

# XÁC ĐỊNH MỐI QUAN HỆ GIỮA SỨC CĂNG SỢI VÀ MỘT SỐ THÔNG SỐ CÔNG NGHỆ TRONG QUÁ TRÌNH QUẤN ỐNG

DETERMINATION OF RELATIONSHIP BETWEEN THE YARN TENSION AND SOME TECHNOLOGICAL PARAMETERS IN THE WINDING PROCESS

Giản Thị Thu Hương<sup>1,\*</sup>, Trần Đức Trung<sup>2</sup>

## TÓM TẮT

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu thực nghiệm xác định mối quan hệ giữa sức căng sợi trung bình và các yếu tố công nghệ quấn ống gồm: Tốc độ quấn ống, lực ép của bộ điều tiết sức căng và khoảng cách từ đầu ống sợi con đến khuyết dẫn sợi của bộ phận giảm balông. Sử dụng quy hoạch thực nghiệm trực giao với sự trợ giúp của phần mềm NEMRODW 2007 đã xác định được mô hình toán mô tả mối quan hệ giữa các thông số công nghệ đã chọn và sức căng sợi trung bình khi quấn ống đối với sợi 100% bông Nm34/1. Để đạt được sức căng sợi trung bình là 25cN theo yêu cầu trong quá trình quấn ống với tốc độ 800 m/phút, cần điều chỉnh lực ép của bộ điều tiết sức căng là 37cN và khoảng cách từ đầu ống sợi con đến khuyết dẫn sợi của bộ phận giảm balông là 10cm. Kết quả nghiên cứu là cơ sở khoa học điều chỉnh các thông số công nghệ trong quá trình quấn ống.

**Từ khóa:** Quấn ống, sức căng sợi, thông số công nghệ.

## ABSTRACT

This paper presents the experimental study results determining the relationship between the yarn average tension and technological parameters in the winding process, including: the winding speed, the compressing force of the yarn tension and the distance from the top of the bobbin to the guide eye of balloon controller tension control. By using the orthogonal experimental, together with the support of the software NEMRODW 2007, the study has identified the mathematical model describing the relationship between the selected technological parameters and the yarn average tension when the winding for 100% cotton Nm34/1. To achieve the yarn average tension of 25cN as required in the winding process at a speed of 800m/min, it is necessary to adjust the compressing force of the yarn tension to 37cN and the distance from the top of the bobbin to the guide eye of balloon controller tension control to 10cm. Research results are the scientific basis to adjust technological parameters in the winding process.

**Keywords:** Winding, yarn tension, technological parameters.

<sup>1</sup>Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

<sup>2</sup>Công ty Cổ phần - Viện Nghiên cứu Dệt May

\*Email: huong.gianthithu@hust.edu.vn

Ngày nhận bài: 20/3/2019

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 23/4/2019

Ngày chấp nhận đăng: 10/6/2019

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong công nghệ quấn ống, thông số công nghệ sức căng sợi có ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng sản phẩm

và năng suất máy ống. Vì vậy, thông số này được các nhà công nghệ đặc biệt quan tâm. Do chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố nên sức căng sợi luôn biến đổi và có giá trị khác nhau tại các vị trí trên quỹ đạo chuyển động của sợi từ ống sợi con đến búp sợi.

Đã có nhiều công trình nghiên cứu về các yếu tố ảnh hưởng đến sức căng sợi trong quá trình quấn ống [1 ÷ 3]. Với nhiều giả thiết đơn giản hóa điều kiện quấn ống, các mô hình toán học nhận được về sức căng sợi vẫn còn rất phức tạp, bao gồm nhiều thông số rất khó (đôi khi không thể) xác định được khi tính toán như: vận tốc góc của balông, bán kính balông, số lượng sóng balông, góc nghiêng của sợi tạo bởi tiếp tuyến của balông và đường thẳng song song với trục ống sợi con tại điểm sợi tách ra khỏi ống sợi con... Do vậy, việc áp dụng các nghiên cứu này vào thực tế sản xuất gặp rất nhiều khó khăn.

Bài báo này trình bày phương pháp thiết lập một mô hình toán học cho sức căng sợi trung bình khi quấn ống có xét đến ảnh hưởng đồng thời của các thông số công nghệ quan trọng nhất như tốc độ quấn ống, lực ép của bộ điều tiết sức căng sợi và khoảng cách từ đầu ống sợi con đến vị trí đặt chi tiết giảm balông.

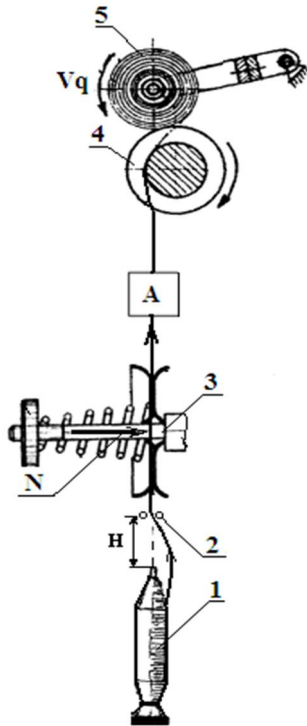
## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM

### 2.1. Vật liệu và thiết bị thí nghiệm

- Vật liệu thí nghiệm: Các ống sợi con được sản xuất trên máy kéo sợi Lakshmi R-147C (Ấn Độ) trong cùng một điều kiện công nghệ, sợi 100% bông, chi số Nm 34/1, có độ bền kéo đứt sợi đơn  $360 \pm 5$  cN.

- Mô hình máy quấn ống thí nghiệm: cho phép quấn ống với tốc độ  $500 \div 1000$  m/phút [4]. Điều kiện phòng thí nghiệm: nhiệt độ  $t^0 = 20 \pm 2$  [°C]; độ ẩm  $\varphi = 65 \pm 2$  [%]. Tại Phòng thí nghiệm Công nghệ Dệt, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

- Thiết bị đo sức căng động IRO 40.0329 300cN [5] để đo sức căng sợi, vị trí đặt đầu đo sau bộ điều tiết sức căng sợi, với các thông số công nghệ được điều chỉnh: Vq - vận tốc quấn, N - lực ép của bộ điều tiết sức căng và H - khoảng cách từ đầu ống sợi con đến vị trí đặt chi tiết giảm balông (hình 1). Thiết bị đo sức căng A được kết nối với máy tính sử dụng hệ điều hành Window 2010 cho phép ghi và tính toán các đặc trưng thống kê sức căng sợi trung bình  $Y_s$  (cN).



Hình 1. Sơ đồ nguyên lý đo sức căng sợi trên một đơn vị quần ống

1. Ống sợi con; 2. Bộ phận giảm ba lông sợi; 3. Bộ điều tiết sức căng; 4. Ống khóa truyền động cho búp sợi; 5. Búp sợi; A. Thiết bị đo sức căng sợi; N. Lực ép của bộ điều tiết sức căng; H. Khoảng cách từ đầu ống sợi con đến bộ giảm ba lông; Vq. Tốc độ quần ống

**2.2. Thiết kế nghiên cứu thực nghiệm**

Phương pháp phân tích hồi quy với sự trợ giúp của phần mềm thiết kế quy hoạch NEMRODOW 2007 để xác định mô hình toán cho sức căng sợi trung bình khi thay đổi các thông số công nghệ trong quá trình quần ống.

Căn cứ vào phạm vi điều chỉnh các thông số công nghệ của máy ống thông thường, vật liệu sợi quần ống và khả năng cho phép của mô hình máy ống đã chế tạo, các thông số công nghệ phục vụ cho nghiên cứu được chọn trong vùng sau:

- + Tốc độ quần ống: V<sub>q</sub> = 600, 700, 800m/phút
- + Lực ép của bộ điều tiết sức căng: N = 10, 30, 50cN
- + Khoảng cách từ đầu ống sợi con đến vị trí đặt chi tiết giảm balông: H = 10, 14, 18cm.

Giá trị thực và giá trị mã hóa của các thông số công nghệ gồm các giá trị cận dưới, cơ sở (mức tại tâm), cận trên và khoảng biến thiên được ghi trong bảng 1.

Bảng 1. Các mức và khoảng biến thiên của các thông số công nghệ

Các thông số	Giá trị thực			Giá trị mã hoá		
	V <sub>q</sub>	N	H	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>
Mức dưới	600	10	10	-1	-1	-1
Mức cơ sở	700	30	14	0	0	0
Mức trên	800	50	18	+1	+1	+1
Khoảng biến thiên	100	20	4			

Lập ma trận thực nghiệm và xác định hàm hồi quy, sử dụng quy hoạch thực nghiệm trực giao dạng toàn phần, số phương án thí nghiệm:

$$n = 2^k + 2.k + n_0$$

Trong đó:

k: Số biến (k = 3)

n<sub>0</sub>: Số thí nghiệm lặp tại tâm (n<sub>0</sub> = 4)

Vậy số phương án thí nghiệm là: n = 2<sup>3</sup> + 2.3 + 4 = 18

Phương trình hồi quy thực nghiệm cho biến mã hóa có dạng sau:

$$\hat{Y} = b_0 + \sum_{1 \leq j \leq k} b_j X_j + \sum_{1 \leq j \neq l \leq k} b_{jl} X_j X_l + \sum_{1 \leq j \leq k} b_{jj} X_j^2 \tag{1}$$

Trong đó:

b<sub>j</sub>: Các hệ số hồi quy bậc một.

b<sub>jl</sub> và b<sub>jj</sub>: Các hệ số hồi quy bậc hai.

Mô hình toán của hàm mục tiêu sức căng sợi (Y) với ba tham số được lựa chọn là:

$$\hat{Y} = f(X_j) = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_{11} X_1 X_2 + b_{13} X_1 X_3 + b_{23} X_2 X_3 + b_{11} X_1^2 + b_{22} X_2^2 + b_{33} X_3^2 \tag{2}$$

**3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU**

**3.1. Kết quả thực nghiệm**

Ma trận quy hoạch thực nghiệm và kết quả xác định sức căng sợi trung bình được thể hiện trong bảng 2. Trong đó, Y<sub>5</sub> là sức căng trung bình của sợi (cN) đo được tương ứng với từng phương án thí nghiệm.

Bảng 2. Ma trận quy hoạch và kết quả thực nghiệm xác định sức căng sợi trung bình

N <sup>o</sup>	Biến thực			Biến mã hóa				Y (cN)
	V <sub>q</sub>	N	H	X <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	
1	600	10	10	+	-	-	-	12,35
2	800	10	10	+	+	-	-	17,09
3	600	50	10	+	-	+	-	21,95
4	800	50	10	+	+	+	-	30,40
5	600	10	18	+	-	-	+	13,54
6	800	10	18	+	+	-	+	21,86
7	600	50	18	+	-	+	+	22,42
8	800	50	18	+	+	+	+	29,82
9	600	30	14	+	-	0	0	16,24
10	800	30	14	+	+	0	0	25,71
11	700	10	14	+	0	-	0	16,89
12	700	50	14	+	0	+	0	28,73
13	700	30	10	+	0	0	-	18,88
14	700	30	18	+	0	0	+	20,58
15	700	30	14	+	0	0	0	22,19
16	700	30	14	+	0	0	0	23,03
17	700	30	14	+	0	0	0	21,79
18	700	30	14	+	0	0	0	23,47

Kết quả thực nghiệm được xử lý với sự trợ giúp của phần mềm NemrodW. Sau khi loại bỏ các hệ số không có ý nghĩa ra khỏi mô hình, phương trình hồi quy thể hiện mối quan hệ của sức căng sợi trung bình vào các yếu tố được xác định theo công thức (3):

$$\hat{Y} = 22,067 + 3,838X_1 + 5,159X_2 + 0,378X_3 - 0,759X_2X_3 - 2,517X_3^2 \quad (3)$$

Với hệ số tương quan bội  $R^2 = 0,98$ , có mối tương quan cao.

Chuyển phương trình từ dạng có biến mã hóa về dạng có biến thực, như vậy:

$$X_1 = \frac{V_q - 700}{100}; X_2 = \frac{N - 30}{20}; X_3 = \frac{H - 14}{4}$$

Thay các biểu thức  $X_1, X_2, X_3$  vào phương trình (3) ta nhận được mô hình toán học cho sức căng sợi trung bình khi quần ống:

$$\hat{Y}_s = -48,679 + 0,038V_q + 0,391N + 4,784H - 0,009NH - 0,157H^2 \quad (4)$$

### 3.2. Kiểm tra tính tương thích của hàm hồi quy

Tính phương sai dư:

$$S_{du}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (Y_i - \hat{Y}_i)}{N-1} = \frac{37,12}{18-6} = 3,09$$

Trong đó:

$Y_i$ : Các giá trị đo sức căng sợi trung bình ở từng phương án ( $i = 1 \div 18$ );

$\hat{Y}_i$ : Các giá trị sức căng sợi được tính toán theo phương trình (3).

$l$ : Số hệ số có nghĩa trong phương trình hồi quy ( $l = 6$ )

Tính phương sai tái hiện:

$$S_{th}^2 = \frac{\sum (Y_i^0 - \bar{Y}_i^0)^2}{n_0 - 1} = \frac{1,764}{4-1} = 0,588$$

Trong đó:

$\bar{Y}_i^0$ : Giá trị sức căng trung bình của các thí nghiệm lặp tại tâm kế hoạch.

Giá trị của chuẩn số Fisher là:

$$F = \frac{S_{du}^2}{S_{th}^2} = \frac{3,09}{0,588} = 5,26$$

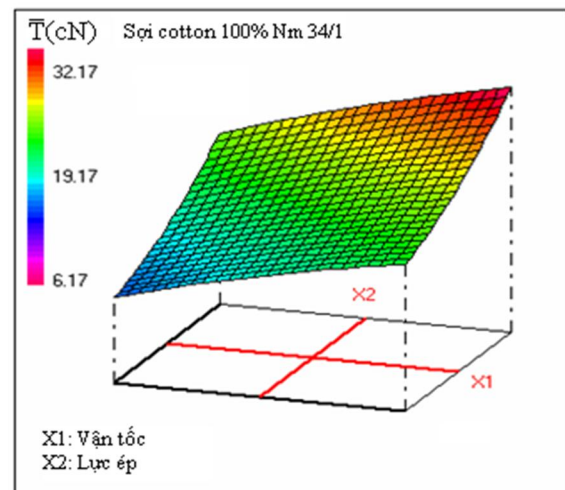
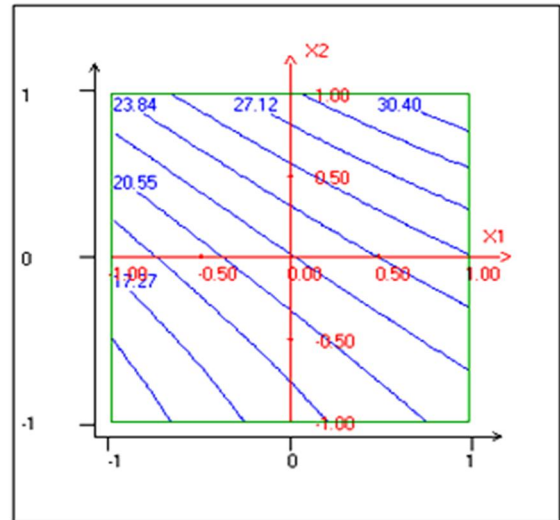
Chuẩn số Fisher tra bảng [6] ứng với mức có nghĩa  $p = 0,05$ ; bậc tự do của phương sai dư  $f_1 = 12$ ; bậc tự do của phương sai tái hiện  $f_2 = 3$  nhận giá trị:  $F_p(f_1, f_2) = F_{0,05}(12; 3) = 8,7$

Vậy  $F < F_p(f_1, f_2)$ . Kết luận, phương trình (4) tương thích với thực nghiệm.

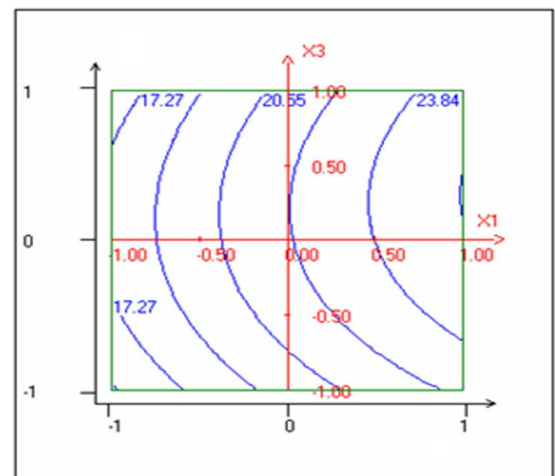
### 3.3. Đánh giá ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến sức căng sợi trong quá trình quần ống

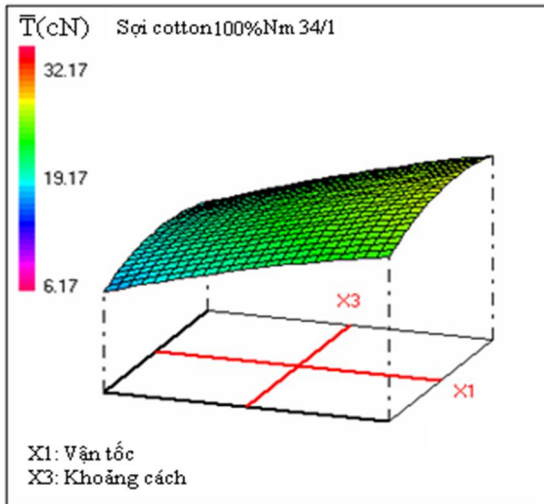
Ta thấy, mức độ ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến sức căng sợi trung bình trong quá trình quần ống

thông qua biểu đồ các đường đẳng mức thể hiện trên đồ thị 2D và 3D, biểu diễn mối quan hệ giữa các cặp thông số công nghệ của hàm mục tiêu trên cơ sở cố định thông số còn lại ở mức mã hóa 0 (hình 2, 3, 4).

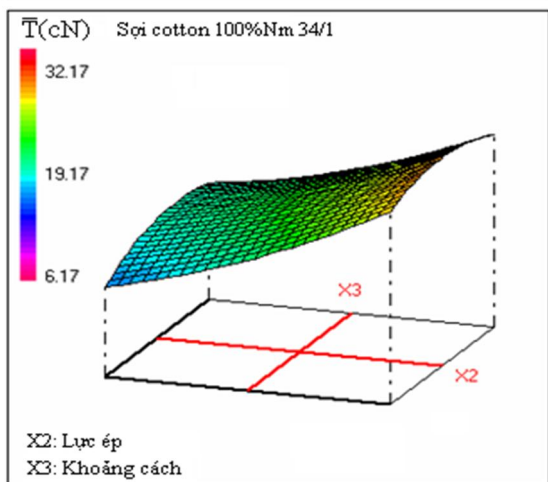
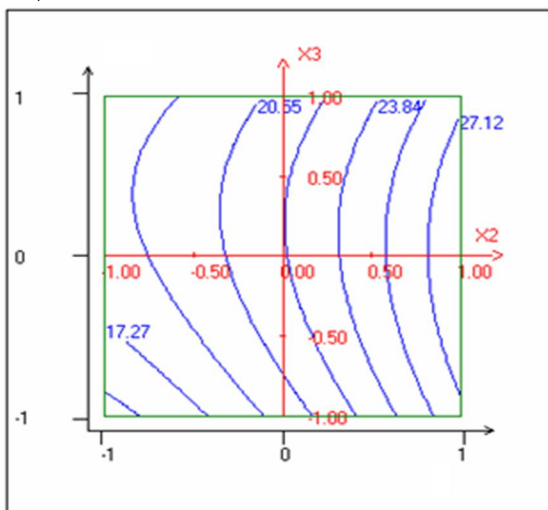


Hình 2. Đồ thị đường đẳng mức 2D, 3D biểu diễn mối quan hệ giữa vận tốc quần sợi  $V_q$  và lực ép  $N$  của bộ sức căng đến sức căng sợi trung bình





Hình 3. Đồ thị đường đẳng mức 2D, 3D biểu diễn mối quan hệ giữa vận tốc quấn sợi  $V_q$  và khoảng cách H đến sức căng sợi trung bình



Hình 4. Đồ thị đường đẳng mức 2D, 3D biểu diễn mối quan hệ giữa lực ép N của bộ điều tiết sức căng và khoảng cách H đến sức căng sợi trung bình

Từ kết quả nghiên cứu và trên đồ thị đường đẳng mức ta thấy, trong ba thông số công nghệ  $V_q$ , N và H đã nghiên cứu trong phạm vi đã xác định, thông số N ảnh hưởng nhiều nhất đến sức căng sợi trung bình (khi tăng lực ép lên

5 lần, sức căng sợi tăng lên 1,7 lần), tiếp theo là các thông số  $V_q$  (khi tốc độ quấn ống tăng lên 1,33 lần, sức căng sợi tăng lên 1,58 lần), còn thông số H có hệ số bậc hai trong phương trình hồi quy mang dấu âm thể hiện hàm hồi quy là một mặt đáp lồi có cực đại. Mức độ ảnh hưởng của ba thông số công nghệ đã nêu trên đến sức căng sợi được nhận biết thông qua các hệ số của phương trình hồi quy.

Các thông số công nghệ tối ưu được xác định trên quan điểm sức căng sợi phải đồng đều, nằm trong giới hạn cho phép tùy theo yêu cầu công nghệ về chất lượng búp sợi đồng thời bảo đảm được tốc độ quấn ống cao nhất trong điều kiện cho phép. Trên cơ sở phương trình hồi quy (4), trên quan điểm nâng cao năng suất quấn ống với yêu cầu công nghệ  $V_q = 800\text{m/phút}$ , sức căng sợi trung bình  $\bar{Y}_T = 25\text{cN}$ , xác định được các thông số công nghệ tối ưu  $N = 37\text{cN}$ ,  $H = 10\text{cm}$ .

#### 4. KẾT LUẬN

Đã xác định được mức độ ảnh hưởng đồng thời của các thông số công nghệ như tốc độ quấn ống  $V_q$ , lực ép của bộ điều tiết sức căng N và khoảng cách từ đầu ống sợi con đến vị trí đặt khuyết dẫn sợi giảm ba lòng đến sức căng sợi trung bình trong quá trình quấn ống H, là một hàm phi tuyến có dạng (4). Trong ba thông số, lực ép của bộ điều tiết sức căng có ảnh hưởng nhiều nhất đến sức căng sợi trung bình, sau đó là tốc độ quấn ống rồi đến khoảng cách từ đầu ống sợi con đến vị trí đặt khuyết dẫn sợi H.

Trên cơ sở mô hình toán học cho sức căng sợi có thể điều chỉnh các thông số công nghệ tối ưu khi cần đạt sức căng sợi trung bình theo yêu cầu. Đây cũng là cơ sở để thiết kế một hệ thống tự động điều khiển các thông số công nghệ sao cho sức căng sợi ổn định theo yêu cầu trong quá trình quấn ống, để nâng cao năng suất và chất lượng quấn ống.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Allan Ormerod, Walter S.Sondhelm, 1995. *Weaving Technology and Operations*. The Textile Institute, ISBN 187081276X.
- [2]. J. Beran, V.Kracik, L.Tuma, 2001. *Simulation of unwinding process of yarn from package*, 16<sup>th</sup> International Conference on Production Research ICPR-16, Praha.
- [3]. Trần Minh Nam, 2016. *Giáo trình Chuẩn bị dệt*. NXB Bách khoa Hà Nội.
- [4]. Giản Thị Thu Hương, 2009. *Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến sức căng sợi để nâng cao chất lượng búp sợi và hiệu suất máy quấn ống*. Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.
- [5]. Catalog IRO Dynamic Tensiometer Operating Instructions.
- [6]. Nguyễn Minh Tuyển, 2005. *Quy hoạch thực nghiệm*. NXB Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.

#### AUTHORS INFORMATION

Gian Thi Thu Huong<sup>1</sup>, Tran Duc Trung<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hanoi University of Science and Technology

<sup>2</sup>Viet Nam Textile Research Institute - Joint Stock Company