

## NÂNG CAO KHẢ NĂNG NHUỘM CỦA SỢI TRE BẰNG PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ PLASMA KHÔNG KHÍ Ở ÁP SUẤT THƯỜNG

Đến Tòa soạn 11-01-2010

TẠ THỊ PHƯƠNG HOÀ<sup>1</sup>, LÊ ĐẠI DƯƠNG<sup>1</sup>, ĐOÀN THỊ YẾN OANH<sup>1</sup>,  
VŨ THỊ HỒNG KHANH<sup>2</sup>, HỨA THÙY TRANG<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trung tâm Nghiên cứu Vật liệu Polyme, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

<sup>2</sup>Khoa Dệt - May và Thời trang, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

### ABSTRACT

*Atmosphere pressure air plasma was used for surface treatment of technical and textile bamboo fibers. The changes of the percent weight loss, surface morphology, dynamic contact angles, dry tensile strength as well as the dyeing rate of bamboo fibers were investigated. The measurement results as well as the SEM and AFM images show that plasma treatment caused the etching the surface, leading to cleaner and rougher surface, lower contact angle to water of the bamboo fibers, which enable a better wettability and adhesion of dye onto fiber surface. Plasma treated fibers possessed higher dyeing rate to the dyes Direct Sky Blue 5B and Direct Red Rose. In addition, the dry tensile strength of textile bamboo fiber increased about 10% at the textile fiber after plasma treatment.*

### I - MỞ ĐẦU

Trong những năm gần đây, phương pháp xử lý plasma lạnh bề mặt polyme được quan tâm nghiên cứu và được đánh giá là một phương pháp có nhiều ưu điểm trong thay đổi cấu trúc bề mặt polyme và các loại sợi, bao gồm cả sợi tự nhiên và sợi tổng hợp. Tuy nhiên cho đến nay, hầu hết các nghiên cứu và ứng dụng đều thực hiện xử lý plasma bề mặt ở áp suất thấp, đòi hỏi những thiết bị đắt tiền và giới hạn về lĩnh vực áp dụng. Nghiên cứu phát triển các phương pháp xử lý plasma ở áp suất thường với công nghệ đơn giản và rẻ là cần thiết để giảm giá thành, mở rộng lĩnh vực sản xuất và được coi là một trong những tâm điểm nghiên cứu ứng dụng plasma lạnh trong tương lai gần [1, 2].

Sợi tre là loại vật liệu mới được phát triển gần đây, đi từ nguồn nguyên liệu tái tạo và dồi dào trong thiên nhiên, có tỉ trọng thấp, độ bền riêng cao và có khả năng phân huỷ sinh học. Sợi

tre kỹ thuật là nguồn vật liệu có thể thay thế sợi thủy tinh không thân thiện môi trường trong chế tạo vật liệu polyme compozit chất lượng cao. Sợi tre tự nhiên sử dụng trong dệt may mới được chế tạo vài năm trước đây và hiện nay đang thu hút mạnh sự quan tâm của các nhà chuyên môn bởi độ thông thoáng cao và đặc biệt bởi tính chất tự kháng khuẩn lâu mà chưa có loại sợi nào hiện nay có được. Tuy nhiên do đặc điểm riêng, sợi tre tự nhiên rất khó nhuộm màu so với các loại sợi cùng nguồn gốc xenlulo khác như bông, lanh v.v. nên thường phải pha với các loại sợi để nhuộm màu hơn khác. Hiện nay, có rất ít các công trình nghiên cứu tăng khả năng nhuộm cho sợi tre, vì vậy, cần nghiên cứu biến tính bề mặt sợi tre để nâng cao khả năng nhuộm [2 - 4].

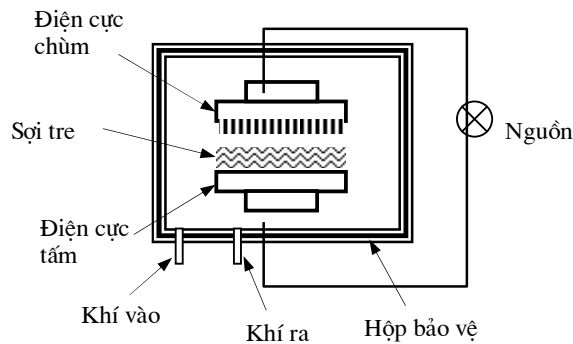
Công trình nghiên cứu này đề cập đến xử lý bề mặt sợi tre bằng plasma lạnh ở áp suất thường, sử dụng không khí, một loại khí sẵn có và rẻ tiền nhất, để nâng cao khả năng nhuộm của hai loại sợi tre kỹ thuật và sợi tre cho dệt may.

## II - THỰC NGHIỆM

Đã sử dụng hai loại sợi tre để nghiên cứu: sợi luồng kỹ thuật được tách theo phương pháp cơ học có kết hợp xử lý kiềm của Trung tâm Nghiên cứu Vật liệu Polyme, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội và sợi tre dệt tự nhiên của Đài Loan có độ nhỏ của sợi là 10,38 tex.

Sợi tre được nhuộm bằng thuốc nhuộm trực tiếp Xanh Da trời 5B và Đỏ Hoa hồng theo phương pháp nhuộm nóng thông dụng.

Sơ đồ hệ thống xử lý plasma được miêu tả trên hình 1, sử dụng nguồn cao tần RF 17,5 KHZ, khí là không khí tự nhiên, công suất plasma 100 W, thời gian xử lý thay đổi từ 0 đến 7 phút.



Hình 1: Sơ đồ thiết bị plasma RF không khí ở áp suất thường

Hình thái học bề mặt sợi tre được khảo sát bằng kính hiển vi điện tử quét (SEM) trên máy Tensor 27 của hãng Brucker (Mỹ) và bằng hiển vi lực nguyên tử AFM trên thiết bị AFM PSIA XE 100. Góc tiếp xúc động được đo theo phương pháp Wilhelmy trên máy Thermo Cahn RADIAN 300.

Tốc độ nhuộm DR của sợi được xác định theo công thức:

$$DR (\%) = \frac{C_0 - C_x}{C_0}$$

Trong đó,  $C_0$  là nồng độ thuốc nhuộm ban đầu (g/ml) và  $C_x$  là nồng độ thuốc nhuộm còn lại sau khi nhuộm (g/ml), xác định trên thiết bị Model 721 Visible Spectrophotometer.

Phần trăm tổn hao khối lượng PWL của sợi được xác định theo công thức:

$$PWL (\%) = \frac{m_o - m_x}{m_o}$$

$m_o$  là khối lượng sợi khi chưa xử lý plasma (g)  
 $m_x$  là khối lượng sợi sau xử lý plasma (g).

Độ bền kéo của sợi luồng kỹ thuật và sợi tre dệt được đo trên máy LLOYD LRX Plus và Pensilon AND RTC-125A.

## III - KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

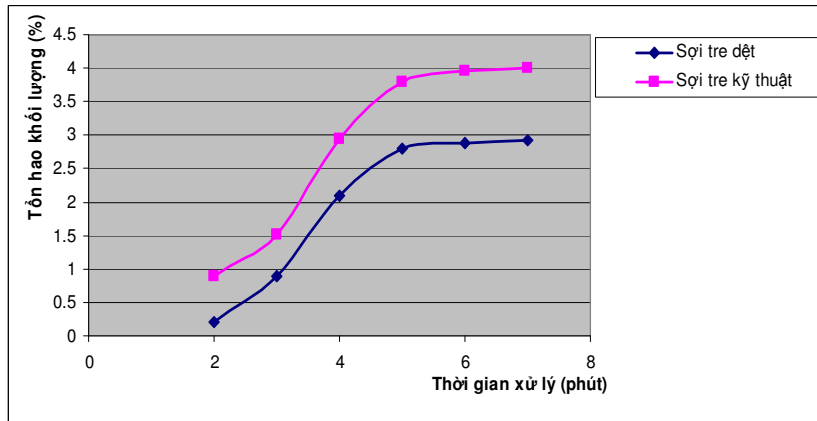
### 1. Phần trăm tổn hao khối lượng

Plasma là một hệ năng lượng cao bao gồm các hạt tích điện, góc tự do và giải phóng bức xạ UV. Các hạt với năng lượng cao của plasma sẽ bắn phá bề mặt vật liệu, tạo ra sự ăn mòn trên bề mặt. Phần trăm tổn hao khối lượng PWL là một thước đo đánh giá mức độ bào mòn bề mặt vật liệu của plasma. Các kết quả nghiên cứu xác định PWL của sợi tre trước và sau khi xử lý plasma được biểu diễn ở hình 2.

Có thể thấy rằng, plasma đã bào mòn cả hai loại sợi và phần trăm tổn hao khối lượng tăng lên khi kéo dài thời gian xử lý. Trong thời gian 4 phút đầu, PWL tăng nhanh và sau đó tăng chậm lại. Sợi tre bao gồm thành phần chính là xenlulo kết tinh một phần được bao bọc bởi các chất vô định hình mềm hơn như lignin, hemi-xenlulo

v.v.. Giai đoạn đầu lượng lignin và tạp chất bị bào mòn nhiều, còn sau đó khi bề mặt lộ nhiều xenlulo cứng hơn, tốc độ bào mòn sẽ giảm. Sợi

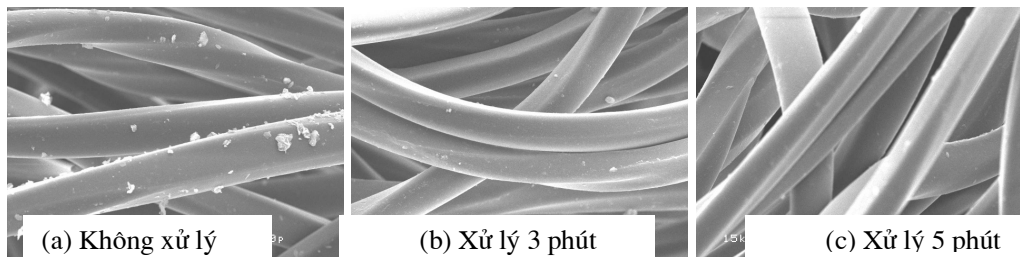
tre kỹ thuật bị ăn mòn nhiều hơn sợi tre dẹt (3,95% so với 2,75% sau 5 phút xử lý) do thô hơn và chứa nhiều tạp chất hơn.



Hình 2: Phần trăm tổn hao khối lượng của hai loại sợi tre, xử lý ở 100W

## 2. Hình thái học bề mặt sợi

Trên hình 3 là các hình ảnh SEM bề mặt sợi tre dẹt trước và sau khi xử lý plasma. Khi chưa xử lý, bề mặt sợi chứa nhiều vết bẩn và tạp chất (hình 3a) plasma đã bào mòn bề mặt, chuốt cho sợi tre dẹt có bề mặt nhẵn và sạch hơn (hình 3b và 3c). Sau xử lý 5 phút sợi có bề mặt nhẵn và đồng đều hơn (hình 3c).



Hình 3: Ảnh SEM bề mặt sợi tre dẹt trước và sau khi xử lý plasma, x 1000

Các hình ảnh AFM của sợi tre (sợi luống) kỹ thuật được trình bày ở hình 4.

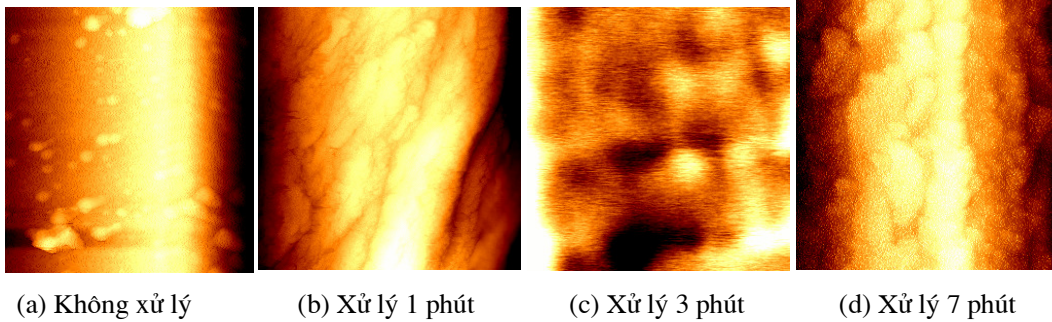
Ở sợi luống kỹ thuật, ảnh AFM cho thấy, khi chưa xử lý (hình 4a), bề mặt sợi phẳng nhưng có nhiều điểm thô ráp và có nhiều tạp chất. Sau xử lý 1 phút (hình 4b), có thể thấy các dấu hiệu bị bào mòn, thể hiện ở sự hình thành các đường gân và thớ trên bề mặt, các vết thô ráp và bẩn không còn nữa. Sau 3 phút (hình 4c), plasma tiếp tục bắn phá và tạo thành các vết lõm

lỗ với độ lớn khoảng 200 - 400 nm và độ sâu khoảng 40 - 80 nm, phân bố khá đều trên mặt sợi. Như vậy, ngoài tác dụng làm sạch sợi, xử lý plasma còn làm tăng độ nhám bề mặt do hình thành các vết lõm khá đồng đều, tạo nên diện tích riêng bề mặt lớn hơn, thuận lợi cho thấm phủ và bám dính của chất nhuộm. Thời gian xử lý 7 phút (hình 4d) có thể là quá lâu, khiến bề mặt sợi có các vết lõm quá nhỏ và dày đặc, có khả năng gây khó khăn cho thấm phủ bề mặt.

### 3. Góc tiếp xúc

Góc tiếp xúc động của sợi luông kỹ thuật được trình bày trong bảng 1. Các kết quả ở bảng 1 cho thấy, plasma không khí đã biến đổi góc

tiếp xúc của sợi với nước. Trong thời gian đầu, xử lý plasma làm góc tiếp xúc giảm đi, từ 65,1° khi không xử lý giảm xuống 56,2° sau 5 phút, nhưng sau đó lại tăng lên 72,5° ở 7 phút.

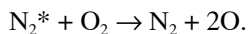
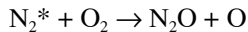
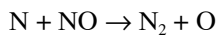
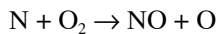
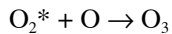
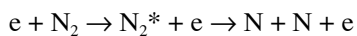
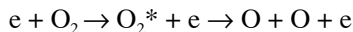


Hình 4: Ảnh AFM bề mặt sợi luông kỹ thuật trước và sau xử lý plasma

Bảng 1: Góc tiếp xúc động của sợi tre kỹ thuật (luông)

Thời gian xử lý, phút	0	2	3	5	7
Góc tiếp xúc, °	65,1	60,6	57,0	56,2	72,5

Xét về độ sạch, nhẵn và diện tích riêng bề mặt, các hình ảnh AFM của sợi tre kỹ thuật cho thấy kết quả góc tiếp xúc trên là phù hợp với sự biến đổi hình thái bề mặt sợi, giảm đi trong thời gian đầu do plasma tạo nên bề mặt sạch và các vết lồi lõm. Ngoài ra, sự thay đổi sức căng bề mặt còn do tác động của hóa học plasma. Thành phần chính của không khí là nitơ và oxi, trong plasma chúng bị hoạt hóa và tạo ra nitơ và oxi nguyên tử, hoặc gốc, có thể theo cơ chế:



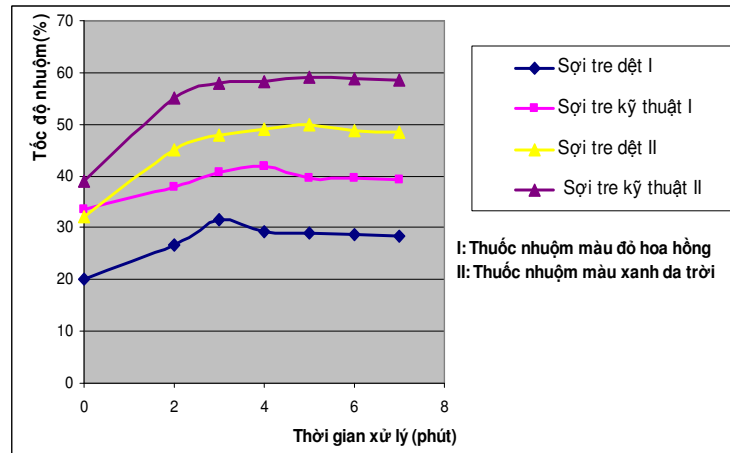
Các nguyên tử và gốc kể trên có tác dụng oxi hóa bề mặt sợi, tạo thành các nhóm ưa nước, ví dụ như các nhóm —OH, —COOH v.v.. Tuy nhiên, khi oxi hóa quá lâu cũng có thể dẫn đến

sự hình thành các nhóm kỵ nước, khiến góc tiếp xúc lại tăng lên [5].

### 4. Tốc độ nhuộm của sợi

Để xác định ảnh hưởng của thời gian xử lý plasma đến khả năng nhuộm, tốc độ nhuộm của sợi tre được xác định sau từng thời gian xử lý và biểu diễn ở hình 5.

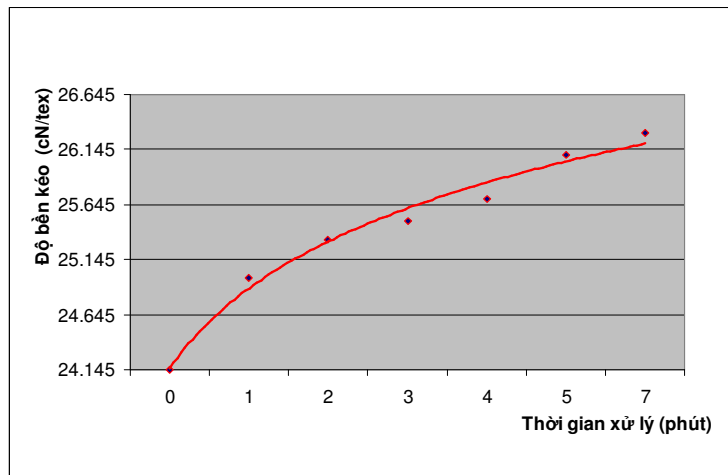
Hình 5 cho thấy tốc độ nhuộm của sợi tăng dần theo thời gian xử lý plasma nhưng sau đó gần như không tăng nữa. Ở sợi tre dệt còn có sự giảm nhẹ tốc độ nhuộm sau 3 phút xử lý trong trường hợp của thuốc nhuộm trực tiếp Đỏ Hoa hồng và sau 5 phút trong trường hợp thuốc nhuộm Xanh Da trời. Sau 5 phút xử lý, tốc độ nhuộm của sợi tre kỹ thuật tăng từ 38% lên 59% đối với thuốc nhuộm Xanh Da trời và từ 32% lên 42% đối với thuốc nhuộm Đỏ Hoa hồng. Cả hai loại sợi đều đáp ứng tốt hơn với chất nhuộm Xanh Da trời và sợi tre kỹ thuật có khả năng nhuộm cao hơn so với sợi tre dệt với cả hai loại thuốc nhuộm. Như vậy, plasma không khí đã biến tính bề mặt sợi và nâng cao một cách cơ bản khả năng nhuộm màu Xanh Da trời và Đỏ Hoa hồng của sợi tre.



Hình 5: Ảnh hưởng của thời gian xử lý plasma đến tốc độ nhuộm của sợi tre

### 5. Độ bền kéo của sợi tre dệt

Các kết quả về sự thay đổi độ bền kéo khi xử lý sợi trình bày ở hình 6 cho thấy, ngoài tác dụng làm tăng khả năng nhuộm của sợi tre, plasma còn có tác dụng nâng cao một phần độ bền kéo của sợi tre dệt.



Hình 6: Ảnh hưởng của xử lý plasma đến độ bền kéo của sợi tre dệt

Trên hình 6, độ bền kéo của sợi tre dệt tăng dần theo thời gian xử lý. Sau 5 phút, độ bền kéo của sợi tre dệt tăng nhẹ từ 24,1 cN/tex đến 26,6 cN/tex, khoảng 10%. Trong các khảo sát trước đây với sợi tre kỹ thuật (sợi luồng và sợi nửa), cũng quan sát thấy có sự tăng độ bền và modun

kéo sau khi sợi đã được xử lý, tuy nhiên ở mức độ cao hơn và sau đó giảm đi nếu xử lý quá độ [6, 7]. Các nghiên cứu đã có về xử lý plasma các loại sợi khác cũng cho thấy độ bền cơ lý tăng sau xử lý [2, 4, 8]. Kết quả về độ bền kéo phù hợp với các kết luận của một số nghiên cứu khác

đã có.

#### IV - KẾT LUẬN

Đã sử dụng plasma không khí ở áp suất thường với nguồn cao tần để xử lý hai loại sợi tre là sợi luông kỹ thuật ứng dụng trong polyme compozit và sợi tre tự nhiên ứng dụng trong dệt. Xử lý plasma đã bào mòn, làm thay đổi bề mặt sợi, tạo ra một bề mặt sạch và có diện tích riêng lớn hơn, có góc tiếp xúc thấp hơn, là những yếu tố thuận lợi làm tăng mạnh tốc độ nhuộm của hai loại sợi. Tại công suất plasma 100W, thời gian xử lý thích hợp là 3 phút đối với sợi tre dệt và 4 phút đối với sợi tre kỹ thuật và tạo được tốc độ nhuộm tăng xấp xỉ gấp 1,5 lần đối với thuốc nhuộm Xanh Da trời và Đỏ Hoa hồng. Ngoài ra, xử lý plasma không khí ở áp suất thường còn làm tăng cường nhẹ độ bền kéo khô của sợi tre dệt lên khoảng 10%.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Riccardo D'Agostino, Pietro Favia, Christian Oehr, Michael R. Wertheimer. Essay, Plasma Progress. Polym., No. 2, 7 - 15 (2005).
2. D. Sun and G. K. Stylios. Textile Res. J. 75, 638 - 644 (2005).
3. Trần Vĩnh Diệu, Bùi Chương, Nguyễn Huy Tùng, Phan Thị Minh Ngọc, Nguyễn Phạm Duy Linh, Phạm Gia Huân, Nguyễn Thị Thủy, Trần Kim Dung, Trần Hải Ninh. Tạp chí Hóa học, T. 47(2), 236 - 246 (2009).
4. Xiangyu, Yueping, Xiaodan Zhang, Guangyin Jing, Dapeng Yu and Shouguo Wang. Published online 19 June 2006 in Wiley Science, Surface and Interface Analysis, Vol. 38(8), 1211 - 1217 (2006).
5. Martin Schmidt and Kurt Becker. Plasma Chemistry, Encyclopedia of Chemical Physics and Physical Chemistry, C2.13, Copyright 2001 by Institute of Physics Publishing.
6. Tạ Thị Phương Hoa, Do Thi Cuc, Nguyen Hoang An, Tran Hai Ninh. Proceedings APSPT — 5, The 5<sup>th</sup> Asia-Pacific International Symposium on the Basic and Application of Plasma Technology, Kaohsiung, Taiwan, 12/2007, 207 - 211.
7. Tạ Thị Phương Hòa, Trần Vĩnh Diệu, Đoàn Thị Yến Oanh, Mạc Văn Phúc. Tạp chí Hóa học, T. 47(2), 220 - 229 (2009).
8. X. J. Dai and L. Kviz. Study of atmospheric and low pressure plasma modification on the surface properties of synthetic and natural fibers, CSIRO Textile and Fiber Technology, www.tft.csiro.au.

*Liên hệ:* **Tạ Thị Phương Hòa**

Trung tâm Nghiên cứu Vật liệu Polyme  
Trường Đại học Bách khoa Hà Nội  
Số 1 Đại Cồ Việt, Hà Nội  
E-mail: taphuonghoa@gmail.com.