

# THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO THIẾT BỊ UỐN GỖ VỎ TÀU SỬ DỤNG HƠI NƯỚC NÓNG

## DESIGN AND MANUFACTURE THE WOOD BENDING EQUIPMENT USING VAPOR

Lê Khắc Bình

Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vinh

### TÓM TẮT

Bài báo trình bày về thiết kế, chế tạo thiết bị uốn gỗ sử dụng hơi nước nóng trong đóng tàu vỏ gỗ, nhằm thay thế phương pháp uốn thủ công. Gỗ được hấp bằng hơi nước ở nhiệt độ xấp xỉ  $110^{\circ}\text{C}$ , trong khoảng thời gian phù hợp với từng loại, được uốn theo hình dạng với độ cong xoắn khác nhau tùy thuộc vào vị trí thanh gỗ trên tàu và công suất tàu, sau đó được sấy khô ở nhiệt độ khoảng  $50^{\circ}\text{C}$  để sản phẩm giữ nguyên hình dáng. Với kết quả khảo nghiệm, sản phẩm sau khi uốn đã hạn chế tối đa hiện tượng nứt, cháy, chất lượng gỗ được nâng cao do được xử lý nhiệt. Quá trình gia công sau khi hấp thuận lợi, hiệu suất cao đã đem lại hiệu quả to lớn trong lĩnh vực đóng tàu nâng cao tuổi thọ của tàu. Thiết bị này hoàn toàn có thể mở rộng sang uốn các loại gỗ và vật liệu khác trong thủ công mỹ nghệ.

**Từ khóa:** Uốn gỗ; Hơi nước nóng; Đóng tàu.

### ABSTRACT

*This paper presents the design and manufacture of wood bending system using vapor in shipbuilding to replace the manual bending method. The wood is steamed at approximately of  $110^{\circ}\text{C}$  for a period of time suitable for each type, bent in shape with varying curvature depending on the position of the wooden bar on board and the vessel's capacity, then dried at a temperature of about  $50^{\circ}\text{C}$  to keep the product shape. With the test results, the product after bending has limited the phenomenon of cracking, fired and wood quality is enhanced cause of heat treatment. The high-efficiency, after-boiling process has brought about great efficiency in the field of shipbuilding, improving the life of the ship. This equipment is fully expandable to bending wood and other materials in handicrafts.*

**Keywords:** Wood bending, vapor, shipbuilding.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

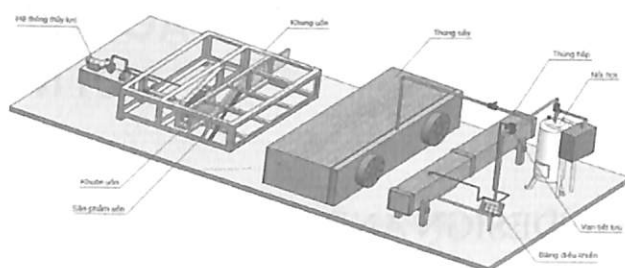
Hiện nay, tàu thuyền vỏ gỗ phải sử dụng từ 80 ÷ 90% các loại gỗ thuộc các nhóm 2, 3, như: Táu mật, săng lẻ, sến...và có từ 70 ÷ 80% các chi tiết trên tàu đều phải thực hiện uốn. Tuy nhiên, toàn bộ các chi tiết uốn đều được thực hiện thủ công bằng cách hơi lửa (Hình 1). Do đó, các sản phẩm gỗ sau khi uốn bị giảm cơ tính do nhựa gỗ bị mất, nứt nẻ, cháy do tiếp xúc với nhiệt độ cao và sự phân bố nhiệt khi uốn không đồng đều. Điều này, dẫn tới gỗ sẽ bị nhanh mục khi ở dưới nước trong thời gian dài, dẫn đến tuổi thọ của tàu sẽ giảm xuống đáng kể.



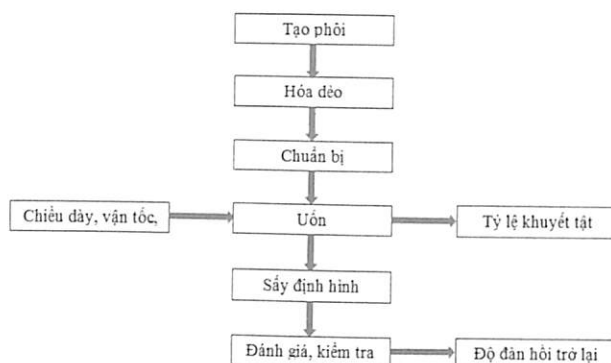
Hình 1. Phương pháp uốn gỗ bằng thủ công

Trong điều kiện thực tế hiện nay, nguồn nguyên liệu gỗ phục vụ đóng tàu ngày càng cạn kiệt, yêu cầu về chất lượng của tàu thuyền ngày càng cao, đặc biệt là việc chế tạo tàu có công suất lớn để vươn xa thì việc nghiên cứu, tìm ra giải pháp khắc phục các hạn chế của phương pháp đóng tàu truyền thống nhằm tiết kiệm gỗ, nâng cao tuổi thọ của tàu cũng như đảm bảo an toàn trong quá trình làm việc là rất cần thiết. Trong nghiên cứu này, tác giả đã sử dụng hơi nước nóng để hấp gỗ đến nhiệt độ đủ để hóa dẻo, sau đó được uốn bằng thiết bị chuyên dùng theo hình dạng của từng vị trí thanh gỗ trên tàu và được sấy khô để giữ nguyên hình dáng trước khi đưa ra gia công, lắp ráp vào thân tàu.

Nguyên lý làm việc chung của hệ thống được mô tả trên hình 2.



Hình 2. Sơ đồ hệ thống uốn gỗ bằng hơi nước nóng



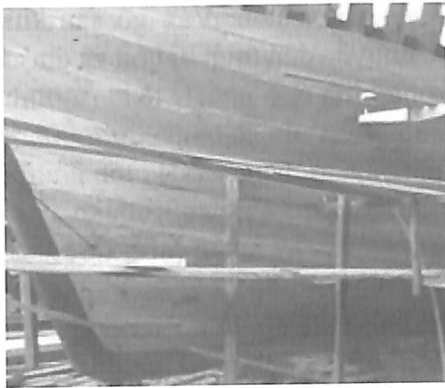
Hình 3. Sơ đồ quy trình uốn gỗ

2. TÍNH TOÁN, THIẾT KẾ CÁC BỘ PHẬN TRONG HỆ THỐNG

2.1. Đặc điểm kết cấu ván gỗ đóng tàu

Biên dạng ván vỏ tàu tại các vị trí đều khác nhau, phần ván có biên dạng cong tập trung ở phần đuôi tàu và đầu mũi tàu. Các ván ở đuôi tàu thường chỉ cong theo một chiều và có độ cong bé, phần ván cong ở phía đầu mũi tàu phần lớn đều có biên dạng cong xoắn. Độ cong xoắn của các ván giảm dần từ sống chính của tàu lên đến mạn tàu (hình 4). Ván nằm sát sống chính sẽ có góc xoắn 90° và giảm dần cho lên đến ván sát với mạn thuyền thì góc xoắn còn lại từ 3 ÷ 5°. Ván có độ xoắn lớn thì độ cong nhỏ và chiều dài xoắn ngắn, độ cong của ván tăng dần từ sống chính của tàu lên đến mạn, độ cong này phụ thuộc vào kích cỡ tàu, công dụng của tàu.

Kích thước chiều rộng của ván tàu tại mỗi vị trí khác nhau cũng có kích thước khác nhau và nằm trong tiêu chuẩn.



Hình 4. Kết cấu ván vỏ tàu

Với gỗ sử dụng trong đóng tàu có thông số kỹ thuật cơ bản:

Bảng 1. Một số thông số cơ bản về gỗ tàu mật

Ứng suất, 105N/m <sup>2</sup>		Thể tích riêng	0,74 g/cm <sup>3</sup>
Nén dọc	525 – 629 N/m <sup>2</sup>	Độ ẩm trung bình thờ gỗ	24%
Uốn tĩnh	1080 – 1299 N/m <sup>2</sup>	Hệ số co rút thể tích	0,56
Kéo dọc	1165 – 1394 N/m <sup>2</sup>	Độ bền nén dọc thờ	630 kG/cm <sup>2</sup>
Cắt dọc	105 – 124 N/m <sup>2</sup>	Độ bền uốn tĩnh	1500 kG/cm <sup>2</sup>

## 2.2. Tính toán lựa chọn hệ thống cấp hơi

Hệ thống cấp hơi được tính toán để có thể cung cấp đủ hơi cho việc hấp và sấy gỗ với công suất tối thiểu 5 thanh gỗ/ngày cho loại tàu có công suất lên đến trên 900 CV.

Thông số kỹ thuật lò hơi được tính toán như bảng 2:

Bảng 2. Thông số kỹ thuật lò hơi công suất 200kg hơi/giờ

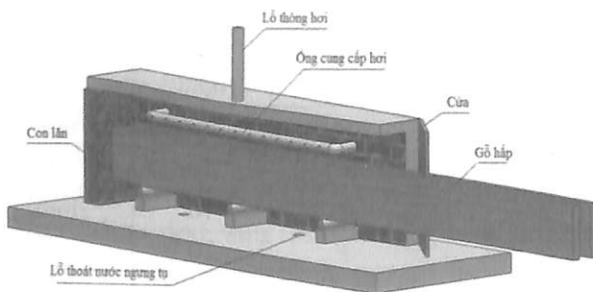
TT	Thông số		Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị
1	Công suất		D	200	kg/h
2	Áp suất làm việc		P	5	bar
4	Ống lò	Đường kính	D <sub>oi</sub>	0,65	m
		Chiều dài	L	0,75	m
		Độ dày	B	10	mm
	Ống lửa	Đường kính	d	57	mm
		Chiều dài	l	1,25	mm
		Độ dày	b	3,5	m
		Số lượng ống	N	37	Ống
5	Đường kính thân ngoài lò hơi		D <sub>n</sub>	0,88	m
6	Chiều dày thân ngoài		B <sub>n</sub>	10	mm
7	Chiều dày mặt sàng dưới, thép K		B <sub>sd</sub>	10	mm
8	Chiều dày mặt sàng trên, CT3		B <sub>st</sub>	10	mm
9	Diện tích truyền nhiệt		F	10	
10	Chiều dài ống lửa cần thiết			47,318	m
11	Ống khói	Đường kính	d <sub>k</sub>	0,2	m
		Chiều cao	h <sub>k</sub>	8	m
12	Diện tích ghi, m <sup>2</sup>		F <sub>G</sub>	0,332	m <sup>2</sup>
13	Thể tích buồng đốt		V <sub>B</sub>	0,249	m <sup>3</sup>
14	Nhiệt thể thể tích		Q <sub>v</sub>	588,070	kcal/m <sup>3</sup> h
15	Nhiệt thể diện tích,		q <sub>f</sub>	441,053	kcal/m <sup>2</sup> h

## 2.3. Lò hấp gỗ

Với kết cấu vỏ tàu, chiều rộng từ 250 ÷ 600mm, chiều dài ván gỗ có thể lên đến 10.000 mm, tuy nhiên chiều dài phần uốn thường ở mức 4.000 ÷ 5.000 mm, tùy thuộc vị trí và kích cỡ con tàu. Vì vậy, chỉ cần hấp nóng phần uốn của ván gỗ. Ngoài ra, để tăng hiệu suất của máy, lò hấp được thiết kế có kích thước D x R x C là 5000 x 1.000 x 1.000mm để có thể hấp được 4 thanh trong một lần. Trong lò hấp, có gắn cảm biến nhiệt độ, âm kế để theo dõi nhiệt độ và độ ẩm trong thùng hấp, lỗ thông hơi và lỗ để lắp đường hơi.

Lò hấp được xây bằng 2 lớp gạch chịu nhiệt, phía trên đổ bê tông cốt thép. Một đầu lò hấp được xây kín, còn một đầu được làm cửa có bản lề cố định để đóng kín khi hấp.

Do kích thước và trọng lượng ván hấp lớn nên, nền thùng hấp được lắp đặt hệ thống ray con lăn với 4 dây con lăn đảm bảo cho quá trình rút ra hay đưa vào các ván khác nhau để uốn hoặc hấp. Hệ thống đường ống cung cấp hơi nước được đặt dọc theo chiều dài lò hấp và được bố trí 2 đường cung cấp ở hai bên phía dưới, trên đường cung cấp được khoan các lỗ cách đều nhau để đảm bảo cung cấp hơi nước đều trong thể tích lò hấp.

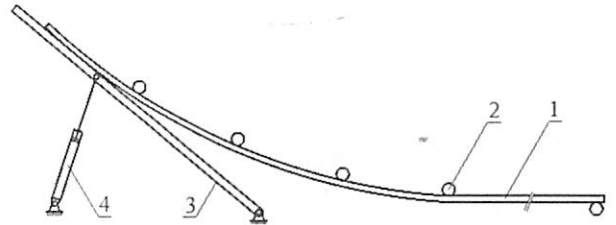


Hình 5. Lò hấp và bố trí con lăn trong lò hấp

## 2.4. Hệ thống uốn

Đây là bộ phận quan trọng nhằm tạo

hình cho các sản phẩm uốn. Ván gỗ sau khi hấp xong được chuyển đến thiết bị uốn và được định vị như trong hình 6.



Hình 6. Sơ đồ nguyên lý bộ phận uốn:  
1) Ván uốn; 2) Thanh đỡ;  
3) Đòn; 4) Xylanh thủy lực

Vị trí các thanh đỡ 2 được điều chỉnh sẵn theo độ cong của sản phẩm. Khi khởi động thiết bị, pít tông của xy lanh 4 đẩy đòn uốn 3 ép vào tấm ván làm cho tấm ván biến dạng và ép vào các thanh đỡ 2. Khi tấm ván đã được uốn theo đúng biên dạng, tiến hành cố định ván tại vị trí đó để thực hiện quá trình sấy khô. Kết thúc quá trình sấy, pít tông kéo đòn uốn 3 lùi về. Ván được tháo ra kết thúc quá trình uốn. Trên ray ngang của hệ thống uốn có khoan các lỗ để có thể điều chỉnh bán kính cong khuôn uốn phù hợp với từng tấm ván ở các vị trí khác nhau trên thân tàu.

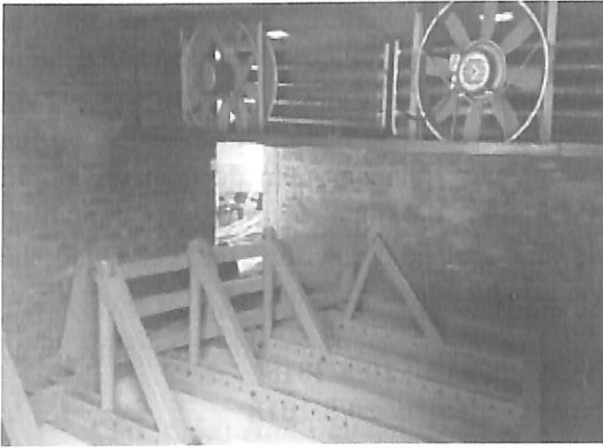


Hình 7. Hệ thống uốn gỗ

## 2.5. Hàm sấy

Để nâng cao hiệu quả nhiệt, phương pháp sấy đối lưu được lựa chọn để thực hiện.

Căn cứ vào kích thước của ván vỏ tàu và quy trình uốn. Hầm sấy được thiết kế với kích thước chiều dài là 5.000 mm, chiều rộng là 3.600 mm, chiều cao là 1.900mm, bao toàn bộ khung uốn. Hầm sấy được xây bằng 2 lớp gạch chịu nhiệt, phía trên đổ bê tông cốt thép dày 120 mm. Mặt trước và sau có 2 cửa ra vào để điều chỉnh khuôn uốn khi uốn, các cửa được thiết kế với lớp cách nhiệt làm bằng bông sợi thủy tinh và được đóng kín khi sấy. Nhiệt sấy được cung cấp bởi lò hơi, được lắp 2 quạt gió để tạo đối lưu và được bố trí như hình 8.



Hình 8. Kết cấu và bố trí thiết bị trong hầm sấy

### 3. KHẢO NGHIỆM HỆ THỐNG VÀ KẾT QUẢ

Trong phạm vi đề tài, chúng tôi tiến hành khảo nghiệm gỗ tấu có chiều dày từ 35 – 70mm, chiều rộng tối đa 600 mm và chiều dài phần uốn là 4.000 mm.

Gỗ sau khi được hấp ở nhiệt độ 110°C trong khoảng thời gian 3h, sau đó được uốn với các tốc độ khác nhau, song tổng thời gian không quá 2 phút. Gỗ sau khi uốn sẽ được định vị và sấy trong khoảng thời gian 1 đến 2 giờ phụ thuộc vào chiều dày để đảm bảo không bị đàn hồi trở lại. Kết quả được tổng hợp ở bảng 3.



a. Hấp gỗ

b. Uốn gỗ

Hình 9. Quá trình hấp, uốn gỗ

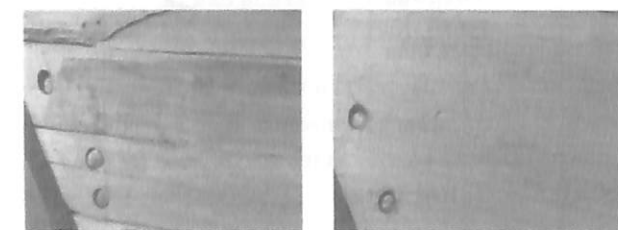
Bảng 3. Sự ảnh hưởng của vận tốc uốn, chiều dày gỗ đến chất lượng bề mặt của thanh gỗ uốn:

TT	Yếu tố đầu vào		Yếu tố đầu ra		Kết luận
	Vận tốc uốn, mm/s	Chiều dày tấm gỗ, mm	Tỉ lệ % khuyết tật	Chất lượng bề mặt	
1	15	35	2	Mịn, không nứt	Đạt yêu cầu
2	15	40	3	Mịn, không nứt	Đạt yêu cầu
3	15	45	4,5	Mịn, không nứt	Đạt yêu cầu
4	30	55	5	Mịn, không nứt	Đạt yêu cầu
5	30	60	5	Mịn, không nứt	Đạt yêu cầu
6	20	70	8	Mịn, không nứt	Đạt yêu cầu
7	30	70	10	Có rạn nứt tế vi	Đạt yêu cầu

*Nhận xét:*

- Với chiều dày tấm gỗ dưới 60mm, khi uốn ở các cấp tốc độ vận tốc khác nhau thì tỉ lệ khuyết tật khá nhỏ, chất lượng bề mặt mịn và không bị rạn nứt. Do đó, khi sản xuất có thể chọn tốc độ dưới 30 mm/s là phù hợp nhất.

- Với chiều dày tấm gỗ là 70mm, khi uốn ở các cấp tốc độ dưới 20 mm/s thì tỉ lệ khuyết tật khá nhỏ, chất lượng bề mặt mịn và không bị rạn nứt, khi lên tốc độ 30 mm/s thì bề mặt gỗ bắt đầu xuất hiện vết nứt tế vi dọc theo thớ gỗ. Do đó khi sản xuất có thể chọn tốc độ từ 20 mm/s là phù hợp nhất.



a)

b)

a) Sản phẩm uốn bằng đốt lửa thủ công;

b) Sản phẩm uốn sau khi hấp bằng hơi nước nóng

Hình 10. So sánh chất lượng bề mặt gỗ sau khi uốn

## 4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Trong bài báo này, nhóm tác giả đã trình bày tóm tắt quá trình tính toán, thiết kế và chế tạo hệ thống uốn gỗ sử dụng hơi nước

nóng ứng dụng trong đóng tàu vỏ gỗ có công suất trên 900 CV. Đồng thời, tiến hành khảo nghiệm thiết bị với việc hấp, uốn và sấy một số sản phẩm có kích thước lớn với chiều dày lên đến 70mm, chiều rộng 600 mm và chiều dài thanh gỗ có thể đạt 10.000 mm. Kết quả thực nghiệm cho thấy, các sản phẩm đều có chất lượng cao, hiện tượng rạn nứt sau khi uốn rất ít, công suất có thể đạt 8 tấm ván/ngày. Ngoài ra, do được hấp ở nhiệt độ trên 100<sup>0</sup> C nên gỗ được xử lý để tăng thêm độ bền, dẫn đến tuổi thọ của tàu tăng lên đáng kể.

Do điều kiện thời gian và kinh phí hạn hẹp, việc khảo nghiệm chưa được tiến hành đối với các loại gỗ nhóm khác sử dụng trong các lĩnh vực khác nhau. Vì vậy, cần tiếp tục nghiên cứu, khảo nghiệm để hoàn thiện sản phẩm, đồng thời phát triển, nhân rộng mô hình thiết bị đến các cơ sở đóng tàu, các cơ sở chế tác gỗ, thủ công mỹ nghệ. ❖

Ngày nhận bài: 10/8/2018

Ngày phản biện: 20/8/2018

### 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*, Báo cáo đề tài Khoa học Công nghệ cấp Bộ.
- [2]. B.S. Trudinov, 1985; *Lý thuyết về xử lý nhiệt gỗ*; NXB. Khoa học, Maxcova.
- [3]. Masahiro Makinaga and Misato Norimoto, 1997. *Permanent Fixation of Bending Deformation of Wood by Steam Treatment*. Koyoto University.