

## Nghiên cứu ảnh hưởng của một số thông số công nghệ đến độ xoắn của sợi sau quá trình quấn ống

Study the Influence of Technological Parameters to the Twist of Yarn after the Winding Process

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

<sup>1</sup>Trường Đại học Bách khoa Hà Nội - Số 1, Đại Cồ Việt, Hai Bà Trưng, Hà Nội.

<sup>2</sup>CTCP- Viện nghiên cứu Dệt May - 478 Minh Khai, Vĩnh Tuy, Hai Bà Trưng, Hà Nội

Đến Tòa soạn: 08-3-2019; chấp nhận đăng: 20-01-2020

### Tóm tắt

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của một số thông số công nghệ trong quá trình quấn ống gồm: tốc độ quấn ống  $Z_1$ , lực ép của bộ điều tiết sức căng  $Z_2$  và khoảng cách từ đầu ống sợi con đến khuyết dẫn sợi của bộ phận giảm bóng  $Z_3$  đến độ xoắn của sợi sau quấn ống. Sử dụng qui hoạch thực nghiệm trực giao với sự trợ giúp của phần mềm NEMRODW 2007 đã xác định được ảnh hưởng của ba thông số công nghệ đã chọn đến độ xoắn của sợi sau quấn ống. Hàm hồi quy thực nghiệm thể hiện mối liên quan giữa độ xoắn của sợi sau quấn ống và ba thông số công nghệ đã chọn được xác lập cho sợi 100% bông, Nm 34 là cơ sở để lựa chọn các thông số công nghệ nhằm đạt được độ xoắn (sự thay đổi độ xoắn) của sợi theo yêu cầu của các công đoạn sau quấn ống. Để đạt được độ xoắn của sợi sau quấn ống tăng 7% so với độ xoắn trước khi quấn ống, máy ống đạt năng suất cao nhất, các thông số công nghệ cần lựa chọn là:  $Z_1 = 800\text{m/phút}$ ,  $Z_2 = 30\text{cN}$  và  $Z_3 = 14\text{cm}$ .

Từ khóa: độ xoắn sợi, quấn ống, thông số công nghệ.

### Abstract

This paper presents the research results on influence of some technological parameters during the winding process: the winding speed  $Z_1$ , the compressing force of the yarn tension  $Z_2$  and the distance from the top of the bobbin to the guide eye of balloon controller  $Z_3$  to the twist of yarn after the winding process. By using the orthogonal planning experiments with the support of the software NEMRODW 2007, the influence of three selected parameters of technology was determined to the twist of yarn after the winding process. The experimental regression function shows the relationship between the twist of yarn after the winding process and the three selected technological parameters are established for 100% cotton, Nm 34. This research results are the base for selection of the technological parameters to achieve the required twist (change of the twist) of the yarn after winding process. To achieve the twist of yarn increased by 7% compared to the twist before winding, the winding machine has the highest productivity, the technological parameters to be selected are:  $Z_1 = 800\text{m/min}$ ,  $Z_2 = 30\text{cN}$  and  $Z_3 = 14\text{cm}$ .

Keywords: twist of yarn, winding, technological parameters.

### 1. Đặt vấn đề

Công nghệ sản xuất vải dệt thoi có nhiều công đoạn trong đó, các công đoạn chuẩn bị dệt có vai trò rất quan trọng bởi lẽ, chất lượng bán thành phẩm ở các công đoạn này không chỉ ảnh hưởng đến chất lượng vải dệt mà còn ảnh hưởng đến năng suất thực tế của máy dệt và năng suất lao động của người đứng máy dệt. Trong toàn bộ chi phí để sản xuất  $1\text{m}^2$  vải, chi phí ở các công đoạn chuẩn bị đã chiếm từ  $30 \div 40\%$  [1,2,3].

Quấn ống là công đoạn quan trọng của chuẩn bị dệt. Mục đích chủ yếu của quấn ống là tạo thành các búp sợi đáp ứng yêu cầu của các công đoạn sau quấn

ống là mắc sợi, quấn suốt, dệt vải hoặc nhuộm búp sợi đồng thời, khi quấn ống sợi cũng được loại trừ các khuyết tật do kéo sợi để lại (điểm dày, điểm mỏng, điểm kết) nên chất lượng sợi cũng được nâng lên. Trong trường hợp quấn ống từ ống sợi con, sợi phải có một sức căng cần thiết, tại vị trí trước khi sợi quấn vào búp sợi sức căng sợi bằng  $10 \div 15\%$  độ bền đứt của sợi [2] do sợi phải tham gia các chuyển động: chuyển động quay quanh ống sợi con với tốc độ lớn để tháo sợi (nếu tốc độ quấn ống là  $1.000\text{ m/phút}$  thì mỗi phần tử sợi của mỗi vòng sợi sẽ quay xung quanh trục ống sợi con với tốc độ  $10.000\text{ vòng/phút}$  [4]), chuyển động tịnh tiến lui tới để rải sợi dọc theo chiều cao của búp sợi. Ngoài ra, trong quá trình chuyển động, sợi còn bị ma sát với các chi tiết dẫn sợi và ống khía. Do vậy, các tính chất cơ lý của sợi sau quấn ống trong đó có độ xoắn của sợi đã thay đổi so với độ xoắn của sợi

\*Địa chỉ liên hệ: Tel.: (+84) 986987269

Email: huong.gianthithu@hust.edu.vn

trước khi quấn ống. Độ xoắn sợi ảnh hưởng nhiều đến độ bền, độ giãn đứt, độ xù lông của sợi [5-7]. Mức độ thay đổi của độ xoắn của sợi phụ thuộc vào các yếu tố: nguyên liệu, phương pháp quấn ống và thông số công nghệ quấn ống. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu xác định mức độ ảnh hưởng của các thông số công nghệ quấn ống bao gồm: tốc độ quấn ống, lực ép của bộ điều tiết sức căng và khoảng cách từ đầu ống sợi con đến vị trí đặt khuyết dẫn sợi giảm balông đến độ xoắn (sự thay đổi độ xoắn) của sợi sau quấn ống. Nghiên cứu được thực hiện tại phòng thí nghiệm Công nghệ Dệt, Viện Dệt May – Da giày và Thời trang ĐHBK Hà Nội.

**2. Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm**

- Sử dụng các ống sợi con được sản xuất trên máy kéo sợi Lakshmi R-147C (Ấn Độ) trong cùng một điều kiện công nghệ:

- + Khối lượng 110g;
- + Sợi bông 100%, chỉ số sợi Nm 34/1(m/g);
- + Độ xoắn của sợi trước khi quấn ống  $K = 562$  (vx/m) và sau khi quấn ống  $Y$  (vx/m) được xác định theo TCVN 5788:1994.

- Thông số của thiết bị đo độ xoắn VEB Elektromotorenwerk:

- + E. Mot. Typ PM 70/30
- + H Nr. 58/17644
- + Tốc độ động cơ điện 4000v/min, 50Hz
- + Điện áp 220V: 0,2A; 17W 1232/3

- Quấn ống được thực hiện trên mô hình máy quấn ống [6], tốc độ quấn ống  $500 \div 1000$ m/phút. Tốc độ quấn ống được điều chỉnh bằng cách thay đổi tỷ số truyền động từ động cơ điện (công suất 0,5kW, tốc độ 1350 vòng/phút) đến trục ống khía.

- Sử dụng phương pháp toán thống kê [8] để lập ma trận thực nghiệm, xác định hàm hồi qui thực nghiệm với sự trợ giúp của các phần mềm chuyên dùng Excel 2007 và NEMRODW 2007.

**3. Kết quả nghiên cứu và bàn luận**

**3.1. Xác định khoảng biến thiên của các thông số công nghệ.**

Trong công nghệ quấn ống, khi thay đổi yêu cầu công nghệ cần phải điều chỉnh các thông số công nghệ. Các thông số công nghệ thường xuyên phải điều chỉnh là tốc độ quấn ống  $Z_1$ , lực ép trên đĩa ma sát của bộ điều tiết sức căng sợi  $Z_2$  và khoảng cách từ đầu ống sợi con đến vị trí đặt khuyết dẫn sợi giảm balông  $Z_3$ .

Trong nghiên cứu này, các giá trị  $Z_1, Z_2, Z_3$  được chọn trong miền quấn ống các loại sợi thông thường:

- $Z_1 = 600, 700, 800$  m/phút
- $Z_2 = 10, 30, 50$  cN
- $Z_3 = 10, 14, 18$  cm

Chuyển các biến số này sang hệ tọa độ không thứ nguyên với giá trị cánh tay đòn  $\alpha = \pm 1$ . Giá trị thực và giá trị mã hoá của các thông số công nghệ 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		
	$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$	$X_1$	$X_2$	$X_3$
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			

Phương trình hồi qui thực nghiệm được chọn cho biến mã hoá có dạng tổng quát:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 + b_{33}X_3^2 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3 \tag{1}$$

trong đó:

$b_0, b_1, b_2, b_3, b_{11}, b_{22}, b_{33}, b_{12}, b_{13}, b_{23}$ : là các hệ số hồi qui

$Y$ : Hàm mục tiêu độ xoắn của sợi sau quấn ống

$X_1, X_2, X_3$ : Biến mã hoá của các thông số công nghệ ảnh hưởng.

**Bảng 2.** Ma trận thực nghiệm ba thông số và kết quả thí nghiệm

N	Biến thực			Biến mã hoá				Y
	$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$	$X_0$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	
1	600	10	10	+	-	-	-	571
2	800	10	10	+	+	-	-	585
3	600	50	10	+	-	+	-	569
4	800	50	10	+	+	+	-	582
5	600	10	18	+	-	-	+	586
6	800	10	18	+	+	-	+	588
7	600	50	18	+	-	+	+	578
8	800	50	18	+	+	+	+	580
9	600	30	14	+	-	0	0	593
10	800	30	14	+	+	0	0	599
11	700	10	14	+	0	-	0	585
12	700	50	14	+	0	+	0	594
13	700	30	10	+	0	0	-	590
14	700	30	18	+	0	0	+	583
15	700	30	14	+	0	0	0	593
16	700	30	14	+	0	0	0	590
17	700	30	14	+	0	0	0	592
18	700	30	14	+	0	0	0	589

**3.2. Lập ma trận thực nghiệm**

Sử dụng qui hoạch thực nghiệm trực giao để thiết kế các phương án thí nghiệm, mỗi phương án thí nghiệm quấn búp sợi từ 10 ống sợi con, số phương án thí nghiệm  $N = 2^k + 2k + n_0$ .

Trong đó: số biến  $k = 3$ , số thí nghiệm lặp tại tâm  $n_0 = 4$ , vì vậy  $N = 18$ . Để lập ma trận thực nghiệm, ta chuyển từ biến thực  $Z_j$  sang biến mã hóa  $X_j$  theo công thức:

$$X_j = \frac{Z_j - Z_j^0}{\Delta Z_j} \quad (2)$$

Với sự trợ giúp của phần mềm NEMRODW 2007, ma trận thực nghiệm đã được thiết lập. Kết quả độ xoắn sợi Y xác định được theo từng phương án thí nghiệm được ghi trong Bảng 2.

**3.3. Xác định giá trị các hệ số hồi qui và thiết lập phương trình hồi qui thực nghiệm.**

Các hệ số hồi qui đã xác định được gồm:

$$b_0 = 592,929; b_1 = 3,701; b_2 = -1,200; b_3 = 1,800; b_{11} = 1,143; b_{22} = -5,357; b_{33} = -8,357; b_{12} = -0,125; b_{13} = -2,875; b_{23} = -1,375$$

Kiểm định tính ý nghĩa của các hệ số hồi qui theo tiêu chuẩn Student. Thế các hệ số hồi qui vào phương trình hồi qui tổng quát sau khi đã loại bỏ các hệ số không có ý nghĩa ta được hàm mục tiêu có dạng:

$$\widehat{Y}_K = 592,929 + 3,701X_1 - 5,357X_2^2 - 8,357X_3^2 - 2,875X_1X_3 \quad (3)$$

Kiểm tra sự phù hợp của mô hình với thực nghiệm:

Tính phương sai dư:  $S_{du}^2$

$$S_{du}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (Y_i - \widehat{Y}_i)^2}{N-l} = \frac{250,816}{18-5} = \frac{250,816}{13} = 19,293$$

Trong đó:

$Y_i$ : Các giá trị đo độ xoắn trung bình

$\widehat{Y}_i$ : Các giá trị độ xoắn của sợi tính theo phương trình (3)

$l$ : Số hệ số có ý nghĩa trong phương trình hồi qui ( $l = 5$ )

Tính phương sai tái hiện  $S_{th}^2$ :

Dùng 4 thí nghiệm lặp lại ở tâm trong Bảng 2 để tính phương sai tái hiện  $S_{th}^2$ .

$$S_{th}^2 = \frac{\sum_{t=1}^{n_0} (Y_0^t - \overline{Y}_0)^2}{n_0 - 1} = \frac{10}{4-1} = \frac{10}{3} = 3,333$$

trong đó:

$Y_0^t$ : Các giá trị độ xoắn thí nghiệm lặp lại ở tâm kế hoạch thực nghiệm

$\overline{Y}_0$ : Giá trị độ xoắn trung bình của các thí nghiệm lặp lại ở tâm kế hoạch thực nghiệm

Giá trị chuẩn số Fisher:

$$F = \frac{S_{du}^2}{S_{th}^2} = \frac{19,293}{3,333} = 5,788$$

Chọn mức ý nghĩa  $p = 0,95$  với bậc tự do của phương sai dư  $f_1 = 13$ , bậc tự do của phương sai tái hiện  $f_2 = 3$ , tra bảng Fisher được  $F_p(f_1, f_2) = F_{0,95}(13, 3) = 8,727$ .

$F < F_p(f_1, f_2)$ . Kết luận phương trình (3) tương thích với thực nghiệm.

Chuyển phương trình từ dạng có biến mã hóa về dạng có biến thực với  $Z_j$  theo công thức (2) ta có:

$$Y = 382,16 + 0,14Z_1 + 0,80Z_2 + 19,66Z_3 - 0,013Z_2^2 - 0,52Z_3^2 - 0,007Z_1.Z_3 \quad (4)$$

**3.4. Đánh giá ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến độ xoắn sợi sau quấn ống.**

Từ các kết quả đạt được ta thấy:

- Ba thông số công nghệ đã chọn, vận tốc quấn ống, lực ép của bộ điều tiết sức căng sợi và khoảng cách từ đầu ống sợi con đến vị trí đặt khuyết dẫn sợi giảm balông đều có ảnh hưởng đến độ xoắn của sợi sau quấn ống. Kết quả đo độ xoắn sợi sau quấn ống ở các phương án thí nghiệm trên Bảng 2, cho thấy độ xoắn sợi sau quấn ống đều tăng lên so với độ xoắn sợi trước khi quấn ống. Các hệ số hồi qui của mỗi thông số xác định được cho thấy sự ảnh hưởng của các thông số đến độ xoắn của sợi là khác nhau.

- Từ phương trình (3) ta nhận thấy ảnh hưởng lớn nhất đến độ xoắn của sợi sau quấn ống là khoảng cách từ đầu ống sợi con đến vị trí đặt khuyết dẫn sợi giảm ba lông ( $X_3$ ) do hệ số của yếu tố này có giá trị tuyệt đối lớn nhất. Cả hai yếu tố ( $X_2$ ) và ( $X_3$ ) đều có ảnh hưởng nghịch đến độ xoắn của sợi do hệ số của các yếu tố này có các giá trị âm ( $b_{22} = -5,357; b_{33} = -8,357$ ) còn yếu tố ( $X_1$ ) có ảnh hưởng thuận đến độ xoắn của sợi do hệ số của yếu tố này trong phương trình (3) có giá trị dương ( $b_1 = 3,701$ ).

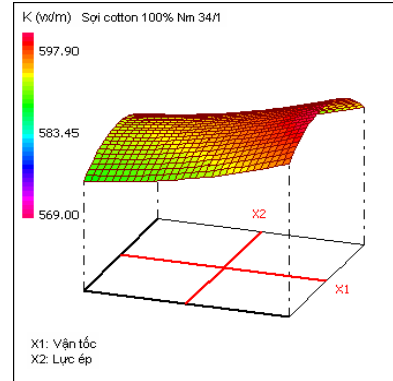
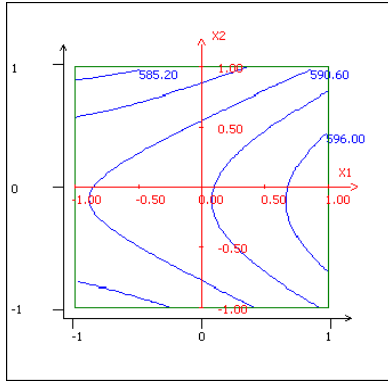
- Cũng có thể nhận thấy mức độ ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến độ xoắn của sợi thông qua biểu đồ các đường đẳng mức thể hiện trên biểu đồ 2D và 3D biểu diễn mối quan hệ giữa các cặp thông số công nghệ của hàm mục tiêu trên cơ sở cố định thông số còn lại ở mức mã hóa 0 tại

tâm (Hình 1, Hình 2, Hình 3). Trên các biểu đồ 2D, đồ thị biểu diễn độ xoắn của sợi phụ thuộc vào các cặp thông số công nghệ có dạng parabol (Hình 1, Hình 2) và đường cong khép kín (Hình 3), còn trên các biểu đồ 3D, độ xoắn phụ thuộc vào các cặp thông số công nghệ được biểu diễn bởi các mặt cong.

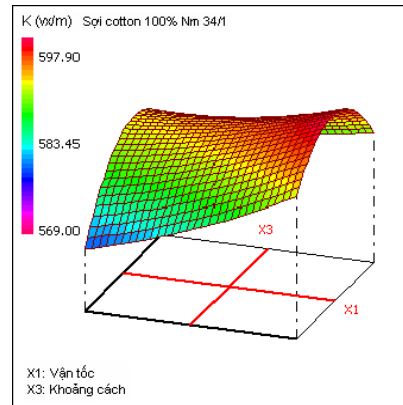
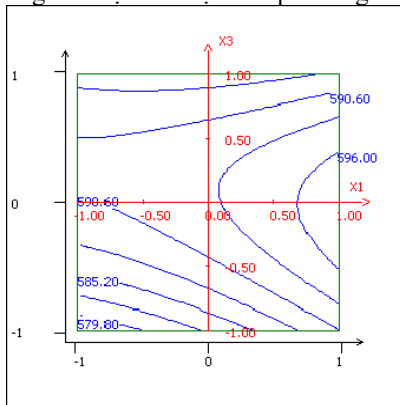
- Các thông số công nghệ tối ưu được xác định trên quan điểm bảo đảm đạt được mức tăng độ xoắn của sợi theo yêu cầu.  $Z_1$  ở mức cao nhất có thể trong phạm vi nghiên cứu để máy ống đạt năng suất cao. Trên cơ sở phương trình hồi quy

đã xác lập, nếu cần độ xoắn của sợi sau quần ống đạt 583 vx/m (tăng 3,73% so với độ xoắn trước khi quần ống 562 vx/m), các thông số công nghệ cần lựa chọn là:  $Z_1 = 800\text{m/phút}$ ,  $Z_2 = 50\text{cN}$  và  $Z_3 = 18\text{cm}$ .

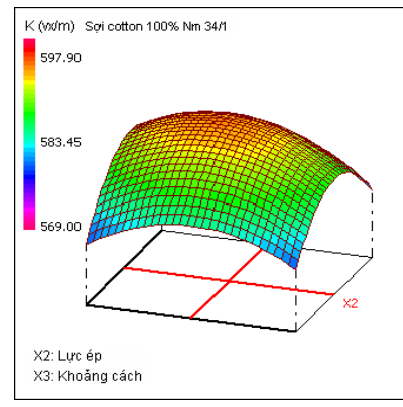
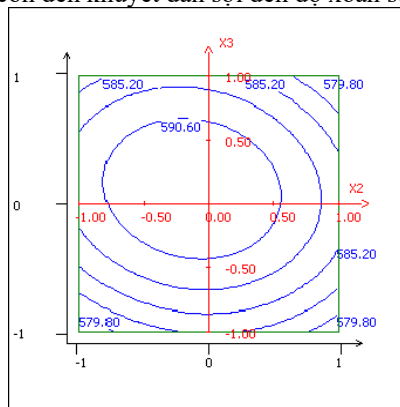
Tuy nhiên, cũng tùy thuộc vào chất lượng sợi có ảnh hưởng trực tiếp đến độ đứt sợi và hiệu suất trong quá trình quần ống (5), mà chọn tốc độ quần ống phù hợp, kết hợp với lực ép của bộ điều tiết sức căng và khoảng cách từ đầu ống sợi con đến vị trí đặt khuyết dẫn sợi giảm bóng để đạt được độ xoắn sợi theo yêu cầu.



**Hình 1.** Đồ thị đường đẳng mức 2D và 3D biểu diễn mối quan hệ giữa vận tốc quần sợi và lực ép của bộ điều tiết sức căng đến độ xoắn sợi sau quần ống.



**Hình 2.** Đồ thị đường đẳng mức 2D và 3D biểu diễn mối quan hệ giữa vận tốc quần sợi và khoảng cách từ đầu ống sợi con đến khuyết dẫn sợi đến độ xoắn sợi sau quần ống.



**Hình 3.** Đồ thị đường đẳng mức 2D và 3D biểu diễn mối quan hệ giữa lực ép của bộ điều tiết sức căng và khoảng cách từ đầu ống sợi con đến khuyết dẫn sợi đến độ xoắn sợi sau quần ống.

Độ xoắn của sợi xác định theo phương trình hồi quy rất gần với kết quả thực nghiệm (Bảng 2). Độ xoắn tăng sẽ tăng độ bền của sợi nhưng có giới hạn, độ cứng của búp sợi cũng sẽ tăng và sẽ không thuận lợi cho nhuộm búp sợi vì vậy, mức độ tăng độ xoắn phải căn cứ vào yêu cầu công nghệ của các công đoạn sau quần ống, thông thường mức tăng độ xoắn của sợi sau quần ống ở mức dưới 5% tùy thuộc loại sợi.

#### 4. Kết luận

- Đã xác định được mức độ ảnh hưởng đồng thời của các thông số công nghệ: tốc độ quần ống, lực ép trên đĩa ma sát của bộ điều tiết sức căng và khoảng cách từ đầu ống sợi con đến vị trí đặt khuyết dẫn sợi giảm ba lông đến độ xoắn sợi sau quần ống.

- Phương trình hồi qui thực nghiệm đã xác định thể hiện mối liên quan giữa độ xoắn của sợi và các thông số công nghệ là cơ sở khoa học để điều chỉnh các thông số công nghệ nhằm đạt được độ xoắn (mức độ thay đổi độ xoắn) theo yêu cầu công nghệ.

- Kết quả nghiên cứu là phương pháp khoa học để lựa chọn các thông số công nghệ quần ống phù hợp với chất lượng sợi nhằm đạt được độ xoắn sợi yêu cầu đáp ứng cho các công đoạn tiếp theo trong dây chuyền sản xuất.

#### Tài liệu tham khảo

- [1] Allan Ormerod, Walter S.Sondhelm; Weaving Technology and Operations; The Textile Institute 1995, ISBN 187081276X.
- [2] PGS. TS. Trần Minh Nam, Giáo trình Chuẩn bị dệt, NXB. Bách Khoa Hà Nội, 2016.
- [3] Nguyễn Văn Lâm; Vật liệu dệt; NXB Đại học Quốc gia TP.HCM, 2004.
- [4] Trần Nhật Chương, Cơ sở lý thuyết các quá trình kéo sợi, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội 1992.
- [5] R. S. Rengasamy, V. K. Kothari, Asis Patnaik, Anindya Ghosh, H. Punekar, Reducing Yarn Hairiness in Winding by Means of Jets: Optimisation of Jets Parameters, Yarn Linear Density and Winding Speed, AUTEX Research Journal, Vol. 5, No3, September 2005.
- [6] Giản Thị Thu Hương; Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến sức căng sợi để nâng cao chất lượng búp sợi và hiệu suất máy quần ống; Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội, 2009.
- [7] Trần Đức Trung; Luận văn Thạc sĩ khoa học, Nghiên cứu ảnh hưởng đồng thời của một số thông số công nghệ đến chất lượng sợi sau quần ống; Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội, 2012.
- [8] PGS. TS. Bùi Minh Trí; Xác suất thống kê và qui hoạch thực nghiệm; NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2005.