tuy nhiên, cho tới thời điểm hiện tại rất ít công trình công bố về ảnh hưởng của điều kiện xử lý axit stearic cho gỗ đã phủ ZnO , đặc biệt với gỗ Bồ đề thì chưa có nghiên cứu nào. Vì vậy, nghiên cứu này đã tiến hành thí nghiệm phủ mặt gỗ Bồ đề bằng màng ZnO sau đó đánh giá ảnh hưởng của điều kiện xử lý axit stearic đến tính năng kỵ nước của gỗ Bồ đề để làm căn cứ cho việc xây dựng công nghệ chế tạo bề mặt siêu kỵ nước cho gỗ ứng dụng trong điều kiện ngoài trời.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. 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 Bồ đề (*Styrax tongkinensis*) 06 tuổi, độ ẩm khi xử lý $15 \pm 1\%$, số lượng 05 mẫu/chế độ xử lý.

- Hoá chất: Kẽm axetat - $\text{Zn}(\text{O}_2\text{CCH}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ($\text{Zn}(\text{Ac})_2$); kẽm nitrat - $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; Triethylamine - $\text{C}_3\text{H}_9\text{N}$ - (TEA); Urotropin - $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4$ (HMTA), Axit stearic ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$) (STA); Cồn tuyệt đối ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$).

- Dụng cụ: Tủ sấy thí nghiệm, Autoclave dung tích 200 mL với lõi Teflon.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp phủ màng ZnO lên gỗ

Bước 1: Chuẩn bị dung dịch phủ và dung dịch thủy nhiệt

- Chuẩn bị dung dịch phủ: Lấy một lượng phù hợp các chất gồm kẽm axetat và triethylamine pha với 200 mL cồn tuyệt đối, sau đó khuấy đều bằng máy khuấy từ gia nhiệt ở nhiệt độ 60°C đến khi thu được dung dịch trong suốt có màu vàng nhạt, cuối cùng làm nguội dung dịch trong điều kiện phòng để thu được dung dịch đẳng mol có nồng độ 0,5 M.

- Chuẩn bị dung dịch thủy nhiệt: Lấy một lượng vừa đủ kẽm nitrat và urotropin pha với 200 mL nước tinh khiết, sau đó khuấy bằng máy khuấy từ gia nhiệt ở nhiệt độ phòng trong thời gian 30 phút để thu được dung dịch đẳng mol có nồng độ 0,5 M.

Bước 2: Tạo lớp phủ cho mẫu gỗ

Ngâm mẫu gỗ trong dung dịch phủ được tạo ra ở bước 1 trong thời gian 30 phút, sau đó sấy mẫu ở nhiệt độ 60°C trong thời gian 30 phút. Tiếp tục thực hiện lại quy trình nhúng và phủ này 5 lần để thu được lớp phủ chứa Zn²⁺ đồng đều trên bề mặt gỗ.

Bước 3: Xử lý thủy nhiệt mẫu gỗ đã phủ

Đưa các mẫu gỗ đã được phủ lớp màng chứa Zn²⁺ ở bước 2 vào autoclave với lõi Teflon; sau đó cho một lượng vừa đủ dung dịch thủy nhiệt đã chuẩn bị ở trên vào; tiếp theo đưa autoclave chứa mẫu đã được lắp chặt vào tủ sấy, tiến hành xử lý nhiệt cho autoclave ở 80°C trong thời gian 5h; cuối cùng lấy mẫu ra và sấy ở nhiệt độ 60°C trong 1h ở điều kiện áp suất không khí.

2.2.2. Phương pháp xử lý gỗ đã phủ ZnO bằng axit stearic**Bước 1:** Chuẩn bị dung dịch axit stearic

Mục đích của nghiên cứu này là đánh giá ảnh hưởng của xử lý axit stearic đến tính kỵ nước của gỗ phủ màng ZnO, do đó, trong thí nghiệm đã sử dụng phương pháp bố trí thí nghiệm trực giao nhằm giảm số lượng thí nghiệm để đánh giá ảnh hưởng của nồng độ dung dịch axit stearic và thời gian xử lý đến tính chất kỵ nước của gỗ phủ màng ZnO. Thông số thí nghiệm như bảng 1.

Bước 2: Xử lý mẫu gỗ đã phủ ZnO bằng axit stearic

Ngâm mẫu gỗ trong dung dịch axit stearic trong điều kiện nhiệt độ phòng với các thông số thí nghiệm như bảng 1.

2.2.3. Phương pháp kiểm tra tính chất lớp phủ

- Phương pháp phân tích cấu trúc lớp phủ

+ Phân tích cấu trúc hiển vi: Sử dụng kính hiển vi điện tử quét kết hợp phổ tán sắc năng lượng EDX (FE-SEM, S-4800) của Viện Khoa học Vật liệu, Viện Hàn Lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam).

+ Phân tích cấu trúc tinh thể: Sử dụng máy nhiễu xạ tia X (SIEMENS D5000) của Khoa Vật lý, Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, để phân tích với góc quét 2θ từ 10° đến 70°.

- Phương pháp đánh giá tính kỵ nước

+ Đo góc tiếp xúc: Đo góc tiếp xúc giọt nước với bề mặt phủ sau khi xử lý theo phương pháp chụp ảnh giọt nước khi tiếp xúc và đo góc tiếp xúc bằng phần mềm imageJ [8].

Bảng 1. Thông số thí nghiệm xử lý gỗ phủ ZnO bằng axit stearic

Mã thí nghiệm	Nồng độ dung dịch axit stearic (%)	Thời gian xử lý (Phút)
0,8-180	0,8	180
1,0-120	1,0	120
1,0-240	1,0	240
1,5-95	1,5	95
1,5-265	1,5	265
1,5-180	1,5	180
2,2-180	2,2	180
2,0-120	2,0	120
2,0-240	2,0	240
ĐC1	1,0	240
ĐC2	-	-
ĐC3	-	-

Ghi chú: Mẫu ĐC1 là mẫu gỗ Bồ đề không phủ, có ngâm axit stearic; Mẫu ĐC2 là mẫu gỗ Bồ đề không phủ, không ngâm axit stearic; ĐC3 là mẫu gỗ phủ ZnO nhưng không xử lý axit stearic.

+ Đánh giá độ bền lớp phủ: Đo góc tiếp xúc giọt nước và bề mặt phủ sau khi luộc bằng nước sôi [8].

+ Kiểm tra khả năng tự làm sạch của gỗ:

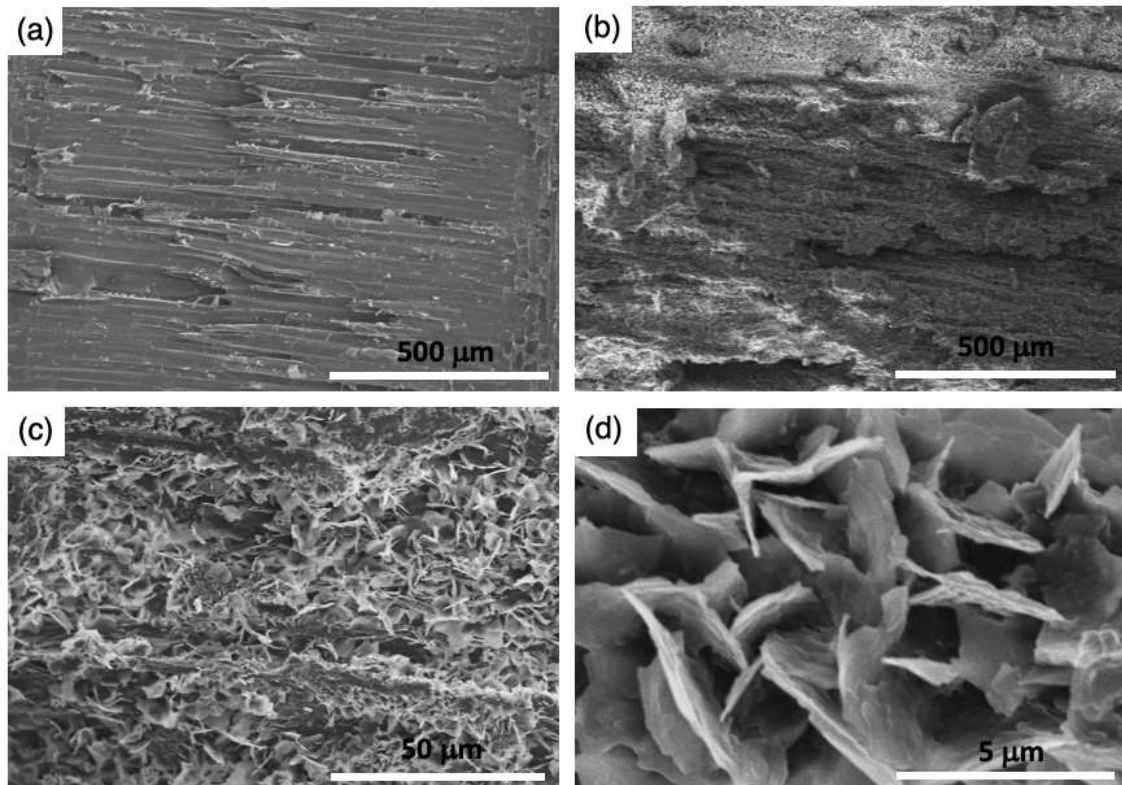
Bước 1: Rắc bột phấn viết bảng phủ kín bề mặt mẫu gỗ đối chứng và mẫu gỗ phủ ZnO.

Bước 2: Phun nước vào bề mặt có bột phấn.

Bước 3: Kiểm tra tình trạng tàn dư của bột phấn trên bề mặt sau khi phun nước bằng mắt thường và chụp ảnh.

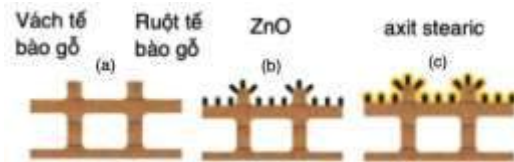
3. Kết quả và thảo luận**3.1. Cấu trúc hiển vi bề mặt gỗ**

Nhiều nghiên cứu về tính thấm ướt bề mặt đã chỉ ra, để vật liệu có khả năng kỵ nước hoặc siêu kỵ nước cần có một bề mặt được phủ đồng đều, đồng thời lớp phủ phải có năng lượng bề mặt thấp với cấu trúc thứ bậc (hierarchical) cấp độ micro hoặc nano mét [17]. Nhằm tạo ra bề mặt kỵ nước hoặc siêu kỵ nước cho gỗ Bồ đề, nghiên cứu này đã tiến hành phủ ZnO cho gỗ Bồ đề, đồng thời đã xử lý giảm năng lượng bề mặt bằng axit stearic. Qua phân tích bằng kính hiển vi điện tử quét (FE-SEM) đã chụp được ảnh cấu trúc hiển vi bề mặt gỗ Bồ đề không phủ và gỗ Bồ đề phủ ZnO được thể hiện trong ảnh chụp hình 1.



Hình 1. Cấu trúc hiển vi lớp phủ: (a) gỗ không phủ và (b, c, d) gỗ phủ ZnO

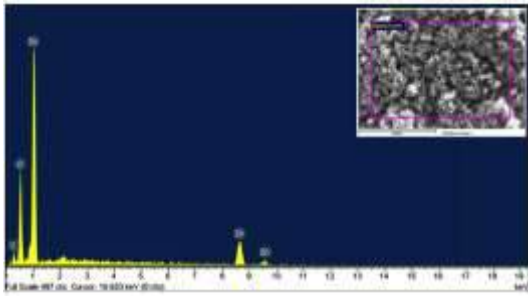
Quan sát hình 1 ta thấy, đối với gỗ không phủ (hình 1a), trên bề mặt chỉ xuất hiện cấu trúc vốn có của gỗ do ruột các tế bào mạch gỗ, sợi gỗ, tế bào mô mềm cấu tạo nên tia gỗ tạo ra. Cấu trúc này cũng là một dạng cấu trúc thứ bậc tuy nhiên kích thước của các phần tử chỉ ở cấp độ micro mét. Với đặc điểm này chưa đủ điều kiện để tạo ra bề mặt kỵ nước hoặc siêu kỵ nước theo các mô hình của Wenzel [18]. Đối với gỗ sau khi phủ ZnO (hình 1b, c, d), trên bề mặt xuất hiện lớp phủ liên tục được cấu tạo bởi các phần tử dạng mảnh, phủ lên cấu trúc vốn có của gỗ tạo ra cấu trúc thứ bậc do cấu trúc ở cấp độ micro mét và cấu trúc của lớp phủ ZnO ở cấp độ nano mét tạo nên. Từ đặc điểm này có thể thấy, cấu trúc bề mặt gỗ sau khi phủ hoàn toàn có thể đáp ứng yêu cầu bề mặt kỵ nước hoặc siêu kỵ nước của Wenzel hoặc Cassie [18]. Cấu trúc bề mặt gỗ Trước và sau khi phủ có thể mô phỏng theo mô hình của tác giả Huizhang Guo và cộng sự [19] như hình 2.



Hình 2. Mô phỏng cấu trúc bề mặt gỗ trước và sau khi phủ ZnO: (a) bề mặt gỗ không phủ, (b) bề mặt gỗ phủ ZnO và (c) bề mặt gỗ phủ ZnO đã được xử lý bằng axit stearic

3.2. Thành phần hoá học lớp phủ

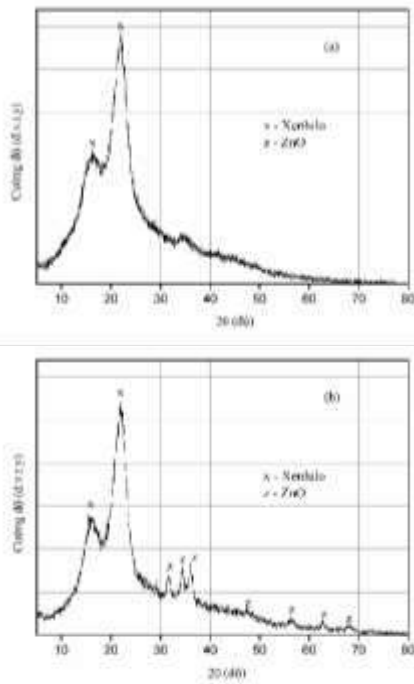
Thành phần nguyên tố trên bề mặt gỗ đã phủ ZnO được kiểm tra bằng phổ tán sắc năng lượng tia X (EDX) tích hợp trên kính hiển vi điện tử quét (hình 3). Từ phổ EDX của bề mặt gỗ phủ ZnO có thể thấy, trên bề mặt đã tồn tại nguyên tố kẽm (Zn), hai nguyên tố còn lại là ôxy (O) và các bon (C) là hai nguyên tố chính cấu tạo nên gỗ. Tuy nhiên, để biết nguyên tố Zn tồn tại trên bề mặt gỗ ở dạng hợp chất nào thì việc sử dụng phổ EDX này chưa đủ để khẳng định. Do đó, cần phân tích cấu trúc tinh thể của thành phần cấu trúc nên lớp phủ mới có thể đủ để kết luận sự tồn tại của ZnO trong lớp phủ.



Hình 3. Phổ EDX bề mặt gỗ phủ ZnO

3.3. Cấu trúc tinh thể lớp phủ

Đặc tính bề mặt của vật liệu nano chịu ảnh hưởng rất lớn bởi cấu trúc tinh thể của nó. Để làm rõ cấu trúc của ZnO trong lớp phủ trên gỗ Bồ đề của thí nghiệm, mẫu gỗ không phủ và mẫu gỗ phủ ZnO đã được phân tích bằng phổ nhiễu xạ tia X (XRD). Kết quả thể hiện trong giản đồ nhiễu xạ XRD như hình 4.

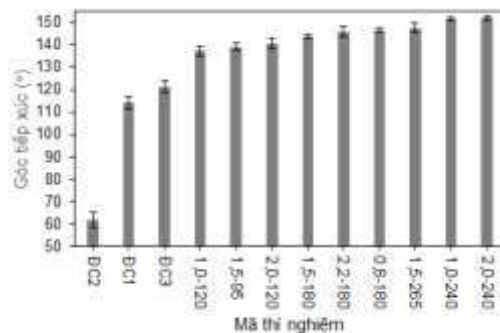


Hình 4. Giản đồ XRD của (a) mẫu gỗ Bồ đề không phủ và (b) mẫu gỗ Bồ đề phủ ZnO

Từ giản đồ nhiễu xạ XRD có thể thấy, đối với mẫu gỗ không phủ ZnO thì chỉ xuất hiện 02 peak thể hiện cấu trúc tinh thể của xenlulo trong gỗ [20]. Đối với mẫu có lớp phủ ZnO thì đã xuất hiện thêm nhiều peak mới. Các peak này là các đặc trưng thể hiện cấu trúc của tinh thể ZnO ở dạng Wurtzite [21].

3.4. Tính kỵ nước của lớp phủ

Từ kết quả phân tích cấu trúc hiển vi (FE-SEM), thành phần nguyên tố (EDX) và cấu trúc tinh thể (XRD) đã xác định được, lớp phủ trên gỗ Bồ đề đã tạo ra theo quy trình thí nghiệm của nghiên cứu được hình thành từ ZnO dạng mảnh kích thước micro hoặc nano mét. Lớp phủ này kết hợp với cấu trúc của gỗ Bồ đề sẽ tạo ra cấu trúc cấu trúc thứ bậc theo yêu cầu cơ bản của bề mặt kỵ nước hoặc siêu kỵ nước. Tuy nhiên, để bề mặt với cấu trúc thứ bậc có tính kỵ nước hoặc siêu kỵ nước cần tiến hành xử lý làm giảm năng lượng bề mặt của nó. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra, có thể sử dụng axit stearic để xử lý giảm bề mặt lớp phủ ZnO [15] [16]. Tuy nhiên, điều kiện xử lý axit stearic đối với mỗi lớp phủ hoặc mỗi vật liệu không giống nhau, vì vậy, trong nghiên cứu này sau khi mẫu gỗ Bồ đề đã phủ bằng ZnO, mẫu gỗ tiếp tục được xử lý bằng dung dịch axit stearic với các điều kiện xử lý khác nhau để giảm năng lượng bề mặt lớp phủ. Tính kỵ nước gỗ Bồ đề phủ ZnO sau khi xử lý bằng axit stearic với các điều kiện khác đã được đánh giá thông qua góc tiếp xúc của giọt nước với bề mặt mẫu gỗ. Kết quả thí nghiệm như trong hình 5.

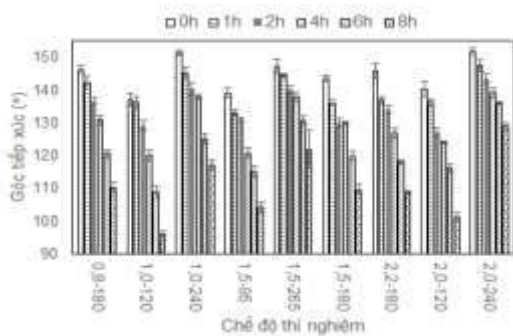


Hình 5. Góc tiếp xúc ở các điều kiện xử lý axit stearic khác nhau

Từ hình 5 có thể thấy, (1) Hầu hết các mẫu gỗ phủ ZnO đều có góc tiếp xúc lớn hơn so với mẫu gỗ không xử lý và lớn hơn 110°, điều này chứng tỏ việc phủ ZnO đã tạo ra tính năng kỵ nước cho gỗ; (2) Mẫu gỗ chỉ ngâm axit stearic hoặc chỉ phủ ZnO có góc tiếp xúc cao hơn

mẫu gỗ không ngâm và không phủ, chứng tỏ việc ngâm axit stearic hoặc phủ ZnO cũng có tác dụng tạo ra tính năng kỵ nước cho gỗ khi không phủ ZnO, nhưng mức độ không cao; (3) Mẫu gỗ sau khi phủ ZnO và ngâm axit stearic đạt được góc tiếp xúc khá lớn, trong đó có hai chế độ đạt được góc tiếp xúc lớn hơn 150° , cụ thể, góc tiếp xúc đạt $151,4^\circ$ ở chế độ xử lý với nồng độ 1% trong 240 phút và $151,7^\circ$ ở chế độ xử lý với nồng độ 2% trong 240 phút. Chứng tỏ việc kết hợp hai bước xử lý đã tạo ra được bề mặt có tính năng siêu kỵ nước và cấu trúc phù hợp mô hình Wenzel hoặc Cassie. Hiện tượng này hoàn toàn phù hợp với cấu trúc bề mặt lớp phủ ZnO đã được xác định bằng ảnh cấu trúc hiển vi qua phương pháp phân tích FE-SEM, EDX và XRD. Ngoài ra, kết quả thí nghiệm cho thấy, khi tăng nồng độ axit stearic và thời gian xử lý thì góc tiếp xúc có xu hướng tăng lên. Tuy nhiên, thời gian xử lý có ảnh hưởng rõ rệt hơn so với nồng độ xử lý.

Trong lĩnh vực nghiên cứu chế tạo bề mặt kỵ nước hoặc siêu kỵ nước, tuổi thọ tính siêu kỵ nước của lớp phủ vẫn đang là vấn đề chưa có biện pháp hiệu quả để xử lý, do đó, ngoài việc tạo ra được lớp phủ ZnO có tính siêu kỵ nước cho gỗ Bồ đề, nghiên cứu này đã tiến hành đánh giá tuổi thọ tính kỵ nước của lớp phủ thông qua thí nghiệm luộc mẫu gỗ đã phủ bằng nước sôi. Sau đó, kiểm tra sự thay đổi góc tiếp xúc của giọt nước với bề mặt mẫu ở các thời gian luộc khác nhau. Kết quả thí nghiệm thể hiện trong hình 6.

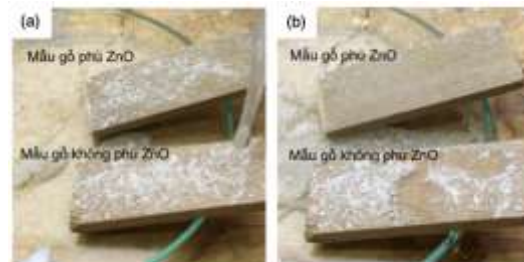


Hình 6. Góc tiếp xúc ở các điều kiện thí nghiệm sau khi luộc từ với các thời gian khác nhau

Quan sát hình 6 cho thấy kết quả đo góc tiếp xúc sau khi luộc bằng nước sôi trong thời gian từ 1 giờ đến 8 giờ. Có thể thấy các mẫu thí nghiệm đều có góc tiếp xúc thấp hơn so với trước khi luộc. Trong đó, góc tiếp xúc ở các chế độ thí nghiệm cơ bản đều giảm khi luộc trong thời gian dài. Đối với các chế độ thí nghiệm xử lý axit stearic với thời gian dài có góc tiếp xúc được duy trì lớn hơn 140° sau 4 giờ luộc. Tuy nhiên, ở chế độ xử lý với nồng độ 2% axit stearic trong 240 phút vẫn đạt góc tiếp xúc khoảng 130° sau 8 giờ luộc. Hiện tượng góc tiếp xúc bị giảm sau một thời gian luộc có thể do một phần ZnO chỉ tạo liên kết yếu với gỗ bị rửa trôi làm mất đi đặc tính của cấu trúc thứ bậc do màng ZnO kết hợp với bề mặt gỗ tạo ra. Vấn đề này cần có nghiên cứu giải pháp tạo liên kết bền vững giữa ZnO và bề mặt gỗ để có thể thu được lớp phủ siêu kỵ nước với tuổi thọ dài hơn.

3.5. Khả năng tự làm sạch

Một trong những đặc tính của vật liệu nano và lớp phủ nano là khả năng tự làm sạch. Nhằm đánh giá khả năng tự làm sạch của lớp phủ ZnO trên gỗ Bồ đề, nghiên cứu này đã tiến hành thử nghiệm bằng phương pháp phun nước với mục đích mô phỏng hiện tượng trời mưa làm sạch bụi trong tự nhiên.



Hình 7. Kết quả thí nghiệm tự làm sạch: (a) mẫu gỗ trước và (b) sau khi phun nước

Qua kết quả thí nghiệm rửa sạch bụi phần trên bề mặt gỗ bằng phương pháp phun nước cho thấy, đối với gỗ không phủ, khi phun nước lên bụi phần bị dính lại và nước đọng trên bề mặt. Đối với gỗ đã phủ ZnO sau khi phun nước thì cơ bản bụi phần được rửa sạch và trên bề mặt gỗ không bị dính nước. Điều này

chứng tỏ gỗ Bò đề sau khi phủ ZnO có khả năng tự làm sạch đối với bụi phân (hình 7).

4. Kết luận

Gỗ Bò đề sau khi phủ bằng màng ZnO kết hợp xử lý bằng axit stearic đã trở thành vật liệu có tính năng kỵ nước thậm chí siêu kỵ nước với góc tiếp xúc lớn hơn 150° . Tính năng kỵ nước hoặc siêu kỵ nước của gỗ Bò đề phụ thuộc vào điều kiện xử lý axit stearic. Trong đó, khi xử lý với nồng độ axit stearic 1% trong 240 phút và với nồng độ axit stearic 2% trong 240 phút, thì thu được hiệu quả kỵ nước tốt nhất. Các chế độ còn lại chỉ tạo ra khả năng kỵ nước với góc tiếp xúc lớn hơn 120° nhưng nhỏ hơn 150° . Màng ZnO trên bề mặt gỗ Bò đề được tạo thành bởi các miếng hoặc mảnh (nano sheet) nhỏ kích thước micro (chiều rộng mảnh ZnO) hoặc nano mét (chiều dày mảnh ZnO) có tinh thể dạng Wurtzite. Màng ZnO trên bề mặt gỗ Bò đề của nghiên cứu đã làm cho gỗ Bò đề từ loại vật liệu ưa nước trở thành loại vật liệu kỵ nước hoặc siêu kỵ nước và có khả năng tự làm sạch bụi phân sau khi phun nước. Tuy nhiên, cần tiến hành nghiên cứu giải pháp để có thể tăng tuổi thọ màng ZnO siêu kỵ nước trên gỗ.

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]. R. M. Rowell, *Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites, Second Edition*, Taylor & Francis, 2012.
- [2]. Irshad-ul-Haq Bhat, H. P. S. Abdul Khalil, Khairul B. Awang, I. O. Bakare, và A. M. Issam, "Effect of weathering on physical, mechanical and morphological properties of chemically modified wood materials", *Materials & Design*, 31(9), pp. 4363-4368, 2010.
- [3]. Chao-Hua Xue, Wei Yin, Ping Zhang, Jing Zhang, Peng-Ting Ji, và Shun-Tian Jia, "UV-durable superhydrophobic textiles with UV-shielding properties by introduction of ZnO/SiO₂ core/shell nanorods on PET fibers and hydrophobization", *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 427, pp. 7-12, 2013.
- [4]. J. D. Brassard, D. K. Sarkar, J. Perron, A. Audibert-Hayet, và D. Melot, "Nano-micro structured superhydrophobic zinc coating on steel for prevention of corrosion and ice adhesion", *Journal of Colloid and Interface Science*, 447, pp. 240-247, 2015.
- [5]. Gh Barati Darband, M. Aliofkhaeaei, S. Khorsand, S. Sokhanvar, và A. Kaboli, "Science and Engineering of Superhydrophobic Surfaces: Review of Corrosion Resistance, Chemical and Mechanical Stability", *Arabian Journal of Chemistry*, 2018.
- [6]. Shuliang Wang, Changyu Liu, Guochao Liu, Ming Zhang, Jian Li, và Chengyu Wang, "Fabrication of superhydrophobic wood surface by a sol-gel process", *Applied Surface Science*, 258(2), pp. 806-810, 2011.
- [7]. Jian Li, Haipeng Yu, Qingfeng Sun, Yixing Liu, Yongzhi Cui, và Yun Lu, "Growth of TiO₂ coating on wood surface using controlled hydrothermal method at low temperatures", *Appl. Surf. Sci.*, 256(16), pp. 5046-5050, 2010.
- [8]. Tran Van Chu, Pham Van Chuong, và Vu Manh Tuong, "Wettability of wood pressure-treated with TiO₂ gel under hydrothermal conditions", *BioResources*, 9(2), pp. 2396-2404, 2014.
- [9]. Zonglin Chu và Stefan Seeger, "Robust superhydrophobic wood obtained by spraying silicone nanoparticles", *RSC Advances*, 5(28), pp. 21999-22004, 2015.
- [10]. Xi Lu và Yingcheng Hu, "Layer-by-layer deposition of TiO₂ nanoparticles in the wood surface and its superhydrophobic performance", *BioResources*, 11(2), pp. 4605-4620, 2016.
- [11]. Peng Cai, Ningning Bai, Lan Xu, Cui Tan, và Qing Li, "Fabrication of superhydrophobic wood surface with enhanced environmental adaptability through a solution-immersion process", *Surface and Coatings Technology*, 277, pp. 262-269, 2015.
- [12]. Yi Xia, Jing Wang, Ruosong Chen, Dali Zhou, và Lan Xiang, "A Review on the Fabrication of Hierarchical ZnO Nanostructures for Photocatalysis Application", *Crystals*, 6(11), pp. 148, 2016.
- [13]. F. Weichelt, R. Emmler, R. Flyunt, E. Beyer, M. R. Buchmeiser, và M. Beyer, "ZnO-Based UV Nanocomposites for Wood Coatings in Outdoor Applications", *Macromolecular Materials and Engineering*, 295(2), pp. 130-136, 2010.
- [14]. Qiufang Yao, Chao Wang, Bitao Fan, Hanwei Wang, Qingfeng Sun, Chunde Jin, và

- Hong Zhang, "One-step solvothermal deposition of ZnO nanorod arrays on a wood surface for robust superamphiphobic performance and superior ultraviolet resistance", *Scientific Reports*, 6, pp. 35505, 2016.
- [15]. Yanfen Wang, Benxia Li, và Chuyang Xu, "Fabrication of superhydrophobic surface of hierarchical ZnO thin films by using stearic acid", *Superlattices and Microstructures*, 51(1), pp. 128-134, 2012.
- [16]. Vũ Mạnh Tường, Nguyễn Trọng Kiên, Trịnh Hiền Mai, Nguyễn Văn Diễn, và Phạm Văn Chương, "Chế tạo bề mặt siêu kỵ nước trên gỗ bằng công nghệ phủ vật liệu kích thước micro/nano", *Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Thái Nguyên*; T. 189, S. 13: *Khoa học tự nhiên - Kỹ thuật - Công nghệ*, tr. 3-8, 2018.
- [17]. Sonalee Das, Sudheer Kumar, Sushanta K. Samal, Smita Mohanty, và Sanjay K. Nayak, "A Review on Superhydrophobic Polymer Nanocoatings: Recent Development and Applications", *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 57(8), pp. 2727-2745, 2018.
- [18]. Robert N. Wenzel, "Resistance of solid surfaces to wetting by water", *Industrial & Engineering Chemistry*, 28(8), pp. 988-994, 1936.
- [19]. Huizhang Guo, Peter Fuchs, Kirstin Casdorff, Benjamin Michen, Munish Chanana, Harald Hagedorfer, Yaroslav E. Romanyuk, và Ingo Burgert, "Bio-Inspired Superhydrophobic and Omniphobic Wood Surfaces", *Advanced Materials Interfaces*, 4(1), tr. 1600289-n/a, 2016.
- [20]. Jian Li, *Wood spectroscopy (in Chinese)*, Beijing, Science press, 2003.
- [21]. Thanakorn Wirunmongkol, Narongchai O-Charoen, và Sorapong Pavasupree, "Simple Hydrothermal Preparation of Zinc Oxide Powders Using Thai Autoclave Unit", *Energy Procedia*, 34, pp. 801-807, 2013.