

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG GỖ KEO LAI (*Acacia mangium* x *Acacia auriculiformis*) BẰNG PHƯƠNG PHÁP NHIỆT-CƠ DÙNG ĐỂ SẢN XUẤT VÁN SÀN

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

HÀ NỘI, 2020

Luận án được hoàn thành tại: Trường Đại học Lâm nghiệp

Người hướng dẫn khoa học:

Phản biện 1:.....

Phản biện 2:.....

Phản biện 3:.....

Luận án sẽ được bảo vệ tại Hội đồng chấm luận án cấp
Trường họp tại:

Vào hồi giờ.....ngày.....tháng.....năm.....

Có thể tìm hiểu luận án tại thư viện: Thư viện Quốc gia và
Thư viện trường Đại học Lâm nghiệp

ĐẶT VẤN ĐỀ

Gỗ Keo lai đã được bộ Nông nghiệp và phát triển Nông thôn định hướng là cây chủ lực trong chương trình thay thế trồng rừng gỗ nhỏ thành trồng rừng gỗ lớn theo quyết định 774/QĐ-BNN-TCLN ngày 18/4/2014. Gỗ Keo lai có nhiều ưu điểm như thớ gỗ thẳng, có màu sắc và vân thớ tương đối đẹp, nhưng gỗ Keo lai cũng có nhiều nhược điểm đó là gỗ nhẹ, độ bền cơ học thấp, khả năng hút nước cao, chất lượng gỗ không đồng đều. Vì vậy, hiện nay sản phẩm gỗ từ gỗ Keo lai không thu hút được nhiều người sử dụng, đặc biệt là sử dụng làm ván sàn.

Đề thu hút khách hàng sử dụng ván sàn sử dụng gỗ mọc nhanh rừng trồng công việc cần làm là nâng cao chất lượng gỗ nguyên liệu, làm thay đổi độ cứng, làm tăng tính ổn định kích thước, ... Loại hình công nghệ hiện nay đang được thế giới quan tâm và đã được ứng dụng đó là công nghệ biến tính áp dụng nguyên lý nhiệt-cơ. Đây là công nghệ sử dụng các yếu tố chính là nhiệt độ cao và áp suất để làm tăng mật độ của gỗ, từ đó có thể nâng cao được một số tính chất vật lý, nâng cao độ bền cơ học gỗ và làm giảm cong vênh cho gỗ. Công nghệ này là công nghệ rất thân thiện môi trường do trong quá trình sản xuất không sử dụng hoá chất độc hại, thiết bị sử dụng tương đối đơn giản vì nó tương tự các thiết bị hiện đang được sử dụng, cơ bản có tại các nhà máy chế biến gỗ hiện nay.

CHƯƠNG 1 TỔNG QUAN TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU

1.1. Tổng quan về biến tính gỗ bằng phương pháp nhiệt-cơ

1.1.1. Tình hình nghiên cứu trên thế giới về gỗ xử lý bằng phương pháp nhiệt-cơ

Kristiina Laine (2014) đã nghiên cứu quá trình hoá mềm gỗ cho mục đích nén lớp gỗ bề mặt. Tác giả cho rằng, ở điều kiện thường gỗ được coi là vật liệu cứng và dòn, nhưng khi tăng nhiệt độ và/hoặc tăng độ ẩm gỗ sẽ chuyển sang trạng thái dẻo và dãn. Nhiệt độ chuyển trạng thái Tg của cellulose, hemicellulose và lignin là khác nhau. Tg của gỗ khi độ ẩm cao phụ thuộc chủ yếu vào cấu trúc lignin, đặc biệt phụ thuộc vào số lượng nhóm methoxyl có khả năng tham gia phản ứng

Oleksandr Skyba và cộng sự (2009) đã nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ ép gỗ tới chất lượng gỗ nén. Tác giả đã thực nghiệm cho 02 loại gỗ Vân sam Na Uy (*Picea abies* Karst.) và Dẻ gai (*Fagus sylvatica* L.), với 03 mức nhiệt độ là 140, 160 và 180 °C và thời gian ép 20 phút, tác giả đã chứng minh nhiệt độ nén ép ảnh hưởng rõ nét tới mức độ đàn hồi trở lại sau khi nén, ảnh hưởng đến độ cứng và mô đun đàn hồi của gỗ. Ở nhiệt độ ép 180 °C, độ đàn hồi trở lại của gỗ sau nén ép là nhỏ nhất.

Zeki Candan và cộng sự (2013) đã nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ ép và áp suất ép đến tính chất gỗ nén. Tác giả đã thực nghiệm với gỗ Dương (*Populus spp.*); các mẫu gỗ được hoá mềm và nén ép trong máy ép nhiệt với 2 mức nhiệt độ ép 150 °C và 170 °C; với 2 mức áp suất ép là 1,0 MPa và 2,0 MPa trong thời gian ép là 45 phút. Kết quả nghiên cứu cho thấy: Khối lượng thể tích và độ cứng tĩnh của gỗ tăng khi áp suất ép tăng. Nhiệt độ ép và áp suất ép ảnh hưởng không rõ nét đến độ trương nở chiều dày (TS) của gỗ nén.

Benedikt Neyses và cộng sự (2016) đã nghiên cứu giải pháp làm giảm độ đàn hồi trở lại của gỗ nén bằng xử lý hoá chất. Tác giả đã thực nghiệm với gỗ Thông (*Pinus sylvestris* L.). Trước khi nén ép các mẫu được ngâm trong dung dịch Silicat Natri (Na_2SiO_3) và Hydroxit Natri (NaOH), thời gian ngâm 90 giây. Sau khi ngâm hoá chất, các mẫu được

nén ép trên máy ép có mặt bàn trên được gia nhiệt và mặt bàn dưới không gia nhiệt (nén ép 1 mặt). Tỷ suất nén 12%, thời gian đóng bàn ép 30 giây, thời gian ép mẫu 60 giây, nhiệt độ bàn ép trên 130 °C, sau đó làm nguội đến 80 °C trước khi lấy mẫu ra khỏi bàn ép. Kết quả cho thấy với hầu hết các chế độ xử lý, độ đàn hồi trở lại của chu kỳ ngâm nước - sấy lần thứ hai giảm so với chu kỳ lần thứ nhất.

1.1.2. Tình hình nghiên cứu tại Việt Nam về công nghệ biến tính gỗ bằng phương pháp nhiệt-cơ

Nguyễn Minh Hùng (2016), đã nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian của giai đoạn ổn định kích thước đến tính chất của gỗ nén chĩnh hình. Tác giả đã thực nghiệm nén chĩnh hình đối với gỗ Bò đề (*Styrax tonkinensis*), với 6 mức nhiệt độ là 160, 170, 180, 190, 200 và 210 °C, với 5 mức thời gian là 0,5, 2,5, 4,5, 6,5 và 8,5 giờ. Kết quả nghiên cứu đã khẳng định: Khi nhiệt độ tăng, độ đàn hồi trở lại của gỗ giảm và khả năng chống trương nở (ASE) tăng. Điều đó có nghĩa là độ ổn định kích thước tăng khi thời gian xử lý tăng..

Phạm Văn Chương và cộng sự (2015) đã hoàn thành đề tài Nghiên cứu công nghệ và thiết bị xử lý gỗ Tổng quá sử để sản xuất cấu kiện xây dựng nhà nông thôn, Mã số: KC.07.15/11-15. Đề tài đã đưa ra các kết luận chính gồm: (1) Áp dụng phương pháp nhiệt-cơ có thể nâng cao được độ bền cơ học của gỗ Tổng quá sử từ gỗ nhóm VI lên gỗ nhóm III theo TCVN 1072:1971; (2) Gỗ sau khi xử lý biến tính có thể sử dụng làm nguyên liệu sản xuất cấu kiện xây dựng làm nhà ở nông thôn; (3) Giải pháp xử lý nhiệt-cơ có thể áp dụng tốt với gỗ có khối lượng riêng thấp như gỗ Tổng quá sử.

1.2. Tình hình nghiên cứu về ván sàn sử dụng gỗ biến tính

1.2.1. Tình hình nghiên cứu trên thế giới về ván sàn sử dụng gỗ biến tính

O. Unsal và các cộng sự (2007), Bộ môn Máy và công nghệ gỗ, khoa Lâm nghiệp, Đại học Istanbul, Thổ Nhĩ Kỳ đã nghiên cứu ảnh hưởng của áp suất ép và nhiệt độ ép đến độ ẩm và biểu đồ phân bố mật độ theo chiều dày của sản phẩm đến ván ghép dạng lớp từ gỗ Thông dùng cho sản xuất

ván sàn. Tác giả đã khẳng định rằng: khi ép nhiệt, áp suất ép có ảnh hưởng đáng kể đến tính chất vật lý và độ bền cơ học của sản phẩm (thể hiện rõ nhất thông qua biểu đồ profile mật độ theo chiều dày của ván).

1.2.2. Tình hình nghiên cứu tại Việt Nam về ván sàn sử dụng gỗ biến tính

Trần Ngọc Thành (2006) Nghiên cứu một số yếu tố công nghệ biến tính gỗ Trám trắng (*Canarium album* Raeussch) làm ván sàn bằng phương pháp nén ép. Tác giả đã nén gỗ theo các tham số nhiệt độ nén: 140, 150 và 160 °C và 3 mức tỷ suất nén 40, 45 và 50%. Kết quả cho thấy khối lượng riêng và tính chất cơ học của gỗ tăng theo cấp tỷ suất nén và nhiệt độ nén.[10]

1.3. Kết luận chung rút ra từ tổng quan

1.3.1. Kết quả của các công trình có liên quan

a) Về loài gỗ

Các loại gỗ được nghiên cứu ở phần tổng quan của các tác giả đều là các loại gỗ có khối lượng thể tích thấp, có độ rỗng xốp cao

b) Về công nghệ xử lý nhiệt-cơ và phương pháp thực hiện

Phương pháp xử lý hóa mềm người ta thường dùng 3 phương pháp chính đó là: Hấp, luộc và gia nhiệt trực tiếp trên máy ép nhiệt. Nhiệt độ xử lý tăng thì khả năng mềm hóa gỗ càng nhanh. Tuy nhiên khi nhiệt độ quá cao (lớn hơn 150 °C) và thời gian quá dài sẽ làm cho lượng lignin trong gỗ bị thất thoát, điều này sẽ làm ảnh hưởng đến chất lượng gỗ nén về sau. Thông thường nhiệt độ hóa mềm của gỗ phụ thuộc vào nhiệt độ TG, khi gỗ chuyển từ trạng thái đàn hồi sang trạng thái dẻo. Khi nhiệt độ nén ép phù hợp dùng cho nén gỗ nằm trong khoảng 100-180 °C. Tỷ suất nén không nên vượt quá 100% (chiều dày phôi gấp 4 lần chiều dày sản phẩm). Vì điều này sẽ dễ làm phá hủy cấu trúc tái tạo của gỗ. Thời gian nén ép phụ thuộc vào chiều dày và độ ẩm gỗ, thời gian nén ép được lựa chọn trong khoảng từ 0,5-4 phút trên mm/dày phôi. Để đảm bảo gỗ không bị đàn hồi trở lại thì phải có công đoạn xử lý sau nén ép, mức độ đàn hồi trở lại của gỗ phụ thuộc nhiệt độ và thời gian sau khi xử lý, nhiệt độ xử lý thường lớn hơn 100 °C và thời gian xử lý càng dài thì độ đàn hồi trở lại càng bé.

c) Về công nghệ sản xuất ván sàn từ gỗ xử lý biến tính bằng phương pháp nhiệt- cơ

Các công trình này chủ yếu tập trung tìm ra chế độ ép hợp lý (thời gian, nhiệt độ và áp suất nén ép) mà chưa tập chung vào cách thức làm mềm hóa gỗ và đặc biệt là tìm hiểu tốc độ tăng áp ảnh hưởng đến chất lượng gỗ và phân bố mật độ chiều dày.

1.3.2. Hướng nghiên cứu của luận án

- Loài gỗ: Gỗ Keo lai (*Acaia mangium* x *Acacia auriculiformis*)
- Công nghệ xử lý nhiệt-cơ và phương phức kết hợp 03 công đoạn tại cùng 01 thiết bị (hóa dẻo, nén ép và xử lý sau nén ép).
- Công nghệ nén ép để đạt mục tiêu tăng khối lượng riêng, tăng độ bền cơ học và tăng độ bền tự nhiên cho lớp bề mặt (phân bố khối lượng riêng theo chiều dày phôi ván).
- Ảnh hưởng của các thông số công nghệ xử lý nhiệt-cơ đến cấu tạo và tính chất của gỗ.
- Đề xuất quy trình công nghệ sản xuất ván sàn nguyên khối từ gỗ xử lý biến tính nhiệt-cơ.

1.4. Đối tượng nghiên cứu

1.4.1. Đối tượng nghiên cứu tổng quát:

- Tham số chế độ xử lý (thời gian, nhiệt độ và tỷ suất nén) biến tính gỗ Keo lai bằng phương pháp nhiệt-cơ.
- Quy trình sản xuất ván sàn từ gỗ Keo lai được biến tính bằng phương pháp nhiệt-cơ.

1.4.2. Đối tượng nghiên cứu cụ thể:

- Cấu tạo hiển vi và tính chất gỗ keo lai trước và sau khi xử lý bằng phương pháp nhiệt- cơ.
- Ảnh hưởng của nhiệt độ, thời gian và tỷ suất nén đến sự biến đổi về cấu tạo hiển vi và tính chất của gỗ Keo lai.
- Cơ chế biến tính bằng phương pháp nhiệt- cơ đối với gỗ Keo lai.
- Thông số công nghệ chủ yếu trong khi nén gỗ Keo lai bằng phương pháp nhiệt-cơ.

1.5. Phạm vi nghiên cứu

1.5.1. Thông số cố định

- Về mẫu thí nghiệm: Gỗ Keo lai (*Acaia mangium* x *Acacia auriculiformis*) 7 tuổi, dòng Keo lai tự nhiên MA1, khai thác tại Yên Thủy, Hòa Bình. Gỗ Keo lai sau nén dùng để sản xuất ván sàn.

- Về mẫu chế độ xử lý: Áp suất ép sơ bộ 2,0 MPa. Áp suất nén 3,0 MPa. Nhiệt độ chuyển từ công đoạn xử lý mềm hóa sang công đoạn ép là 70 °C. Thời gian xử lý nhiệt sau nén 2 giờ. Nhiệt độ xử lý nhiệt sau nén 100 °C. Ổn định mẫu sau nén trong môi trường có độ ẩm 65±5% và nhiệt độ 30±3 °C trong 7 ngày

1.5.2. Thông số thay đổi

Tỷ suất nén 30, 40 và 50%. Nhiệt độ 140, 160 và 180 °C. Thời gian 60, 120 và 160 phút. Chiều dày mẫu trước khi nén 22; 24.5; 28.5; 34; 39.5 mm.

1.6. Mục tiêu nghiên cứu

1.6.1. Mục tiêu lí luận

- Trên cơ sở nghiên cứu mối quan hệ giữa tỷ suất nén, thời gian, nhiệt độ nén gỗ bằng phương pháp nhiệt cơ để tìm ra sự thay đổi về cấu trúc, tính chất cơ học và vật lý của gỗ Keo lai để góp phần giải thích cơ chế biến tính bằng phương pháp nhiệt- cơ cho gỗ rừng trồng nói chung và gỗ Keo lai nói riêng.

- Góp phần bổ sung cơ sở lý luận của công nghệ biến tính bằng phương pháp nhiệt- cơ, làm cơ sở cho việc xác định thông số công nghệ nén nhiệt- cơ cho gỗ Keo lai.

1.6.2. Mục tiêu thực tiễn

- Xác định được ảnh hưởng của biến tính nén gỗ phương pháp nhiệt- cơ đến sự thay đổi cấu tạo hiển vi của gỗ keo lai.

- Xác định được ảnh hưởng tỷ suất nén, nhiệt độ và thời gian nén đến tính chất gỗ (trong công nghệ biến tính bằng phương pháp nhiệt- cơ) đến tính chất gỗ Keo lai.

- Tìm ra thông số công nghệ hợp lý để biến tính gỗ Keo lai bằng phương pháp nén nhiệt- cơ để sản xuất ván sàn.

- Đề xuất được qui trình công nghệ sản xuất ván sàn từ gỗ Keo lai đã được biến tính bằng phương pháp nhiệt-cơ.

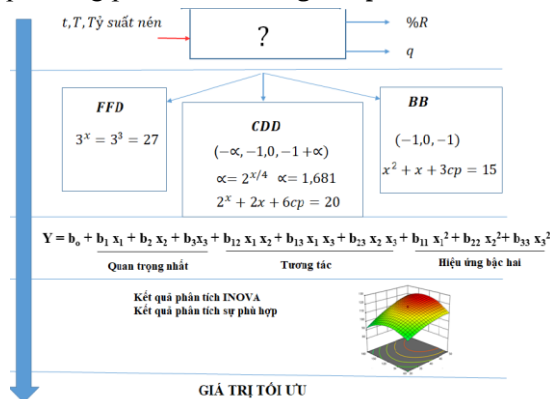
1.7. Nội dung nghiên cứu

- Cơ sở lý thuyết.
- Xác định nhiệt độ hóa dẻo của gỗ (Tg).
- Nghiên cứu ảnh hưởng của tham số nén ép đến tính chất vật lý, cơ học và khả năng kháng nấm biến màu của gỗ Keo lai.
- Nghiên cứu xác định chế độ tối ưu biến tính gỗ Keo lai bằng phương pháp nén nhiệt- cơ.
- Nghiên cứu sự phân bố khối lượng riêng theo chiều dày và thay đổi cấu tạo gỗ khi nén gỗ bằng phương pháp nhiệt-cơ.
- Khảo nghiệm kết quả và tối ưu hóa các tham số chế độ nén từ đó đề xuất qui trình công nghệ sản xuất ván sàn.

1.8. Phương pháp nghiên cứu

1.8.1. Phương pháp thực nghiệm

Phương pháp chính của luận án là phương pháp thực nghiệm, sử dụng phương pháp thiết kế thí nghiệm đáp ứng bề mặt RMS và phân tích đánh giá kết quả bằng phần mềm Design Expert 11.0.[79]



Hình 1.1. Thiết kế thí nghiệm trong phương pháp RSM

“Nguồn: A. Witeck 2014”

Như vậy theo phương pháp thiết kế này ta có hàm số sau: $N = 2^x +$

$2x + 6cp$ (1.1). Trong đó: N - số thí nghiệm, x - biến số, cp - tâm (center point).Khoảng cách từ tâm đến điểm sao $\alpha=2^{k/4}$, với k là biến đầu vào ($k=3$), vậy $\alpha=1,6819$. Các mức thí nghiệm được bố trí ở 5 mức ($-\alpha, -1, \alpha, 1, +\alpha$). Số thí nghiệm được tính theo công thức (1.1) và được xử lý bằng phần mềm Design Expert 11.0 thu được các chế độ tiến hành thực nghiệm tại bảng 1.1.

Bảng 1.1. Thông số thực nghiệm với 3 yếu tố ảnh hưởng

Chế độ	Kí hiệu	Tỷ suất nén (%)	Nhiệt độ (°C)	Thời gian (phút)
CĐ1	K1	40	160	120
CĐ2	K2	40	160	120
CĐ3	K3	30	140	180
CĐ4	K4	30	180	60
CĐ5	K5	40	160	120
CĐ6	K6	40	126	120
CĐ7	K7	50	140	180
CĐ8	K8	40	194	120
CĐ9	K9	50	180	180
CĐ10	K10	40	160	120
CĐ11	K11	40	160	19
CĐ12	K12	57	160	120
CĐ13	K13	23	160	120
CĐ14	K14	30	180	180
CĐ15	K15	40	160	120
CĐ16	K16	50	180	60
CĐ17	K17	50	140	60
CĐ18	K18	30	140	60
CĐ19	K19	40	160	120
CĐ20	K20	40	160	221

Các thí nghiệm trong mô hình, kết quả thực nghiệm (Y) và kết quả mô hình dự đoán (Y') được thể hiện qua mỗi tương quan giữa các hàm chỉ tiêu Y và các thông số ảnh hưởng x_i : $Y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 +$

$b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + b_{23} x_2 x_3 + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2 + b_{33} x_3^2$ (1.2). Trong đó: Y - các hàm chỉ tiêu (độ đàn hồi trở lại, hệ số chống trương nở, khối lượng riêng, tính chất cơ học...); x_i - giá trị mã hóa của các biến số; b_o - hệ số tự do; b_i - các hệ số tuyến tính; b_{ii} - các hệ số bậc hai.

Tiêu chuẩn kiểm tra

(1) *Độ đàn hồi trở lại*: Phương pháp được áp dụng theo phương pháp của Heger, 2004; (2) *Khối lượng riêng*: TCVN 8048-2: 2009; (3) *Khả năng chống hút nước*: ASTM D4446-08; (4) *Độ bền uốn tĩnh*: TCVN 8048-3:2009; (5) *Độ bền nén dọc*: TCVN 8048-5:2009; (6) *Độ cứng bề mặt (cứng tĩnh)*: TCVN 8048-12:2009; (7) *Độ mài mòn*: JAS-007; (8) *Khả năng kháng nấm mốc*: TCVN 11356: 2016; (9) *Phân bố khối lượng riêng theo chiều dày*: Bằng máy DENSE-LAB mark 3, E.W.S.GmbH; (10) *Phân tích cấu tạo*: S-4800 và phần mềm ImageJ.

1.9. Ý nghĩa của Luận án

1.9.1. Ý nghĩa khoa học

Công trình nghiên cứu cung cấp cơ sở lý luận và bản chất khoa học về xử lý gỗ Keo lai theo phương pháp nhiệt-cơ cho mục đích sử dụng gỗ làm ván sàn.

1.9.2. Ý nghĩa thực tiễn

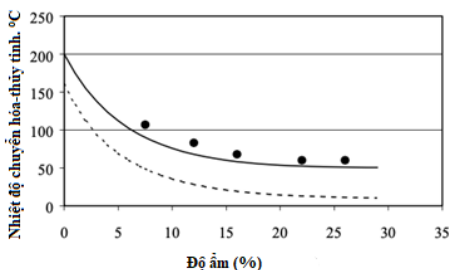
Kết quả nghiên cứu của luận án là cơ sở khoa học và thực tiễn để xây dựng quy trình công nghệ xử lý gỗ Keo lai theo phương pháp nhiệt-cơ nói chung, cho mục đích sản xuất ván sàn nói riêng.

CHƯƠNG 2 CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1. Cơ chế hóa mềm gỗ

Hoá mềm gỗ hay dẻo hoá gỗ là một quá trình làm thay đổi tính chất vật lý, tính chất cơ học của gỗ dưới tác động của độ ẩm, nhiệt độ hoặc bổ sung các hoá chất. Mục đích chính của hoá mềm gỗ là tạo ra sự thay đổi tạm thời về tính chất vật lý, tính chất cơ học của gỗ phục vụ: uốn cong, nén ép, phân ly sợi, sấy gỗ...Lignin là chất gắn kết chính của thành tế bào có khả năng ảnh hưởng lớn nhất đến độ dẻo của gỗ. Cơ chế của dẻo hoá gỗ là sự thay thế liên kết hydro trong lignin bằng liên kết lignin-nước.

Hemicellulose chuyển sang trạng thái đàn nhớt dưới tác dụng của nhiệt độ và độ ẩm. Tuy nhiên, nhiệt độ chuyển trạng thái của Hemicellulose lớn hơn lignin trong cùng một trị số độ ẩm.



Hình 2.1. Ảnh hưởng của độ ẩm đến nhiệt độ chuyển trạng thái của hemicellulose và lignin

(---): lignin, (—): hemicellulose “Nguồn: Irvine 1984”

Cellulose là thành phần chính tạo nên lớp thành tế bào thực vật, giúp cho các mô thực vật có độ bền cơ học và tính đàn hồi. Cellulose không tan trong nước ngay cả khi đun nóng và các dung môi hữu cơ thông thường. Do vậy, cellulose ít bị tác động trong quá trình hoá dẻo.

2.2. Cơ chế biến dạng gỗ khi biến tính bằng phương pháp nhiệt-cơ

Quan hệ giữa độ chặt và độ bền: $\sigma = A + B\rho$ (2.1). Trong đó: σ - Độ bền; A và B - Các hằng số; ρ - Độ chặt của gỗ.

Từ mối quan hệ trên Khukhranxki đã đưa ra luận điểm thứ nhất của lý thuyết ép gỗ: ***Có thể làm tăng độ bền của tất cả các loại gỗ bằng cách làm chặt, nếu như việc làm chặt không phá vỡ các tế bào của gỗ.***

Các đặc điểm về cấu trúc gỗ cũng như đặc điểm biến dạng khi ép là cơ sở để Khukhranxki đưa ra luận điểm thứ hai của lý thuyết ép: ***Việc ép gỗ nên tiến hành ngang thớ, trong đó đối với loài gỗ lá kim và gỗ lá rộng mạch vòng ép theo hướng vuông góc, đối với loài gỗ lá rộng mạch phân tán-theo hướng vuông góc cũng như hướng tiếp tuyến.*** Khi độ ẩm W của gỗ tăng, khả năng biến dạng của gỗ cũng tăng, nhưng độ bền sẽ giảm theo quy luật đường hypebol:

$$\sigma_w = \frac{\sigma_{12}}{[1 + k(W - 12)]} \quad (2.2). \text{ Trong đó: } \sigma_w - \text{độ bền của}$$

gỗ ở độ ẩm nghiên cứu; σ_{12} - độ bền của gỗ ở độ ẩm 12%; k - hệ số điều chỉnh độ ẩm khi ép gỗ ngang thớ, $k = 0,035$.

Nhiệt độ có ảnh hưởng lớn đến độ bền và độ biến dạng của gỗ. Khi nhiệt độ tăng, độ bền sẽ giảm nhưng khả năng biến dạng của gỗ sẽ tăng. Giữa độ bền và nhiệt độ của gỗ có mối quan hệ như sau:

$$\sigma = -aT + b \quad (2.3). \text{ Trong đó: } \sigma - \text{độ bền của gỗ; } a \text{ và } b - \text{hằng số phụ thuộc vào độ ẩm của gỗ; } T - \text{nhiệt độ của gỗ.}$$

Gỗ trong trạng thái bị làm nóng ở độ ẩm khoảng điểm bão hòa của các sợi sẽ có độ dẻo cao hơn khi bị ép. Trong quá trình làm nguội và sấy khô, gỗ sẽ trở nên cứng hơn. Sau khi ép, sấy và làm nguội trong trạng thái bị ép chặt, gỗ sẽ giữ được hình dạng mới với những tính chất cơ học cao. Trên cơ sở đó Khukhranxki đưa ra luận điểm thứ ba của lý thuyết ép: ***Gỗ được ép trong trạng thái hóa mềm sau đó được sấy khô và làm nguội để cố định hình dạng mới tạo nên.***

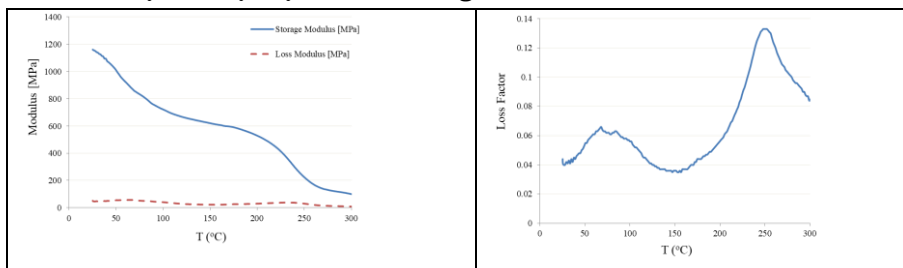
Biến dạng toàn phần của gỗ ε gồm biến dạng đàn hồi ε_y và biến dạng dẻo ε_b : $\varepsilon = \varepsilon_y + \varepsilon_b \quad (2.4)$

Sau khi biến đổi toán học, ta có phương trình biến dạng toàn phần như sau: $\varepsilon = \frac{\sigma}{E} + \frac{\sigma^2}{2 \cdot \eta \cdot v} \quad (2.5)$ Trong đó: σ - ứng suất; E - mô đun đàn hồi

của gỗ khi ép ngang thớ; η - Hệ số độ dẻo của vật liệu; v - tốc độ tăng tải. Phương trình biến dạng toàn phần của vách tế bào gỗ chỉ đúng đến một trị số ứng suất nhất định, khi ứng suất vượt quá trị số đó thì biến dạng vách tế bào gỗ sẽ thay đổi rất mạnh.

CHƯƠNG 3 KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Xác định nhiệt độ hóa dẻo của gỗ



Hình 3.1. Nhiệt độ hóa dẻo của gỗ Keo lai

Kết quả kiểm tra nhiệt độ TG của gỗ Keo lai ở độ ẩm 30% đạt 62-72 °C. Theo hình 3.1 khi nhiệt độ tăng trên 62 °C thì giá trị môđun đàn hồi có chiều hướng giảm, và độ dốc của đường biến dạng đàn hồi cũng thay đổi theo đúng chiều hướng của MOE.

3.2. Ảnh hưởng của tham số đến tính chất vật lý của gỗ Keo lai biến tính bằng phương pháp nhiệt- cơ

3.1.1. Ảnh hưởng tham số xử lý đến độ đàn hồi trở lại

Bảng 3.1. Kết quả phân tích sự phù hợp của mô hình với thực nghiệm

Thông số	Giá trị	Thông số	Giá trị
Độ lệch chuẩn	0,2520	R ²	0,9624
Giá trị trung bình	4,02	R ² hiệu chỉnh	0,9286
Hệ số biến thiên %	6,27	R ² dự đoán	0,7133
		Độ chính xác	191,762

Từ các giá trị phân tích có ý nghĩa trên, giá trị hàm tương quan được phần mềm Design Expert 11 đưa ra biểu diễn theo phương trình cụ thể sau: $Y_{dh} = -9,578 + 0,086X_1 + 0,163X_2 - 0,019X_3 + 0,00064 X_1X_2 + 0,00026X_1X_3 + 0,000079X_2X_3 - 0,001573X_1^2 - 0,000667X_2^2 - 0,000038X_3^2$ (3.1) Trong đó : Y_{dh} - Độ đàn hồi trở lại (%); X_1 - Tỷ suất nén (%); X_2 - Nhiệt độ nén (°C); X_3 - Thời gian nén (phút)

Nhận xét: 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. Hệ số biến thiên đạt 6,27%, hệ số xác định đạt 0,9624, như vậy cho thấy độ tin cậy cao của

kết quả. Mỗi quan hệ tương quan giữa tham số xử lý đến độ đàn hồi có mỗi quan hệ chặt biểu thị ở phương trình tương quan (3.1). Độ đàn hồi trở lại của gỗ là khả năng phục 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. Kết quả này cũng tương đồng với nghiên cứu của Laskowska khi nghiên cứu nén ép gỗ Bạch dương (*Betula pendula*).

3.1.2. Ảnh hưởng của tham số xử lý đến khối lượng riêng

Bảng 3.2. Kết quả phân tích sự phù hợp của mô hình với thực nghiệm

Thông số	Giá trị	Thông số	Giá trị
Độ lệch chuẩn	0,0109	R ²	0,9930
Giá trị trung bình	0,9075	R ² hiệu chỉnh	0,9866
Hệ số biến thiên %	1,20	R ² dự đoán	0,9469
		Độ chính xác	470,196

Từ các giá trị phân tích có ý nghĩa trên, giá trị hàm tương quan được phần mềm Design Expert 11 đưa ra biểu diễn theo phương trình cụ thể sau: $Y_K = 0,365 + 0,013X_1 - 0,000434X_2 + 0,00058X_3 - 0,00002 X_1X_2 - 5,139 0,00026X_1X_3 + 6,250X_2X_3 + 0,000024X_1^2 + 5,790X_2^2 - 7,791X_3^2$ (3.2). Trong đó : Y_K - khối lượng riêng (g/cm^3); X_1 - tỷ suất nén (%); X_2 - nhiệt độ nén ($^{\circ}C$); X_3 - thời gian nén (phút)

Nhận xét: Tỷ suất nén là yếu tố có ảnh hưởng mạnh nhất đến khối lượng riêng và nó có quan hệ tỷ lệ thuận với khối lượng riêng. Yếu tố nhiệt độ và thời gian cũng có ảnh hưởng nhưng có ảnh hưởng nhỏ đến khối lượng riêng, mức độ ảnh hưởng được thể hiện bởi giá trị F (giá trị thực) tại bảng phân tích INOVA, giá trị F của yếu tố tỷ suất nén đạt 1334,36, giá trị F của yếu tố nhiệt độ đạt 38,14, và giá trị F của yếu tố thời gian đạt 33,09. Hệ số biến thiên đạt 1,20%, hệ số xác định đạt 0,993, như vậy cho thấy độ tin cậy rất cao của kết quả. Mỗi quan hệ tương quan giữa tham số xử lý đến độ khối lượng riêng có mỗi quan hệ chặt chẽ biểu thị ở phương trình tương quan (3.2)

3.1.3. Ảnh hưởng của tham số xử lý đến khả năng chống hút nước

Bảng 3.3. Kết quả phân tích sự phù hợp của mô hình với thực nghiệm

Thông số	Giá trị	Thông số	Giá trị
Độ lệch chuẩn	1,37	R ²	0,9449
Giá trị trung bình	21,43	R ² hiệu chỉnh	0,8953
Hệ số biến thiên %	6,41	R ² dự đoán	0,5838
		Độ chính xác	14,1873

Từ các giá trị phân tích có ý nghĩa trên, giá trị hàm tương quan được phần mềm Design Expert 11 đưa ra biểu diễn theo phương trình cụ thể sau: $Y_h=87,23-0,37X_1-0,75X_2-0,25X_3+0,001X_1X_2-$

$0,00027X_1X_3+0,002X_2X_3+0,0024X_1^2+0,0022X_2^2+0,00017X_3^2$
(3.3). Trong đó : Y_h - khả năng hút nước tương quan (%); X_1 - tỷ suất nén (%); X_2 - nhiệt độ nén (°C); X_3 - thời gian nén (phút)

Nhận xét: Nhiệt độ có ảnh hưởng gấp hơn 2 lần tỷ suất nén, Thời gian có ảnh hưởng hơn 3 lần tỷ suất nén, Khả năng chống hút nước của mẫu gỗ nén bằng nhiệt cơ phụ thuộc rất nhiều vào thời gian và nhiệt độ nén ép, tỷ suất nén không ảnh hưởng nhiều đến khả năng chống hút nước, Nguyên nhân là do khả năng hút nước của gỗ phụ thuộc vào cấu tạo và các thành phần trong gỗ. Gỗ có thể bị loại bỏ một số chất chiết suất, hoặc hemicellulose trong gỗ bị phân giải dưới tác dụng nhiệt độ cao, thời gian xử lý dài, dẫn đến làm giảm số lượng nhóm hydroxyl (-OH) có trong gỗ, làm giảm độ hút nước vào gỗ, điều này hoàn toàn phù hợp với nghiên cứu.

3.1.4. Tối ưu hóa tham số xử lý ảnh hưởng đến tính chất vật lý

Sau khi phân tích nhận được 77 phương án tốt nhất được khuyến lựa chọn trong đó phương án theo bảng 3.4 là phương án tối ưu với các tham số như sau: Tỷ suất nén (34%), Nhiệt độ (180 °C), Thời gian (180 phút)

Bảng 3.4. Bảng chế độ tối ưu các tham số chế độ ép đến tính chất vật lý

Tt	Tỷ suất nén (%)	Nhiệt độ (oC)	Thời gian (phút)	Độ đàn hồi (%)	Khối lượng riêng (g/cm3)	Hiệu suất hút nước (%)	Mức tối ưu lựa chọn
1	32.969	180.0	180.000	2.560	0,871	32.03	0,694
...	...	...	...	...	...	...	...
39	33.190	178.7	180.000	2.645	0,872	32.58	0,682
...	...	...	...	...	...	...	...

3.3. Ảnh hưởng của tham số ép đến tính chất cơ học gỗ Keo lai

3.1.5. Ảnh hưởng của tham số xử lý đến độ bền uốn tĩnh

Bảng 3.5. Kết quả phân tích sự phù hợp của mô hình với thực nghiệm

Thông số	Giá trị	Thông số	Giá trị
Độ lệch chuẩn	1,81	R ²	0,9918
Giá trị trung bình	101,67	R ² hiệu chỉnh	0,9843
Hệ số biến thiên %	1,78	R ² dự đoán	0,9359
		Độ chính xác	340,088

Từ các giá trị phân tích có ý nghĩa trên, giá trị hàm tương quan được phần mềm Design Expert 11 đưa ra biểu diễn theo phương trình cụ thể sau: $Y_u = -678,961 + 4,438X_1 + 8,201X_2 + 0,663X_3 - 0,007 X_1X_2 + 0,005X_1X_3 - 0,002X_2X_3 - 0,036X_1^2 - 0,002X_2^2 - 0,003X_3^2$ (3.4). Trong đó: Y_u - độ bền uốn tĩnh (MPa); X_1 - tỷ suất nén (%); X_2 - nhiệt độ nén (°C); X_3 - thời gian nén (phút)

Nhận xét: Tất cả các chế độ khác sau khi nén ép đều cho thấy, khả năng chịu uốn của gỗ nén tốt hơn so với mẫu gỗ chưa nén; Khi tỷ suất nén tăng, thì độ bền uốn tăng. Khi nhiệt độ tăng quá cao (lớn hơn 160 °C) khả năng chịu uốn của mẫu gỗ có suy hướng giảm. Khi thời gian nén quá dài (lớn hơn 120 phút) khả năng chịu uốn của mẫu gỗ có suy hướng giảm. Mức độ ảnh hưởng của tỷ suất nén cao hơn yếu tố nhiệt độ và thời gian, mức độ ảnh hưởng của nhiệt độ cao hơn sự ảnh hưởng của thời gian. Nguyên nhân dẫn đến kết quả trên khi gỗ được xử lý nhiệt - cơ sự phân giải do tác động của nhiệt độ của các polyme trên vách tế bào, đặc biệt là hemicellulose từ những chuỗi dài chuỗi thành những chuỗi ngắn hơn, dẫn đến khả năng chịu uốn giảm xuống. Mặt khác là do trong quá trình xử lý nén ép các chất chiết suất trong gỗ bị loại bỏ ra ngoài, hemicellulose bị phân huỷ, gỗ trở lên rỗng xốp khối lượng riêng giảm làm cho liên kết giữa các mixen cellulose bị lỏng lẻo, do đó độ bền uốn tĩnh bị giảm xuống. Điều này hoàn toàn phù hợp với các nghiên cứu của Hill, (2006), Hon (1996) và Hon cùng Shirashi (1991).

3.1.6. Ảnh hưởng tham số xử lý đến độ bền nén dọc.

Bảng 3.6. Kết quả phân tích sự phù hợp của mô hình với thực nghiệm

Thông số	Giá trị	Thông số	Giá trị
Độ lệch chuẩn	1,34	R ²	0,9736
Giá trị trung bình	56,05	R ² hiệu chỉnh	0,9499
Hệ số biến thiên %	2,39	R ² dự đoán	0,8029
		Độ chính xác	234,354

Từ các giá trị phân tích có ý nghĩa trên, giá trị hàm tương quan được phần mềm Design Expert 11 đưa ra biểu diễn theo phương trình cụ thể sau: $Y_n = -174,246 + 0,400X_1 + 2,663X_2 + 0,158X_3 + 0,002 X_1X_2 + 0,003X_1X_3 - 0,0003X_2X_3 - 0,008X_1^2 - 0,009X_2^2 - 0,001X_3^2$ (3.5) Trong đó : Y_n - độ bền nén dọc (MPa); X_1 - tỷ suất nén (%); X_2 - nhiệt độ nén (°C); X_3 - thời gian nén (phút)

Nhận xét: Khi nhiệt độ tăng quá cao (lớn hơn 160°C) khả năng chịu nén của mẫu gỗ có suy hướng giảm.; Khi thời gian nén quá dài (lớn hơn 120 phút) khả năng chịu uốn của mẫu gỗ có suy hướng giảm. Mức độ ảnh hưởng của tỷ suất nén cao hơn yếu tố nhiệt độ và thời gian, mức độ ảnh hưởng của nhiệt độ cao hơn sự ảnh hưởng của thời gian. Khi gỗ được xử lý nhiệt-cơ có sự phân giải do tác động của nhiệt độ của các polyme trên vách tế bào, đặc biệt là hemicellulose từ những chuỗi dài chuỗi thành những chuỗi ngắn hơn, khả năng liên kết bó bị tách rời, dẫn đến khả năng chịu nén giảm xuống. Mặt khác, nhiệt độ cao, thời gian xử lý dài thì độ bền nén dọc càng giảm là do trong quá trình xử lý nén ép các chất chiết suất trong gỗ bị loại bỏ ra ngoài, Lignhin và hemicellulose bị phân hủy, gỗ trở lên rỗng xốp khối lượng riêng giảm làm cho liên kết giữa các mixencellulose bị lỏng lẻo, do đó độ bền uốn tĩnh bị giảm xuống. Điều này hoàn toàn phù hợp với các nghiên cứu của (Hill, 2006, Hon, 1996, Hon và Shirashi 1991).

3.1.7. Ảnh hưởng tham số xử lý đến độ cứng bề mặt

Bảng 3.7. Kết quả phân tích sự phù hợp của mô hình với thực nghiệm

Thông số	Giá trị	Thông số	Giá trị
Độ lệch chuẩn	456,06	R ²	0,9199
Giá trị trung bình	7041,73	R ² hiệu chỉnh	0,8477
Hệ số biến thiên %	6,48	R ² dự đoán	0,3651
		Độ chính xác	127,460

Từ các giá trị phân tích có ý nghĩa trên, giá trị hàm tương quan được phần mềm Design Expert 11 đưa ra biểu diễn theo phương trình cụ thể sau: $Y_c = -35780,496 + 113,850X_1 + 497,987X_2 + 17,618X_3 + 0,552 X_1X_2 + 0,631X_1X_3 - 0,036X_2X_3 - 2,274 X_1^2 - 1,652X_2^2 - 0,1581X_3^2$ (3.6)

Trong đó : Y_c - độ cứng tĩnh (MPa); X_1 - tỷ suất nén (%); X_2 - nhiệt độ nén (°C); X_3 - thời gian nén (phút)

Nhận xét: Tất cả các chế độ khác sau khi nén ép đều cho thấy, độ cứng của gỗ nén tốt hơn so với mẫu gỗ chưa nén; chế độ thấp nhất cao hơn nhiều so với đối mẫu đối chứng. Khi nhiệt độ tăng quá cao (lớn hơn 160 °C) độ cứng của mẫu gỗ có suy hướng giảm. Khi thời gian nén quá dài (lớn hơn 120 phút) độ cứng của mẫu gỗ có suy hướng giảm. Mức độ ảnh hưởng của tỷ suất nén cao hơn yếu tố nhiệt độ và thời gian, mức độ ảnh hưởng của nhiệt độ cao hơn sự ảnh hưởng của thời gian. Bề mặt gỗ nén được biểu thị bằng chỉ số KLRmax trong biểu đồ phân bố khối lượng riêng, các biểu đồ đều cho thấy trong phạm vi khoảng cách PDi (khoảng cách từ bề mặt ván đến đỉnh khối lượng riêng cao nhất), giá trị KLRmax đạt giá trị cao nhất đều nằm trong khoảng từ 1-2 mm, càng vào trong khối lượng riêng của gỗ càng giảm, nguyên nhân là khi nén với tốc độ tăng áp nhanh thì bề mặt gỗ là vùng bị chịu tác động lớn nhất. Mỗi tương quan giữa tham số xử lý đến độ cứng tĩnh của gỗ xử lý biến tính được thể hiện bằng các chỉ số, hệ số biến thiên đạt 4,68%, hệ số xác định R² của độ cứng tĩnh đạt 0,9199 và phương trình tương quan (3.6) cho thấy mỗi tương quan của tham số xử lý đến độ cứng tĩnh là rất chặt chẽ. Kết quả đạt được và xử lý đáng tin cậy.

3.1.8. Ảnh hưởng tham số xử lý đến độ mài mòn.

Bảng 3.8 Kết quả phân tích sự phù hợp của mô hình với thực nghiệm

Thông số	Giá trị	Thông số	Giá trị
Độ lệch chuẩn	0,0321	R ²	0,9597
Giá trị trung bình	0,3247	R ² hiệu chỉnh	0,9234
Hệ số biến thiên %	9,89	R ² dự đoán	0,6942
		Độ chính xác phù hợp	161,535

Từ các giá trị phân tích có ý nghĩa trên, giá trị hàm tương quan được phần mềm Design Expert 11 đưa ra biểu diễn theo phương trình cụ thể sau: $Y_m = -4,78409 + 0,028X_1 + 0,055X_2 + 0,002X_3 - 0,000016 X_1X_2 + 0,000034X_1X_3 + 0,312X_2X_3 - 0,000248X_1^2 - 0,000174X_2^2 - 0,000017X_3^2$ (3.7) Trong đó : Y_m - độ mài mòn (%); X_1 - tỷ suất nén (%); X_2 - nhiệt độ nén (°C); X_3 - thời gian nén (phút)

Nhận xét: Tất cả các chế độ khác sau khi nén ép đều cho thấy, độ mài mòn của gỗ nén tốt hơn so với mẫu gỗ chưa nén. Nguyên nhân của sự thay đổi khác thường so với độ cứng tĩnh có thể giải thích bằng biểu đồ phân bố phân bố khối lượng riêng, tại đây KLR theo chiều dày phân bố trong khoảng cách PDi (khoảng cách từ bề mặt ván đến đỉnh khối lượng riêng cao nhất), giá trị KLR đi theo hình parapol với điểm đầu đều thấp hơn giá trị KLRmin (khối lượng riêng trung bình) giá trị KLRmax đạt giá trị cao nhất đều nằm trong khoảng từ 1-2 mm, tại một lớp mỏng (0,3-0,5 mm) theo bề mặt mẫu gỗ (chưa bào, chưa đánh nhẵn) khi nén ép tỷ suất cao, thời gian ngắn và nhiệt độ thấp, tại liên kết bề mặt sẽ có sự đàn hồi trở lại, các sợi bó sợi bị tách rời do sự thất thoát của lignin cho nên dẫn đến mẫu có độ mài mòn lớn. Ngoài ra các thành phần khác trong gỗ như chất thơm được hình thành trên bề mặt: axit furfural, hydroxyl-methyl-furfural, levulinic và formic làm cho bề mặt gỗ bị trầy cứng dẫn đến độ mài mòn giảm.

3.1.9. Tối ưu hóa chế độ xử lý ảnh hưởng đến độ bền cơ học của gỗ

Bảng 3.9. Chế độ tối ưu hóa chế độ xử lý đến độ bền cơ học gỗ nén

T T	Tỷ suất nén (%)	Nhiệt độ (°C)	Thời gian (phút)	Khả năng chịu uốn (MPa)	Khả năng chịu nén đọc (MPa)	Độ cứng tĩnh (MPa)	Độ mài mòn (%)	Lựa chọn
1	45,176	140,0	179,999	109,591	58,476	7.642,627	0,371	0,579
2	45,066	140,0	179,999	109,473	58,419	7.632,128	0,370	0,579
3	44,890	140,0	179,996	109,285	58,328	7.615,352	0,368	0,579
4	33,894	155,0	100,033	108,668	58,131	7.465,406	0,361	0,577
5	33,881	155,1	99,735	108,646	58,122	7.463,419	0,361	0,577
6	33,891	154,9	100,459	108,673	58,133	7.465,795	0,361	0,577

Có 6 phương án tối ưu được lựa chọn trong đó phương án tối ưu khuyên chọn là: Tỷ suất nén (34%), Nhiệt độ (155 °C), Thời gian nén (100 phút), giá trị về tính chất cơ học cũng đảm bảo gần tương đương.

3.4. Kết quả xác định khả năng kháng nấm mốc của gỗ Keo xử lý

Bảng 3.10. Kết quả kháng nấm mốc của gỗ xử lý

Tên mẫu	Tỉ lệ mốc TB sau 2 tuần (%)	Độ biến màu sau 2 tuần	Tỉ lệ mốc TB sau 4 tuần (%)	Độ mốc sau 4 tuần
K11	14,65 ± 0,51	3	25,18 ± 0,14	4
K14	0 ± 0	0	1,11 ± 0,05	1
DC	26,42 ± 0,3	4	42,1 ± 0,03	4

Kết quả nghiên cứu cho thấy phương pháp thông số chế độ nén khác nhau sẽ cho kết quả kháng nấm mốc khác nhau, đối với tất cả các mẫu thử đều cho thấy kết quả kháng nấm mốc tốt hơn so với mẫu đối chứng và thể hiện ở tỉ lệ phần trăm diện tích mốc. Mẫu gỗ nén kí hiệu K14 được xử lí ở 180 °C trong 180 phút cho kết quả kháng nấm mốc cao nhất, tỉ lệ mốc sau 4 tuần là 1,11 %; giảm 38 lần so với đối chứng. Mẫu gỗ nén K11 được xử lí ở 160 °C trong 19 phút cho kết quả kháng nấm mốc thấp nhất, tỉ lệ biến màu sau 4 tuần là 25,18%; giảm 1,67 lần so với

đối chứng. Với kết quả trên cho thấy có một số mẫu gỗ Keo xử lý nhiệt-cơ có sự tương thích với nghiên cứu của X. Muhamad và E.Tomak về độ bền sinh học trên gỗ Sồi biến tính nhiệt cho kết quả khả năng kháng nấm cải thiện rõ rệt so với mẫu đối chứng.

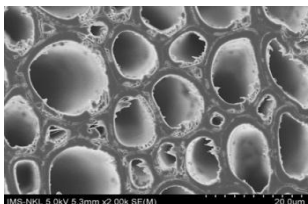
3.5. Biểu đồ phân bố khối lượng riêng

Ảnh hưởng của tỷ suất nén: Tỷ suất nén ảnh hưởng rõ rệt tới KLR_{tb} , KLR_{max} và KLR_{min} ; ảnh hưởng không rõ nét tới trị số của PD_i và P_b . 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_i và ảnh hưởng không rõ nét tới P_b . Kết quả nghiên cứu cho thấy khoảng cách từ bề mặt tới vị trí có khối lượng riêng lớn nhất (PD_i) giảm khi nhiệt độ ép thấp và ngược lại. PD_i là một thông số quan trọng để đánh giá độ cứng bề mặt của gỗ nén, là bề mặt chịu lực khi sử dụng. Ảnh hưởng của thời gian nén: Thời gian nén ép ảnh hưởng tương đối rõ nét đến KLR_{tb} và PD_i ; ảnh hưởng không rõ nét tới KLR_{max} , KLR_{min} và P_b . 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; Trị số KLR_{tb} , KLR_{max} và KLR_{min} tăng khi nhiệt độ nén ép tăng.

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.

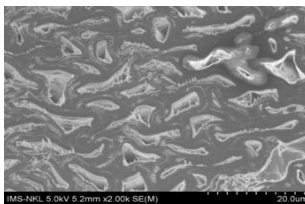
3.6. Xác định cấu trúc gỗ Keo lai trước và sau khi nén ép

Gỗ Keo lai trước khi nén



(a)

Gỗ Keo lai nén với mức độ nén 33%



(b)

Hình 3.2. So sánh cấu trúc gỗ Keo lai trước và sau khi nén ép

(a) Gỗ chưa nén phóng đại 2000 lần; (b) Gỗ nén phóng đại 2000 lần

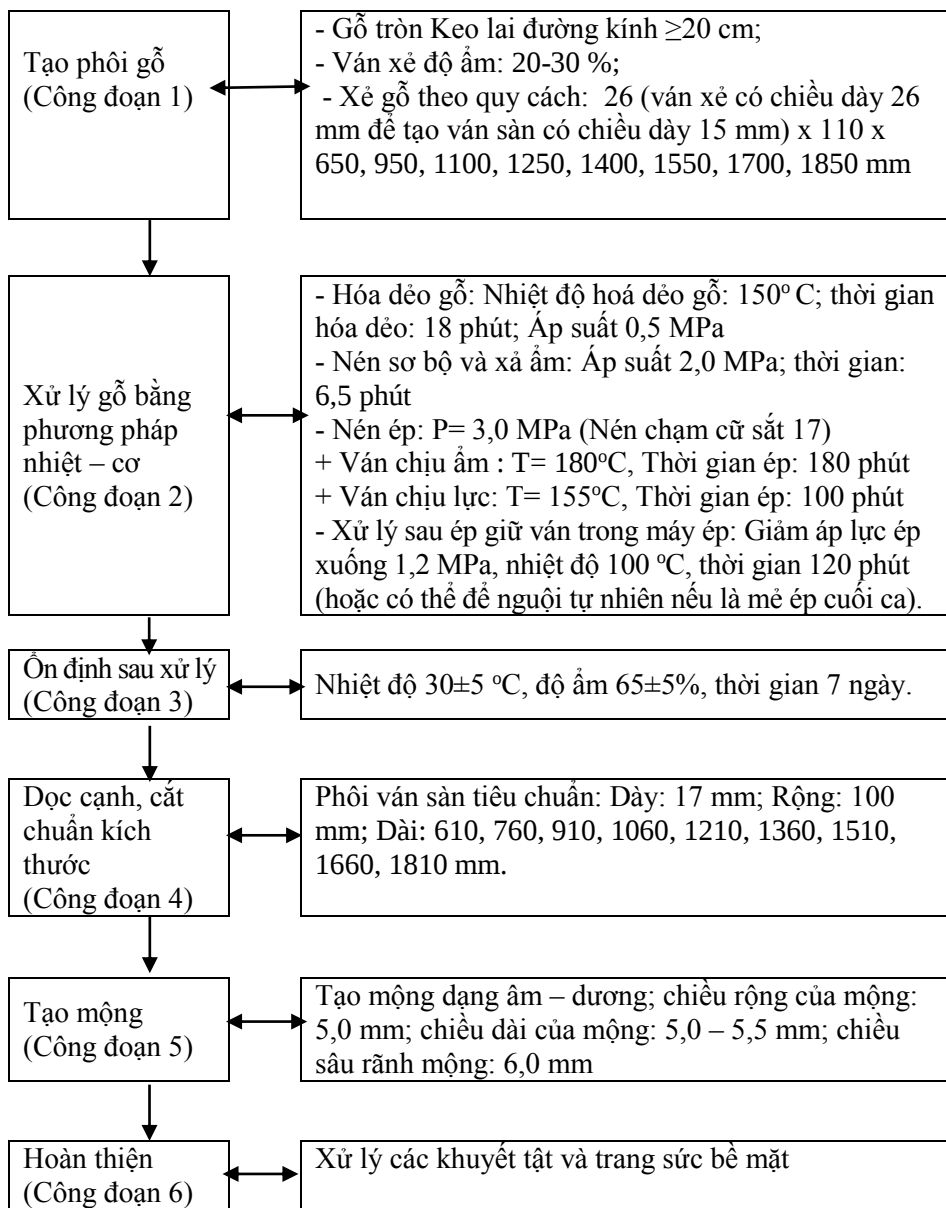
Qua ảnh Sem chụp tại Viện vật liệu xây dựng Việt Nam sau khi phân tích bằng phần mềm tính toán diện tích điểm ảnh ImageJ cho thấy diện tích vùng rỗng của gỗ Keo sau đi nén đã giảm từ 19,16% xuống 13,61%, quan sát hình ảnh cấu trúc của gỗ qua ảnh sem ta thấy gỗ Keo lai nén đã có sự thay đổi rõ rệt, cụ thể: Tế bào có ruột lớn ít bị ép bẹp hơn; Tế bào ruột nhỏ sau khi nén cơ bản vẫn giữ nguyên trạng thái; Các sợi gỗ sau khi nén có sự bẹp xuống tuy nhiên mức độ không lớn.

3.7. Khảo nghiệm kết quả

Kết quả khảo nghiệm cho thấy sự chênh lệch kết quả các tính chất giữa chế độ khảo nghiệm với chế độ tối ưu mô hình lý thuyết là không chênh lệch đáng kể: Cụ thể về độ đàn hồi chênh lệch 1,52%; Khối lượng riêng chênh lệch 2,27%; Hiệu suất hút nước chênh lệch 2,54%; Khả năng chịu uốn chênh lệch 0,71%; Khả năng chịu nén dọc lệch 1,88%; Độ cứng tĩnh lệch 0,65%; Độ mài mòn lệch 3,32%

3.8. Đề xuất qui trình

Qui trình gồm 6 công đoạn, 03 công đoạn đầu được thể hiện ở hình 3.3, 03 công đoạn sau như các công đoạn sản xuất ván sàn hiện áp dụng.



Hình 3.3. Sơ đồ công nghệ sản xuất ván sản từ gỗ Keo lai được xử lý bằng phương pháp nhiệt–cơ

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

(1) *Ảnh hưởng của tham số nén ép đến thay đổi cấu tạo hiển vi của gỗ Keo lai:* Gỗ bị nén ép có vùng rỗng giảm đáng kể giảm từ 19,16% xuống 13,61 %, Mạch gỗ là thành phần có sự thay đổi lớn nhất, tế bào ruột lớn ít bị bẹp, còn tế bào ruột nhỏ vẫn giữ nguyên trạng thái. Gỗ sau khi nén không có sự vỡ vụn, gãy.

(2) *Nhiệt độ hóa dẻo gỗ:* Nhiệt độ chuyển trạng thái thủy tinh của gỗ nằm trong khoảng từ 62-72 °C; Phù hợp với phương thức gia nhiệt trực tiếp trên máy ép nhiệt.

(3) *Ảnh hưởng của tham số nén ép đến tính chất vật lý của gỗ Keo lai được xử lý bằng phương pháp nhiệt-cơ:* Độ đàn hồi của gỗ nén đạt từ 2,86% đến 5,89%, Tỷ suất nén càng tăng thì độ đàn hồi của gỗ nén càng tăng. Khi nhiệt độ và thời gian nén tăng thì độ đàn hồi của gỗ giảm. Khối lượng riêng của gỗ đạt từ 0,76 g/cm³ đến 1,09 g/cm³; Tỷ suất nén càng tăng thì khối lượng riêng tăng của gỗ nén càng tăng. Khi nhiệt độ và thời gian nén tăng thì khối lượng riêng tăng tuy nhiên khối lượng riêng của gỗ nén sẽ giảm nhẹ khi nhiệt độ vượt ngưỡng 180°C và thời gian vượt mức 180 phút. Gỗ Keo lai nén sau khi xử lý nhiệt có khả năng chống hút nước (WRE) tốt, giá trị đạt 15,12 % đến 31,21%. Đây là chỉ tiêu quan trọng để đánh giá sự ổn định của ván sàn đối với môi trường có ẩm cao.

(4) *Ảnh hưởng của tham số nén ép đến tính chất cơ học của gỗ Keo lai được xử lý bằng phương pháp nhiệt-cơ*

Độ bền uốn và độ bền nén dọc tăng khi tỷ suất nén tăng; nhưng khi nhiệt độ và thời gian tăng trên 160°C và 120 phút thì độ bền uốn và độ bền nén dọc có xu thế giảm. Độ cứng tĩnh tăng khi các tham số khác tăng; nhưng khi nhiệt độ và thời gian tăng vượt ngưỡng 160°C và 120 phút thì độ cứng tĩnh giảm, tuy nhiên độ cứng tĩnh của tất cả chế độ đều tăng mạnh so với mẫu đối chứng. Độ mài mòn thấp nhất là 0,13% và cao nhất là 0,49%. Tất cả các chế độ khác sau khi nén ép đều cho thấy, độ mài mòn của gỗ nén tốt hơn so với mẫu gỗ chưa nén. Độ mài mòn giảm

khi nhiệt độ, thời gian ép tăng và tỷ suất nén giảm.

(5) *Ảnh hưởng của tham số nén ép đến khả năng kháng nấm mốc của gỗ Keo lai được xử lý bằng phương pháp nhiệt-cơ*: Gỗ sau khi nén có khả năng kháng nấm mốc tốt hơn mẫu đối chứng, kết quả cao nhất gấp 38 lần.

(6) *Ảnh hưởng của tham số nén ép đến phân bố mật độ khối lượng riêng*: Tỷ suất nén ảnh hưởng rõ rệt tới KLR_{tb} , KLR_{max} và KLR_{min} ; ảnh hưởng không rõ nét tới trị số của PD_i và P_b .

(7) *Thông số công nghệ hợp lý để xử lý nhiệt gỗ Keo lai*: Tỷ suất nén chọn: 34%; Nhiệt độ ép và thời gian ép: 180°C và 180 phút; Nhiệt độ ép và thời gian ép: 155°C và 100 phút

(8) *Về qui trình*: Luận án đã đưa ra được qui trình công nghệ sản xuất ván sàn từ gỗ Keo lai nén bằng phương pháp nhiệt-cơ bao gồm 6 công đoạn. Qui trình đã được công nhận là Tiến bộ kỹ thuật theo quyết định số 96 QĐ-TCLN-KH&HTQT của bộ NN và PTNT kí ngày 17 tháng 3 năm 2020.

2. Kiến nghị

(1) Đề định hướng giải pháp gia công phù hợp cho gỗ nén để sản xuất đồ gỗ cần nghiên cứu khả năng gia công của gỗ trên các máy thông dụng; đặc biệt quan tâm đến khả năng dán dính và khả năng bám dính màng sơn. (2) Nên đưa gia chế độ xử lý màu sắc cho gỗ bằng nhiệt độ cao để áp dụng cho các loại ván sàn biến tính màu sắc. (3) Cần tìm hiểu và đề xuất giải pháp khắc phục sự đàn hồi cho gỗ nén bằng hóa chất thân thiện môi trường để áp dụng gỗ nén cho các loại ván sàn chịu nước. (4) Trên cơ sở kết quả của Luận án, tiếp tục nghiên cứu cấu tạo và thành phần gỗ trước và sau khi nén.

DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ

Năm công bố	Tên bài báo	Tên tạp chí	Mức độ đóng góp
2018	Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian nén ép đến một số tính chất vật lý, cơ học của gỗ Keo lai (<i>Acacia mangium x acacia auriculiformis</i>)	Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp	Đồng tác giả
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	Đồng tác giả
2019	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 (<i>Acacia mangium x Acacia auriculiformis</i>)	Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp	Đồng tác giả
2019	Phân lập một số chủng nấm hại gỗ và xác định khả năng kháng nấm của gỗ Keo lai (<i>Acacia mangium x Acacia auriculiformis</i>) biến tính	Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp	Đồng tác giả