

XÁC ĐỊNH CHẾ ĐỘ UỐN CONG GỖ CAO SU TRONG SẢN XUẤT ĐỒ MỘC

Phạm Ngọc Nam, Nguyễn Thị Ánh Nguyệt, Đặng Minh Hải

Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh

TÓM TẮT

Nghiên cứu này đã được tiến hành để xác định chế độ uốn cong của gỗ cao su có qui cách $21 \times 35 \times 460$ mm, bán kính uốn cong R1000 (mm) dùng trong sản xuất đồ mộc bằng phương pháp uốn định hình, gia nhiệt bằng hơi nước, nhiệt độ uốn $100 - 105^{\circ}\text{C}$, áp suất uốn 6 kg/cm^2 ... Nghiên cứu được tiến hành tại công ty TNHH Khang Huy (tại huyện Dĩ An, tỉnh Bình Dương) và Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh từ tháng 12 năm 2016 đến tháng 9 năm 2017. Thí nghiệm được thiết kế khoa học và hoàn toàn ngẫu nhiên. Kết quả nghiên cứu đã xây dựng phương trình tương quan thể hiện mối quan hệ giữa thời gian luộc và thời gian uốn với tỷ lệ mẫu hỏng $Y_1 = 1,36 - 0,84 X_1 - 1,12 X_2 + 0,92 X_1^2 + 0,74 X_2^2$ và độ đàn hồi trở lại của bán kính cong $Y_2 = 1,42 - 0,48 X_1 - 1,00 X_2 + 0,67 X_1^2 + 0,69 X_2^2$; đồng thời cũng xác định được các thông số tối ưu cho quá trình uốn: thời gian luộc 29,6 phút và thời gian uốn 46,4 phút; tương ứng với chế độ uốn đó là tỉ lệ mẫu hỏng đạt 0,74% và độ đàn hồi trở lại của bán kính cong là 0,97mm.

Từ khóa: độ đàn hồi trở lại của bán kính cong, gỗ cao su, quá trình uốn, tỷ lệ mẫu hỏng.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Gỗ cao su thẳng thớ, cấu tạo đồng đều, khối lượng thể tích cơ bản $0,55 \text{ g/cm}^3$, cường độ chịu lực trung bình, hệ số phẩm chất khá tốt thích hợp gia công uốn cong gỗ. Gỗ cao su hiện là loại gỗ sử dụng khá phổ biến trong gia công sản xuất ván ghép thanh và hàng mộc xuất khẩu, đặc biệt là sản xuất các chi tiết cong ít chịu lực trong sản xuất hàng mộc. Công nghệ uốn cong gỗ là biện pháp kỹ thuật làm tăng tỷ lệ lợi dụng nguyên liệu và chất lượng sản phẩm cong so với biện pháp cưa vạnh trực tiếp từ gỗ nguyên. Để có thể uốn cong gỗ thì một trong những bước công nghệ bắt buộc phải xử lý đó là làm mềm gỗ. Khi áp dụng giải pháp “luộc” để làm mềm gỗ cao su (chi tiết gỗ nguyên) trước khi uốn thì cần nghiên cứu tìm ra chế độ uốn cong gỗ cao su phù hợp (tương ứng với thời gian luộc gỗ và thời gian uốn cong tối ưu). Thực hiện giải pháp làm mềm gỗ ở nước ngoài có một số nghiên cứu điển hình như: Xử lý làm mềm gỗ trước khi uốn như sử dụng gia nhiệt bằng dòng điện cao tần của D. Sandberg và J. Johansson (năm 2006); sử dụng vi sóng để làm mềm gỗ của Ikuho, I. và M. Norimoto (năm 1981) và sử dụng hơi nước để hấp gỗ của David Smith (năm 2004). Các nghiên cứu làm mềm, uốn ép gỗ trong nước có nghiên cứu của các tác giả: Nguyễn Minh Hùng (2007) đã xử

lý làm mềm gỗ Bồ đề bằng thiết bị vi sóng và xác định điểm chuyển trạng thái thủy tinh thể của gỗ ở độ ẩm thăng bằng là 100°C , và 85°C với trạng thái gỗ đạt độ ẩm bão hoà nước để ứng dụng trong công nghệ ép chỉnh hình từ tiết diện tròn thành sản phẩm có tiết diện vuông từ nguyên liệu là lõi gỗ bóc. Lê Ngọc Phước và cộng sự (năm 2018) đã hoá mềm gỗ Keo lai bằng phương pháp hấp 110°C trong 30 phút sau đó làm mềm, nén ép gỗ trên máy ép nhiệt ở nhiệt độ $140 - 150^{\circ}\text{C}$, kiểm tra mẫu gỗ bằng công nghệ SEM cho thấy độ rỗng của gỗ (trên mặt cắt ngang) giảm 28,9%. Phạm Văn Chương và cộng sự (năm 2019) thực hiện hoá dẻo và nén ép gỗ Keo lai, Thông nhựa và Bạch đàn Urô xử lý bằng phương pháp nhiệt-cơ với tỷ lệ nén 10, 20, 30, 40 và 50%. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng cùng một chế độ nén ép, tỷ suất nén ảnh hưởng rõ nét đến độ đàn hồi trở lại của gỗ (độ đàn hồi trở lại lớn nhất đối với gỗ Bạch đàn và nhỏ nhất đối với gỗ Thông nhựa); khối lượng thể tích, độ bền uốn tĩnh và mô đun đàn hồi của gỗ tăng khi tỷ suất nén tăng; Vũ Huy Đại và cộng sự (2011) đã nghiên cứu thành công công nghệ uốn gỗ tự nhiên nhằm tạo ra các chi tiết cong cho các sản phẩm gỗ, làm đồ trang trí nội, ngoại thất và công trình dân dụng như: tựa lưng ghế, tay ghế, chân ghế, chân bàn, tay vịn, các chi tiết trang trí nội

thất... Trong bài viết này, chúng tôi trình bày kết quả nghiên cứu chế độ uốn cho gỗ cao su để sản xuất chi tiết cong cho sản phẩm ghế tựa.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

- Gỗ nguyên liệu được gia công từ cây cao su (*Hevea brasiliensis*) có độ tuổi khoảng 30 năm khai thác ở Phù Riềng, tỉnh Bình Phước.

- Đặc điểm của nguyên liệu: Gỗ cao su có chiều hướng thớ gỗ khá thẳng, cấu tạo đồng đều giác lõi không phân biệt, vân thớ và màu sắc đẹp, khối lượng thể tích cơ bản $0,55 \text{ g/cm}^3$, cường độ chịu lực trung bình, hệ số phẩm chất khá tốt thích hợp gia công uốn cong gỗ. Gỗ cao su thích hợp sản xuất ván ghép thanh và hàng mộc xuất khẩu, đặc biệt là sản xuất các chi tiết cong ít chịu lực trong sản xuất hàng mộc (Phạm Ngọc Nam và Nguyễn Trọng Nhân, 2003).

- Mẫu gỗ thí nghiệm dùng trong nghiên cứu được tiến hành qua các bước: Gỗ cao su sau khi khai thác được vận chuyển về công ty để tiến hành xẻ, tẩm, sấy về độ ẩm 8 - 12%, sau đó bào nhẵn và gia công mẫu có qui cách $21 \times 35 \times 460 \text{ mm}$ (dày $\times$ rộng $\times$ dài), loại bỏ các mẫu gỗ chưa đạt yêu cầu (độ ẩm, qui cách, khuyết tật). Mẫu gỗ được đem luộc trước khi uốn với nhiệt độ $95 - 100^\circ\text{C}$ trong thời gian 10 - 40 phút. Sau đó, gỗ được uốn trên khuôn có bán kính cong cố định R1000 (mm). Quá trình uốn gỗ được thực hiện ở trạng thái nóng ẩm.

- Máy móc, trang thiết bị của Phòng thí nghiệm Khoa Lâm nghiệp – Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh: Hệ thống máy uốn ép gỗ; thước kẹp điện tử Mitutoyo độ chính xác 0,01 mm; cân điện tử Ohaus độ chính xác 0,01 gam; máy đo độ ẩm gỗ Extech độ chính xác 0,1%; tủ sấy Memmert độ chính xác $0,1^\circ\text{C}$.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp thực nghiệm:

+ Theo dõi trực tiếp: Theo dõi thời gian uốn là ghi nhận thời gian của một mẻ uốn bắt đầu từ lúc nạp nguyên liệu vào thiết bị uốn đến lúc kết thúc giai đoạn uốn nhằm đánh giá năng suất và chất lượng của từng mẻ uốn

cong. Kiểm tra áp suất uốn, chiều dày, bán kính cong của gỗ uốn... bằng dụng cụ đo.

+ Phương pháp xác định khuyết tật của gỗ sau khi uốn cong: Sau khi kết thúc mẻ uốn kiểm tra lại các thanh đã uốn và xác định tỷ lệ khuyết tật của gỗ trên từng mẻ. Các dạng khuyết tật của gỗ sau khi uốn cong như: tóp, nứt tét, đàn hồi, độ cong không đạt, gãy nứt...

+ **Độ đàn hồi trở lại của bán kính cong** sau khi uốn (mm) được xác định bằng hiệu số (độ chênh lệch) bán kính cong khi tháo định vị khung uốn R1000 và bán kính cong của gỗ uốn sau khi đã ổn định hình dạng. Mẫu sau khi uốn cong được lưu giữ (ít nhất) trong vòng 24 giờ cho đến khi ổn định kích thước. Số liệu thu thập qua 3 lần đo liên tiếp khác biệt không quá 0,3 mm. Độ đàn hồi trở lại của bán kính cong trong trường hợp này được xác định qua độ võng của mẫu theo công thức sau:

$$\Delta f = f_1 - f_2 \text{ (mm)} \quad (1)$$

Trong đó:

Δf - Độ đàn hồi trở lại của bán kính cong sau khi uốn (mm);

f_1 - Độ võng của gỗ sau khi tháo định vị;

f_2 - Độ võng của gỗ khi ổn định hình dạng.

+ **Tỷ lệ mẫu hỏng khi uốn** là tỷ lệ phần trăm (%) giữa những chi tiết bị hư hỏng so với chi tiết đưa vào uốn. Xác định tỷ lệ mẫu hỏng khi uốn bằng công thức:

$$\text{Tỷ lệ mẫu hỏng} = \frac{M_h}{M_v} \times 100 \text{ (%) } \quad (2)$$

Trong đó:

M_h - Số mẫu hỏng;

M_v - Tổng số mẫu thí nghiệm.

Chi tiết mẫu bị hỏng là các chi tiết có ít nhất một trong các khuyết tật sau: đứt thớ gỗ, nứt dăm bề mặt gỗ, gãy, dập...

Ma trận thí nghiệm được lập theo phương án bất biến quay bậc hai của BOX và HUNTER

+ Phương án quy hoạch thực nghiệm bậc 2 bất biến quay của Box và Hunter.

Theo phương án bậc 2 mô hình toán học được biểu diễn bằng phương trình hồi quy sau:

$$Y_i = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i x_i + \sum_{i \neq j=1}^n b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^n b_{ii} x_i^2 \quad (3)$$

Trong đó:

Y_i - Các yếu tố đầu ra;

X_i, X_{ij} - Các yếu tố đầu vào;
 $b_0; b_i; b_{ij}$ - Các ước lượng hệ số hồi quy, gọi tắt là hệ số hồi quy
 Số thí nghiệm $N = N_1 + N_\alpha + N_0$,
 Trong đó:
 $N_1 = 2^n$ - Số thí nghiệm ở mức cơ sở;
 $N_\alpha = 2n$ - Số thí nghiệm ở mức sao;

N_0 - Số thí nghiệm tại tâm ($N_0 = 3$);
 n - Số yếu tố nghiên cứu $n = 2$.
 Ma trận thí nghiệm bậc II theo phương án quay Box – Hunter có số thí nghiệm được tính theo công thức: $N = N_1 + N_\alpha + N_0 = 11$
 Số thí nghiệm 11 và số lần lặp lại 3 $\Rightarrow$ Tổng số thí nghiệm 33.



Hình 1. Quá trình nghiên cứu

Bảng 1. Mức và khoảng biến thiên của các yếu tố nghiên cứu

Mức và khoảng biến thiên	Giá trị mã	Thời gian lược gỗ X_1 (phút)	Thời gian uốn X_2 (phút)
Mức sao dưới	-1,41	10,9	13,85
Mức dưới	-1	15	20
Mức cơ sở	0	25	35
Mức trên	+1	35	50
Mức sao trên	+1,41	39,1	56,15
Khoảng biến thiên	Δl	10	15

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Trong nghiên cứu này, chúng tôi lựa chọn phương pháp lược để hóa mềm gỗ; sau đó dùng nhiệt để uốn cong gỗ theo khuôn mẫu. Thí nghiệm được tiến hành với các thông số đầu

vào là thời gian lược gỗ và thời gian uốn cong; thông số đầu ra là tỉ lệ mẫu hỏng gỗ sau uốn và độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn (đối với bán kính cong khi uốn là R1000).

Bảng 2. Ma trận thí nghiệm và kết quả uốn cong gỗ cao su với R1000 mm

Số TN	X_1	X_2	Tỷ lệ mẫu hỏng Y_1 (%)	Độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn Y_2 (mm)
1	+	+	1,3	1,33
2	-	+	2,4	2,40
3	+	-	3,6	2,63
4	-	-	5,4	3,13
5	+ 1,41	0	1,7	1,77
6	- 1,41	0	4,4	4,10
7	0	+ 1,41	1,4	1,19
8	0	- 1,41	4,0	4,74
9	0	0	1,2	1,25
10	0	0	1,4	1,77
11	0	0	1,5	1,25

*** Kết quả xử lý số liệu xác định các phương trình hồi quy**

Tiến hành xử lý số liệu trên máy vi tính, bằng

phần mềm Statgraphics - Vers 7.0 để thiết lập các phương trình tương quan.

Bảng 3. Phân tích phương sai ANOVA for Y1000

Effect	Sum of Squares	DF	Mean Sq.	F-Ratio	P-value
A:x1	5.642073	1	5.642073	241.80	.0041
B:x2	10.073216	1	10.073216	431.71	.0023
AB	.122500	1	.122500	5.25	.1490
AA	4.745098	1	4.745098	203.36	.0049
BB	3.106275	1	3.106275	133.13	.0074
Lack-of-fit	.614711	3	.204904	8.78	.1040
Pure error	.046667	2	.023333		
Total (corr.)	22.6218182	10			
R-squared = 0.970764			R-squared (adj. for d.f.) = 0.941527		

$$Y_1 = 1,36 - 0,84X_1 - 1,12X_2 + 0,18X_1X_2 + 0,92X_1^2 + 0,74X_2^2 \quad (3)$$

$$Y_2 = 1,42 - 0,48X_1 - 1,00X_2 - 0,39X_1X_2 + 0,67X_1^2 + 0,69X_2^2 \quad (4)$$

Các mô hình hồi quy (3); (4) được kiểm tra theo các tiêu chuẩn: tính đồng nhất phương sai, tính có ý nghĩa của các hệ số, tính tương thích của mô hình toán.

- Đối với hàm tỷ lệ mẫu hỏng của gỗ cao su Y_1 (%)

Kiểm tra mức có ý nghĩa các hệ số của mô hình (1) với mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$. Mô hình (3) có hệ số $P_{(X_1X_2)} = 0,149 > 0,05$ không đảm bảo mức có ý nghĩa nên loại khỏi mô hình. Sau khi loại bỏ hệ số hồi quy không đảm bảo độ tin cậy ra khỏi mô hình (3), phương trình hồi quy có dạng như sau:

$$Y_1 = 1,36 - 0,84X_1 - 1,12X_2 + 0,92X_1^2 + 0,74X_2^2 \quad (5)$$

Ta có: $R^2 = 0,97$ tương quan rất chặt.

- Đối với hàm độ đàn hồi trở lại của bán kính cong Y_2 (mm)

Kiểm tra mức có ý nghĩa các hệ số của mô hình (4) với mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$. Mô hình (4) có hệ số $P_{(X_1X_2)} = 0,12 > 0,05$ không đảm bảo mức có ý nghĩa nên loại khỏi mô hình. Sau khi loại bỏ hệ số hồi quy không đảm bảo độ tin cậy ra khỏi mô hình (4), phương trình hồi quy có dạng sau:

$$Y_2 = 1,42 - 0,48X_1 - 1,00X_2 + 0,67X_1^2 + 0,69X_2^2 \quad (6)$$

Ta có: $R^2 = 0,97$ tương quan rất chặt.

- Phân tích mô hình toán bằng đồ thị khi uốn cong gỗ cao su với $R = 1000$ mm

Chúng tôi áp dụng phương pháp vẽ đồ thị bề mặt biểu diễn để nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số nghiên cứu.

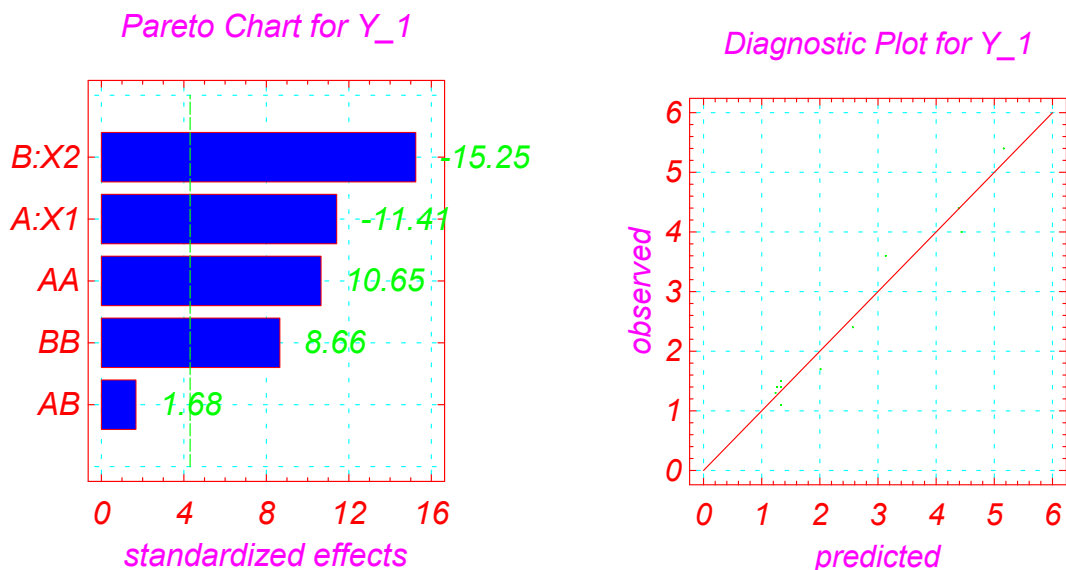
*** Phân tích hàm tỷ lệ mẫu hỏng sau khi uốn**

Mức độ ảnh hưởng của các hệ số hồi quy tỷ lệ mẫu hỏng khi uốn gỗ cao su được trình bày ở bảng 2. Dựa vào hàm Y_1 ở dạng mã hóa (5) để tiến hành phân tích mức độ ảnh hưởng của các yếu tố nghiên cứu đến tỷ lệ mẫu hỏng của gỗ cao su sau khi uốn như sau:

Dấu cộng (+) đứng trước X_1 chứng tỏ khi giảm thời gian luộc gỗ thì tỷ lệ mẫu hỏng của gỗ uốn tăng lên. Đây là mối quan hệ tỷ lệ nghịch.

Dấu cộng (+) đứng trước X_2 tương tự như tác động đối với yếu tố X_1 , khi tăng thời gian uốn lên, đây là mối quan hệ tỷ lệ nghịch.

Mức độ ảnh hưởng của các hệ số hồi quy ở dạng mã hóa ảnh hưởng đến tỷ lệ mẫu hỏng của gỗ uốn được trình bày như hình 2.



Hình 2. Đồ thị so sánh và ảnh hưởng của các hệ số hồi quy đến tỷ lệ mẫu hỏng

Qua hình 2 cho thấy đường lý thuyết và đường thực nghiệm rất gần với nhau. Thể hiện mức độ sai số giữa lý thuyết và thực nghiệm là nhỏ.

Vẽ đồ thị biểu diễn và nhận dạng các đồ thị của hàm Y_1 :

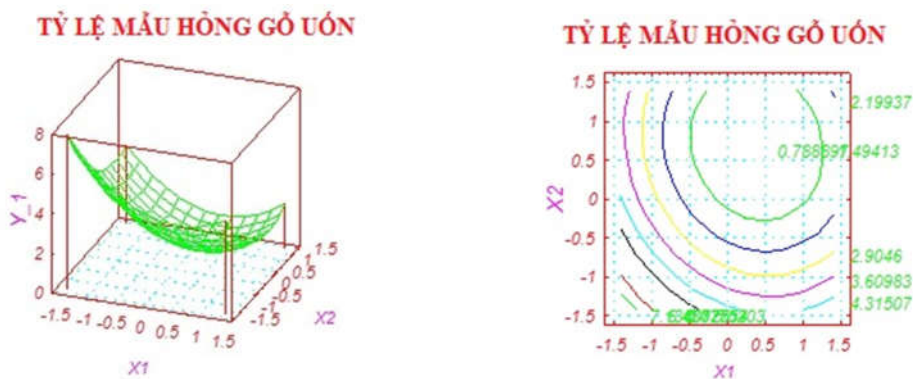
Dựa vào hàm Y_1 ở dạng mã hóa để vẽ đồ thị theo từng cặp yếu tố ảnh hưởng đến tỷ lệ mẫu hỏng của gỗ uốn. Đồ thị vẽ biểu diễn ở dạng mã hóa được trình bày ở hình 3.

Bảng 4. Nhận dạng đồ thị hàm tỷ lệ mẫu hỏng gỗ cao su khi uốn $R=1000$ (Y_1)

STT	Quan hệ đồ thị	Hệ số chính tắc ở dạng mã hóa		Dạng đồ thị	Cực trị
		λ_{11}	λ_{22}		
1	$Y_1 - x_1 - x_2$	4,265	4,265	Paraboloid elliptic	Cực tiểu

Qua bảng 4 cho thấy các hệ số chính tắc ở dạng mã hóa λ_{11} , λ_{22} cùng dấu nên hàm tỷ lệ mẫu hỏng của gỗ cao su khi uốn cong có cực trị tại điểm dừng và bề mặt biểu diễn có dạng

là Paraboloid elliptic. Mặc khác, các giá trị λ_{11} , λ_{22} xác định dương nên hàm tỷ lệ mẫu hỏng gỗ uốn cong có cực tiểu tại điểm dừng.



Hình 3. Đồ thị biểu diễn quan hệ giữa $Y_1 - X_1 - X_2$

* Phân tích hàm độ đàn hồi trở lại của bán kính cong

Mức độ ảnh hưởng của các hệ số hồi quy ảnh hưởng đến độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn

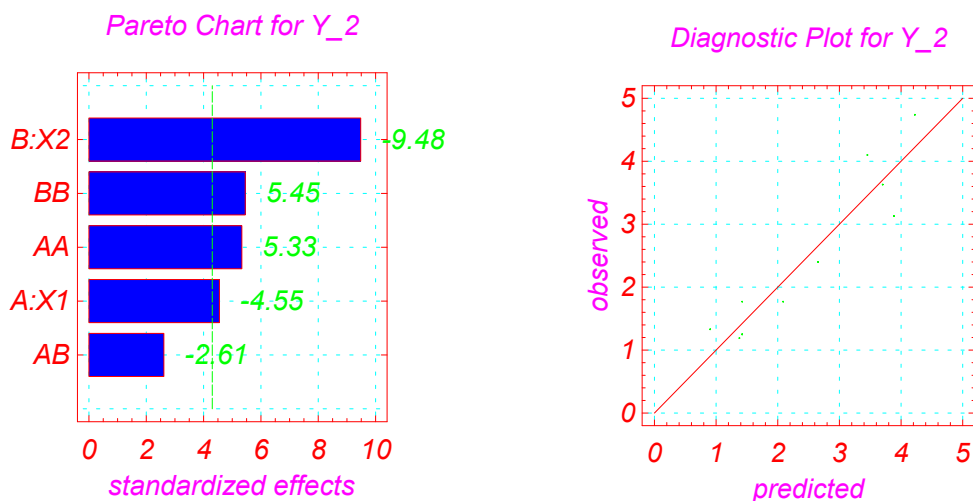
được trình bày ở bảng 2. Dựa vào hàm Y_2 ở dạng mã hóa (4) để tiến hành phân tích mức độ ảnh hưởng của các yếu tố nghiên cứu đến độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn như sau:

Dấu cộng (+) đứng trước X_1 chứng tỏ khi giảm thời gian xử lý gỗ thì đàn hồi trở lại của gỗ uốn tăng lên. Đây là mối quan hệ tỷ lệ nghịch.

Dấu trừ (-) đứng trước X_2 tương tự như tác động đối với yếu tố X_1 , khi giảm thời gian xử lý thì độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn tăng lên,

đây là mối quan hệ tỷ lệ nghịch.

Mức độ ảnh hưởng của các hệ số hồi quy cả ở dạng thực và ở dạng mã hóa ảnh hưởng đến độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn được trình bày như hình 4.



Hình 4. Đồ thị so sánh và ảnh hưởng của các hệ số hồi quy đến độ đàn hồi bán kính cong

Qua hình 4 cho thấy đường lý thuyết và đường thực nghiệm rất gần với nhau. Thể hiện mức độ sai số giữa lý thuyết và thực nghiệm là nhỏ.

Vẽ đồ thị biểu diễn và nhận dạng các đồ thị của hàm Y_2 :

Dựa vào hàm Y_2 ở dạng mã hóa để vẽ đồ thị cặp yếu tố ảnh hưởng đến độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn. Đồ thị vẽ biểu diễn ở dạng mã hóa được trình bày ở hình 5.

Bảng 5. Nhận dạng đồ thị hàm độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn (Y_2)

STT	Quan hệ đồ thị	Hệ số chính tắc ở dạng mã hóa		Dạng đồ thị	Cực trị
		λ_{11}	λ_{22}		
1	$Y_2 - x_1 - x_2$	0,865	0,554	Paraboloid elliptic	Cực tiểu

Qua bảng 5 cho thấy các hệ số chính tắc ở dạng mã hóa λ_{11} , λ_{22} cùng dấu nên hàm độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn có cực trị tại điểm dừng và bề mặt biểu diễn có dạng là Paraboloid

elliptic. Mặc khác, các giá trị λ_{11} , λ_{22} xác định dương nên hàm độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn có cực tiểu tại điểm dừng.



Hình 5. Đồ thị biểu diễn quan hệ giữa $Y_2 - X_1 - X_2$

*** Xác định các thông số tối ưu**

- Hàm mục tiêu về tỷ lệ mẫu hỏng tính theo phương trình: $Y_1 \Rightarrow Y_{Min}$
 Thỏa mãn các điều kiện ràng buộc:
 $-1,41 < X_i < +1,41; \quad i = 1, 2.$

- Hàm mục tiêu độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn tính theo phương trình: $Y_2 \Rightarrow Y_{Min}$
 Thỏa mãn các điều kiện ràng buộc:
 $-1,41 < X_i < +1,41; \quad i = 1, 2.$

Bảng 6. Kết quả tính toán tối ưu hàm một mục tiêu uốn cong gỗ với R1000 mm

STT	Chỉ số tối ưu	X_1	Thời gian luộc (ph)	X_2	Thời gian uốn (ph)
1	Tỷ lệ mẫu hỏng $Y_1 = 0,66$ (%)	0,46	29,6	0,82	47,3
2	Độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn $Y_2 = 0,97$ (mm)	0,36	28,6	0,72	45,8

Kết quả của bài toán tối ưu một mục tiêu cho thấy với thời gian luộc gỗ 29,6 phút và thời gian uốn 47,3 phút thì tỷ lệ mẫu hỏng đạt giá trị thấp nhất là 0,66%; thời gian luộc gỗ 28,6 phút và thời gian uốn 45,8 phút thì độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn đạt giá trị thấp nhất là 0,97 mm.

*** Bài toán tối ưu hóa hàm mục tiêu có điều kiện**

Theo nội dung nghiên cứu ta có bài toán tối

ưu hóa hàm mục tiêu có điều kiện như sau:
 Cực tiểu hóa tỷ lệ mẫu hỏng với điều kiện ràng buộc là biên của miền thí nghiệm và độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn nhỏ hơn 3 mm.

$$Y_1 \Rightarrow Y_{min}$$

$$Y_2 < 3$$

$$-1,41 \leq x_i \leq 1,41.$$

Kết quả của bài toán tối ưu hàm đa mục tiêu được trình bày ở bảng 7.

Bảng 7. Kết quả tính toán tối ưu hóa hàm đa mục tiêu

Y-1	Y-2	X_1	Thời gian luộc (ph)	X_2	Thời gian uốn (ph)
0,74	0,97	0,46	29,6	0,76	46,4

Từ kết quả ở bảng 7 cho thấy với thời gian luộc gỗ 29,6 phút và thời gian uốn là 46,4 phút thì tỷ lệ mẫu hỏng sau khi uốn là 0,74% và độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn 0,97 mm.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã xác định được các thông công nghệ uốn cong tối ưu đối với gỗ cao su có qui cách 21×35×460 mm, R1000 mm hoàn toàn phù hợp với kích thước của các chi tiết cong dùng trong sản xuất hàng mộc (chi tiết cong của ghế). Chất lượng các sản phẩm gỗ uốn có kích thước, bán kính uốn dùng trong nghiên cứu có ít khuyết tật sau khi uốn (vết nứt, rạn, gãy, xé...) và độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn nhỏ hơn 0,3mm hoàn toàn đáp ứng được yêu cầu đặt ra. Khi uốn đúng qui trình kỹ thuật, độ cong, vênh gỗ ít xuất hiện. Khi tăng nhiệt độ uốn thì tỷ lệ khuyết tật của gỗ tăng lên rất nhanh.

Kết quả tính toán tối ưu hóa hàm đa mục tiêu đối với chi tiết uốn cong gỗ cao su có qui cách 21×35×460 mm, R1000 mm cho thấy với thời gian luộc gỗ 29,6 phút và thời gian uốn là 46,4 phút thì tỷ lệ mẫu hỏng sau khi uốn là 0,74% và độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn 0,97 mm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. D. Sandberg, J. Johansson (2006). *A new method for bending solid wood – high frequency heating of beech.*
2. David Smith (2004). *Steam bending wood.* Lulu Enterprises, Inc.
3. Ikuho, I., M. Norimoto (1981). Wood bending utilizing microwave heating. *Nihon Rheology Gakkaishi* 9(4):162-168
4. Nguyễn Cảnh, Nguyễn Đình Soa (1985). *Tối ưu hoá thực nghiệm trong hoá học và kỹ thuật hoá học.* Trường Đại học Bách Khoa Tp. HCM, 241 trang.
5. Phạm Văn Chương, Vũ Mạnh Tường, Nguyễn Trọng Kiên, Lê Ngọc Phước (2019). Ảnh hưởng của tỷ suất nén đến một số tính chất của gỗ Keo lai, Thông

nhựa và Bạch đàn Uro xử lý bằng phương pháp nhiệt-cơ. *Tạp chí KHCN Lâm nghiệp* – số 1, tr. 88-95.

6. Vũ Huy Đại (2011). *Công nghệ uốn gỗ*. Nhà xuất bản Nông nghiệp.

7. Phan Hiếu Hiền (2001). *Phương pháp bố trí thí nghiệm và xử lý số liệu*. Nhà xuất bản Nông nghiệp Tp. HCM, 267 trang.

8. Nguyễn Minh Hùng (2007). Nghiên cứu làm mềm gỗ Bồ đề bằng xử lý nhiệt phục vụ cho công nghệ gỗ nén. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn* – số 16, tháng 9/2007, tr. 75-79.

9. Phạm Ngọc Nam, Nguyễn Trọng Nhân (2003). *Kỹ thuật chế biến gỗ xuất khẩu*. Nhà xuất bản Nông nghiệp.

10. Phạm Ngọc Nam, Nguyễn Thị Ánh Nguyệt (2005). *Khoa học gỗ*. Nhà xuất bản Nông Nghiệp.

11. Phạm Ngọc Nam (2006). *Công nghệ sản xuất ván nhân tạo*. Nhà xuất bản Nông nghiệp.

12. Lê Ngọc Phước, Phạm Văn Chương, Vũ Mạnh Tường, Trần Minh Sơn (2018). Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian nén ép đến một số tính chất vật lý, cơ học gỗ Keo lai (*Acacia mangium* x *Acacia auriculiformis*). *Tạp chí KHCN Lâm nghiệp* - số 3, tr. 193-200.

13. Quách Văn Thiêm (2009). *Nghiên cứu xây dựng các thông số công nghệ uốn ép gỗ Keo lai*. Luận văn thạc sỹ, ĐH Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh.

STUDY OF DETERMINING A BENDING REGIME OF RUBBER WOOD

Phạm Ngọc Nam, Nguyen Thi Anh Nguyet, Dang Minh Hai

Nong Lam University - Ho Chi Minh City

SUMMARY

This study was conducted to determine a bending regime of Rubber wood for furniture production 21×35×460 mm (thickness×width×length), R1000 mm by shaped molding method using steam heating, bending temperature 100 - 105°C, bending pressure 6 kG/cm². It was conducted at Khang Huy one member limited company (Di An District, Binh Duong Province) and Nong Lam University - Ho Chi Minh City from December 2016 to September 2017. The experiment was scientifically designed completely random. The research results have developed the correlation equation showing the relationship between boiling time and bending time with the broken sample rate $Y_1 = 1.36 - 0.84 X_1 - 1.12 X_2 + 0.92 X_1^2 + 0.74 X_2^2$ and the elasticity of curvature radius $Y_2 = 1.42 - 0.48 X_1 - 1.00 X_2 + 0.67 X_1^2 + 0.69 X_2^2$; At the same time, the optimal parameters for bending process were also determined: boil time of 29.6 minutes and bending time of 46.4 minutes; Corresponding to the bending mode is the failure sample rate of 0.74% and the elasticity of the radius of curvature is 0.97 mm.

Keywords: Bending process, failure sample rate, return elasticity of curvature radius, rubber wood.

Ngày nhận bài : 01/10/2018

Ngày phản biện : 02/11/2018

Ngày quyết định đăng : 20/6/2019