

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ UỐN GỖ KEO LAI TẠO CHI TIẾT CONG CHO ĐỒ MỘC TRÊN MÁY UỐN GỖ UG-HĐ

Vũ Huy Đại¹, Nguyễn Đức Thành²

TÓM TẮT

Công nghệ uốn ép gỗ để sản xuất các chi tiết cong cho các sản phẩm mộc nhám nâng cao chất lượng sản phẩm và tỷ lệ lợi dụng nguyên liệu gỗ là một trong những loại hình công nghệ biến tính gỗ được nghiên cứu và ứng dụng vào sản xuất hàng loạt ở nhiều nước trên thế giới như: Nhật, Nga, Mỹ, Trung Quốc. Công nghệ uốn gỗ Keo lai tạo chi tiết cong cho sản xuất đồ mộc đã được thực hiện và thu được một số kết quả như sau: (1) Xác định được vận tốc uốn phù hợp với 3 cấp chiều dày gỗ uốn như sau: Chiều dày gỗ uốn 20 mm, vận tốc uốn phù hợp là 26,5 mm/s; chiều dày gỗ uốn 25 mm, vận tốc uốn phù hợp là 17,7 mm/s; chiều dày gỗ uốn 30 mm, vận tốc uốn phù hợp là 17,7 mm/s; (2) xác định được độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn ở 3 cấp chiều dày nêu trên, độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn nằm trong giới hạn cho phép $\Delta f < 3$ mm. (3) xác định được tính chất của gỗ uốn: khối lượng thể tích; tỷ lệ giãn nở thể tích, độ bền ép dọc thớ. Chất lượng các sản phẩm gỗ uốn đạt được yêu cầu kỹ thuật đặt ra về các thông số công nghệ.

Từ khóa: Uốn gỗ, gỗ keo lai, đồ mộc.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay trong thực tế các chi tiết cong từ gỗ nguyên được sản xuất bằng phương pháp cắt theo các mẫu đã vạch sẵn trên các vân xẻ, phương pháp này làm gián, tỷ lệ lợi dụng nguyên liệu và chất lượng chi tiết cong. Do vậy, việc nghiên cứu công nghệ uốn gỗ nguyên tạo chi tiết cong cho sản phẩm mộc là rất cần thiết. Với mục đích xây dựng cơ sở cho việc thiết lập chế độ công nghệ uốn gỗ keo lai, một loại gỗ rừng trồng phổ biến ở Việt Nam, do vậy nghiên cứu xây dựng quy trình công nghệ uốn gỗ keo lai tạo chi tiết cong cho đồ mộc trên máy uốn gỗ UG-HĐ được thực hiện. Dưới đây là một số kết quả nghiên cứu xác định vận tốc uốn phù hợp cho gỗ keo lai ở 3 cấp chiều dày và xác định một số tính chất của gỗ uốn từ đó thiết lập quy trình công nghệ uốn gỗ để sản xuất chi tiết cong cho sản phẩm gỗ.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Vật liệu nghiên cứu

Nguyên liệu sử dụng cho nghiên cứu là gỗ keo lai 9 tuổi được khai thác tại Hòa Bình. Thiết bị nghiên cứu: nôi hấp gỗ có kích thước dài x rộng x cao: 1200 x 35 x 35 mm; thiết bị đo độ ẩm gỗ Wagner L606, bàn uốn, khuôn uốn bằng gỗ, thanh lót kim

loại, văm kim loại, thiết bị đo nhiệt độ, thước kẹp Mitutoyo, máy uốn gỗ UG-HĐ.

Bảng 1. Thông số kỹ thuật máy uốn gỗ UG-HĐ

Thông số kỹ thuật	Đơn vị	Giá trị thông số kỹ thuật
Công suất động cơ	KW	4
Bán kính uốn cong	mm	200-750
Năng suất uốn	chi tiết/ca	300
Chiều dày uốn	mm	5-35
Hình dạng chi tiết cong		C, U, L
Khối lượng	kg	900

2. Phương pháp nghiên cứu

Kế thừa các kết quả nghiên cứu về công nghệ sản xuất các chi tiết cong của gỗ trên thế giới và các phương pháp đánh giá khả năng uốn của gỗ; áp dụng phương pháp xử lý số liệu thống kê thông thường phân tích các kết quả đạt được; sử dụng phương pháp bố trí thực nghiệm đa yếu tố để xác định thông số công nghệ phù hợp.

- Xác định tỷ lệ hư hỏng khi uốn:

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

Trong đó: M_h : Tỷ lệ mẫu hư hỏng; M_t : Tổng số mẫu thí nghiệm.

- Xác định độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn: $\Delta f = f_1 - f_2$ (mm).

Trong đó: f_1 : Độ võng của gỗ sau khi tháo định vị; f_2 : Độ võng của gỗ sau một thời gian.

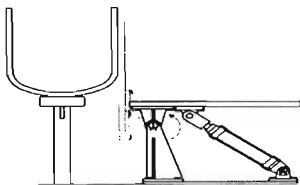
¹ Trường Đại học Lâm nghiệp

² Viện Khoa học Lâm nghiệp

Đánh giá chất lượng gỗ uốn: áp dụng phương pháp cho điểm để đánh giá khả năng uốn của gỗ Keo lai.

- Bàn máy hoạt động theo nguyên lý chuyển động quay quanh gối đỡ. Giả thiết coi chuyển động của bàn máy là chuyển động đều, chọn hệ trục tọa độ xOy trên hình 1.

Xác định vận tốc uốn khi uốn chi tiết cong hình chữ U.



Hình 1. Sơ đồ tính vận tốc khi uốn chi tiết chữ U

Ta có:

$$\gamma = \gamma_0 + \omega \cdot t \quad (1)$$

Trong đó: γ : Góc quay của bàn máy tại thời điểm t (rad); γ_0 : Góc quay của bàn máy tại thời điểm ban đầu (rad); ω : Vận tốc góc (rad/s); t : Thời gian chuyển động.

- Xét tại điểm A (trung điểm của bàn máy)

$$v_A = OA \cdot \omega \quad (m/s) \quad (2)$$

Thay (2) vào (1) ta có:

$$v_A = (\gamma - \gamma_0) \cdot \frac{OA}{t} \quad (m/s) \quad (3)$$

Từ (3) cho thấy: Vận tốc dài tại A tỷ lệ thuận với góc quay và tỷ lệ nghịch với thời gian t .

Bảng các dụng cụ đo, ta xác định được:

$$\gamma = 116^\circ \approx 0,64 \cdot \pi;$$

$$\gamma_0 = 22^\circ \approx 0,12 \cdot \pi \quad (rad)$$

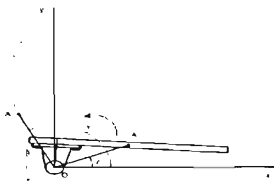
Thay vào (3) ta có:

$$v_A = (\gamma - \gamma_0) \cdot \frac{OA}{t} = (0,64\pi - 0,12\pi) \cdot \frac{0,325}{t} = \frac{0,53}{t} \quad (m/s)$$

$$\Rightarrow v_A = \frac{530}{t} \quad (mm/s)$$

Bảng 2. Thang điểm đánh giá chất lượng gỗ uốn

TT	Đặc tính mẫu bị phá hủy	Điểm
1	Gỗ bị đứt hoặc bị nứt toác to	0
2	Thớ gỗ bị đứt, xé ở mặt lõi	3
3	Gỗ bị xước ở mặt lõi	6
4	Gỗ ít bị khuyết tật sau khi uốn.	8
5	Gỗ hoàn toàn không có khuyết tật sau khi uốn.	10



Thiết lập thời gian chuyển động của bàn máy tương ứng với khoảng 10 giây, 20 giây, 30 giây ta có vận tốc v_A được thể hiện ở bảng 3.

Bảng 3. Các cấp vận tốc dùng trong thí nghiệm

t (giây)	10,0	20,0	30,0
v_A (mm/giây)	53,0	26,5	17,7

Bố trí thí nghiệm

Bố trí thực nghiệm đa yếu tố theo phương pháp hợp tử tại tần như ở bảng 4.

Mục đích của nghiên cứu này nhằm xác định vận tốc uốn hợp lý cho phối liệu có kích thước: 1500x50xH mm (chiều dài x chiều rộng x chiều dày)

+ Yếu tố thay đổi: Vận tốc uốn thay đổi: 17,7, 26,5, 53,0 mm/ giây; chiều dày gỗ uốn thay đổi: 20, 25, 30 mm

+ Yếu tố đầu ra: Tỷ lệ khuyết tật gỗ uốn, %; độ đàn hồi trở lại gỗ uốn, mm.

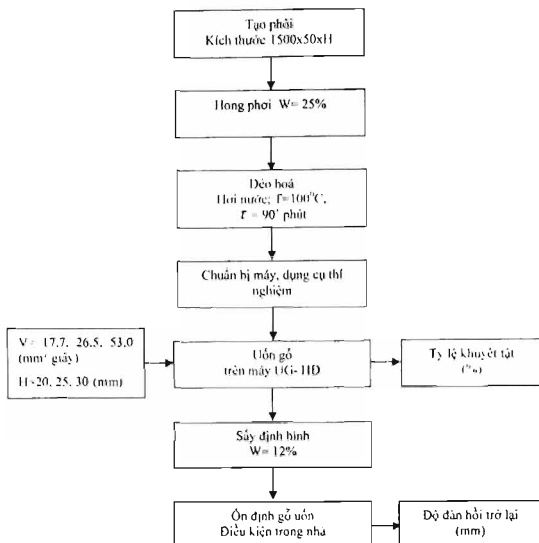
+ Yếu tố cố định: Độ ẩm gỗ khi xử lý hóa dẻo W=25%, nhiệt độ xử lý 100°C, bán kính uốn R=200 mm, $t_{hoà\ dẻo} = 90$ phút.

+ Số lượng mẫu thí nghiệm: 10 mẫu/series.

+ Tính chất cơ lý: Khối lượng thể tích, tỷ lệ trương nở, cường độ nén dọc thớ.

Sơ đồ các bước thực nghiệm

Sơ đồ quá trình thực nghiệm được trình bày ở hình 2.



Hình 2. Sơ đồ quá trình thực nghiệm

III. KẾT QUẢ NGHIỆM CƯ VÀ THẢO LUẬN

1. Xác định ảnh hưởng của chiều dày và vận tốc uốn đến chất lượng gỗ uốn

Quá trình uốn gỗ được thực hiện theo sơ đồ hình 2.

Sau khi uốn gỗ xong cố định trong khuôn và hệ thống vòm, giữ cố định ở thời gian $t=15$ phút, sau đó tháo ra khỏi khuôn và đánh giá mức độ khuyết tật.

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 độ dẻo cần phải tiến hành uốn ngay lập tức. Có thể dễ dàng thấy rằng, 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 đứt, rạn có thể xảy ra. Ở đây, thanh lót được sử dụng làm bằng kun loại có chiều dày 2 mm.

Bảng 4. Bố trí thí nghiệm và kết quả xác định ảnh hưởng của vận tốc uốn đến tỷ lệ mẫu hỏng

Ký hiệu chế độ	Yếu tố đầu vào		Yếu tố đầu ra		Kết luận
	Vận tốc, mm/ giây	Chiều dày gỗ uốn, mm	Tỷ lệ % khuyết tật gỗ uốn	Điểm đánh giá	
1	17,7	20	10	8,2	Đạt yêu cầu
2	17,7	25	10	8,2	Đạt yêu cầu
3	17,7	30	20	7,7	Đạt yêu cầu
4	26,5	20	10	8,2	Đạt yêu cầu
5	26,5	25	30	7,5	Đạt yêu cầu
6	26,5	30	50	5,7	Không đạt yêu cầu
7	53,0	20	40	6,8	Đạt yêu cầu
8	53,0	25	50	6,3	Không đạt yêu cầu
9	53,0	30	80	4,0	Không đạt yêu cầu

Nhận xét:

- Ở cấp chiều dày 20 mm khi uốn ở các cấp vận tốc khác nhau (17,7 mm/giây; 26,5 mm/giây; 53,0 mm/giây) cho kết quả uốn ở 2 cấp vận tốc 17,7 mm/giây và cấp vận tốc 26,5 mm/giây thì có tỷ lệ khuyết tật tương đương nhau (10%), còn ở cấp vận tốc 53,0 mm/giây có tỷ lệ khuyết tật là 40%. Do đó, để đáp ứng mức độ công nghiệp trong sản xuất thì vận tốc uốn 26,5 mm/giây là phù hợp.

- Ở cấp chiều dày 25 mm khi uốn ở các cấp vận tốc khác nhau (17,7 mm/giây; 26,5 mm/giây; 53,0 mm/giây) cho kết quả uốn ở 2 cấp vận tốc 17,7 mm/giây và cấp vận tốc 26,5 mm/giây thì có tỷ lệ khuyết tật tương ứng 10% và 30%, còn ở cấp vận tốc 53,0 mm/giây có tỷ lệ khuyết tật là 50%. Do đó khi

uốn gỗ có chiều dày 25 mm thì vận tốc uốn 17,7 là phù hợp.

- Ở cấp chiều dày 25 mm khi uốn ở các cấp vận tốc khác nhau (17,7 mm/giây; 26,5 mm/giây; 53,0 mm/giây) cho kết quả uốn ở 2 cấp vận tốc 17,7 mm/giây và cấp vận tốc 26,5 mm/giây thì có tỷ lệ khuyết tật tương ứng 20% và 50%, còn ở cấp vận tốc 53,0 mm/giây có tỷ lệ khuyết tật là 80%. Kết quả nghiên cứu này cho thấy trong các mức thí nghiệm thì vận tốc uốn 17,7 là hợp lý nhất.

2. Xác định độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn

Gỗ sau khi uốn, được định vị và sấy định hình. Quá trình sấy kết thúc khi gỗ đạt độ ẩm $W=12\%$.

Sau khi giai đoạn sấy kết thúc, để gỗ ổn định trong khoảng 15 ngày rồi mới thảo định vị và xác định độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn.

Bảng 5. Độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn gỗ Keo lai hình chữ U

TT	Cấp chiều dày gỗ uốn, H	Vận tốc uốn gỗ (mm/ giây)	Thời gian lưu giữ (ngày)			
			7	14	21	28
1	20	26,5	1,24	1,43	1,60	1,67
2	25	17,7	1,28	1,43	1,63	1,69
3	30	17,7	1,25	1,45	1,60	1,67

3. Xác định tính chất gỗ uốn

Sau khi xác định được vận tốc uốn và độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn phù hợp, tiến hành xác định tính

chất cơ học và vật lý của gỗ uốn. Các tính chất được xác định bao gồm: khối lượng thể tích gỗ, tỷ lệ giãn nở thể tích sau khi ngâm nước 1 tháng và độ bền nén dọc thớ gỗ.

Bảng 6. Các tiêu chuẩn tương ứng để lấy mẫu kiểm tra

Tính chất gỗ	Kích thước mẫu, mm			Tiêu chuẩn
	Dọc thớ	Xuyên tâm	Tiếp tuyến	
Khối lượng thể tích	30	20	20	TCVN 362-70
Tỷ lệ giãn nở thể tích	30	20	20	TCVN 361-70
Độ bền ép dọc	30	20	20	TCVN 363-70

Kết quả kiểm tra được thể hiện ở bảng 7.

Bảng 7. Tính chất của gỗ uốn gỗ Keo lai

TT	Tính chất cơ lý	Gỗ uốn	Gỗ xẻ cong	Gỗ nguyên
1	Khối lượng thể tích (g/cm^3)	0,561	0,563	0,563
2	Tỷ lệ giãn nở thể tích (%)	11,510	11,020	10,530
3	Cường độ nén dọc thớ (N/cm^2)	42,630	33,620	42,310

Từ bảng 7, khi so sánh các tính chất của gỗ uốn so với gỗ nguyên và gỗ tạo chi tiết cong bằng phương pháp của xẻ cho thấy:

- Về khối lượng thể tích gỗ: Gỗ uốn có khối lượng thể tích thấp hơn so với gỗ nguyên và gỗ tạo chi tiết cong bằng phương pháp của xẻ. Nguyên nhân là trong quá trình uốn gỗ, các sợi gỗ bị kéo dãn ra làm cho liên kết nội tại trong gỗ trở nên lỏng lẻo, gỗ trở nên nhẹ hơn.

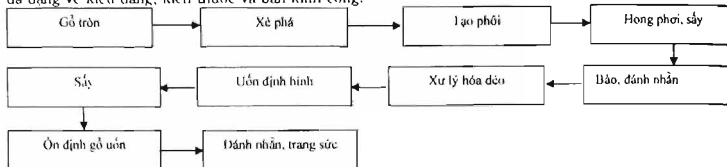
- Tuy nhiên tỷ lệ giãn nở thể tích của gỗ uốn lớn hơn cả nguyên nhân do thớ gỗ bị kéo dãn, một phần gỗ phía trong mặt cong bị nén nên có xu hướng quay trở về trạng thái cân bằng, dưới tác động của nước làm cho gỗ hút nước, trương nở, làm giải phóng ứng suất bên trong gỗ uốn, do đó gỗ uốn có tỷ lệ trương nở thể tích nhiều nhất.

- Cường độ nén dọc thớ của gỗ xẻ cong là nhỏ nhất do các thớ gỗ bị cắt đứt khi tạo chi tiết cong, do

do các thớ gỗ sẽ dễ bị trượt lên nhau quá trình nên dọc. Gỗ uốn thì các thớ gỗ trong quá trình uốn đã được kéo dài và định hướng lại theo chiều dọc thớ, do đó cường độ chịu nén dọc thớ của gỗ uốn sẽ tốt hơn.

IV. BẾ XUẤT CÁC BƯỚC CÔNG NGHỆ UỐN CHI TIẾT GỖ HÌNH CHỮ U

Các chi tiết gỗ cong trong các sản phẩm mộc rất đa dạng về kiểu dáng, kích thước và bán kính cong.



Hình 3. Sơ đồ các bước công nghệ uốn chi tiết cong

- Chọn nguyên liệu

Nguyên liệu gỗ tròn được chọn phải đảm bảo về cả độ tuổi và đường kính của cây. Nói chung gỗ Keo phải ở tuổi thành thục từ 8 - 10 tuổi, đường kính từ 25 cm trở lên, gỗ phải thẳng thớ, ít cành nhánh, vòng năm của gỗ tương đối đều nhau.

- Xẻ phà

Các cây gỗ tròn được xẻ theo bản đồ xẻ sao cho được nhiều tấm vân tiếp tuyến, bản tiếp tuyến nhất.

Yêu cầu trong quá trình xẻ các tấm vân được lựa theo chiều thớ để xẻ phà, đảm bảo trong các tấm vân thớ gỗ không bị cắt đứt.

- Gia công phôi

Công đoạn này gồm có cắt ngắn, hong phơi, bảo đánh nhãn trong mỗi khâu đoạn đều có những yêu cầu riêng nhưng mục đích của quá trình này là tạo được thanh phơi tình gỗ uốn, độ ẩm của thanh là 25%.

+ **Xẻ phơi thớ:** công đoạn này được tiến hành trên máy cưa đĩa, quá trình tạo phơi thớ cũng cần chú ý không làm cắt đứt thớ gỗ và tiến hành loại bỏ các khuyết tật như mắt gỗ, hay các vết nứt, rạn.

+ **Hong phơi, sấy:** tiến hành hong phơi bằng cách xếp đồng, cách xếp phải đúng quy cách đảm bảo lưu thông trong đồng. Nếu điều kiện không thể tiến hành hong phơi thì tiến hành sấy luôn, gỗ sau quá trình sấy đạt độ ẩm 25%.

+ **Bảo đánh nhãn:** công đoạn giúp cho phơi gỗ tránh được hiện tượng tách xẻ trong quá trình uốn,

Hình dạng, kích thước của các chi tiết ghế phụ thuộc lại vào kiểu dáng của từng loại ghế. Bán kính cong của các chi tiết gỗ cong trong các sản phẩm ghế, bản từ thường từ 30 mm cho đến 500 mm; chiều dày thông thường 20 - 30 mm.

Sơ đồ các bước công nghệ uốn chi tiết cong cho lưng tựa sản phẩm ghế như ở hình 3.

ngoài ra cũng tạo điều kiện thuận lợi cho công đoạn chế biến sau này. Gỗ sau khi đánh nhãn phải loại trừ hết được các sơ, sọc gỗ.

- Hoá dẻo gỗ

Tiến hành hoá dẻo bằng hơi nước nóng trong điều kiện thường, thời gian là 90 phút (thời gian được tính từ khi nhiệt độ trong thiết bị hấp đạt 100°C). Trong quá trình hóa dẻo cần xếp gỗ đảm bảo khoảng cách giữa các thanh là 2 cm, gỗ được xếp theo chiều rộng.

- Uốn gỗ

Khi tiến hành uốn gỗ cần hết sức lưu ý một số điểm sau:

- Cần phải để thanh lót kum loại luôn tiếp xúc chặt với gỗ uốn, nếu không sẽ bị các khuyết tật như bị tách, xẻ ở mặt ngoài. Nếu gỗ ngắn hơn thanh lót phải chêm gỗ vào 2 đầu.

- Khi uốn xong cần phải giữ gỗ trong khuôn uốn khoảng thời gian $t = 10-15$ phút, sau đó buộc chặt hai đầu của gỗ uốn bằng xích.

- Sấy gỗ uốn

Sau khi buộc chặt hai đầu của gỗ uốn, tháo gỗ uốn ra khỏi khuôn và đem sấy gỗ và thanh lót ở trạng thái định hình trong lò sấy ở nhiệt độ $t = 50 - 60^{\circ}\text{C}$ cho đến khi đạt độ ẩm thẳng bằng $W=12\%$.

- Hoàn thiện sản phẩm

Gỗ uốn sau khi ổn định được tiến hành gia công: đánh nhãn, tạo các liên kết mộc như các chi tiết gỗ bình thường khác, chủ yếu sử dụng các máy đánh

nhấn cảm tay. Gỗ sau khi gia công, đánh nhẵn màu sắc trở nên sáng, bề mặt tương đối mịn rất tốt cho quá trình trang sức bề mặt, sau đó tiến hành phun sơn trang sức.

V. KẾT LUẬN

1. Đã xác định được vận tốc uốn phù hợp với 3 cấp chiều dày gỗ uốn như sau:

- Chiều dày gỗ uốn 20 mm, vận tốc uốn phù hợp là 26,5 mm/giây.
- Chiều dày gỗ uốn 25 mm, vận tốc uốn phù hợp là 17,7 mm/giây.
- Chiều dày gỗ uốn 30 mm, vận tốc uốn phù hợp là 17,7 mm/giây.

2. Xác định được độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn ở 3 cấp chiều dày nêu trên, độ đàn hồi trở lại của gỗ uốn nằm trong giới hạn cho phép $\Delta f < 3$ mm.

3. Xác định được tính chất của gỗ uốn: Khối lượng thể tích, tỷ lệ giãn nở thể tích, độ bền ép dọc thớ.

4. Phương pháp xử lý hóa dẻo bằng hơi nước hoàn toàn có thể áp dụng vào trong điều kiện thực tế sản xuất ở nước ta với quy mô vừa và nhỏ.

5. Keo lai có thân tương đối thẳng, tròn đều, độ cong, độ thon nhỏ. Gỗ keo lai có thể đáp ứng được yêu cầu nguyên liệu trong công nghệ uốn gỗ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Vũ Huy Đại, 2005. Nghiên cứu công nghệ uốn ép gỗ để sản xuất chi tiết cong cho đồ mộc dân dụng phục vụ tiêu dùng nội địa và xuất khẩu. Bảo cáo đề tài KHCN cấp Bộ.
2. Vũ Huy Đại, 2010. Nghiên cứu xác định khả năng uốn của gỗ keo lai. Bảo cáo chuyên đề NCKH đề tài KHCN cấp thành phố Hà Nội.
3. Nguyễn Đức Thành, 2010. Nghiên cứu một số yếu tố công nghệ uốn gỗ keo lai làm chi tiết cong cho đồ mộc. Luận văn thạc sĩ, ĐHLN.
4. David Smith, 2004. Steam bending wood. Lulu Enterprises, Inc.
5. Masahiro MAKINAGA, Misato NORIMOTO, 1997. Permanent Fixation of Bending Deformation of Wood by Steam Treatment. Kyoto University.
6. H. P. Brown, A. J. Panshin and C. C. Forsaith, 1952. Textbook of Wood Technology. Volume II. Newyork McGraw-Hillbook Company Inc.
7. B. I. Ugolev. Khoa học gỗ và các sản phẩm từ gỗ. Nhà xuất bản Công nghiệp Rừng Maxcova, 1990.
8. B. S. Trudinov. Lý thuyết về xử lý nhiệt gỗ. Nhà xuất bản Khoa học, Maxcova, 1985.

RESEARCH ON BENDING TECHNIQUE OF ACACIA HYBRID FOR MANUFACTURING FURNITURE ON UG-HD WOOD BENDING MACHINE

Vu Huy Dai, Nguyen Duc Thanh

Summary

Wood bending technology to manufacture bentwood for furniture in order to improve product quality and rate of using wood was research and application in many countries such as Japan, Russia, the U.S. and China. Research on acacia hybrid bending technology to manufacture bentwood for furniture is implemented and obtained some results: (1) Determine the speed of bending in accordance with 03 wood thickness level as follows: thickness bentwood is 20 mm, bending velocity is 26.5 mm/s; thickness bentwood is 25 mm, bending velocity is 17.7 mm/s; thickness bentwood is 30 mm, bending velocity is 17.7 mm/s. (2) Determine wood bending elasticity at 03 levels thickness, wood bending elasticity limits allowed $\Delta f < 3$ mm. (3) Determine the properties of the bentwood: density, ratio of volumetric swelling, compressive strength parallel to grain. Quality of bentwood is activated to requiring of technology parameter.

Keywords: Wood bending, acacia hybrid, furniture.

Người phản biện: TS. Trần Tuấn Nghĩa

Ngày nhận bài: 08/11/2012

Ngày thông qua phản biện: 3/12/2012

Ngày duyệt đăng: 10/12/2012