

Nghiên cứu nâng cao chất lượng gỗ Bồ đề (*Styrax tonkinensis*) bằng phương pháp sử dụng hỗn hợp dung dịch NaOH và Na₂SO₃ kết hợp nén ép

Phạm Tường Lâm*, Cao Quốc An, Nguyễn Tất Thắng, Phạm Thị Ánh Hồng, Đỗ Văn Dũng
Trường Đại học Lâm nghiệp

Research on improving the quality of *Styrax tonkinensis* wood using a combination of NaOH and Na₂SO₃ solution followed by compression method

Pham Tuong Lam*, Cao Quoc An, Nguyen Tat Thang, Pham Thi Anh Hong, Do Van Dung
Viet Nam National University of Forestry

*Corresponding author: phamtuonglamvfu@gmail.com

<https://doi.org/10.55250/jo.vnuf.13.3.2024.115-124>

TÓM TẮT

Bài viết này đã tiến hành biến tính gỗ Bồ đề (*Styrax tonkinensis*) sử dụng phương pháp tách loại một phần lignin và hemicellulose bằng hóa chất và nén ép gỗ tỉ suất cao nhằm nâng cao một số tính chất cơ học và vật lý của gỗ Bồ đề. Nghiên cứu đã tiến hành thực nghiệm sử dụng hỗn hợp dung dịch NaOH và Na₂SO₃ để tách loại một phần lignin đối với gỗ Bồ đề ở các cấp thời gian (4 giờ, 6 giờ, 8 giờ), sau đó nén ép gỗ ở cùng tỉ suất nén 70%. Đồng thời cũng tiến hành thực nghiệm nén ép với các cấp tỉ suất nén (60%, 70%, 80%) đối với gỗ sau khi đã được tách loại một phần lignin trong thời gian 6 giờ. Mẫu gỗ sau khi xử lý được thử nghiệm các tính chất cơ học và vật lý gồm: tỉ suất nén thực tế, khối lượng riêng, độ đàn hồi trở lại, độ cứng tĩnh, độ bền uốn tĩnh và môđun đàn hồi uốn tĩnh. Kết quả nghiên cứu cho thấy: Gỗ Bồ đề sau khi xử lý tách loại lignin và nén ép tỉ suất cao (> 60%) có các tính chất cơ học và vật lý được cải thiện hơn rất nhiều so với gỗ đối chứng. Trong điều kiện xử lý gỗ phù hợp, gỗ nén có tỉ suất nén thực tế đạt trên 68%; khối lượng riêng của gỗ nén tăng trên 3 lần; độ đàn hồi trở lại giảm 4-5 lần; độ cứng tĩnh tăng trên 11 lần; độ bền uốn tĩnh và môđun đàn hồi uốn tĩnh tăng trên 5 lần. Như vậy, thời gian tách loại lignin và tỉ suất nén có ảnh hưởng rõ nét tới một số tính chất cơ học và vật lý của gỗ Bồ đề. Qua kết quả nghiên cứu này, để đảm bảo chất lượng của gỗ nén, tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình nén ép gỗ tỉ suất cao và đem lại hiệu quả kinh tế nên xử lý tách loại lignin cho gỗ Bồ đề trong thời gian 6 giờ và nén ép gỗ với tỉ suất 70% là phù hợp.

ABSTRACT

This article investigates the modification of *Styrax tonkinensis* wood using a method involving partial lignin and hemicellulose extraction with chemicals and high-density wood compression, which significantly improves several mechanical and physical properties of *Styrax tonkinensis* wood. The study experimented with a mixture of NaOH and Na₂SO₃ solutions to partially extract lignin from *Styrax tonkinensis* wood at various time intervals (4 hours, 6 hours, 8 hours), followed by wood compression at a consistent compression ratio of 70%. Additionally, compression tests were conducted at different compression ratios (60%, 70%, 80%) for wood after partial lignin extraction for 6 hours. The treated wood samples were tested for mechanical and physical properties including actual compression ratio, density, resilience, static hardness, static bending strength, and static modulus of elasticity. The research results showed that *Styrax tonkinensis* wood, after treatment involving lignin extraction and high-density compression (> 60%), exhibited significantly improved mechanical and physical properties compared to the control wood. Under suitable wood treatment conditions, compressed wood achieved an actual compression ratio of over 68%; the density of compressed wood increased by over 3

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 16/02/2024

Ngày phản biện: 19/03/2024

Ngày quyết định đăng: 08/04/2024

Từ khóa:

Gỗ Bồ đề, hỗn hợp dung dịch NaOH và Na₂SO₃, nén ép tỉ suất cao, tách loại một phần lignin.

Keywords:

High compression, partial lignin separation, *styrax tonkinensis* wood, the mixture solution of NaOH and Na₂SO₃.

times; resilience decreased by 4-5 times; static hardness increased by over 11 times; static bending strength and static modulus of elasticity increased by over 5 times. Thus, the lignin extraction time and compression ratio distinctly influenced several mechanical and physical properties of *Styrax tonkinensis* wood. Based on these research findings, to ensure the quality of compressed wood, facilitate the high-density wood compression process, and achieve economic efficiency, lignin extraction for *Styrax tonkinensis* wood for 6 hours followed by wood compression at a 70% compression ratio is recommended.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Gỗ Bồ đề (*Styrax tonkinensis*) là một loại gỗ rất phổ biến và được sử dụng rộng rãi ở Việt Nam trong các lĩnh vực sản xuất đồ mộc, ván nhân tạo, sản xuất bột giấy... [1]. Bồ đề là loại cây phát triển nhanh, nên gỗ thường có độ bền cơ học thấp, độ ổn định kích thước kém và không đồng đều [2]. Theo TCVN 12619-2:2019 về Phân loại gỗ theo tính chất vật lý và cơ học thì gỗ Bồ đề thuộc nhóm 6, có khối lượng riêng $0,4 \text{ g/cm}^3$ và được đánh giá là loại gỗ có độ bền tự nhiên thấp. Đây là nhược điểm làm hạn chế phạm vi sử dụng của loại gỗ này.

Nhằm mở rộng phạm vi sử dụng của gỗ Bồ đề, đáp ứng các yêu cầu về chất lượng nguyên liệu sử dụng trong kiến trúc và nội thất, như tăng cường độ bền cho gỗ, tiệm cận với chất lượng và có thể thay thế một số loại gỗ rừng tự nhiên. Giải pháp được đưa ra là có thể biến tính sử dụng phương pháp nén ép nhằm làm tăng chất lượng của gỗ. Gỗ với các tính chất cơ học và vật lý thấp có thể được thay đổi cải thiện bằng nhiều cách kết hợp các phương pháp xử lý nén ép nhiệt và hóa học... [3-9]. Đây là các giải pháp hữu hiệu và đang được rất nhiều các nhà khoa học trong và ngoài nước quan tâm nghiên cứu.

Với các giải pháp nén ép gỗ hiện nay được

thực hiện trong nước áp dụng trên một số loại gỗ rừng trồng phổ biến thì tỉ suất nén ép thông thường chỉ được khoảng 40%, các phương pháp này có thể cải thiện được một số tính chất vật lý và cơ học cho gỗ ở mức độ nhất định [6, 7, 9]. Để tạo ra vật liệu có độ bền cao với tính chất cơ học vượt trội hơn thì phương pháp thông thường là chưa đạt được. Nghiên cứu đã đưa ra giải pháp biến tính gỗ bằng phương pháp hóa nhiệt cơ, gỗ sẽ được tách loại một phần lignin và hemicellulose bằng hóa chất, sau đó được nén ép ở nhiệt độ $100 \pm 5^\circ\text{C}$. Gỗ sau khi xử lý hóa học, một phần vừa đủ lignin và hemicellulose bên trong gỗ được loại bỏ, khoảng trống trong cấu trúc gỗ được nới rộng. Kết hợp với trạng thái đàn dẻo lúc này của gỗ sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình nén ép gỗ tỉ suất cao (>60%). Qua đó sẽ có thể tạo ra được vật liệu gỗ có khối lượng riêng lớn và tính chất cơ học cao hơn nhiều lần so với gỗ thông thường chưa xử lý.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

- Vật liệu gỗ: gỗ Bồ đề (*Styrax tonkinensis*), được khai thác tại xã Cao Sơn, huyện Đà Bắc, tỉnh Hòa Bình. Gỗ được xẻ thành các thanh cơ sở với 3 cấp chiều dày khác nhau, cụ thể: Dài \times Rộng \times Dày (mm): (M1): 250x45x15; (M2) 250x45x20; (M3) 250x45x30.



Hình 1. Mẫu gỗ Bồ đề xẻ thanh trước xử lý

- Hóa chất sử dụng: Vẩy xút (NaOH 98%), bột Na₂SO₃ (98%), nước khử Ion.

2.2. Thiết bị, dụng cụ nghiên cứu

Các thiết bị chính sử dụng trong nghiên cứu thuộc Phòng thí nghiệm Viện Công nghiệp Gỗ và Nội thất, Trường Đại học Lâm nghiệp, bao gồm:

- Máy ép nhiệt: lực ép 25 tấn, áp suất tối đa 200 bar;

- Tủ sấy Memmer: khoảng nhiệt độ điều chỉnh 10-250°C;

- Thước kẹp điện tử Mitutoyo: độ chính xác 0,01 mm;

- Cân điện tử Adventurer Pro: độ chính xác ± 0,01g;

- Thiết bị kiểm tra tính chất cơ học: MQTest 25.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được thực hiện đơn yếu tố với các yếu tố thay đổi và cố định như sau:

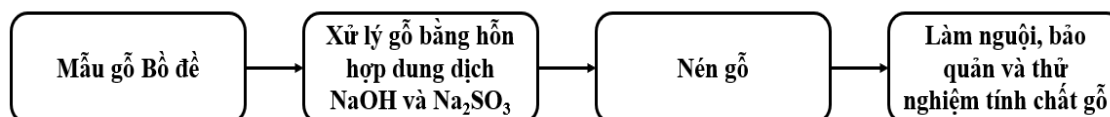
- Thay đổi 3 cấp thời gian xử lý gỗ bằng hóa chất: 4 giờ, 6 giờ, 8 giờ. Cố định nhiệt độ nén ép 100±5°C; tỉ suất nén danh nghĩa 70%; thời gian ép: 2 giờ.

- Thay đổi 3 cấp tỉ suất nén danh nghĩa: 60%, 70%, 80%. Cố định nhiệt độ nén ép 100±5°C; thời gian tách loại lignin 6 giờ; thời gian ép: 2 giờ.

- Số lượng thí nghiệm: 6 cấp thí nghiệm × 3 lần lặp.

2.3.2. Các bước tiến hành thí nghiệm

Các bước thí nghiệm được thực hiện theo sơ đồ Hình 2.



Hình 2. Sơ đồ các bước thí nghiệm

Bước 1: Chuẩn bị mẫu và hỗn hợp dung dịch

- Gỗ Bò đề được xẻ theo phương tiếp tuyến với 03 cấp kích thước mẫu: Dài × Rộng × Dày (mm): (M1): 250x45x15; (M2) 250x45x20; (M3) 250x45x30;

- Hóa chất sử dụng: NaOH, Na₂SO₃, nước khử Ion.

- Tạo 1000 ml hỗn hợp dung dịch NaOH và Na₂SO₃ với tỷ lệ Mol là 2,5 M NaOH + 0,4 M Na₂SO₃ cụ thể như sau: Dùng khoảng 800 ml nước sạch làm dung môi ban đầu, sử dụng 100g NaOH + 50,4g Na₂SO₃ dạng bột tiến hành hòa tan trong dung môi này. Sau khi hòa tan chất rắn, tiếp tục thêm nước sạch vào bình thí nghiệm cho đủ 1000 ml dung dịch và khuấy đều để chất rắn tan hoàn toàn.

Bước 2: Tiến hành thí nghiệm xử lý gỗ bằng hỗn hợp dung dịch NaOH và Na₂SO₃

- Sử dụng mẫu gỗ bò đề đã xẻ thanh theo kích thước thiết kế đưa vào nồi thí nghiệm, mẫu gỗ được xếp vuông góc với nhau theo từng lớp và được kê cách nhau một khoảng

0,3-0,5 mm. Sau đó đưa hỗn hợp dung dịch NaOH và Na₂SO₃ vào nồi thí nghiệm, sao cho lớp gỗ trên cùng được nhấn chìm hoàn toàn trong hỗn hợp dung dịch trong suốt quá trình xử lý.

- Gỗ sau khi được xếp vào trong nồi thí nghiệm bắt đầu tiến hành gia nhiệt để luộc, thời gian luộc (thời gian xử lý) được tính khi dung dịch bắt đầu sôi.

- Gỗ sau khi xử lý được đưa ra khỏi nồi thí nghiệm và rửa bằng nước sạch, sau đó tiến hành luộc trong nước khử ion trong thời gian 10 phút.

Bước 3: Thực hiện nén ép gỗ

- Gỗ sau khi xử lý ở Bước 2 ngay lập tức được đưa lên bàn máy ép nhiệt để tiến hành nén ép gỗ. Lúc này máy ép nhiệt đã được gia nhiệt ở nhiệt độ khoảng 100±5°C.

- Thí nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian xử lý hóa chất: mẫu gỗ được xử lý bằng hóa chất ở các cấp thời gian: 4 giờ, 6 giờ, 8 giờ, sau đó được nén từ chiều dày thiết kế 20 mm

về chiều dày đích là 6 mm (tỉ suất nén 70%).

- Thí nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của tỉ suất nén: Mẫu gỗ được xử lý bằng hóa chất trong thời gian 6 giờ, sau đó gỗ được nén từ các cấp chiều dày thiết kế 15 mm, 20 mm, 30 mm về chiều dày đích là 6 mm (tương ứng với các cấp tỉ suất nén danh nghĩa 60%, 70%, 80%).

- Thời gian nén gỗ đến chiều dày đích là 2 phút/1 mm chiều dày, áp suất ép 5 MPa, nhiệt độ ép 100±5°C. Khi gỗ được nén tới chiều dày đích tiếp tục duy trì áp suất nén này lên mẫu

gỗ trong thời gian 2 giờ và nhiệt độ ép không đổi đến khi kết thúc quá trình nén ép.

- Mẫu gỗ sau khi nén ép được để ổn định trong điều kiện phòng và sử dụng để thực hiện kiểm tra các tính chất của gỗ.

2.3.3. Phương pháp kiểm tra chất lượng gỗ

Tiến hành cắt mẫu gỗ sau xử lý và kiểm tra chất lượng gỗ biến tính theo các tiêu chuẩn hiện hành (Bảng 1). Số lượng mẫu gỗ xử lý: 10 mẫu x 3 lần lặp/1 chế độ thí nghiệm và số mẫu đối chứng: 10 mẫu.

Bảng 1. Phương pháp xác định các tính chất cơ lý của gỗ Bò đề

TT	Chỉ tiêu kiểm tra	Số lần lặp	Kích thước mẫu, (mm)	Tiêu chuẩn thử
A	Tính chất vật lý			
1	Tỉ suất nén thực tế	3	250x45x6	Tham khảo phương pháp tính từ bài báo [7]
2	Khối lượng riêng	3	20x20x6	TCVN 13707-2:2023
3	Độ đàn hồi trở lại	3	250x45x6	Tham khảo phương pháp tính từ bài báo [10]
B	Tính chất cơ học			
4	Độ cứng tĩnh	3	50x45x6	TCVN 13707-12:2023
5	Độ bền uốn tĩnh, mô đun đàn hồi uốn tĩnh	3	250x20x6	TCVN 13707-3,4:2023

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của thời gian xử lý hóa chất

và tỉ suất nén danh nghĩa tới tỉ suất nén thực tế của gỗ

Bảng 2. Ảnh hưởng của thời gian xử lý hóa chất tới tỉ suất nén thực tế của gỗ Bò đề

TT	Tỉ suất nén danh nghĩa (%)	Thời gian xử lý hóa chất (giờ)	Thời gian nén ép (giờ)	Nhiệt độ nén ép (°C)	Tỉ suất nén thực tế (%)	
					TB	Sd
1	70	4	2	100±5	64,35	2,26
2	70	6	2	100±5	68,28	1,57
3	70	8	2	100±5	67,94	1,83

Chú thích: TB- Giá trị trung bình; Sd- Độ lệch chuẩn.

Bảng 3. Ảnh hưởng của tỉ suất nén danh nghĩa tới tỉ suất nén thực tế

TT	Tỉ suất nén danh nghĩa (%)	Thời gian xử lý hóa chất (giờ)	Thời gian nén ép (giờ)	Nhiệt độ ép (°C)	Tỉ suất nén thực tế (%)	
					TB	Sd
1	60	6	2	100±5	56,48	1,95
2	70	6	2	100±5	68,28	1,93
3	80	6	2	100±5	73,91	2,56

Chú thích: TB- Giá trị trung bình; Sd- Độ lệch chuẩn.

Kết quả nghiên cứu ở Bảng 2 cho thấy, ở tất cả các chế độ thời gian xử lý, tỉ suất nén thực

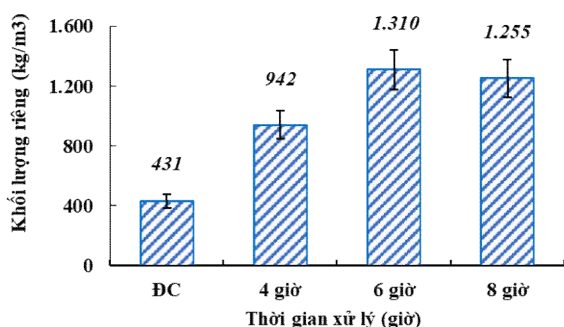
tế đều nhỏ hơn tỉ suất nén danh nghĩa. Nguyên nhân của hiện tượng này là trong quá

trình nén ép, gỗ ở trạng thái đàn dẻo, thể tích các vùng rỗng trong gỗ giảm. Kết thúc quá trình nén ép, lượng không khí trong gỗ đang ở trạng thái áp suất cao sẽ thoát ra ngoài làm cho gỗ bị dẫn nở. Điều này tương đồng với kết quả nghiên cứu của Phạm Văn Chương và cộng sự [7]. Từ kết quả nghiên cứu cũng cho thấy, thời gian xử lý tăng từ 4 giờ tới 6 giờ thì tỉ suất nén thực tế của gỗ Bồ đề có xu thế tăng nhanh từ 64,35% lên đến 68,28%, nhưng khi kéo dài thời gian xử lý lên tới 8 giờ, có thể thấy tỉ suất nén thực tế của gỗ lại có xu hướng giảm xuống chỉ còn 67,94%. Điều này được giải thích, khi thời gian xử lý chưa đủ dài (mức 4 giờ) thành phần lignin, hemicellulose và một số chất khác có trong gỗ chưa được loại bỏ tới mức tối ưu, dẫn đến sau quá trình nén ép, vách tế bào gỗ chỉ bị sập (xẹp xuống) một phần, độ rỗng bên trong cấu trúc gỗ nén vẫn còn cao, độ chặt của các thành phần cellulose trong cấu trúc gỗ ở mức thấp, có thể nói gỗ nén lúc này có sự liên kết chưa chặt chẽ, đặc biệt là liên kết giữa các lớp cellulose với nhau. Điều này dẫn tới khả năng đàn hồi trở lại của gỗ nén sẽ cao hơn và đồng thời làm giảm tỉ suất nén thực tế. Tuy nhiên, nếu thời gian xử lý kéo quá dài cũng làm cho tỉ suất nén thực tế giảm xuống, đây cũng có thể hiểu thời gian xử lý dài làm cho hầu hết thành phần lignin trong tế bào gỗ bị loại bỏ, dẫn đến thành phần cellulose trong gỗ không còn khả năng liên kết bởi tác nhân lignin, khi khả năng liên kết của tế bào gỗ giảm thì độ đàn hồi trở lại của gỗ sau nén ép cũng sẽ tăng lên, đây cũng có thể

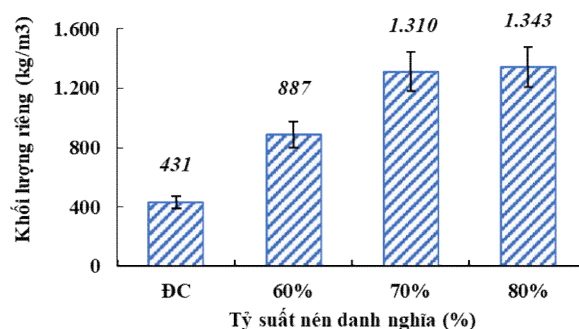
là nguyên nhân dẫn đến tỉ suất nén thực tế giảm khi thời gian xử lý kéo dài. Kết quả nghiên cứu này cũng tương đồng với các nghiên cứu của tác giả Song Jianwei [11]. Thời gian xử lý hóa chất là 6 giờ cho tỉ lệ nén thực tế của gỗ ở mức cao nhất là 68,28%.

Dựa vào kết quả ở Bảng 3 có thể thấy, tỉ suất nén danh nghĩa tỉ lệ thuận với tỉ suất nén thực tế, khi tỉ suất nén danh nghĩa tăng từ 60%, 70%, 80% thì tỉ suất nén thực tế cũng tăng theo lần lượt là 56,48%, 68,28% và 73,91%. Tỉ suất nén danh nghĩa ở mức 70% thì gỗ sau nén đạt được tỉ lệ nén là cao hơn cả, với tỉ suất nén danh nghĩa này cho gỗ đạt được trạng thái chặt chẽ tối ưu. Với mức tỉ suất nén ép danh nghĩa thấp hơn ở mức 60% tỉ suất nén thực tế đạt 56,48% hiệu quả nén ép thấp hơn so với mức nén 70%, điều này có thể là do ở tỉ suất nén 60% thì cấu trúc gỗ chưa đạt được độ chặt tốt nhất, tức là cấu tạo bên trong gỗ có thể còn nhiều không gian trống, đây là nguyên nhân không thể thúc đẩy được các liên kết xếp chồng của cellulose thông qua liên kết hydro, chính liên kết này kết hợp liên kết bằng phần dư chất kết dính lignin làm cho cấu trúc gỗ nén (gỗ đặc) được bền vững [11]. Khi tỉ suất nén của gỗ cao hơn (80%) thì tỉ lệ nén thực tế đạt được là không cao chỉ ở ngưỡng 73-74%, với tỉ suất nén này cấu trúc gỗ có thể đạt tới độ chặt tới hạn, tuy nhiên lượng gỗ sử dụng sẽ tổn hao rất lớn.

3.2. Ảnh hưởng của thời gian xử lý hóa chất và tỉ suất nén danh nghĩa tới khối lượng riêng của gỗ



Hình 3. Ảnh hưởng của thời gian xử lý hóa chất tới khối lượng riêng của gỗ



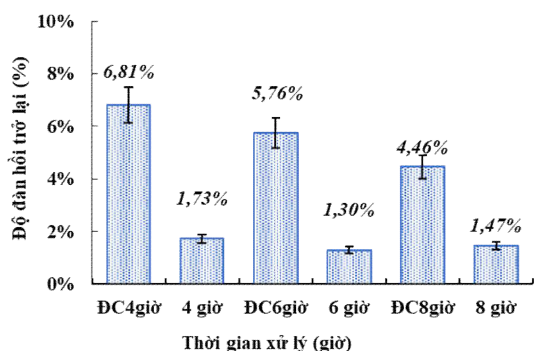
Hình 4. Ảnh hưởng của tỉ suất nén tới khối lượng riêng của gỗ

Từ biểu đồ Hình 3 có thể thấy, thời gian xử lý có ảnh hưởng rõ nét tới khối lượng riêng của gỗ nén. Gỗ sau khi được xử lý bằng hóa chất và nén ép đều có khối lượng riêng cao hơn rất nhiều so với mẫu đối chứng, khối lượng riêng của gỗ nén sau xử lý trong thời gian 4 giờ, 6 giờ, 8 giờ lần lượt tăng lên 2,18 lần, 3,03 lần và 2,91 lần so với khối lượng riêng của gỗ chưa được xử lý. Có thể thấy, ở cùng một tỉ suất nén ép là 70% tuy nhiên khi mẫu được xử lý hóa chất với các cấp thời gian khác nhau cho khối lượng riêng của gỗ sau nén ép có sự thay đổi khá nhiều về mặt trị số so với gỗ đối chứng. Cũng trên biểu đồ này có thể thấy, với thời gian xử lý hóa chất là 6 giờ cho gỗ nén có khối lượng riêng là cao nhất, đạt trên 1.300 kg/m³. Kết quả nghiên cứu này cũng tương đồng với các kết quả nghiên cứu của nhóm tác giả Shi Jiangtao [12].

Từ biểu đồ Hình 4 có cho thấy, tỉ suất nén danh nghĩa có ảnh hưởng rất rõ nét tới khối lượng riêng của gỗ nén, tỉ suất nén càng cao thì khối lượng riêng của gỗ cũng càng tăng. Khi tỉ suất nén danh nghĩa tăng từ 60%, 70%, 80% thì khối lượng riêng của gỗ nén tăng lần lượt cao hơn gấp 2,05 lần, 3,03 lần và 3,12 lần so với gỗ chưa xử lý. Với tỉ suất nén danh nghĩa ở mức 70% thì khối lượng riêng của gỗ đạt tới 1.310 kg/m³. Tuy nhiên, khi tỉ suất nén danh nghĩa tiếp tục tăng lên đến 80%, có thể thấy

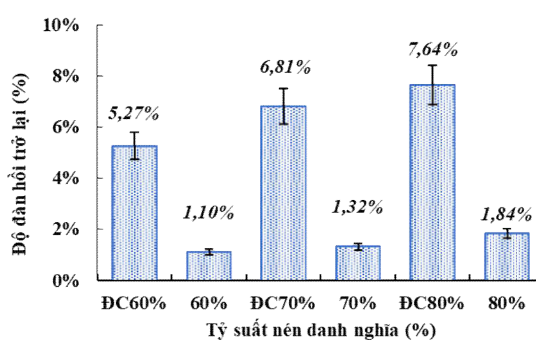
khối lượng riêng của gỗ tăng rất ít. Nguyên nhân có thể là do, khi nén ép gỗ với tỉ suất quá lớn dẫn đến hiện tượng mật độ gỗ trên một đơn vị thể tích (khối lượng riêng gỗ) đạt tới hạn, tiếp tục tăng tỉ suất nén có thể làm gỗ bị nén bẹp và trượt khỏi cỡ cố định, thậm chí có thể làm phá vỡ cấu trúc liên kết giữa các bó sợi cellulose trong gỗ, làm đứt gãy hoặc phá hủy mẫu. Với tỉ suất nén thích hợp, sẽ làm cho gỗ đạt tới giới hạn độ chặt của gỗ, lúc này không gian bên trong cấu trúc gỗ bị mật độ hóa gần như hoàn toàn, bên trong gỗ các khoang trống bị nén ép và xẹp hoàn toàn làm cho các thành vách tế bào gỗ đan xen xếp chồng chặt chẽ, thậm chí các lỗ thông ngang nhỏ bên trong thành tế bào gỗ cũng bị loại bỏ do quá trình mật độ hóa. Khi đó, trong cấu trúc tế bào gỗ sẽ tạo ra hai dạng liên kết chính là liên kết lignin và liên kết hydro. Sau quá trình nén ép các sợi nano cellulose được căn chỉnh tốt trong cấu trúc gỗ và được nén chặt tạo điều kiện thuận lợi nhất cho việc hình thành liên kết hydro trong các chuỗi phân tử cellulose lân cận trong quá trình trượt tương đối giữa chúng [11]. Đây là các dạng liên kết rất bền vững giúp gỗ nén có các tính chất cơ học vượt trội.

3.3. Ảnh hưởng của thời gian xử lý hóa chất và tỉ suất nén danh nghĩa tới độ đàn hồi trở lại của gỗ



Hình 5. Ảnh hưởng của thời gian xử lý hóa chất tới độ đàn hồi trở lại của gỗ

(mẫu gỗ đối chứng được luộc bằng nước sạch với các cấp thời gian là 4 giờ, 6 giờ, 8 giờ và được nén ép với tỉ suất 70%)



Hình 6. Ảnh hưởng của tỉ suất nén tới độ đàn hồi trở lại của gỗ

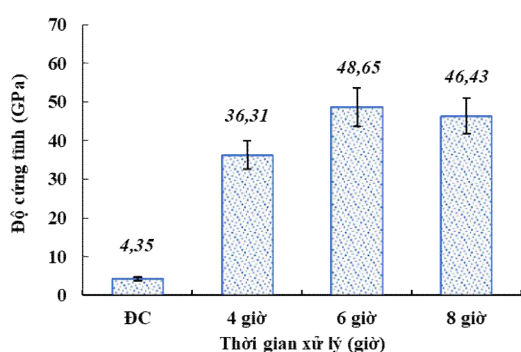
(mẫu gỗ đối chứng được luộc bằng nước sạch 6 giờ và được nén ép với tỉ suất lần lượt là 60%, 70% và 80%)

Qua biểu đồ Hình 5 có thể thấy. Độ đàn hồi trở lại của gỗ nén được xử lý hóa chất có giá trị thấp hơn so với gỗ chưa xử lý rất nhiều (mẫu gỗ đối chứng được luộc bằng nước sạch với các cấp thời gian là 4 giờ, 6 giờ, 8 giờ và được nén ép với tỉ suất 70%). Thời gian xử lý tăng lên thì độ đàn hồi trở lại của gỗ có xu thế giảm xuống, tuy nhiên cũng có thể thấy nếu thời gian xử lý quá dài thì độ đàn hồi của gỗ nén lại có chiều hướng tăng. Thời gian xử lý hóa học cho gỗ khoảng 6 giờ thì độ đàn hồi trở lại của gỗ nén ở mức thấp nhất đạt giá trị 1,30%, đây là cấp thời gian thích hợp để loại bỏ lượng vừa đủ lignin và hemicellulose trong cấu trúc gỗ Bồ đề, từ đó cải thiện được một số tính chất vật lý của gỗ nén, như nâng cao được khối lượng thể tích tối đa, giảm thiểu sự đàn hồi trở lại của gỗ sau nén. Đây là một trong những tiêu chí rất quan trọng để đánh giá được mức độ hoàn thiện của gỗ sau biến tính cũng như khả năng ứng dụng được vật liệu này vào thực tiễn sản xuất.

Biểu đồ Hình 6 thể hiện ảnh hưởng của tỉ suất nén tới độ đàn hồi trở lại của gỗ. Có thể thấy ở tất cả các cấp tỉ suất nén đều có độ đàn hồi trở lại thấp hơn nhiều so với mẫu đối chứng (mẫu đối chứng được xử lý luộc không

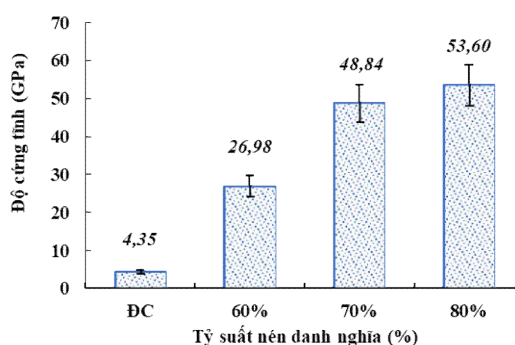
hóa chất bằng nước sạch trong cùng thời gian 6 giờ và được nén ép với các tỉ suất nén tương ứng là 60%, 70% và 80%). Tỉ suất nén càng cao thì mức độ đàn hồi trở lại của gỗ cũng tăng theo, tỉ suất nén tăng từ 60%, 70%, 80% thì độ đàn hồi trở lại của gỗ lần lượt là 1,10%, 1,32%, 1,84%. So sánh với các nghiên cứu trước đó, thì độ đàn hồi trở lại của gỗ nén tỉ suất cao có tách loại một phần lignin và hemicellulose cho các chỉ số về độ đàn hồi trở lại cũng ở mức thấp [11]. Điều này có thể hiểu là khi xử lý hóa học, một phần lignin và hemicellulose trong gỗ bị loại bỏ và gỗ được mềm hóa một cách tối đa trước khi nén ép. Việc loại bỏ một phần lignin và hemicellulose sẽ làm cho cấu trúc gỗ được rời lỏng hơn, nội ứng lực trước, trong và sau khi nén ép gỗ được giảm thiểu, dẫn đến độ đàn hồi trở lại của gỗ được hạn chế tối đa. Mặt khác, chính sự mật độ hóa tối đa trong gỗ sau nén ép sẽ là tác nhân hạn chế hút ẩm cho gỗ nén, đây cũng là nguyên nhân quan trọng giúp gỗ nén có độ đàn hồi trở lại thấp và độ ổn định cao.

3.4. Ảnh hưởng của thời gian xử lý hóa chất và tỉ suất nén danh nghĩa tới độ cứng tĩnh của gỗ



Hình 7. Ảnh hưởng của thời gian xử lý hóa chất tới độ cứng tĩnh của gỗ

Độ cứng tĩnh của gỗ đặc biệt có ý nghĩa trong ứng dụng sản xuất các loại vật liệu cần có khả năng chống chịu va đập, chống xước và chống mài mòn hiệu quả, như các ứng dụng của vật liệu chống đạn, vật liệu ô tô, vật liệu



Hình 8. Ảnh hưởng của tỉ suất nén tới độ cứng tĩnh của gỗ

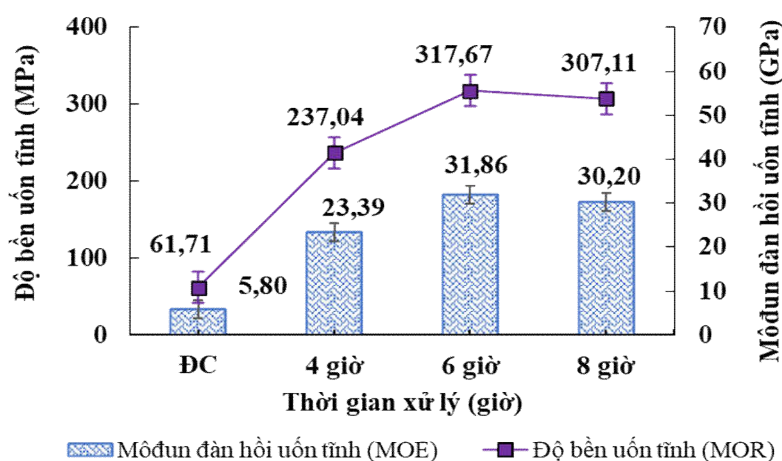
hàng không vũ trụ hay trong ngành gỗ là vật liệu sản xuất ván sàn nhằm đảm bảo tiêu chí độ cứng bề mặt khi chống chịu tác động của ngoại lực.

Từ biểu đồ Hình 7 có thể thấy, độ cứng tĩnh

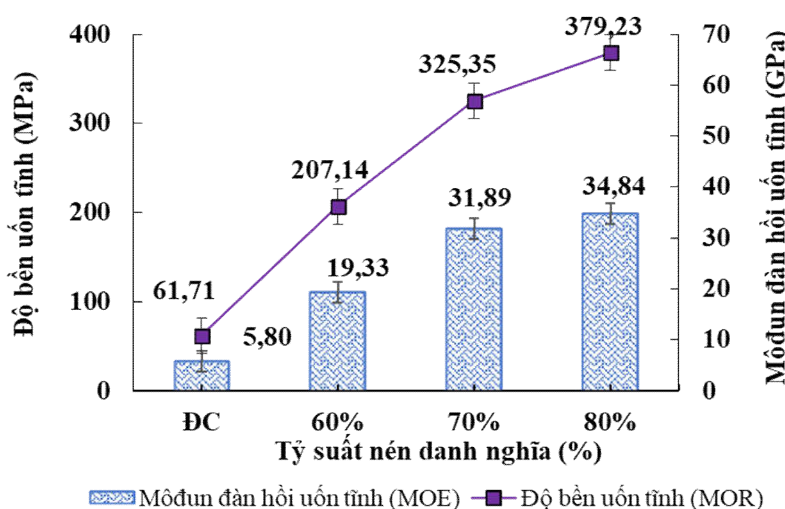
của gỗ sau nén cao hơn rất nhiều so với gỗ chưa xử lý hóa chất và nén ép, với các cấp thời gian xử lý hóa chất trong 4 giờ, 6 giờ và 8 giờ và nén ép với tỉ suất nén 70% thì gỗ nén có độ cứng tĩnh cao hơn gỗ chưa xử lần lượt là 8,35 lần, 11,18 lần và 10,67 lần. Đối với gỗ nén được xử lý hóa chất trong thời gian khác nhau thì độ cứng tĩnh của nó có xu thế trước tăng lên sau giảm xuống, và đạt giá trị độ cứng tĩnh lớn nhất là 48,65 GPa khi thời gian xử lý hóa chất là 6 giờ. Ở cấp thời gian xử lý này thì khối lượng riêng của gỗ cũng đạt được giá trị tốt nhất, dẫn đến độ cứng của gỗ nén cũng đạt giá trị cao hơn.

Biểu đồ Hình 8 có thể thấy, độ cứng tĩnh của gỗ nén tỉ lệ thuận với tỉ suất nén danh nghĩa. Gỗ sau khi nén đều có độ cứng tĩnh cao hơn rất nhiều so với gỗ chưa xử lý. Tỉ suất nén càng tăng cho giá trị độ cứng tĩnh cũng tăng theo. Khi tỉ suất nén gỗ tăng từ 60%, 70%, 80% thì độ cứng tĩnh gỗ tăng và có giá trị tương ứng là 26,98 GPa, 48,84 GPa, 53,60 GPa. Có thể thấy, khi tỉ suất nén tăng quá lớn (80%) độ cứng tĩnh gỗ nén lúc này có tăng nhưng biên độ tăng không lớn.

3.5. Ảnh hưởng của thời gian xử lý hóa chất và tỉ suất nén danh nghĩa tới độ bền uốn và môđun đàn hồi uốn tĩnh của gỗ



Hình 9. Ảnh hưởng của thời gian xử lý hóa chất tới độ bền uốn và môđun đàn hồi uốn tĩnh của gỗ



Hình 10. Ảnh hưởng của tỉ suất nén tới độ bền uốn và môđun đàn hồi uốn tĩnh của gỗ

Độ bền uốn tĩnh và môđun đàn hồi uốn tĩnh của gỗ nén xử lý hóa chất với các cấp thời gian khác nhau được thể hiện ở biểu đồ Hình 9. Tương tự như xu thế thay đổi giá trị của độ cứng tĩnh gỗ nén trong cùng điều kiện xử lý, thì độ bền uốn và môđun đàn hồi uốn tĩnh của gỗ cũng có xu thế trước tăng sau giảm khi thời gian xử lý hóa chất cho gỗ tăng lên. Độ bền uốn và môđun đàn hồi uốn tĩnh đạt giá trị lớn nhất khi gỗ nén được xử lý trong thời gian 6 giờ và lần lượt đạt được các giá trị là 317,67 MPa và 31,86 GPa. Độ bền uốn và môđun đàn hồi uốn tĩnh của gỗ nén cao hơn rất nhiều so với gỗ đối chứng chưa được xử lý và nén ép. Thời gian xử lý hóa chất cho gỗ kéo dài đến 8 giờ thì độ bền uốn và môđun đàn hồi uốn tĩnh của gỗ nén đều có xu thế giảm xuống so với điều kiện xử lý trước đó, nguyên nhân dẫn đến hiện tượng này được hiểu là ở mức xử lý 8 giờ thì hầu hết thành phần liên kết trong cấu trúc gỗ bị loại bỏ, đặc biệt là lignin, lúc này cấu trúc của gỗ mất đi khả năng liên kết lignin, liên kết gỗ bị suy yếu, dẫn đến sự suy giảm của các tính chất cơ học gỗ trong đó có hai tính chất rất quan trọng là độ bền uốn và môđun đàn hồi uốn tĩnh, đây là các tính chất cơ học quan trọng của gỗ nhằm đánh giá được cường độ và khả năng chịu lực của nó.

Biểu đồ Hình 10 cho thấy, độ bền uốn và môđun đàn hồi uốn tĩnh tỉ lệ thuận với tỉ suất nén ép, khi tỉ suất nén là 60%, 70%, 80% thì độ bền uốn tĩnh và môđun đàn hồi uốn tĩnh cũng tăng lên và lần lượt đạt được các giá trị là 207,14 MPa, 325,35 MPa, 379,23 MPa; 19,33 GPa, 31,89 GPa, 34,84 GPa. Độ bền uốn tĩnh và môđun đàn hồi uốn tĩnh gỗ sau nén cao hơn nhiều lần so với gỗ chưa xử lý hóa học và nén ép. Với tỉ suất nén 70% thì độ bền uốn tĩnh và môđun đàn hồi uốn tĩnh có giá trị cao hơn mẫu đối chứng là 5,27 lần và 5,50 lần. Khi tỉ số nén quá cao (80%) có thể thấy độ bền uốn tĩnh và môđun đàn hồi uốn tĩnh của gỗ nén có tăng, tuy nhiên biên độ tăng là không nhiều. Điều này cũng tương đồng với hầu hết

các xu thế biến thiên của các chỉ tiêu cơ lý khác của gỗ nén, như khối lượng riêng, độ cứng tĩnh.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã thực hiện tách loại một phần lignin và hemicellulose trong thành phần gỗ Bồ đề bằng hỗn hợp dung dịch NaOH và Na₂SO₃ ở các cấp thời gian 4 giờ, 6 giờ, 8 giờ. Sau đó nén ép gỗ với tỉ suất 60%, 70%, 80%. Gỗ biến tính cho các chỉ tiêu cơ lý được nâng cao hơn rất nhiều so với mẫu chưa được xử lý.

- Thời gian tách loại lignin và hemicellulose có ảnh hưởng rất lớn đến các tính chất cơ học và vật lý của gỗ sau nén. Khi thời gian xử lý tăng theo các cấp 4 giờ, 6 giờ, 8 giờ thì giá trị các tính chất cơ lý của gỗ nén đều có xu thế trước tăng lên sau giảm đi. Có thể nhận định khi xử lý gỗ Bồ đề bằng hóa học trong thời gian 6 giờ và thực hiện nén ép thì các tính chất cơ học và vật lý mẫu gỗ đều cho giá trị tốt hơn cả, thời gian xử lý hóa học cho gỗ nén ở cấp thời gian này là phù hợp, từ đó có thể tạo ra được gỗ nén có cường độ và khả năng chịu lực cao.

- Tỉ suất nén ép cũng có ảnh hưởng rất rõ nét tới một số tính chất cơ học và vật lý của gỗ Bồ đề. Mẫu gỗ Bồ đề sau khi xử lý tách loại một phần lignin và hemicellulose, tiến hành thử nghiệm nén gỗ với các tỉ suất nén 60%, 70% và 80%, nhận được các tỉ số nén thực tế lần lượt là 56,46 %, 68,28 %, 73,91%. Với tỉ suất nén danh nghĩa là 70% thì gỗ đạt được tỉ lệ nén thực tế là cao hơn cả. Gỗ sau khi nén có các tính chất cơ học cao hơn rất nhiều so với gỗ chưa xử lý. Các tính chất cơ học của gỗ nén đều cho chung một xu thế là tăng lên khi tỉ suất nén tăng. Tỉ suất nén ở mức 70% cho các chỉ số cơ học của gỗ ở mức rất cao, cấu trúc gỗ lúc này đạt tới độ chặt tới hạn. Như vậy, tỉ suất nén 70% là tỉ suất nén phù hợp để tạo ra gỗ nén Bồ đề có độ bền cao.

- Nghiên cứu đã đánh giá được xu thế biến thiên của một số tính chất cơ học và vật lý của gỗ Bồ đề khi thực hiện xử lý hóa học và nén ép tỉ suất cao. Bước đầu xác định được một số

thông số công nghệ phù hợp nhằm biến tính gỗ Bồ đề, tạo ra vật liệu có các tính chất cơ lý vượt trội hơn nhiều so với gỗ chưa xử lý. Qua đó góp phần mở rộng phạm vi ứng dụng của gỗ Bồ đề trong lĩnh vực vật liệu đặc biệt là trong lĩnh vực kiến trúc và nội thất.

Lời cảm ơn

Trân trọng cảm ơn Trường Đại học Lâm nghiệp đã hỗ trợ kinh phí, trang thiết bị phục vụ nghiên cứu đề tài KHCN cấp Cơ sở “Nghiên cứu nén ép gỗ Bồ đề bằng phương pháp loại bỏ một phần lignin”. Kết quả nghiên cứu của đề tài là tài liệu quan trọng phục vụ cho công bố này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Nguyễn Cảnh Mão & Dương Văn Đoàn (2013). Nghiên cứu ảnh hưởng của quá trình xử lý nhiệt độ cao đến tính chất cơ lý của gỗ bồ đề (*Styrax tonkinensis*). Tạp chí Khoa học & Công nghệ, Đại học Thái Nguyên. 108(8): 147 - 151.

[2]. Nguyễn Minh Ngọc & Vũ Mạnh Tường (2017). Nghiên cứu một số tính chất vật lý của Compozit từ gỗ Bồ đề (*Styrax tonkinensis*) và nhựa phenol formaldehyde. Tạp chí Khoa học và Lâm nghiệp. (1): 61-68.

[3]. Gabrielli Chris P & Kamke Frederick (2010). Phenol-formaldehyde impregnation of densified wood for improved dimensional stability. Wood Science Technology. (44): 95-104.

[4]. Darwis Atmawi, Wahyudi Imam, Dwianto Wahyu & Cahyono Tekat Dwi (2017). Densified wood anatomical structure and the effect of heat treatment on the recovery of set. Journal of the Indian Academy of Wood Science. (14): 24-31.

[5]. Jung Woochul, Savithri Dhanalekshmi, Sharma-Shivappa Ratna & Kolar Praveen (2018). Changes in lignin chemistry of switchgrass due to delignification by sodium hydroxide pretreatment. Energies. 11(2): 376.

[6]. Lê Ngọc Phước, Phạm Văn Chương, Vũ Mạnh Tường & Nguyễn Trọng Kiên (2019). Ảnh hưởng của tham số ép đến độ đàn hồi trở lại và phân bố khối lượng riêng theo chiều dày. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp. (4): 144-152.

[7]. 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 Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp. (1): 88-95.

[8]. Jakob Matthias, Stemmer Gregor, Czabany Ivana, Müller Ulrich & Gindl-Altmatter Wolfgang (2020). Preparation of high strength plywood from partially delignified densified wood. Polymers. 12(8): 1796.

[9]. Nguyễn Thị Tuyên, Phạm Văn Chương & Nguyễn Việt Hưng (2022). Ảnh hưởng của chế độ xử lý nhiệt-cơ đến tính chất vật lý và cơ học của gỗ sa mộc (*cunninghamia lanceolata* lamb. hook). Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp. (7): 101-111. <https://doi.org/10.55250/jo.vnuf.2022.7.101-111>.

[10]. Xu Xinwu & Tang Z (2012). Vertical compression rate profile and dimensional stability of surface-densified plantation poplar wood. Lignocellulose. 1(1): 45-54.

[11]. Song Jianwei, Chen Chaoji, Zhu Shuze, Zhu Mingwei, Dai Jiaqi, Ray Upamanyu, Li Yiju, Kuang Yudi, Li Yongfeng & Quispe Nelson (2018). Processing bulk natural wood into a high-performance structural material. Nature. 554(7691): 224-228.

[12]. Shi Jiangtao, Peng Junyi, Huang Qiongtao, Cai Liping & Shi Sheldon Q (2020). Fabrication of densified wood via synergy of chemical pretreatment, hot-pressing and post mechanical fixation. Journal of Wood Science. 66(1): 1-9.