

# ẢNH HƯỞNG CỦA THAM SỐ ÉP ĐẾN ĐỘ ĐÀN HỒI TRỞ LẠI VÀ PHÂN BỐ KHỐI LƯỢNG RIÊNG THEO CHIỀU DÀY CỦA GỖ KEO LAI (*Acacia mangium* x *Acacia auriculiformis*)

Lê Ngọc Phước<sup>1</sup>, Phạm Văn Chương<sup>1</sup>, Vũ Mạnh Tường<sup>1</sup>, Nguyễn Trọng Kiên<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Lâm nghiệp

## TÓM TẮT

Nén gỗ là quá trình kết hợp giữa âm, nhiệt và tác động cơ học nhằm tăng khối lượng riêng, tăng độ bền cơ học nhưng không phá vỡ cấu tạo của gỗ. Nghiên cứu này xác định và đánh giá ảnh hưởng của tham số nén ép (tỷ suất nén, nhiệt độ nén và thời gian nén) đến độ đàn hồi trở lại (S) và các thông số đặc trưng của biểu đồ phân bố khối lượng riêng của gỗ Keo lai (*Acacia mangium* x *Acacia auriculiformis*), gồm: Khối lượng riêng trung bình ( $KLR_{tb}$ ); khối lượng riêng lớn nhất theo chiều dày mẫu ( $KLR_{max}$ ); khối lượng riêng nhỏ nhất theo chiều dày mẫu ( $KLR_{min}$ ); khoảng cách từ bề mặt tới vị trí có khối lượng riêng lớn nhất ( $PD_i$ ); khoảng cách từ bề mặt tới vùng có khối lượng riêng thay đổi đột ngột ( $P_b$ ). Bố trí các thí nghiệm theo phân mềm Design Expert 8.0.6 và xử lý số liệu theo thống kê toán học (phần mềm SPSS version 22.0). Kết quả nghiên cứu cho thấy các tham số quá trình ép ảnh hưởng rõ nét đến độ đàn hồi trở lại của gỗ nén. Mức độ nén tăng từ 30% đến 50%, độ đàn hồi trở lại là 3,92% và 5,01% ở 140°C và 60 phút. Khi nhiệt độ nén tăng từ 140°C lên 180°C và thời gian nén tăng từ 60 phút lên 180 phút, độ đàn hồi trở lại tương ứng là 3,92%, 3,13% và 3,92%, 2,86%. Các thông số ép của xử lý nhiệt – cơ ảnh hưởng đáng kể đến các thông số đặc trưng và hình dạng của biểu đồ phân bố khối lượng riêng của gỗ nén. Nhiệt độ nén cao hơn sẽ cho kết quả  $KLR_{tb}$  và  $PD_i$  lớn hơn và thời gian ép dài hơn dẫn tới  $KLR_{tb}$  và  $PD_i$  và  $PD$  cao hơn; nhưng nhiệt độ và thời gian nén ảnh hưởng không rõ nét đến  $KLR_{max}$ ,  $KLR_{min}$  và  $P_b$ .

**Từ khoá:** Độ đàn hồi, Keo lai (*Acacia mangium* x *Acacia auriculiformis*), phân bố khối lượng riêng, tham số ép, xử lý nhiệt – cơ.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Gỗ dùng trong xây dựng (dầm, cột, cầu thang, cửa, ván sàn...) cũng như các chi tiết chịu lực trong sản xuất đồ mộc và nội thất phải có độ bền cơ học cao để đáp ứng yêu cầu sử dụng. Tính chất cơ học của gỗ phụ thuộc vào khối lượng riêng của nó (Tinh, 1998), vì vậy đã có nhiều công trình nghiên cứu nâng cao độ bền cơ học của các loài gỗ mọc nhanh, khối lượng riêng thấp bằng cách nén ép hoặc polyme hoá gỗ (Boonstra & Blomberg, 2007; Kutnar & Sernek, 2007; Morsing, 2000). Các giải pháp này đều hướng tới làm tăng mật độ gỗ; tuy nhiên, không giống như nén vật lý hoặc cơ học, việc ngâm tẩm hóa học ảnh hưởng đến đặc tính tự nhiên của gỗ, ảnh hưởng tới môi trường và chi phí xử lý cao hơn (Navi & Heger, 2004).

Nén gỗ theo phương pháp nhiệt – cơ là một

phương pháp đơn giản có thể được sử dụng trong công nghiệp, sản phẩm gỗ nén ép có thể không cần phải làm nguội trong máy ép. Chất lượng gỗ nén phụ thuộc vào các thông số ép (độ ẩm và nhiệt độ của gỗ trong quá trình ép, thời gian ép, áp lực ép hoặc mức độ nén) cũng như phụ thuộc vào loài gỗ.

Khối lượng riêng cuối cùng của gỗ nén phụ thuộc vào mức độ nén và loại gỗ, nếu không có sự đàn hồi trở lại (Laine, Rautkari, & Hughes, 2013; Laskowska, 2017). Do trị số về độ ẩm, nhiệt độ khác nhau tại các vị trí theo phương chiều dày của mẫu ép, dẫn tới khối lượng riêng của gỗ sau khi nén sẽ khác nhau. Các lớp gỗ ở gần bề mặt của mẫu gỗ nén có độ ẩm và nhiệt độ cao hơn nên sẽ có khối lượng riêng lớn hơn do gỗ được hóa dẻo tốt hơn. Điều này có thể có lợi cho các ứng dụng cần độ cứng được cải thiện chủ yếu ở bề mặt, đặc biệt trong trường

hợp chịu uốn, góp phần tiết kiệm vật liệu (Rautkari et al., 2013). Phân bố khối lượng riêng trong gỗ nén cung cấp thông tin cần thiết về độ bền cơ học theo hướng chịu lực của vật liệu gỗ. Với mật độ ngày càng tăng, các giá trị của các tính chất cơ học của gỗ tăng theo hàm phi tuyến, cả trong gỗ không nén và gỗ nén ép (Anshari et al., 2010; Chương, 2010). Độ dày không thay đổi của gỗ nén cũng có nghĩa là các tính chất khác không thay đổi. Do đó cần phải tìm ra các thông số kỹ thuật ép hợp lý để có thể đảm bảo sự ổn định kích thước của gỗ ép cả trong quá trình sản xuất và trong suốt thời gian sử dụng của sản phẩm.

Một số nghiên cứu về mật độ gỗ đã chỉ ra rằng, thay vì tăng mật độ cho toàn bộ tấm gỗ, chỉ cần tăng cường mật độ gỗ phần bề mặt (Jiang, Lu, Huang, & Li, 2009). Tăng khối lượng riêng phần bề mặt là một hướng tiếp cận để cải thiện độ cứng, độ bền uốn, mô đun đàn hồi cho gỗ khi ứng dụng cho từng trường hợp cụ thể.

Mục đích của nghiên cứu này là nén ép gỗ Keo lai (*Acacia mangium x Acacia auriculiformis*) - một loài cây rừng trồng mọc nhanh phổ biến ở Việt Nam nhằm nâng cao độ bền cho gỗ; trong đó tập trung nghiên cứu ảnh hưởng của các tham số ép (tỷ suất nén, nhiệt độ nén ép và thời gian nén ép) đến độ đàn hồi trở lại và phân bố khối lượng riêng của gỗ. Kết quả nghiên cứu là cơ sở khoa học để xây dựng công nghệ nén ép gỗ Keo lai sử dụng để sản

xuất ván sàn, các chi tiết chịu lực uốn trong sản xuất đồ mộc và các loại cấu kiện xây dựng.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu và thiết bị

#### Vật liệu

Keo lai (*Acacia mangium x Acacia auriculiformis*): 7 tuổi, khai thác tại Yên Thủy, Hoà Bình. Khối lượng riêng cơ bản: 0,54 g/cm<sup>3</sup>; kích thước mẫu 420 mm (chiều dài) x 120 mm (chiều rộng) x 34,0 mm/28,3 mm/24,3 mm (chiều dày). Chiều dày danh nghĩa của sản phẩm sau khi nén là 17 mm, tương ứng với 03 mức tỷ suất nén là 50%, 40% và 30%. Các mẫu được hong phơi có độ ẩm 30 ± 5% và được giữ trong môi trường bảo ôn ở nhiệt độ môi trường 30 ± 2°C và độ ẩm môi trường 65 ± 2% trong thời gian 72 giờ trước khi mang đi nén ép.

#### Thiết bị

Máy ép nhiệt thí nghiệm BYD 113 có nhiệt độ ép lớn nhất là 300°C được gia nhiệt bằng điện, có áp lực ép lớn nhất 2400 kgf, kích thước bàn ép 80 x 80 cm<sup>2</sup>. Máy ép BYD 113 của Viện Công nghiệp gỗ, Trường Đại học Lâm nghiệp. Trong quá trình ép để khống chế chiều dày gỗ nén, sử dụng thanh cỡ kim loại có chiều dày 17 mm.

Máy đo quét mật độ tia X (DENSE-LAB mark 3, E.W.S.GmbH, Đức), tốc độ đo 0,05 mm/giây. Giá trị khối lượng riêng được đo tại mỗi mặt cắt cách nhau 0,02 mm theo chiều dày mẫu.



Hình 1. Máy phân tích khối lượng riêng DENSE-LAB mark 3, E.W.S

**2.2. Phương pháp nghiên cứu**

*Quá trình nén gỗ:*

Xử lý gỗ bằng phương pháp nhiệt - cơ là một phương pháp nén gỗ có hiệu quả cao. Trong nghiên cứu đã sử dụng phương pháp ép nhiệt - cơ nhiều giai đoạn, các bước thực hiện như sau:

- Giai đoạn 1: Xử lý hoá mềm

Xử lý hóa mềm gỗ trực tiếp trên máy ép có gia áp với các thông số công nghệ sau: Nhiệt độ 151°C; thời gian 0,68 phút/mm chiều dày; áp lực ép 0,2 MPa.

- Giai đoạn 2: Nén sơ bộ

Khi theo dõi nhiệt độ tâm gỗ đạt từ 62°C đến 70°C (Tg) tiến hành nén sơ bộ với thông số như sau: Nhiệt độ 140°C; thời gian 0,25 phút/mm chiều dày; áp lực ép 2,0 MPa. Trong giai đoạn này, tiến hành xả ẩm và sấy mẫu 2

chu kỳ xả - nén - xả sao cho mẫu gỗ không hoặc đàn hồi trở lại một lượng dưới 2 mm.

- Giai đoạn 3: Giai đoạn nén gỗ

Trong giai đoạn này gỗ được nén với áp lực 3,0 MPa, với các chế độ nén ép như bảng 1.

- Giai đoạn 4: Xử lý nhiệt sau khi nén ép

Mở bàn ép, đưa mẫu sang lò sấy có nhiệt độ 100°C, duy trì trong thời gian 120 phút.

- Giai đoạn 5: Ổn định gỗ sau xử lý

Mẫu gỗ sau khi xử lý nhiệt - cơ được chuyển sang khu vực ổn định nhiệt, ẩm trong điều kiện môi trường tự nhiên ở nhiệt độ 30 ± 3°C, độ ẩm tương đối 70 ± 5%, thời gian 7 ngày trước khi xác định phân bố khối lượng riêng.

Các thí nghiệm được bố trí như bảng 1; quy hoạch thực nghiệm theo Design-Expert 8.0.6

**Bảng 1. Tham số quá trình nén ép sử dụng trong nghiên cứu**

Độ ẩm (%)	Tỷ suất nén (%)			Nhiệt độ ép (°C)			Thời gian ép (phút)		
	50	40	30	140	160	180	60	120	180
30 ± 5									

*Phương pháp xác định độ đàn hồi trở lại*

Độ đàn hồi trở lại của gỗ sau khi nén ép được xác định theo công thức (1) (Xu & Tang, 2012):

$$S = \left[ \frac{t_r - t_d}{t_d} \right] \cdot 100 \text{ (%) } \quad (1)$$

Trong đó: S là độ đàn hồi trở lại (%); t<sub>d</sub> là

chiều dày của mẫu sau khi nén (mm), t<sub>r</sub> là chiều dày mẫu sau khi để ổn định (mm).

*Xác định phân bố khối lượng riêng*

Tiến hành cắt mẫu để xác định phân bố khối lượng riêng của gỗ, như bảng 2 (Institution, 1993).

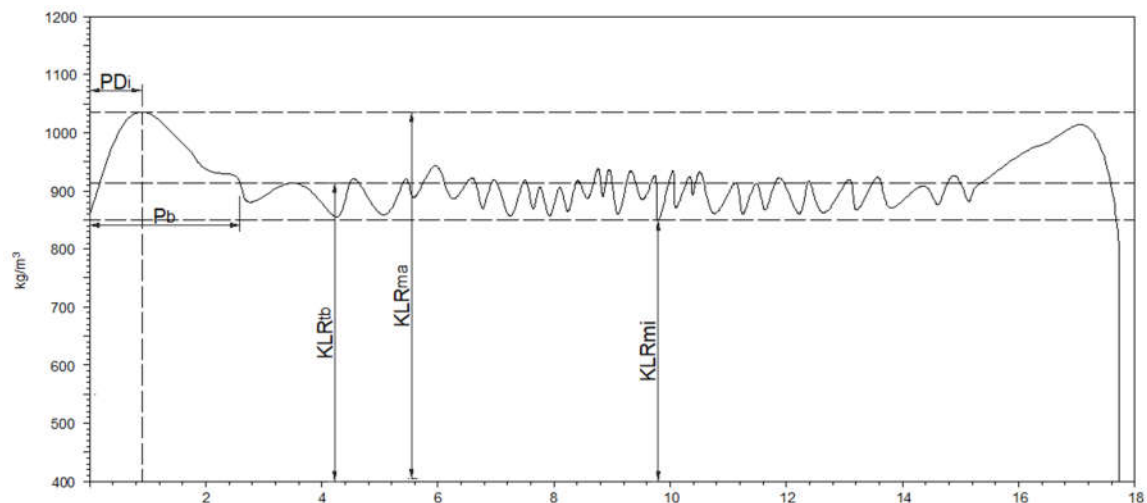
**Bảng 2. Bảng thông số về mẫu thí nghiệm**

Tính chất kiểm tra	Tiêu chuẩn	Kích thước mẫu (mm)	Số lượng	
			Mẫu gỗ nén	Đối chứng
Phân bố khối lượng riêng	EN 323	17 x 50 x 50	100	5

Các mẫu sau khi ép được để ổn định trong phòng bảo ôn ở nhiệt độ môi trường 20 ± 2°C và độ ẩm môi trường 65 ± 2% cho đến khi mẫu đạt độ ẩm 12%. Cho mẫu vào túi nhựa kín trước khi đem đi tiến hành kiểm tra tính chất mẫu.

Để mô tả biểu đồ phân bố mật độ của gỗ nén (hình 2), các thông số đặc trưng gồm: Khối

lượng riêng trung bình (KLR<sub>tb</sub>); khối lượng riêng lớn nhất theo chiều dày mẫu (KLR<sub>max</sub>); khối lượng riêng nhỏ nhất theo chiều dày mẫu (KLR<sub>min</sub>); khoảng cách từ bề mặt tới vị trí có khối lượng riêng lớn nhất (PD<sub>i</sub>); khoảng cách từ bề mặt tới vùng có khối lượng riêng thay đổi đột ngột (P<sub>b</sub>).



Hình 2. Các thông số đặc trưng của phân bố khối lượng riêng

Phương pháp xử lý số liệu, đánh giá kết quả

Tất cả các tham số kiểm tra được xử lý bằng thống kê toán học (phần mềm SPSS version 22.0).

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Phân bố khối lượng riêng của gỗ theo phương chiều dày là một chỉ số quan trọng phản ánh tính chất vật lý, cơ học của gỗ nén. Kết quả nghiên cứu cho thấy, các tham số của

quá trình ép đều ảnh hưởng đến độ đàn hồi trở lại và hình dạng của biểu đồ phân bố khối lượng riêng với mức độ ảnh hưởng khác nhau.

#### 3.1. Kết quả kiểm tra độ đàn hồi trở lại của gỗ nén

Tỷ suất nén thực tế và độ đàn hồi trở lại của gỗ nén ở 9 chế độ nén đặc trưng được thể hiện như bảng 3.

Bảng 3. Tỷ suất nén thực tế và độ đàn hồi trở lại của gỗ nén

TT	Tỷ suất nén (%)	Nhiệt độ nén (°C)	Thời gian nén (phút)	Tỷ suất nén thực tế (%)	Độ đàn hồi trở lại (%)
1	30	140	60	27,3	3,92 (0,4)
2	30	140	180	28,0	2,86 (0,2)
3	30	180	60	27,5	3,13 (0,4)
4	30	180	180	28,5	2,29 (0,2)
5	40	160	120	37,5	4,11 (0,3)
6	50	140	60	47,5	5,01 (0,8)
7	50	140	180	48,8	4,42 (0,5)
8	50	180	60	47,7	4,57 (0,6)
9	50	180	180	47,9	4,22 (0,2)

Ghi chú: Trị số trong ngoặc (\*) là độ lệch chuẩn.

Tỷ suất nén thực tế của gỗ nén là tỉ lệ phần trăm chênh lệch giữa chiều dày phôi trước khi nén và chiều dày phôi sau khi nén và để ổn định trong không khí. Do đó, mức độ nén của gỗ phụ thuộc rất lớn vào tính chất của gỗ trong quá trình nén. Đặc biệt là việc làm lỏng lẻo cấu trúc gỗ trong quá trình nén. Mức độ lỏng lẻo của cấu trúc có thể được tạo ra thông qua giai đoạn hoá mềm, cũng như các thông số khác

của quá trình nén ép.

Sau khi gỗ được làm lỏng lẻo cấu trúc, nếu tiếp tục được gia nhiệt thì sẽ tạo cho gỗ có cấu trúc mới (giai đoạn định hình), để thực hiện được yêu cầu này cần thiết phải có giai đoạn định hình sản phẩm. Giai đoạn này có thể kết hợp ngay trong quá trình ép nhiệt bằng cách kéo dài thời gian ép hoặc thêm một bước gọi là xử lý sau (post treatment).

Kết quả bảng 3 cho thấy, với cùng mức nhiệt độ 140°C và thời gian nén 60 phút khi tỷ suất nén tăng từ 30% tới 50%; độ đàn hồi trở lại của gỗ tăng với các trị số tương ứng là 3,92% và 5,01% (tăng 28%). Với cùng mức tỷ suất nén 30% và thời gian nén 60 phút khi nhiệt độ ép tăng từ 140°C tới 180°C; độ đàn hồi trở lại của gỗ giảm với các trị số tương ứng là 3,92% và 3,13% (giảm 20%). Với cùng mức tỷ suất nén 30% và nhiệt độ ép 140°C khi thời gian ép tăng từ 60 phút tới 180 phút; độ đàn hồi trở lại của gỗ giảm với các trị số tương ứng là 3,92% và 2,86% (giảm 27%). Tỷ suất nén và thời gian ép ảnh hưởng rõ ràng hơn đến độ đàn hồi trở lại so với ảnh hưởng của nhiệt độ ép.

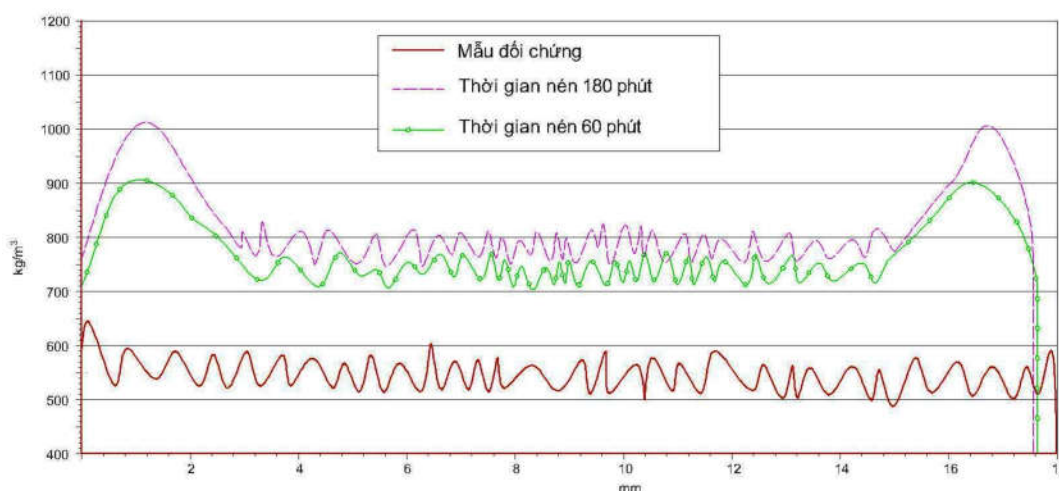
Độ đàn hồi trở lại của gỗ là khả năng phục

*Tỷ suất nén 30%:*

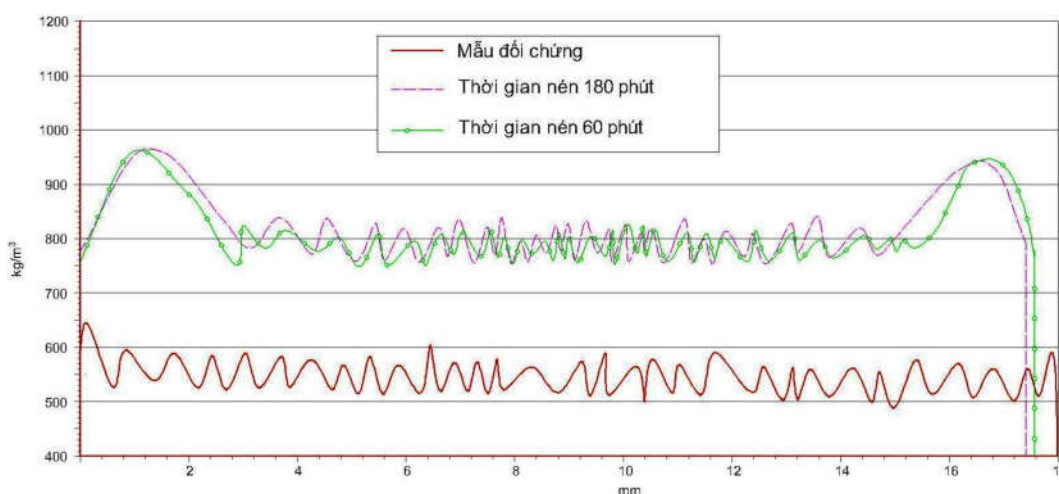
hồi nguyên trạng của vật liệu bị tác động bởi nội ứng suất bên trong của gỗ sau khi nén ép. Trị số nội ứng suất bên trong của gỗ phụ thuộc vào loại gỗ, mức độ dẻo hoá, tỷ suất nén, áp suất ép, độ ẩm của gỗ... Do vậy, khi thời gian ép ngắn, tỷ suất nén cao độ đàn hồi trở lại của gỗ nén sẽ tăng. Kết quả này cũng tương đồng với nghiên cứu của Laskowska (Laskowska, 2017) khi nghiên cứu nén ép gỗ Bạch dương (*Betula pendula*).

**3.2. Biểu đồ phân bố khối lượng riêng**

Biểu đồ phân bố khối lượng riêng theo chiều dày của các mẫu nén tương ứng với các chế độ ép khác nhau được thể hiện như hình 3, 4 và 5.



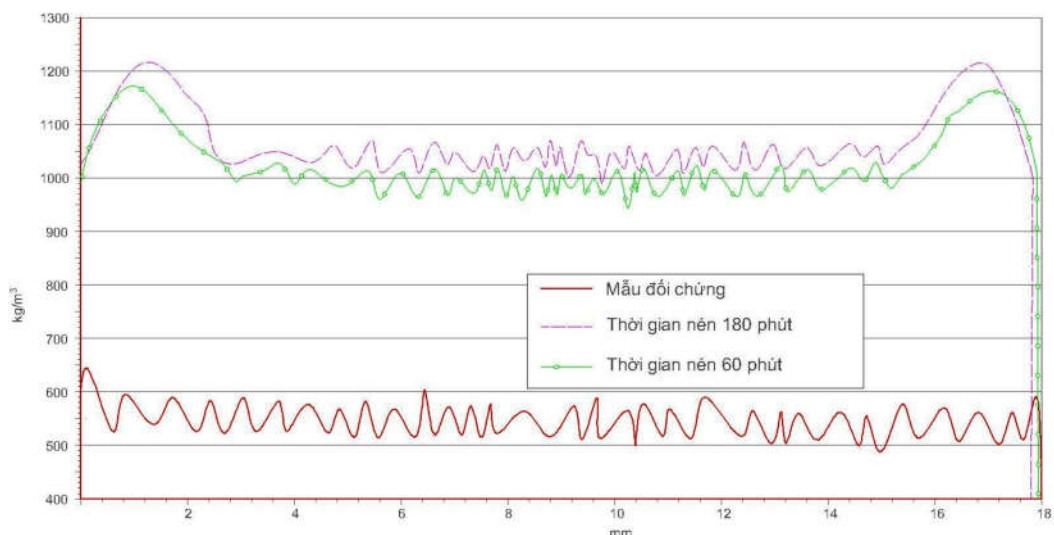
(a)



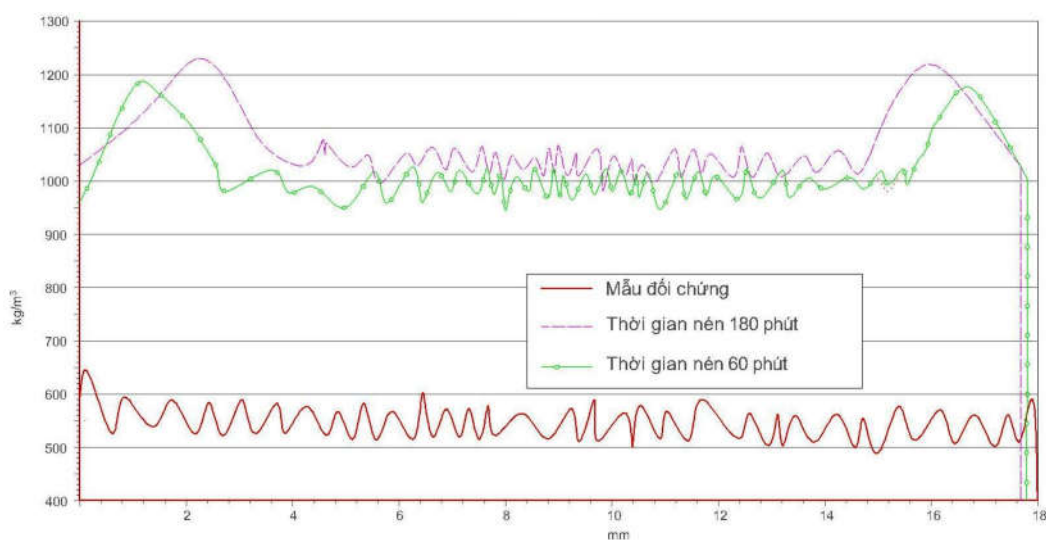
(b)

**Hình 3. Biểu đồ phân bố khối lượng riêng khi nén với tỷ suất nén 30% tại các mức nhiệt độ: (a) 140°C và (b) 180°C**

Tỷ suất nén 50%:



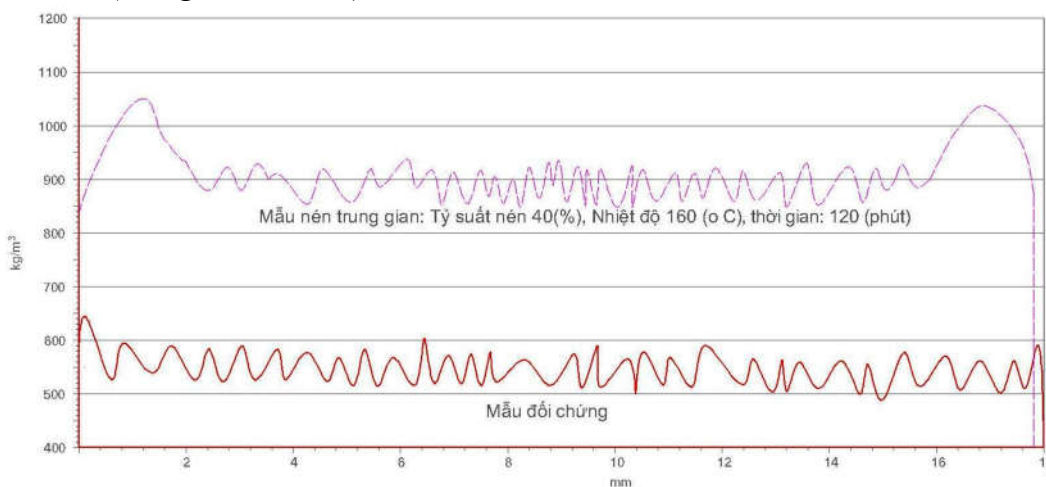
(a)



(b)

**Hình 4. Biểu đồ phân bố khối lượng riêng khi nén với tỷ suất nén 50% tại các mức nhiệt độ: (a) 140°C và (b) 180°C**

Tỷ suất nén 40% (thí nghiệm tại tâm):



**Hình 5. Biểu đồ phân bố khối lượng riêng khi nén ở nhiệt độ 160°C, tỷ suất nén 40% với thời gian nén 120 phút**

Ảnh hưởng của tham số ép tới trị số của các thông số đặc trưng cho phân bố khối lượng

riêng của gỗ nén được thể hiện như bảng 4.

**Bảng 4. Ảnh của tham số ép tới trị số của các chỉ số đặc trưng phân bố khối lượng riêng**

Kết quả tương ứng từng cấp nhiệt độ	Tỷ suất nén 30 (%)		Tỷ suất nén 40 (%)		Tỷ suất nén 50 (%)	
	Thời gian (phút)		Thời gian (phút)		Thời gian (phút)	
	60	180	120	180	60	180
Đối chứng	540		540		540	
KLR <sub>tb</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	140°C	760	810		1005	1010
	160°C			910		
	180°C	810	830		1010	1050
KLR <sub>max</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	140°C	911	1015		1165	1170
	160°C			1150		
	180°C	970	958		1185	1218
KLR <sub>min</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	140°C	704	745		950	947
	160°C			830		
	180°C	750	768		947	981
PD <sub>i</sub> (mm)	140°C	1,03	1,21		1,05	1,24
	160°C			1,25		
	180°C	1,23	2,27		1,25	2,25
P <sub>b</sub> (mm)	140°C	2,85	2,56		2,83	2,52
	160°C			2,57		
	180°C	2,52	3,65		2,59	3,69

Ảnh hưởng của tỷ suất nén: Tỷ suất nén ảnh hưởng rõ rệt tới KLR<sub>tb</sub>, KLR<sub>max</sub> và KLR<sub>min</sub>; ảnh hưởng không rõ nét tới trị số của PD<sub>i</sub> và P<sub>b</sub>. Khi tăng tỷ suất nén từ 30% đến 50%, KLR<sub>tb</sub> tăng 24,7%, KLR<sub>max</sub> tăng 15,3% và KLR<sub>min</sub> tăng 27,1% với cùng mức nhiệt độ ép 140°C và thời gian ép 180 phút. Tỷ suất nén tăng làm cho khối lượng riêng của gỗ tăng, tuy nhiên quan hệ này không tuyến tính vì khi tăng tỷ suất nén sẽ làm tăng độ đàn hồi trở lại của gỗ.

Ảnh hưởng của nhiệt độ nén: Nhiệt độ nén ép ảnh hưởng rõ rệt nhất tới khối lượng riêng, tới PD<sub>i</sub> và ảnh hưởng không rõ nét tới P<sub>b</sub>. Kết quả nghiên cứu cho thấy khoảng cách từ bề mặt tới vị trí có khối lượng riêng lớn nhất (PD<sub>i</sub>) giảm khi nhiệt độ ép thấp và ngược lại. Cụ thể: PD<sub>i</sub> bằng 1,2 mm ở nhiệt độ 140°C và bằng 1,5 mm ở nhiệt độ 180°C, với tỷ suất nén 30% và thời gian ép 180 phút. PD<sub>i</sub> là một thông số quan trọng để đánh giá độ cứng bề mặt của gỗ nén, là bề mặt chịu lực khi sử dụng. Đồng thời, trị số PD<sub>i</sub> là căn cứ để xác định

lượng đánh nhãn bề mặt sau khi nén ép.

Trị số KLR<sub>tb</sub>, KLR<sub>max</sub> và KLR<sub>min</sub> tăng khi nhiệt độ nén ép tăng; ví dụ: KLR<sub>tb</sub> bằng 810 kg/m<sup>3</sup> khi ép ở nhiệt độ 180°C và bằng 760 kg/m<sup>3</sup> khi ép ở nhiệt độ 140°C, với tỷ suất nén 30% và thời gian ép 60 phút. Từ kết quả nghiên cứu cho thấy, để tăng khối lượng riêng của gỗ nén nên chọn giải pháp tăng nhiệt độ nén ép. Gỗ nén ở nhiệt độ cao do được dẻo hoá tốt hơn và độ đàn hồi trở lại của gỗ giảm. Tuy nhiên, cần tính toán lựa chọn trị số nhiệt độ nén ép cụ thể tương ứng với từng loại gỗ và mục đích sử dụng sản phẩm; vì nén ép ở nhiệt độ cao gỗ dễ sinh ra khuyết tật, như cong vênh và giảm độ bền uốn, kết quả này cũng tương đồng với nghiên cứu của Zhou và cộng sự (Zhou, Chen, Tu, Zhu, & Li, 2019).

Ảnh hưởng của thời gian nén: Thời gian nén ép ảnh hưởng tương đối rõ nét đến KLR<sub>tb</sub> và PD<sub>i</sub>; ảnh hưởng không rõ nét tới KLR<sub>max</sub>, KLR<sub>min</sub> và P<sub>b</sub>. Ví dụ: Khi tăng thời gian nén ép từ 60 phút đến 180 phút, KLR<sub>tb</sub> tăng 6,5% và PD<sub>i</sub> tăng 17,5% ở mức nhiệt độ 140°C và tỷ

suất nén 30%. Thời gian ép tăng có tác động tích cực đến mức độ dẻo hoá của gỗ, đồng thời hạn chế sự đàn hồi trở lại; kết quả này cũng tương đồng với nghiên cứu của Kudela và cộng sự khi nghiên cứu ảnh hưởng của tham số nén ép đến độ ổn định kích thước và khối lượng riêng của gỗ Dẻ gai (*Fagus sylvatica*) (Kúdela, Rousek, Rademacher, Rešetka, & Dejmál, 2018).

Về cơ chế và nguyên nhân: Trong quá trình nén, cấu trúc lignocellulose thay đổi do tác động đồng thời của nhiệt độ và độ ẩm; các nhóm carboxyl trong hemicellulose bị phá hủy hoặc một phần của hemicellulose đã bị thủy phân hoặc loại bỏ; liên kết ester của các nhóm carboxylic từ lignin và/hoặc hemicellulose được hình thành. Nhiệt độ và độ ẩm đã ảnh hưởng rõ rệt đến sự chuyển đổi trạng thái từ đàn hồi sang đàn dẻo của gỗ và dưới tác dụng của áp suất nén sẽ làm giảm độ rỗng trong gỗ; các liên kết lý, hoá mới được hình thành trong quá trình nén ép và khi gỗ nén được làm nguội. Độ bền và độ cứng của gỗ tăng lên tương ứng với sự gia tăng mật độ (Lin, Fu, & Qin, 2017).

#### 4. KẾT LUẬN

Tham số của quá trình ép (tỷ suất nén, nhiệt độ nén và thời gian nén) đều ảnh hưởng tới độ đàn hồi trở lại và các chỉ số đặc trưng của phân bố khối lượng riêng với mức độ khác nhau. Từ kết quả nghiên cứu chúng tôi rút ra một số kết luận sau:

1. Khối lượng riêng của gỗ tăng và độ đàn hồi trở lại tăng khi tăng tỷ suất nén. Tỷ suất nén ảnh hưởng không rõ nét đến trị số của  $PD_i$  và  $P_b$ .

2. Nhiệt độ nén ảnh hưởng rõ nét đến độ đàn hồi trở lại của gỗ nén, đến  $KLR_{tb}$ ,  $KLR_{max}$ ,  $KLR_{min}$ ,  $PD_i$  và ảnh hưởng không rõ nét đến trị số  $P_b$ . Nhiệt độ nén tăng, độ đàn hồi trở lại của gỗ giảm. Trị số  $KLR_{tb}$ ,  $KLR_{max}$ ,  $KLR_{min}$  và  $PD_i$  tăng khi nhiệt độ nén ép tăng.

3. Thời gian nén ép ảnh hưởng tương đối rõ nét đến độ đàn hồi trở lại của gỗ nén, đến  $KLR_{tb}$  và  $PD_i$ ; ảnh hưởng không rõ nét tới  $KLR_{max}$ ,  $KLR_{min}$  và  $P_b$ . Thời gian nén tăng, độ đàn hồi trở lại của gỗ giảm. Trị số  $KLR_{tb}$  và

$PD_i$  tăng khi thời gian nén ép tăng.

4. Mức độ ảnh hưởng của nhiệt độ nén và thời gian nén đến độ đàn hồi trở lại của gỗ là tương đương. Tuy nhiên, nhiệt độ nén ảnh hưởng rõ nét hơn đến các thông số đặc trưng của biểu đồ phân bố mật độ so với ảnh hưởng của thời gian nén.

#### LỜI CẢM ƠN

Tác giả trân trọng cảm ơn Bộ Nông nghiệp và PTNT, Trường Đại học Lâm nghiệp đã giúp đỡ về pháp lý và kinh phí thực hiện đề tài: “Nghiên cứu công nghệ biến tính và bảo quản gỗ rừng trồng nâng cao độ bền cơ học, độ ổn định kích thước của gỗ đáp ứng yêu cầu nguyên liệu sản xuất đồ mộc, ván sàn chất lượng cao”. Cảm ơn Viện Công nghiệp gỗ, Trường Đại học Lâm nghiệp; Công ty Cổ phần BWG, Mai Châu, Hoà Bình; Công ty Cổ phần Lâm nghiệp Tháng 5, Nghệ An đã giúp đỡ về cơ sở vật chất, thiết bị thí nghiệm cho việc triển khai nghiên cứu này.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Anshari, B., Kitamori, A., Jung, K., Hassel, I., Komatsu, K., & Guan, Z. (2010). Mechanical properties of compressed wood with various compression ratios. *Conference: Internation Symposium of Indonesian Wood Research Society*.
- Boonstra, M. J., & Blomberg, J. (2007). Semi-isostatic densification of heat-treated radiata pine. *Wood Sci Technol*, 41, 607-617.
- Chương, P. V. (2010). Ảnh hưởng của điều kiện ép đến tính chất của ván sàn gỗ công nghiệp. *Tạp chí Nông nghiệp và PTNT*, 18, 80-87.
- Institution, B. S. (1993). BS EN 323:1993: Wood-based panels. Determination of density. In.
- Jiang, J., Lu, J., Huang, R., & Li, X. (2009). Effects of Time and Temperature on the Viscoelastic Properties of Chinese Fir Wood. *Journal of Drying Technology*, 27, 1229-1234.
- Kúdela, J., Rousek, R., Rademacher, P., Rešetka, M., & Dejmál, A. (2018). Influence of pressing parameters on dimensional stability and density of compressed beech wood. *European Journal of Wood and Wood Products*, 76(4), 1241-1252.
- Kutnar, A., & Sernek, M. (2007). *Densification of wood*. Paper presented at the Zbornik gozdarstva in lesarstva.
- Laine, K., Rautkari, L., & Hughes, M. (2013). The effect of process parameters on the hardness of surface densified Scots pine solid wood. *Eur. J. Wood Prod.*, 71, 13-16.



Laskowska, A. (2017). The Influence of Process Parameters on the Density Profile and Hardness of Surface-densified Birch Wood (*Betula pendula* Roth). *BioResources*, 12(3), 6011-6023.

Lin, L., Fu, F., & Qin, L. (2017). *Advanced High Strength Natural Fibre Composites in Construction* (M. Fan & F. Fu Eds.): ELSEVIER.

Morsing, N. (2000). *Densification of wood*: Electronic Publication.

Combined Densification and Thermo-Hydro-Mechanical Processing of Wood, MRS BULLETIN/MAY 2004 (2004).

Tinh, L. X. (1998). *Khoa học gỗ*: Nxb. Nông nghiệp, Hà Nội.

Xu, X., & Tang, Z. (2012). VERTICAL COMPRESSION RATE PROFILE AND DIMENSIONAL STABILITY OF SURFACE-DENSIFIED PLANTATION POPLAR WOOD. *Lignocellulose*, 1(1), 45-54.

Zhou, Q., Chen, C., Tu, D., Zhu, Z., & Li, K. (2019). Surface Densification of Poplar Solid Wood: Effects of the Process Parameters on the Density Profile and Hardness. *BioResources*, 14(2), 4814-4831.

## **THE INFLUENCE OF PROCESS PARAMETERS ON THE SPRINGBACK AND THROUGH THICKNESS DENSITY PROFILE OF ACACIA HYBRID (*Acacia mangium x Acacia auriculiformis*)**

**Le Ngoc Phuoc<sup>1</sup>, Pham Van Chuong<sup>1</sup>, Vu Manh Tuong<sup>1</sup>, Nguyen Trong Kien<sup>1</sup>**  
*<sup>1</sup>Vietnam National University of Forestry*

### **SUMMARY**

Wood densification is a process combining heat, moisture, and mechanical action to improve the density of wood without changing the characteristics of wood. This study evaluated the significance of different process parameters: The compression ratio (CR), temperature and time levels of treatment, with an open-system thermo-mechanical method on solid wood densification and its effect on the Springback and density profile generated in Acacia hybrid wood. It was found that the process parameters strongly affected on the spring back rate of densified wood. The experiments were performed under Design Expert 8.0.6 software and data analysis was carried out in SPSS software version 22.0. The degree of compression of the wood was 30% to 50%, and its Springbank rate was 3.92% and 5.01% at 140°C and 60 minutes. Then the temperature was raised from 140°C to 180°C and time of treatment was raised from 60 minutes to 180 minutes, Springbank rate was 3.92%, 3.13% and 3.92%, 2.86%, respectively. The results showed that the parameters of thermo-mechanical the treatment have a significant influence on the characteristic indices of the formation and shape of density profile in densified wood ( $KLR_{tb}$ ,  $KLR_{max}$ ,  $KLR_{min}$ ,  $PD_i$  and  $P_b$ ). A higher temperature yielded a greater  $KLR_{tb}$  and  $PDI$  and a longer pressing time yielded a higher  $KLR_{tb}$ ,  $PD_i$  và  $PD$ , but was not significantly influenced on the  $KLR_{max}$ ,  $KLR_{min}$  và  $P_b$  of densified wood.

**Keywords:** Acacia hybrid (*Acacia mangium x Acacia auriculiformis*), density profile, process parameters, springbank, thermo-mechanical treatment.

Ngày nhận bài : 28/6/2019

Ngày phản biện : 30/7/2019

Ngày quyết định đăng : 06/8/2019