

NGHIÊN CỨU CHẾ ĐỘ UỐN GỖ CAO SU ĐỂ SẢN XUẤT CHI TIẾT CONG CHO SẢN PHẨM MỘC

Phạm Ngọc Nam^{1*}, Nguyễn Thị Ánh Nguyệt¹

Lê Quang Nghĩa¹, Nguyễn Hà²

¹Trường Đại học Nông Lâm TP.Hồ Chí Minh

²Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.Hồ Chí Minh

*Email: drpnnam@hcmuaf.edu.vn

Ngày nhận bài: 11/3/2022; Ngày chấp nhận đăng: 08/6/2022

TÓM TẮT

Nghiên cứu này đã được tiến hành để xác định chế độ uốn cong của gỗ cao su có kích thước 21×35×460 mm và bán kính uốn cong R700 mm dùng trong sản xuất đồ mộc bằng phương pháp uốn định hình, gia nhiệt bằng hơi nước, nhiệt độ uốn 100-105°C, áp suất uốn 6 kG/cm². Thí nghiệm được thiết kế hoàn toàn ngẫu nhiên. Kết quả nghiên cứu đã xây dựng phương trình tương quan thể hiện mối quan hệ giữa thời gian hấp và thời gian uốn với tỷ lệ mẫu hỏng Y_1 và độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn Y_2 .

$$Y_1 = 1,36 - 0,95X_1 - 1,45X_2 + 0,58X_1X_2 + 0,94X_1^2 + 1,84X_2^2$$

$$Y_2 = 0,83 - 0,70X_1 - 0,93X_2 + 0,93X_1^2 + 0,79X_2^2$$

Kết quả đã xác định được các thông số tối ưu cho chế độ uốn cong gỗ cao su: ứng với thời gian hấp 28,4 phút và thời gian uốn 43,9 phút tỷ lệ mẫu hỏng 1,36% và độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn 0,43 mm. Quy trình công nghệ uốn các chi tiết gỗ cong có kích thước nêu trên hoàn toàn có thể ứng dụng vào thực tế sản xuất do đơn giản, dễ thực hiện và ít tốn kém.

Từ khóa: Chế độ uốn, thời gian hấp, thời gian uốn, thông số tối ưu, tỷ lệ mẫu hỏng.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngành lâm nghiệp chịu rất nhiều khó khăn do ảnh hưởng của dịch Covid-19. Tuy nhiên, vượt lên những khó khăn, tổng giá trị xuất khẩu đồ gỗ và các loại lâm sản của năm 2021 đạt 15,87 tỷ USD, tăng 20% so với năm 2020. Với tốc độ phát triển của ngành công nghiệp chế biến gỗ như hiện nay thì việc thiếu hụt nguồn nguyên liệu gỗ là rất nhiều [1]. Do vậy, trong quá trình sản xuất cần phải sử dụng nguyên liệu gỗ hợp lý. Trong sản xuất đồ mộc thường phải gia công các chi tiết cong bằng các phương pháp chủ yếu là cưa cắt và uốn ép gỗ. Gia công cưa cắt là dùng cưa vòng lượn cắt thành chi tiết cong, sau đó tiến hành phay. Phương pháp này không cần bố trí thêm thiết bị chuyên dùng, nhưng do có rất nhiều sợi gỗ bị cắt đứt, làm giảm cường độ của chi tiết, trạng sức khó. Khi gia công chi tiết có độ cong lớn hay cụm chi tiết có hình vành khăn thường phải ghép nhiều thanh với nhau, gia công phức tạp, tỷ lệ lợi dụng thấp. Gia công uốn là phương pháp ép các thanh gỗ thành các chi tiết cong. Việc nghiên cứu công nghệ uốn gỗ nguyên tạo chi tiết cong cho sản phẩm đồ mộc là rất cần thiết. Một số giải pháp xử lý làm mềm gỗ trước khi uốn như Sandberg & Johansson (2006) uốn gỗ sồi bằng sấy cao tần. Trong trạng thái tự nhiên, hầu hết các loại gỗ không thể được uốn cong. Ở một số loại gỗ, dưới tác dụng của nhiệt và ẩm (hấp hoặc luộc), độ dẻo của gỗ tăng lên rất nhiều. Gỗ sau khi được uốn cong, tiến hành sấy khô và làm lạnh, gỗ có xu hướng trở nên cứng đạt được hình dạng cong áp đặt [2]. Nguyễn Minh Hùng đã xử lý làm mềm gỗ bò đê bằng thiết bị vi sóng và xác định điểm chuyển trạng thái thủy tinh thể của gỗ ở độ ẩm thẳng bằng là 100°C, và

85°C [3]. Lê Ngọc Phước và cộng sự đã hoá mềm gỗ keo lai bằng phương pháp hấp 110°C trong 30 phút [4], Vũ Huy Đại đã nghiên cứu uốn gỗ tự nhiên nhằm tạo ra các chi tiết cong cho các sản phẩm như: tựa lưng ghế, tay ghế, chân ghế, chân bàn, tay vịn [5, 6]. Gỗ cao su là một loại gỗ đang được sử dụng phổ biến trong sản xuất hàng mộc xuất khẩu. Đây là loại gỗ khá thẳng thớ, giác lõi không phân biệt, khối lượng thể tích cơ bản 0,55 g/cm³, cường độ chịu lực trung bình, hệ số phẩm chất khá tốt thích hợp gia công uốn cong gỗ [7, 8]. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu chế độ uốn cong cho gỗ cao su để sản xuất chi tiết cong cho sản phẩm ghế tựa.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên vật liệu nghiên cứu

2.1.1. Nguyên liệu

Cây cao su được trồng để lấy mủ là chủ yếu, sau 25 năm cây cho năng suất mủ thấp, rừng cao su được thanh lý để trồng mới. Gỗ cao su có thân tương đối thẳng, tròn đều, số lượng mắt không nhiều. 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, cường độ chịu lực trung bình, hệ số phẩm chất khá tốt thích hợp gia công uốn cong gỗ. Ở gỗ cao su trong lỗ mạch thường xuất hiện thể bít làm cản trở quá trình hút và thoát hơi nước của gỗ, tuy nhiên gỗ cao su có vách tế bào sợi mỏng, cấu trúc gỗ thông thoáng tạo điều kiện thoát dẫn ẩm. Bề rộng tia gỗ trung bình, gỗ khá thẳng thớ tạo điều kiện uốn cong gỗ. Trong quá trình trích nhựa cây bị tổn thương, nhựa cây tích đọng, kích thích tế bào phát triển mạnh để hàn gắn vết thương và bảo vệ thân cây. Di chứng để lại là gỗ thường thâm màu thành hình bán nguyệt trên mặt cắt ngang hoặc có những vết thâm trên mặt cắt dọc. Vùng tích nhựa không thâm làm giảm vẻ đẹp của gỗ, gây khó khăn trong quá trình cưa xẻ, gia công bề mặt sản phẩm và uốn cong gỗ, cần loại bỏ các vết trích nhựa trước khi uốn cong gỗ [7, 9].

Thí nghiệm được thực hiện với gỗ cao su có độ tuổi 30 năm được lấy ở Phú Riềng, tỉnh Bình Phước.

Chuẩn bị mẫu thí nghiệm: 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 và sấy về độ ẩm 8-12%, bào nhẵn bốn mặt và gia công mẫu có qui cách 21×35×460 mm (đày×rộng×dài), loại bỏ các mẫu gỗ chưa đạt yêu cầu (độ ẩm, quy cách, khuyết tật) [10]. Mẫu gỗ được đem hấp luộc với nhiệt độ 95-100°C trong thời gian 10-40 phút. Sau đó, mẫu gỗ được uốn trên khuôn có bán kính cong cố định trước R 700 mm. Uốn gỗ được thực hiện khi gỗ ở trạng thái nóng ẩm.

2.1.2. Máy móc, trang thiết bị nghiên cứu

Hệ thống máy uốn cong gỗ do Việt Nam sản xuất, máy uốn cong gỗ gia nhiệt bằng hơi nước, phần nước ngưng tụ sau máy uốn cong gỗ sẽ được tuần hoàn về bể hấp gỗ, nước ngưng tụ sử dụng để hấp luộc gỗ trước khi uốn. Ngoài ra, thước kẹp dùng để đo kích thước mẫu gỗ; máy đo độ ẩm dùng để xác định độ ẩm của mẫu gỗ trước khi hấp luộc và sau khi hấp luộc; đồng hồ đo thời gian dùng để đo thời gian hấp luộc và thời gian uốn gỗ.

2.2. Giới hạn các yếu tố nghiên cứu

2.2.1. Các thông số đầu vào ảnh hưởng đến quá trình nghiên cứu

Có rất nhiều thông số ảnh hưởng đến khả năng uốn cong gỗ có thể thống kê các thông số ảnh hưởng theo các nhóm đặc trưng sau:

- Nhóm thông số đặc trưng cho nguyên liệu gỗ: Độ nhẵn bề mặt, kích thước chi tiết uốn, độ ẩm gỗ uốn, v.v.
- Nhóm thông số đặc trưng thuộc nhóm xử lý: thời gian xử lý (thời gian hấp, nhiệt độ hấp)
- Nhóm thông số thuộc chế độ uốn: nhiệt độ uốn, thời gian uốn, áp suất uốn

2.2.2. Cơ sở để giới hạn các thông số đầu vào

Để giới hạn các thông số đầu vào, nhóm tác giả đã căn cứ vào các tiền đề cho việc mô hình hóa, căn cứ vào yêu cầu đối với thông số vào. Thông số đầu vào phải thật sự ảnh hưởng đến quá trình nghiên cứu, nếu không sự ảnh hưởng chỉ là ngẫu nhiên, cho phép loại bỏ và hạn chế ảnh hưởng của nó bằng phép ngẫu nhiên hóa các thí nghiệm. Thông số vào phải có ý nghĩa là đại lượng đo được và điều khiển được [11, 12].

2.2.3. Xác định các thông số đầu vào

Dựa vào các cơ sở trên kết hợp với những lô thí nghiệm thăm dò ban đầu, nhóm tác giả sẽ không nghiên cứu các thông số sau đây:

Không nghiên cứu các ảnh hưởng độ ẩm, độ nhẵn bề mặt của nguyên liệu gỗ cao su. Do vậy, trong quá trình nghiên cứu đã cố định các thông số này.

Qua khảo sát thực tế và nhiều thí nghiệm thăm dò quá trình uốn cong trong sản xuất hiện nay cho nên nghiên cứu này đã chọn các thông số đầu vào bao gồm: Thời gian hấp luộc (phút); Thời gian uốn (phút).



Hình 1. Thiết bị uốn cong gỗ nhiều tầng.



Hình 2. Sản phẩm gỗ cao su sau uốn cong.

2.2.4. Nhóm các yếu tố đầu ra

Các yếu tố đầu ra là những chỉ tiêu cơ bản của gỗ sau khi uốn bao gồm các nhóm sau:

- Tỷ lệ phục hồi độ cong của gỗ sau khi uốn (%): Là tỷ lệ phần trăm (%) lượng phục hồi độ cong của mẫu gỗ sau khi uốn cong so với độ cong của khuôn.

- Tỷ lệ hư hỏng khi uốn (%): Là tỷ lệ phần trăm (%) các chi tiết bị hư hỏng so với chi tiết đưa vào uốn.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Sử dụng phương pháp tiếp cận hệ thống và quy hoạch thực nghiệm. Thông qua các tài liệu tham khảo, tài liệu về các dây chuyền công nghệ chế biến gỗ nói chung, đặc biệt là khâu uốn cong gỗ; điều kiện sử dụng, khả năng ứng dụng của công nghệ uốn cong gỗ, v.v.

- Phương pháp thu thập số liệu:

+ *Phương pháp theo dõi trực tiếp*: Đo nhiệt độ trong quá trình uốn cong, là yếu tố quan trọng trong quá trình uốn có tác dụng thúc đẩy quá trình định hình và khô của nguyên liệu uốn cong. Nhiệt độ uốn cong được điều khiển bằng van điều chỉnh lượng hơi vào và ra. 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. Ngoài ra, áp suất uốn, chiều dày, độ cong uốn, v.v. được xác định 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 gỗ 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, v.v.

+ *Độ đàn hồi độ trở lại của gỗ sau khi uốn* (mm) [6]: Độ đàn hồi độ trở lại của gỗ sau khi uốn so với độ cong của khuôn. Mẫu sau khi uốn cong được lưu giữ trong vòng 24 giờ đến khi ổn định kích thước, số liệu thu thập qua 3 lần đo khác biệt không quá 0,3 mm.

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

Trong đó: Δf : Độ đàn hồi độ trở lại của gỗ sau khi uốn (mm)

f_1 : Độ võng của gỗ sau khi tháo định vị

f_2 : Độ võng của gỗ sau một thời gian

+ *Tỷ lệ mẫu hỏng khi uốn* (%) [6]: Là tỷ lệ phần trăm (%) các chi tiết bị hư hỏng so với chi tiết đưa vào uốn.

- Xác định tỷ lệ mẫu hỏng khi uốn:

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

Trong đó: M_h là số mẫu hỏng; M_v là tổng số mẫu thí nghiệm.

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

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 [12].

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

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

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 (α); 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: $N = N_1 + N_a + N_0 = 11$

Số thí nghiệm 11 và số lần lặp lại 3 => Tổng số thí nghiệm 33



Hình 3. 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 hấp luộc gỗ X ₁ (phút)	Thời gian uốn cong 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 NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả lựa chọn phương pháp hấp luộc để hóa mềm gỗ; sau đó dùng nhiệt để uốn cong gỗ theo khuôn mẫu. Trong quá trình uốn gỗ, mặt phía trong của gỗ chịu ứng suất nén, mặt phía ngoài chịu ứng suất kéo. Do vậy, khi gỗ đã đủ mềm cần phải tiến hành uốn ngay. Khi uốn gỗ cần phải có thanh lót ở phía mặt ngoài của gỗ uốn để làm giảm sự xuất hiện ứng suất kéo ở mặt ngoài của thanh gỗ nhằm hạn chế tối đa các khuyết tật, các vết nứt, rạn có thể xảy ra [13, 14]. Thí nghiệm được tiến hành với các thông số đầu vào là thời gian hấp luộc gỗ và thời gian uốn cong; thông số đầu ra là tỷ lệ mẫu hỏng gỗ sau uốn và độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn, bán kính cong R700 mm.

Bảng 2. Ma trận thí nghiệm và kết quả uốn cong gỗ cao su với R700 mm

Số TN	X ₁	X ₂	Tỷ lệ mẫu hỏng (%) Y ₁	Độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn (mm) Y ₂
1	+	+	1,63	1,13
2	-	+	2,70	2,20
3	+	-	3,03	2,53
4	-	-	6,43	3,93
5	+ 1,41	0	2,17	1,67
6	- 1,41	0	4,40	3,90
7	0	+ 1,41	1,49	1,01
8	0	- 1,41	6,04	3,93
9	0	0	1,05	0,45
10	0	0	1,47	0,99
11	0	0	1,55	1,05

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

Tiến hành xử lý số liệu bằng phần mềm Statgraphics - Vers 7.0 để thiết lập các phương trình tương quan.

$$Y_1 = 1,36 - 0,95X_1 - 1,45X_2 + 0,58X_1X_2 + 0,94X_1^2 + 1,84X_2^2 \quad (1)$$

$$Y_2 = 0,83 - 0,70X_1 - 0,93X_2 + 0,08X_1X_2 + 0,93 X_1^2 + 0,79 X_2^2 \quad (2)$$

Các mô hình hồi quy (1) và (2) 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 của các hệ số mô hình (1) với mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$. Mô hình (1) có các hệ số hồi qui đảm bảo mức có ý nghĩa nên mô hình (1), có dạng như sau:

$$Y_1 = 1,36 - 0,95X_1 - 1,45X_2 + 0,58X_1X_2 + 0,94X_1^2 + 1,84X_2^2 \quad (3)$$

Ta có: $R^2 = 0,98$ tương quan rất chặt.

- Đối với hàm độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn Y_2 (mm)

Kiểm tra mức có ý nghĩa các hệ số của mô hình (2) với mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$. Mô hình (2) có hệ số $P_{(X_1X_2)} = 0,672 > 0,05$ 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 (2), phương trình hồi quy có dạng sau:

$$Y_2 = 0,83 - 0,70X_1 - 0,93X_2 + 0,93 X_1^2 + 0,79 X_2^2 \quad (4)$$

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

3.2. Xác định các thông số tối ưu

- Hàm mục tiêu về tỷ lệ mẫu hỏng tính theo phương trình: $Y_1 \Rightarrow Y_{\text{Min}}$

Thỏa mãn các điều kiện ràng buộc: $-1,41 < X_i < +1,41$; $i = 1, 2$.

- Hàm mục tiêu độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn tính theo phương trình: $Y_2 \Rightarrow Y_{\text{Min}}$

Thỏa mãn các điều kiện ràng buộc: $-1,41 < X_i < +1,41$; $i = 1, 2$.

Bảng 3. Kết quả tính toán tối ưu hàm một mục tiêu uốn cong gỗ với R700 mm

STT	Chỉ số tối ưu	X_1	Thời gian hấp luộc (phút)	X_2	Thời gian uốn (phút)
1	Tỷ lệ mẫu hỏng $Y_1 = 1,36$ (%)	0,34	28,4	0,53	42,9
2	Độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn $Y_2 = 0,83$ (mm)	0,38	28,8	0,59	43,9

Kết quả của bài toán tối ưu một mục tiêu từ Bảng 3 cho thấy với thời gian hấp luộc gỗ 28,4 phút và thời gian uốn 42,9 phút cho kết quả tỷ lệ mẫu hỏng đạt giá trị thấp nhất là 1,36%; thời gian hấp luộc gỗ 28,8 phút và thời gian uốn 43,9 phút thì độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn giá trị thấp nhất là 0,83 mm.

3.3. 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 [6].

- $Y_1 \Rightarrow Y_{\min}$
- $Y_2 < 3$
- Thỏa mãn điều kiện $-1,41 \leq x_i \leq 1,41$.

Kết quả của bài toán tối ưu hàm đa mục tiêu được trình bày ở Bảng 4.

Bảng 4. Kết quả tính toán tối ưu hóa hàm đa mục tiêu

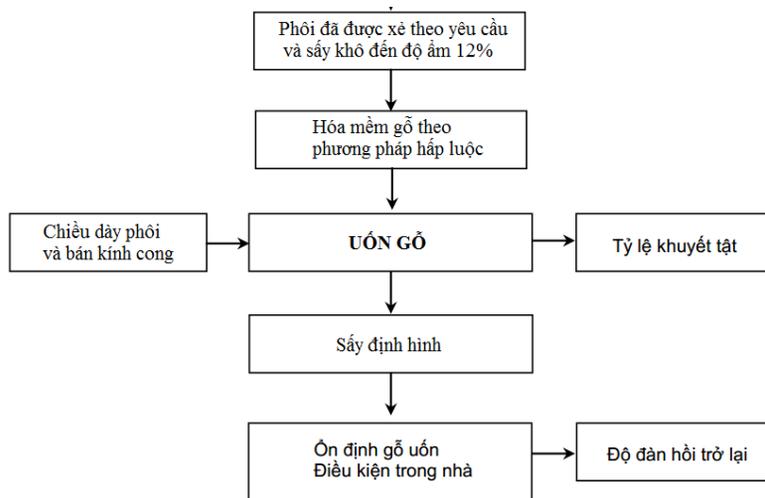
Y-1	Y-2	X1	Thời gian hấp luộc (phút)	X2	Thời gian uốn (phút)
1,36	0,43	0,34	28,4	0,53	43,9

Kết quả ở Bảng 4 cho thấy với thời gian hấp luộc gỗ 28,4 phút và thời gian uốn là 43,9 phút cho kết quả tỷ lệ mẫu hỏng sau khi uốn là 1,36% và độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn 0,43 mm.

Công nghệ uốn gỗ cao su tạo chi tiết cong cho sản xuất đồ mộc đã được thực hiện và thu được một số kết quả như: (1) Xác định được tỷ lệ mẫu hỏng của gỗ uốn phù hợp là 1,36%; (2) Xác định được độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn 0,43mm, độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn nằm trong giới hạn cho phép $\Delta f < 3$ mm. Chất lượng các sản phẩm gỗ uốn đạt được yêu cầu kỹ thuật đặt ra về các thông số công nghệ.

3.4. Đề xuất các bước công nghệ uốn cong chi tiết gỗ

Các chi tiết gỗ cong trong các sản phẩm gỗ rất đa dạng về kiểu dáng, kích thước và bán kính cong. Hình dạng, kích thước của các chi tiết ghế phụ thuộc vào kiểu dáng của từng loại ghế. Các bán kính cong của các chi tiết gỗ cong trong các sản phẩm ghế tựa từ thường từ 50-1000 mm; chiều dày thông thường 20-30 mm.



Hình 4. Sơ đồ quá trình thực hiện

3.4.1. Chọn nguyên liệu

Chuẩn bị nguyên liệu vì công ty không trực tiếp cưa xẻ và tẩm, sấy. Do vậy, công ty mua gỗ cao su theo các quy cách đặt hàng cho các doanh nghiệp khác cung cấp, gỗ đã qua tẩm sấy khô có độ ẩm 8-12%. Gỗ nhập về công ty được tiến hành lựa chọn các thanh gỗ có quy cách (24×38×460)mm được đem đi gia công bào nhẵn bốn mặt đạt kích thước cuối cùng là (21×35×460)mm; sau đó kiểm tra loại bỏ và chuyển đến các bộ phận khác những chi tiết không đạt như gỗ nứt vòng năm, lệch thớ, kẹp vỏ, mắt to, nghiêng thớ, v.v. Để đảm bảo

khi uốn cong tránh hiện tượng bị nứt, nâng cao tỷ suất phôi uốn cong; ở mặt kéo và ở gần lớp trung hoà có thể cho phép có một số khuyết tật (như mắt nhỏ) tồn tại. Độ ẩm của gỗ liên quan mật thiết đến chất lượng uốn cong, nếu độ ẩm gỗ thấp, tính năng uốn cong kém, gỗ dễ bị phá hủy. Độ ẩm gỗ cao sẽ hình thành áp lực tĩnh, làm cho gỗ trương nở, dễ tạo ra phế phẩm và kéo dài thời gian sấy định hình. Độ ẩm của gỗ sau tiến hành hấp luộc xử lý mềm hoá nên từ 21-30% [15].

- Chiều thước gỗ: uốn ngang phẳng
- Kích thước phôi: Dày × rộng × dài (21×35×460)mm; bán kính cong R = 700 mm.
- Độ ẩm ban đầu của gỗ: 8-12%, sau đó gỗ được đem đi hấp luộc khoảng 50 phút ở nhiệt độ 100°C; độ ẩm gỗ sau khi hấp khoảng 21-30%.

3.4.2. Xử lý mềm hoá gỗ

Để cải thiện tính năng uốn cong của gỗ, tăng biến dạng tính dẻo, cần tiến hành xử lý mềm hoá gỗ trước uốn cong. Phương pháp xử lý mềm hoá gỗ bao gồm xử lý bằng hơi nước; xử lý gia nhiệt và xử lý bằng hoá chất. Thành phần chủ yếu của tổ thành vách tế bào gỗ là: Cellulose, hemicellulose và lignine. Gỗ sau khi xử lý bằng hơi nước, một bộ phận hemicellulose dễ thủy phân hoà tan thành trạng thái dung dịch, các gốc -OH trên chuỗi phân tử cellulose vùng không định hình hấp thụ nước, làm cho màng nước trong các khe hở cellulose dày lên, khoảng cách giữa các phân tử tăng lên, lực hấp dẫn giảm đi, dưới tác dụng của ngoại lực dễ gây ra dịch trượt tương đối. Phương pháp xử lý hóa mềm bằng nước nóng có 2 loại: hơi nước và luộc gỗ, phương pháp luộc gỗ sẽ làm cho độ ẩm gỗ tăng cao, thời gian sấy sau uốn cong kéo dài. Tiến hành hoá dẻo bằng hơi nước nóng trong điều kiện thường, thời gian được tính từ khi nhiệt độ trong thiết bị hấp đạt 100°C. Trong quá trình hóa dẻo, để đảm bảo cho các thanh gỗ được hóa dẻo đồng đều cần xếp gỗ đảm bảo khoảng cách giữa các thanh là 2 cm. Trong nghiên cứu này dùng hơi nước ngưng tụ từ dàn nhiệt của máy uốn gỗ để hóa dẻo gỗ.

Bảng 5. Quy trình uốn cong gỗ cao su

Loại bán kính cong	Chiều dày ván (mm)	Nhiệt độ uốn (°C)	Áp suất uốn (kG/cm ²)	Thời gian luộc (phút)	Thời gian uốn (phút)
Bán kính R700	21	100	6	50	40

3.4.3. Uốn cong

Với các chi tiết uốn cong có bán kính cong lớn, chiều dày nhỏ, khi uốn cong gỗ có thể không cần dùng thanh kim loại phía ngoài. Tiến hành uốn cong gỗ sau khi đặt thanh gỗ trên gá kẹp của máy uốn cong gỗ. Chiều rộng của thanh kim loại phía ngoài thường lớn hơn chiều rộng thanh gỗ uốn cong, áp suất uốn phải phù hợp, áp suất quá nhỏ không có tác dụng, nếu áp suất quá lớn sẽ dẫn đến mẫu gỗ uốn bị phá hủy. Khuôn mẫu uốn cong phải có hình dạng, kích thước chính xác, vị trí ổn định. Khi uốn đúng quy trình kỹ thuật, độ cong, vênh gỗ ít xuất hiện. Khi tăng nhiệt độ uốn thì tỷ lệ khuyết tật của gỗ tăng. Khi uốn xong cần phải giữ gỗ trong khuôn uốn khoảng thời gian t = 10-15 phút.

3.4.4. Hoàn thiện sản phẩm

Gỗ uốn sau thời gian ổn định được tiến hành gia công chà nhám bằng các máy chà nhám cầm tay. Bề mặt gỗ sau khi chà nhám màu sắc trở nên sáng, bề mặt tương đối mịn thuận lợi cho quá trình trang sức bề mặt.

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu xác định chế độ uốn cong của gỗ cao su có quy cách 21×35×460 mm với bán kính uốn cong R700 mm bằng phương pháp uốn định hình, xử lý bằng phương pháp hấp luộc, nhiệt độ uốn 100-105°C, áp suất uốn 6 kG/cm², ứng với thời gian hấp luộc gỗ 28,4 phút và thời gian uốn 43,9 phút, tỷ lệ mẫu hỏng sau khi uốn 1,36% và độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn 0,43 mm, thu được sản phẩm phù hợp với kích thước của các chi tiết cong dùng trong sản xuất hàng mộc (chi tiết cong của ghế) các chi tiết cong có ít khuyết tật sau khi uốn (vết nứt, rạn, gãy, xé, v.v.) và khả năng đàn hồi trở lại $f < 3$ mm, công nghệ gia công đơn giản, dễ thực hiện và ít tốn kém. Phương pháp xử lý hóa dẻo bằng phương pháp hấp luộc hoàn toàn có thể áp dụng vào điều kiện thực tế sản xuất ở nước ta với quy mô vừa và nhỏ. Gỗ cao su có thể đáp ứng được yêu cầu nguyên liệu trong công nghệ uốn cong gỗ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phúc Huy - Năm 2021, xuất khẩu gỗ và lâm sản vượt 20% kế hoạch, Báo Nhân dân, truy cập tại: <https://nhandan.vn/tin-tuc-kinh-te/nam-2021-xuat-khau-go-va-lam-san-vuot-20-ke-hoach-680270/>
2. Sandberg D., Johansson J. - A new method for bending solid wood - high frequency heating of beech, Växjö University's School of Technology and Design (2006).
3. Nguyễn Minh Hùng - 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 (2007) 61-63.
4. Lê Ngọc Phước, Phạm Văn Chương, Vũ Mạnh Tường, Trần Minh Sơn - 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 Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp số 3 (2018) 193-200.
5. David Smith - Steam bending wood, Lulu Enterprises, Inc. (2004).
6. Vũ Huy Đại - Công nghệ uốn gỗ, NXB Nông nghiệp (2011).
7. Phạm Ngọc Nam - Một số đặc điểm cấu tạo và tính chất vật lý của gỗ cao su, Tạp chí Lâm nghiệp số 2 (1998) 32-33.
8. Phạm Ngọc Nam - Một số tính chất cơ học chủ yếu của gỗ cao su, Tạp san khoa học kỹ thuật Nông Lâm Nghiệp, NXB Nông nghiệp, số 1 (2001) 177-180.
9. Phạm Ngọc Nam, Nguyễn Trọng Nhân - Kỹ thuật chế biến gỗ xuất khẩu, NXB Nông nghiệp (2003).
10. Phạm Ngọc Nam, Nguyễn Thị Ánh Nguyệt - Khoa học gỗ, NXB Nông nghiệp (2005).
11. Nguyễn Cảnh, Nguyễn Đình Soa - Tối ưu hoá thực nghiệm trong hoá học và kỹ thuật hoá học, Trường Đại học Bách Khoa TP.HCM (1985).
12. Tô Cẩm Tú - Thiết kế và phân tích thí nghiệm - Quy hoạch hoá thực nghiệm, NXB Khoa học Kỹ thuật (1999).
13. Phạm Ngọc Nam - Công nghệ sản xuất ván nhân tạo, NXB Nông nghiệp (2006).
14. Quách Văn Thiêm - Nghiên cứu xây dựng các thông số công nghệ uốn ép gỗ Keo lai, Luận văn thạc sĩ, Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh (2009).
15. Phạm Văn Chương, Vũ Mạnh Tường, Nguyễn Trọng Kiên, Lê Ngọc Phước - 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 Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp số 1 (2019) 88-95.

ABSTRACT

**STUDY OF DETERMINING A BENDING REGIME OF RUBBER WOOD
FOR WOODEN PRODUCTS**

Pham Ngoc Nam^{1*}, Nguyen Thi Anh Nguyet¹

Le Quang Nghia¹, Nguyen Ha²

¹*Nong Lam University - Ho Chi Minh City*

²*HCMC University of Technology and Education*

*Email: drpnam@hcmuaf.edu.vn

This study was conducted to determine the bending mode of rubber wood with the size of 21×35×460 mm and bend radius R700 mm used in furniture manufacturing by the method of bending, shaping with steam heating, bending temperature 100-105 °C, bending pressure 6 kG/cm². The experiment was designed in a completely randomized design. Research results have built a correlation equation showing the relationship between steaming time and bending time with failure rate Y_1 and the elasticity of the rubber wood Y_2

$$Y_1 = 1,36 - 0,95X_1 - 1,45X_2 + 0,58X_1X_2 + 0,94X_1^2 + 1,84X_2^2$$

$$Y_2 = 0,83 - 0,70X_1 - 0,93X_2 + 0,93 X_1^2 + 0,79 X_2^2$$

The results have determined the optimal parameters for rubber wood bending: corresponding to the steaming time of 28.4 minutes and the bending time of 43.9 minutes, the sample failure rate is 1.36% and the elasticity of the rubber wood 0.43 mm. The technological process of bending curved wood parts of the above dimensions can be completely applied in practice due to its simplicity, ease of implementation and low cost.

Keywords: Bending mode, steaming time, bending time, optimal parameters, failure rate.