

Nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ, thời gian ép đến chất lượng vật liệu composite gỗ nhẹ dùng trong nội thất

Phạm Thị Ánh Hồng^{1*}, Lê Ngọc Phước¹, Trần Văn Chú¹, Cao Quốc An¹,
Nguyễn Tất Thắng¹, Phạm Tường Lâm¹, Tường Thị Thu Hằng²

¹Trường Đại học Lâm nghiệp

²Trường Đại học Thủ Dầu Một

Research on the effect of temperature and pressing time on the quality of lightweight wood composite materials used for wooden furniture

Pham Thi Anh Hong^{1*}, Le Ngọc Phước¹, Tran Van Chu¹, Cao Quoc An¹,
Nguyen Tat Thang¹, Pham Tuong Lam¹, Tuong Thi Thu Hang²

¹Vietnam National University of Forestry

²Thu Dau Mot University

*Corresponding author: hongpta@vnuf.edu.vn

<https://doi.org/10.55250/jo.vnuf.14.2.2025.149-159>

TÓM TẮT

Bài viết này trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian ép đến chất lượng vật liệu composite gỗ nhẹ dùng trong nội thất. Thí nghiệm tiến hành ép, tạo vật liệu composite 3 lớp theo 02 hướng: Thứ nhất nhiệt độ ép (90°C, 100°C, 110°C, 120°C, 130°C) trong 14 phút, áp suất 1,0 MPa; Thứ hai thời gian (10 phút, 12 phút, 14 phút, 16 phút, 18 phút) ở nhiệt độ 110°C, áp suất 1,0 MPa. Vật liệu composite được đánh giá chất lượng qua khối lượng riêng, độ bền kéo vuông góc, độ trương nở chiều dày, độ bền nén, độ bền uốn và modul đàn hồi. Kết quả cho thấy: Nhiệt độ và thời gian ép ảnh hưởng đến độ bền kéo vuông góc, độ trương nở chiều dày, độ bền uốn và modul đàn hồi uốn tĩnh của vật liệu. Khi nhiệt độ ép 110°C cho khả năng liên kết giữa các bề mặt vật liệu rất tốt, độ bền kéo vuông góc đạt 0,93 MPa, độ bền uốn đạt 23 MPa, modul đàn hồi uốn tĩnh đạt 4,99 GPa, độ trương nở chiều dày đạt 3,35%. Khi thời gian ép 14 phút cho khả năng liên kết giữa các bề mặt vật liệu rất tốt, độ bền kéo vuông góc đạt 0,94 MPa, độ bền uốn đạt 23,04 MPa, modul đàn hồi uốn tĩnh đạt 5,03 GPa, độ trương nở chiều dày đạt 3,34%. Như vậy, khi thay đổi nhiệt độ và thời gian ép ở các cấp nghiên cứu có ảnh hưởng đến một số tính chất của vật liệu composite 3 lớp. Theo kết quả nghiên cứu này để đảm bảo chất lượng vật liệu và đem lại hiệu quả kinh tế nên ép ván ở nhiệt độ 110°C trong 14 phút là thích hợp.

ABSTRACT

In this article, the author presents the results of a study examining the effects of temperature and pressing time on the quality of lightweight wood composite materials used in furniture. The experiment was conducted to press and fabricate 3-layer composite materials following two approaches: First, pressing at temperatures of 90°C, 100°C, 110°C, 120°C, and 130°C for 14 minutes under a pressure of 1.0 MPa. Second, pressing for 10, 12, 14, 16, and 18 minutes at a temperature of 110°C under a pressure of 1.0 MPa. The quality of the composite material was evaluated based on density, thickness swelling, compressive strength, bending strength, and modulus of elasticity. The research results show that temperature and pressing time have a significant impact on the thickness swelling, bending strength, and modulus of elasticity. At a pressing temperature of 110°C, the bonding between the layers of the composite material is excellent,

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 26/11/2024

Ngày phản biện: 13/12/2024

Ngày quyết định đăng: 28/12/2024

Từ khóa:

Composite gỗ nhẹ, 3 lớp, lõi rỗng, nội thất, tính chất cơ học, vật lý.

Keywords:

Hollow core, interior, Lightweight wood composite, mechanical properties, 3-layer, physics.

the perpendicular tensile strength 0.93 MPa, bending strength reaching 23 MPa and the static flexural modulus reaching 4.99 GPa, thickness swelling is 3.35%. When the pressing time is 14 minutes, the bonding between the surfaces of the composite material is also excellent, the perpendicular tensile strength 0.94 MPa, static bending strength reaching 23.04 MPa and the modulus of elasticity reaching 5.03 GPa, with thickness swelling is 3.34%. According to this research, to ensure the quality of the composite material and achieve high economic efficiency, pressing the board at 110°C for 14 minutes is optimal.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, các nhà khoa học trên thế giới và trong nước đang quan tâm nghiên cứu công nghệ sản xuất vật liệu phức hợp (composite) từ gỗ với vật liệu khác nhằm sử dụng tiết kiệm và hiệu quả nguyên liệu gỗ, khắc phục các nhược điểm của gỗ như cong vênh, rạn nứt, co rút, dẫn nở, đồng thời tăng phạm vi ứng dụng, tính năng kỹ thuật và vẫn đảm bảo được các tính chất cơ lý của vật liệu. Trong đó, vật liệu composite tấm nhẹ có kết cấu dạng 3 lớp kiểu *sandwich* đã được nghiên cứu và phát triển. Kết cấu kiểu *sandwich* là dựa trên kỹ thuật liên kết cấu trúc giữa các vật liệu (không đồng chất hoặc có cấu trúc khác nhau giữa lõi và mặt) tạo thành 3 lớp riêng biệt, vật liệu tạo ra có khối lượng riêng thấp và tính chất cơ học tốt [1-6].

Trong những năm gần đây, nhu cầu sử dụng gỗ và sản phẩm từ gỗ trong các công trình xây dựng nhà ở, công trình kiến trúc ngày càng gia tăng, đặc biệt là các sản phẩm như: cửa gỗ công nghiệp, tủ quần áo, tủ bếp, bàn ghế được sử dụng rất nhiều trong các nhà chung cư cao tầng. Mặt khác, xu hướng mới trong sản xuất đồ gỗ và nội thất là thiết kế sáng tạo ra các sản phẩm gỗ mới có kiểu dáng đẹp, nhẹ, độ bền cao, dễ gia công, lắp ghép và giá thành hạ. Để đáp ứng được nhu cầu sử dụng và đảm bảo các yêu cầu đó, cần thiết phải nghiên cứu nhằm tạo ra những loại vật liệu composite gỗ có kết cấu mới, phù hợp với nhu cầu thực tiễn sản xuất [3, 4].

Tấm gỗ composite nhẹ là vật liệu có khối lượng riêng thấp nhưng có nhiều tính năng nổi trội như: ổn định kích thước, chống hút nước, khả năng tiêu âm, cách nhiệt và có độ bền cao, thân thiện với môi trường, có khả năng tái chế, sử dụng tuần hoàn do trong kết cấu của nó có các loại vật liệu như bột xốp, giấy, nhựa hoặc các dạng vật liệu nhẹ khác [2, 3]. Chất lượng sản

phẩm phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố công nghệ, như: nhiệt độ ép, thời gian ép, áp suất ép, loại ván mặt, loại ván lõi, loại keo dán... Trong đó, nhiệt độ và thời gian ép là yếu tố quan trọng có ảnh hưởng lớn đến chất lượng của vật liệu, đặc biệt là khả năng liên kết giữa các lớp vật liệu không đồng nhất. Hiện nay, trên thế giới vật liệu composite gỗ nhẹ đã và đang được nghiên cứu và ứng dụng nhiều. Tuy nhiên, ở Việt Nam chưa có công trình nào nghiên cứu về công nghệ tạo vật liệu composite gỗ nhẹ có độ bền cao, có khả năng tiêu âm, cách nhiệt dùng trong xây dựng và nội thất hoặc chưa có nghiên cứu về ảnh hưởng của một số yếu tố công nghệ đến chất lượng của loại vật liệu này. Do đó, việc nghiên cứu một số yếu tố công nghệ để tạo ra loại vật liệu này là rất cần thiết và có ý nghĩa.

Xuất phát từ những lý do trên, bài báo này nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian ép đến chất lượng của vật liệu composite gỗ nhẹ nhằm lựa chọn được thông số chế độ ép phù hợp để tạo ra loại vật liệu nhẹ có chất lượng tốt dùng sản xuất đồ gỗ nội thất.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên, vật liệu dùng trong nghiên cứu

Các nguyên, vật liệu dùng trong nghiên cứu tạo vật liệu composite gỗ 3 lớp gồm:

- Vật liệu lớp mặt: Ván MDF có khối lượng riêng 680 kg/m^3 , đạt độ ẩm 10%, có kích thước: $600 \times 600 \times 5 \text{ mm}$.

- Vật liệu lớp lõi: Gỗ Bò đề có khối lượng riêng: $0,480 \text{ g/cm}^3$, có kích thước thanh: $600 \times 35 \times 30 \text{ mm}$. Gỗ Bò đề được mua tại Phú Thọ.

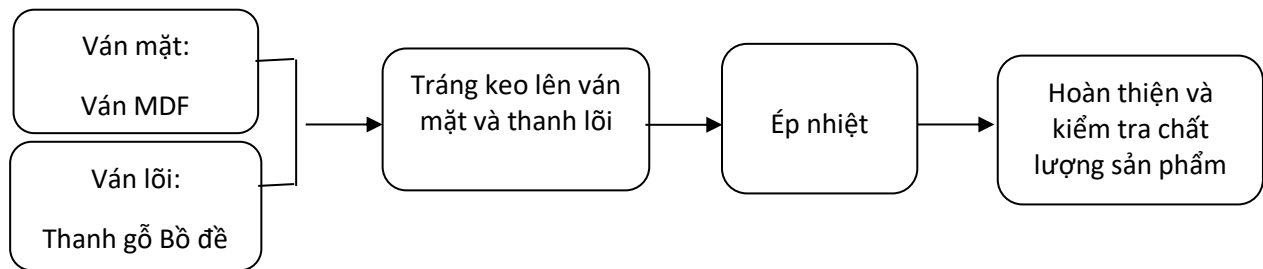
- Keo dán dùng trong thí nghiệm là keo Urea-Formaldehyde (U-F) có mã hiệu UF 60 RS 115 của Công ty CP quốc tế TM Grow, Việt Nam. Chất lượng của keo dán được kiểm tra tại Viện Công nghiệp gỗ và Nội thất: Dung dịch dạng

lông, màu trắng, có tỷ trọng: $1,190 \pm 0,01$ (25°C), hàm lượng rắn: $60 \pm 1\%$, độ nhớt: $190 - 260$ cps (30°C), độ pH: $7,8 - 8,2$, formaldehyde tự do: $< 1,3\%$.

- Sau khi làm xong các thí nghiệm, ván được cắt và kiểm tra các tính chất vật lý, cơ học tại Viện nghiên cứu Công nghiệp rừng, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam và Viện Vật liệu xây dựng.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

* Phương pháp bố trí thí nghiệm



Hình 1. Sơ đồ thực nghiệm tạo vật liệu composite gỗ 3 lớp dạng tấm nhẹ

- Bước 1: Chuẩn bị vật liệu

+ Ván mặt được lựa chọn là các tấm MDF đã xử lý để đạt tiêu chuẩn kích thước, độ nhẵn: $\geq \nabla 8$, độ ẩm 10%. Kích thước ván mặt: $600 \times 600 \times 5$ mm.

+ Ván lõi: Các thanh gỗ Bò đề được bào nhẵn, cắt ngắn theo tiêu chuẩn ($600 \times 35 \times 30$ mm), sau đó được xếp trên bề mặt ván mặt, khoảng cách giữa hai thanh gỗ lõi kề nhau là 60 mm.

Bước 2: Tráng keo.

Sau khi đã có ván mặt và ván lõi, keo được tráng lên bề mặt của cả tấm mặt và các thanh gỗ lõi, sau đó xếp các thanh gỗ lõi vào tấm mặt trên và dưới (ghép thanh theo xuyên tâm), khoảng cách giữa hai thanh lõi liền kề là 60 mm, hai thanh lõi phía ngoài cùng sẽ được xếp bằng với mép ván mặt trên và dưới. Keo dán sử dụng là UF.

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

- Thay đổi 5 cấp nhiệt độ ép: 90°C , 100°C , 110°C , 120°C , 130°C . Cố định thời gian ép: 14 phút; Áp suất ép: 1,0 MPa.

- Thay đổi 5 cấp thời gian ép: 10 phút, 12 phút, 14 phút, 16 phút, 18 phút. Cố định nhiệt độ ép: 110°C ; Áp suất xử lý: 1,0 MPa.

- Số thí nghiệm: 10 cấp thí nghiệm x 3 lần lặp.

* Mô tả thí nghiệm tạo vật liệu composite gỗ nhẹ 3 lớp (Hình 1)

Bước 3: Ép nhiệt

+ Ván được đưa vào máy ép và ép ở 5 cấp nhiệt độ: 90°C ; 100°C ; 110°C ; 120°C ; 130°C duy trì thời gian ép: 14 phút với áp suất ép: 1,0 MPa để keo đóng rắn.

+ Ván được đưa vào máy ép và ép ở nhiệt độ: 110°C ; áp suất ép 1,0 MPa; thời gian ép ở 5 cấp: 10 phút; 12 phút; 14 phút; 16 phút; 18 phút để keo đóng rắn.

Bước 4: Hoàn thiện và kiểm tra chất lượng

Sau khi keo đã đóng rắn, thực hiện dỡ ván và loại bỏ phần keo thừa ở phần rìa ván (nếu có). Để ván ổn định trong điều kiện phòng và tiến hành kiểm tra các tính chất ván theo các tiêu chuẩn hiện hành (Bảng 1).

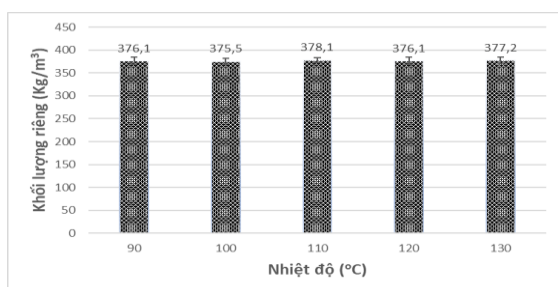
Số lượng mẫu gỗ xử lý: 15 mẫu (5 mẫu x 3 lần lặp/1 chế độ thí nghiệm).

Bảng 1. Phương pháp xác định các tính chất của vật liệu composite gỗ

TT	Chỉ tiêu kiểm tra	KT mẫu (mm)	Số lượng	Tên tiêu chuẩn
1	Khối lượng riêng [7]	$300 \times 300 \times 40$	15	ASTM C271/C271M-16
2	Độ bền kéo vuông góc với mặt ván [8]	$50 \times 50 \times 40$	15	TCVN 7756-7:2007
3	Độ trương nở chiều dày [9]	$50 \times 50 \times 40$	15	TCVN 12445:2018
4	Độ bền chịu nén [10]	$100 \times 100 \times 40$	15	ASTM C365/C365M-22
5	Độ bền uốn [11]	$200 \times 75 \times 40$	15	ASTM C 393/393M-11
6	Modul đàn hồi uốn tĩnh [11]	$200 \times 75 \times 40$	15	ASTM C 393/393M-11

Các số liệu được xử lý và đánh giá bằng phần mềm Excel và các phương pháp thống kê toán học.

***Dụng cụ, thiết bị nghiên cứu:** Máy ép thủy lực 4 trụ Sumac của hãng Sumac, Việt Nam có công suất: 3.7 kw – 3P, 380 V/50 Hz, tốc độ mô tơ: 1450 v/phút, tốc độ ép xuống: 10 ÷ 15 mm/s, hành trình xilanh: 300 mm, khoảng hở bàn máy: 0 ÷ 300 mm, điện áp sử dụng: 3 pha, 380 V – 50 Hz, áp suất tối đa: 200 bar (kg/cm²), lực ép: 25 tấn; máy đo độ ẩm; máy đo kích



Hình 2. Ảnh hưởng của nhiệt độ ép đến khối lượng riêng của vật liệu composite

Vật liệu composite gỗ 3 lớp có lõi rỗng là một yếu tố quan trọng trong việc tạo ra ván gỗ nhẹ. Lõi rỗng giúp giảm khối lượng tổng thể mà không làm giảm đáng kể độ cứng và độ bền của ván. Trong quá trình ép, việc duy trì lõi rỗng là cần thiết để đảm bảo rằng ván gỗ cuối cùng vẫn giữ được trọng lượng nhẹ.

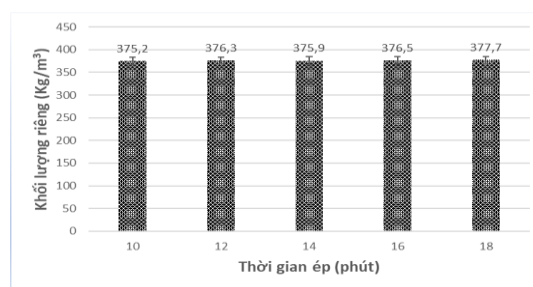
Hình 2 cho thấy, khi thay đổi nhiệt độ ép từ 90°C, 100°C, 110°C, 120°C, 130°C, khối lượng riêng của vật liệu composite thay đổi không đáng kể, chỉ dao động từ 375,5 - 386,1 kg/m³. Hình 3 cũng cho thấy, khi thay đổi thời gian ép từ 10 phút, 12 phút, 14 phút, 16 phút, 18 phút khối lượng riêng của vật liệu cũng không thay đổi rõ rệt, chỉ dao động từ 375,2 kg/m³ - 377,7 kg/m³. Nguyên nhân là do khối lượng riêng của gỗ là tỉ lệ giữa khối lượng và thể tích, trong điều

thước, độ chính xác 0,01 mm; cân điện tử, độ chính xác 0,01 g; tủ sấy điện tử có thể điều chỉnh và duy trì nhiệt độ từ nhiệt độ môi trường đến 300°C, độ chính xác 0,1°C.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian ép đến khối lượng riêng của vật liệu composite

Kết quả kiểm tra ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian ép đến khối lượng riêng của vật liệu composite gỗ nhẹ được thể hiện ở Hình 2 và Hình 3.



Hình 3. Ảnh hưởng của thời gian ép đến khối lượng riêng của vật liệu composite

kiện này, nhiệt độ và thời gian ép có thể làm thay đổi cấu trúc nội tại hoặc độ ẩm của gỗ nhưng không làm thay đổi đáng kể thể tích hoặc khối lượng của nó, do đó mật độ vẫn được duy trì.

Mặt khác, khối lượng riêng của vật liệu composite 3 lớp trong nghiên cứu này thấp hơn rất nhiều so với khối lượng riêng của ván sợi nhẹ (từ 550 kg/m³ đến 650 kg/m³) được quy định ở TCVN 13181:2020 [12]. Điều này cho thấy vật liệu composite tạo ra có ưu điểm nhẹ, thuận tiện cho quá trình sử dụng và vận chuyển.

Kết quả phân tích phương sai ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian ép đến khối lượng riêng của vật liệu composite 3 lớp được thể hiện ở Bảng 2 và Bảng 3.

Bảng 2. Kết quả phân tích phương sai ảnh hưởng của nhiệt độ ép đến khối lượng riêng

Nguồn sai số	Tổng bình phương (SS)	Bậc tự do (df)	Trung bình bình phương (MS)	Giá trị thống kê (F)	Giá trị xác suất P-value	Giá trị tra bảng (F crit)
Giữa các nhóm	157,1402	4	39,28505	0,07796	0,988916	2,434065
Trong nhóm	73067,18	145	503,9116			
Tổng	73224,32	149				

Qua số liệu phân tích ANOVA 1 yếu tố về ảnh hưởng của nhiệt độ ép đến khối lượng riêng của vật liệu composite gỗ nhẹ 3 lớp (Bảng 2) cho thấy: Giá trị thống kê F (0,07) thí nghiệm

nhỏ hơn F tra bảng (2,43). Giá trị xác suất P-value > 0,05, do đó nhiệt độ ép không ảnh hưởng đến khối lượng riêng của vật liệu composite gỗ nhẹ 3 lớp.

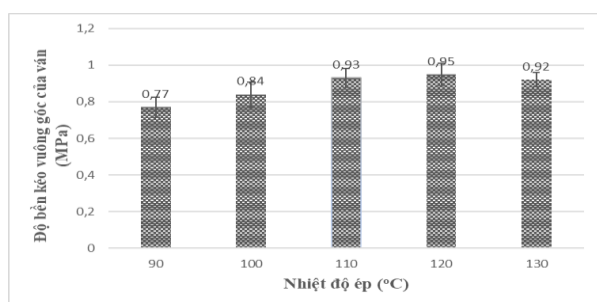
Bảng 3. Kết quả phân tích phương sai ảnh hưởng của thời gian ép đến khối lượng riêng

Nguồn sai số	Tổng bình phương (SS)	Bậc tự do (df)	Trung bình bình phương (MS)	Giá trị thống kê (F)	Giá trị xác suất P-value	Giá trị tra bảng (F crit)
Giữa các nhóm	99,38685	4	24,84671	0,045223	0,996101	2,434065
Trong nhóm	79667,5	145	549,431			
Tổng	79766,89	149				

Qua số liệu phân tích ANOVA 1 yếu tố về ảnh hưởng của thời gian ép đến khối lượng riêng của vật liệu composite gỗ nhẹ 3 lớp (Bảng 3) cho thấy: giá trị thống kê F (0,045) thí nghiệm nhỏ hơn F tra bảng (2,43). Giá trị xác suất P-value > 0,05 nên thời gian ép không ảnh hưởng đến khối lượng riêng của vật liệu composite gỗ nhẹ 3 lớp.

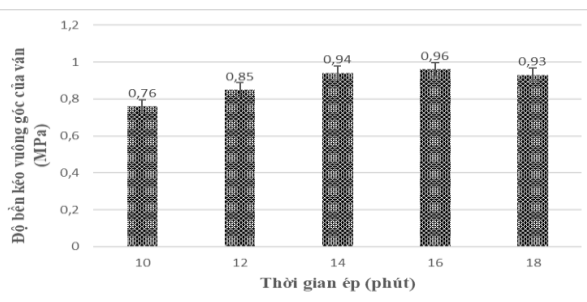
3.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian ép đến độ bền kéo vuông góc của vật liệu composite

Đây là vật liệu composite gỗ nhẹ 3 lớp có lớp mặt là ván sợi và lớp lõi rỗng là các thanh gỗ Bờ đề. Vật liệu này được dùng trong nội thất ở các vị trí ít chịu lực nên độ bền dán dính của vật liệu được đánh giá thông qua độ bền kéo vuông góc với mặt ván. Kết quả kiểm tra ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian ép đến độ bền kéo vuông góc của vật liệu được thể hiện ở Hình 4 và Hình 5.



Hình 4. Ảnh hưởng của nhiệt độ ép đến độ bền kéo vuông góc của vật liệu composite

Hình 4 cho thấy, khi tăng nhiệt độ ép từ 90°C đến 110°C thì độ bền kéo vuông góc tăng từ 0,77 MPa đến 0,93 MPa, khi ép ở nhiệt độ từ 110°C đến 120°C, giá trị ổn định chỉ dao động từ 0,93 MPa - 0,95 MPa và có xu hướng giảm nhẹ xuống 0,92 MPa ở nhiệt độ ép 130°C. Điều này có thể lý giải là do khi nhiệt độ ép tăng làm cho tốc độ đóng rắn của keo tăng và khi nhiệt độ ép tăng đến mức độ nhất định thì keo sẽ đóng rắn hoàn toàn. Tuy nhiên, nếu nhiệt độ ép quá cao thì độ nhớt của keo giảm nhanh, làm tăng khả năng thấm sâu của keo vào vật liệu dán, màng keo dễ bị gián đoạn, làm giảm độ bền liên kết mối dán. Ngoài ra, nhiệt độ ép quá



Hình 5. Ảnh hưởng của thời gian ép đến độ bền kéo vuông góc của vật liệu composite

cao cũng làm cho màng keo bị lão hóa, dẫn đến độ bền kéo vuông góc với mặt ván giảm.

Hình 5 cho thấy, khi thời gian ép tăng từ 10 phút đến 14 phút thì độ bền kéo vuông góc với mặt ván tăng từ 0,76 MPa đến 0,94 MPa. Tuy nhiên, khi ép ván ở thời gian 16 phút thì giá trị của độ bền kéo vuông góc tăng không đáng kể so với ở mức 14 phút, chỉ dao động 0,94 MPa đến 0,96 MPa và có xu hướng giảm nhẹ xuống 0,93 MPa khi ép ở thời gian 18 phút. Nguyên nhân cũng là do ở mức thời gian từ 10 phút đến 12 phút màng keo dần trải và đã đóng rắn 1 phần, tiếp tục tăng thời gian ép từ 14 phút đến 16 phút thì màng keo đóng rắn triệt để. Nếu

tăng thời gian ép quá dài làm màng keo bị lão hoá nên giảm độ bền kéo vuông góc của ván.

Mặt khác, độ bền kéo vuông góc của vật liệu composite 3 lớp trong nghiên cứu này lớn hơn so với ván sợi có cùng cấp chiều dày được quy

định ở TCVN 7753:2007 [13].

Kết quả phân tích phương sai ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian ép đến độ bền kéo vuông góc của vật liệu composite được thể hiện ở Bảng 4, Bảng 5.

Bảng 4. Kết quả phân tích phương sai ảnh hưởng của nhiệt độ ép đến độ bền kéo vuông góc

Nguồn sai số	Tổng bình phương	Bậc tự do	Trung bình bình phương	Giá trị thống kê	Giá trị xác suất	Giá trị tra bảng
	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Giữa các nhóm	0,695227	4	0,173807	750,6543	8,74E-96	2,434065
Trong nhóm	0,033573	145	0,000232			
Tổng	0,7288	149				

Qua số liệu phân tích ANOVA 1 yếu tố về ảnh hưởng của nhiệt độ ép đến độ bền kéo vuông góc của vật liệu composite gỗ nhẹ 3 lớp (Bảng 4) cho thấy: Giá trị thống kê F (750,65) thí

nghiệm lớn hơn rất nhiều F tra bảng (2,43). Giá trị xác suất P-value < 0,05, do vậy nhiệt độ ép có ảnh hưởng đến độ bền kéo vuông góc của vật liệu composite.

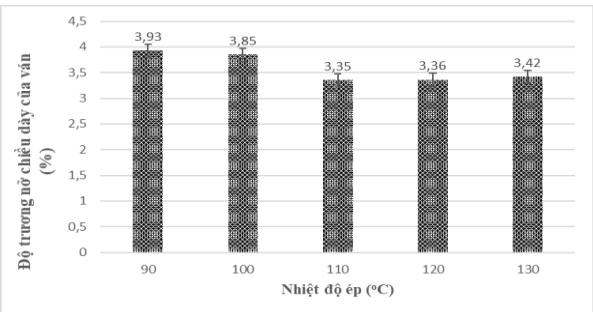
Bảng 5. Kết quả phân tích phương sai ảnh hưởng của thời gian ép đến độ bền kéo vuông góc

Nguồn sai số	Tổng bình phương	Bậc tự do	Trung bình bình phương	Giá trị thống kê	Giá trị xác suất	Giá trị tra bảng
	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Giữa các nhóm	1,008891	4	0,252223	379,7877	9,77E-76	2,434065
Trong nhóm	0,096297	145	0,000664			
Tổng	1,105187	149				

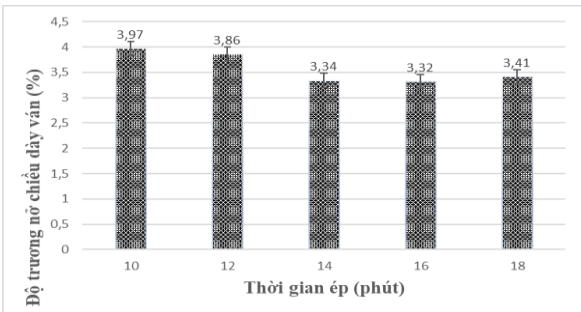
Qua số liệu phân tích ANOVA 1 yếu tố về ảnh hưởng của thời gian ép đến độ bền kéo vuông góc của vật liệu composite gỗ nhẹ 3 lớp (Bảng 5) cho thấy: giá trị thống kê F (379,79) thí nghiệm lớn hơn rất nhiều F tra bảng (2,43). Giá trị xác suất P-value < 0,05 nên thời gian ép có ảnh hưởng đến độ bền kéo vuông góc của vật liệu composite.

3.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian ép đến độ trương nở chiều dày của vật liệu composite

Kết quả kiểm tra ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian ép đến độ trương nở chiều dày của vật liệu composite được thể hiện ở Hình 6 và Hình 7.



Hình 6. Ảnh hưởng của nhiệt độ ép đến độ trương nở chiều dày của vật liệu composite



Hình 7. Ảnh hưởng của thời gian ép đến độ trương nở chiều dày của vật liệu composite

Hình 6 nhận thấy, khi ép ở nhiệt độ 90°C và 100°C, keo dán bắt đầu phản ứng hóa học và

chuyển sang trạng thái đóng rắn, giúp tạo ra liên kết giữa lớp mặt và lớp lõi. Độ trương nở

tương ứng là 3,93% và 3,85%, có thể thấy độ trương nở chiều dày giảm khi nhiệt độ tăng. Khi nhiệt độ ép tăng lên 110°C và 120°C, keo dán sẽ trải qua sự mềm hóa và phản ứng hóa học mạnh mẽ hơn, tạo ra một liên kết tốt hơn giữa các lớp gỗ. Sự kết liên kết chặt chẽ này đã hạn chế khả năng trương nở của gỗ, giảm độ trương nở chiều dày xuống còn 3,35%, 3,36% tương ứng. Ngoài ra, với nhiệt độ ép tăng cao kèm thời gian ép trung bình 14 phút sẽ làm một phần bề mặt bị các bon hóa, làm giảm nhóm hút nước và làm cho bề mặt kỵ nước hơn. Do vậy, khả năng trương nở của ván composite với nhiệt độ trong dải này thấp hơn so với nhiệt độ ép 90°C, 100°C. Ở nhiệt độ 130°C, sự phân hủy hóa học của keo dán có thể bắt đầu xảy ra, làm suy yếu liên kết giữa các lớp gỗ và làm cho ván composite trương nở nhiều hơn, do vậy với nhiệt độ ép 130°C, độ trương nở chiều dày của vật liệu composite có dấu hiệu tăng. Như vậy, khi tăng nhiệt độ ép từ 90°C đến 120°C thì độ trương nở chiều dày của vật liệu giảm nhưng ép đến nhiệt độ 130°C thì độ trương nở chiều dày lại có dấu hiệu tăng. Ở 2 mức nhiệt độ ép 110°C, 120°C, độ trương nở chiều dày của vật liệu composite không có sự khác biệt lớn. Vì vậy, để nhằm tiết kiệm chi phí năng lượng và giảm chi phí sản xuất nên chọn nhiệt độ ép 110°C là thích hợp.

Từ Hình 7 nhận thấy, khi ở thời gian ép 10 phút và 12 phút, keo dán bắt đầu phản ứng hóa học và chuyển sang trạng thái đóng rắn, giúp tạo ra liên kết giữa lớp mặt và lớp lõi. Độ trương nở tương ứng là 3,99% và 3,86%, có thể thấy độ trương nở chiều dày giảm khi thời gian

ép tăng. Khi tăng thời gian ép 14 phút và 16 phút, keo dán sẽ trải qua sự mềm hóa và phản ứng hóa học mạnh mẽ hơn, tạo ra một liên kết tốt hơn giữa các lớp gỗ. Sự kết liên kết chặt chẽ này đã hạn chế khả năng trương nở của ván, giảm độ trương nở chiều dày xuống 3,34%, 3,32% tương ứng. Ngoài ra, với thời gian ép tăng cao, ở nhiệt độ ép 110°C sẽ làm một phần bề mặt bị các bon hóa, làm giảm nhóm hút nước và làm cho bề mặt kỵ nước hơn. Do vậy, khả năng trương nở của ván composite khi ép ở khoảng thời gian này thấp hơn so với thời gian ép 10 phút, 12 phút. Ở thời gian ép 18 phút, sự phân hủy hóa học của keo dán có thể bắt đầu xảy ra, làm suy yếu liên kết giữa các lớp gỗ và làm cho ván composite trương nở nhiều hơn, do đó độ trương nở chiều dày của vật liệu composite có dấu hiệu tăng. Vì vậy, khi thời gian ép tăng từ 10 phút đến 16 phút, độ trương nở chiều dày của ván có dấu hiệu giảm, tuy nhiên khi tăng đến thời gian 18 phút thì độ trương nở chiều dày có dấu hiệu tăng. Ở 2 mức thời gian ép 14 phút, 16 phút, độ trương nở chiều dày của ván composite không có sự khác biệt lớn. Đó đó, để nhằm tiết kiệm chi phí năng lượng và giảm chi phí sản xuất, thời gian ép 14 phút được chọn là thích hợp.

Mặt khác, vật liệu composite 3 lớp có giá trị độ trương nở chiều dày trong nghiên cứu này nhỏ hơn so với ván sợi được quy định ở TCVN 7753:2007 [13].

Kết quả phân tích phương sai ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian ép đến độ trương nở chiều dày của vật liệu composite được thể hiện ở Bảng 6, Bảng 7.

Bảng 6. Kết quả phân tích phương sai ảnh hưởng của nhiệt độ ép đến độ trương nở chiều dày

Nguồn sai số	Tổng biên phương	Bậc tự do	Trung bình biên phương	Giá trị thống kê	Giá trị xác suất	Giá trị tra bảng
	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Giữa các nhóm	9,484	4	2,3709	56,541	1E-28	2,4341
Trong nhóm	6,08	145	0,0419			
Tổng	15,56	149				

Qua số liệu phân tích ANOVA 1 yếu tố về ảnh hưởng của nhiệt độ ép đến độ trương nở chiều dày của vật liệu composite 3 lớp (Bảng 6) cho thấy: giá trị thống kê F (56,54) thí nghiệm lớn

hơn rất nhiều F tra bảng (2,43). Giá trị xác suất P-value < 0,05, do vậy nhiệt độ ép có ảnh hưởng đến độ trương nở chiều dày của vật liệu composite.

Bảng 7. Kết quả phân tích phương sai ảnh hưởng của thời gian ép đến độ trương nở chiều dày

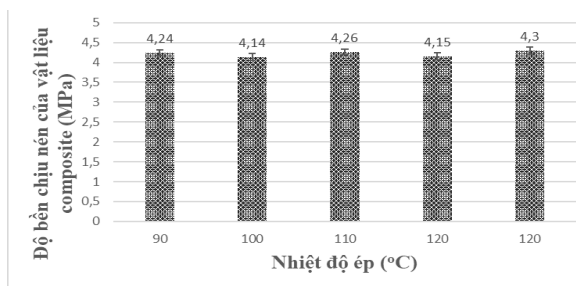
Nguồn sai số	Tổng bình phương	Bậc tự do	Trung bình bình phương	Giá trị thống kê	Giá trị xác suất	Giá trị tra bảng
	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Giữa các nhóm	11,48	4	2,8704	66,714	6E-32	2,4341
Trong nhóm	6,239	145	0,043			
Tổng	17,72	149				

Qua số liệu phân tích ANOVA 1 yếu tố về ảnh hưởng của thời gian ép đến độ trương nở chiều dày của vật liệu composite 3 lớp (Bảng 7) cho thấy: Giá trị thống kê F (66,71) thí nghiệm lớn hơn rất nhiều F tra bảng (2,43). Giá trị xác suất P-value < 0,05 nên thời gian ép có ảnh hưởng đến độ

trương nở chiều dày của vật liệu composite.

3.4. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian ép đến độ bền chịu nén của vật liệu gỗ composite

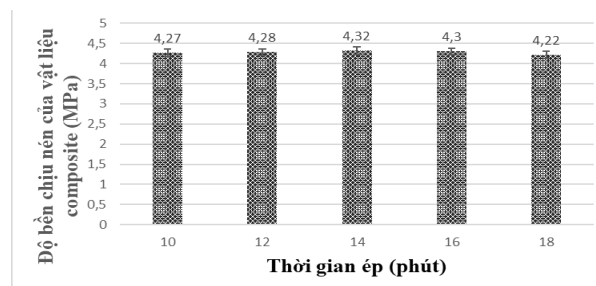
Kết quả kiểm tra ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian ép đến độ bền chịu nén của vật liệu gỗ composite được thể hiện ở Hình 8 và Hình 9.



Hình 8. Ảnh hưởng của nhiệt độ ép đến độ bền chịu nén của vật liệu composite

Từ Hình 8 cho thấy, khi tăng nhiệt độ ép ở các cấp 90°C, 100°C, 110°C, 120°C, 130°C thì độ bền nén của vật liệu composite 3 lớp qua các chế độ nhiệt độ ép khác nhau không có sự thay đổi rõ nét, chỉ dao động từ 4,14 MPa đến 4,35 MPa. Điều này có thể được giải thích là do kết cấu của ván gồm 3 lớp, 2 lớp mặt bằng ván MDF 5 mm và lớp lõi là gỗ nhẹ có khối lượng thể tích thấp. Với nhiệt độ ép từ 90°C đến 130°C, cơ bản keo đã đóng rắn và giữ được kết cấu của ván. Khi tác dụng của lực nén, các cấu trúc trong vật liệu giữa các chế độ ép với nhiệt độ khác nhau không ảnh hưởng.

Tương tự Hình 9 cho thấy, độ bền nén của



Hình 9. Ảnh hưởng của thời gian ép đến độ bền chịu nén của vật liệu composite

vật liệu composite 3 lớp qua các chế độ thời gian ép khác nhau cũng thay đổi không đáng kể, chỉ dao động từ 4,22 MPa đến 4,32 MPa. Điều này cũng có thể được giải thích là kết cấu của ván gồm 3 lớp, 2 lớp mặt bằng ván MDF 5 mm và lớp lõi là gỗ nhẹ có khối lượng thể tích thấp. Khi thời gian ép từ 10 phút đến 18 phút, cơ bản keo đã đóng rắn và giữ được kết cấu của ván. Khi tác dụng của lực nén, các cấu trúc trong vật liệu giữa các chế độ ép với thời gian khác nhau không ảnh hưởng.

Kết quả phân tích phương sai ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian ép đến độ bền nén của vật liệu composite được thể hiện ở Bảng 8, Bảng 9.

Bảng 8. Kết quả phân tích phương sai ảnh hưởng của nhiệt độ ép đến độ bền nén

Nguồn sai số	Tổng bình phương	Bậc tự do	Trung bình bình phương	Giá trị thống kê	Giá trị xác suất	Giá trị tra bảng
	(SS)	(df)	(MS)	(F)	P-value	(F crit)
Giữa các nhóm	0,54	4,00	0,13	1,82	0,13	2,43
Trong nhóm	10,76	145,00	0,07			
Tổng	11,30	149,00				

Qua số liệu phân tích ANOVA 1 yếu tố về ảnh hưởng của nhiệt độ ép đến độ bền nén của vật liệu composite gỗ nhẹ 3 lớp (Bảng 8) cho thấy: Giá trị thống kê F (1,82) thí nghiệm nhỏ hơn F

tra bảng (2,43). Giá trị xác suất P-value > 0,05 nên nhiệt độ ép không ảnh hưởng đến độ bền nén của vật liệu composite gỗ nhẹ 3 lớp.

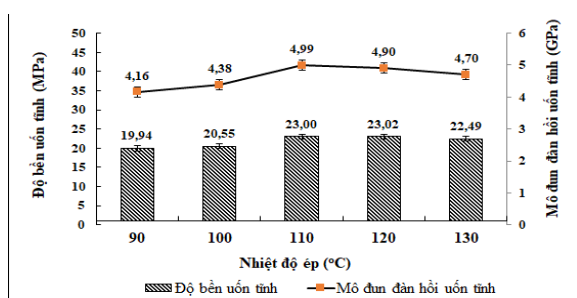
Bảng 9. Kết quả phân tích phương sai ảnh hưởng của thời gian ép đến độ bền nén

Nguồn sai số	Tổng bình phương SS	Bậc tự do df	Trung bình bình phương MS	Giá trị thống kê F	Giá trị xác suất P-value	Giá trị tra bảng F crit
Giữa các nhóm	0,152751	4	0,038188	0,521002	0,720426	2,434065
Trong nhóm	10,628	145	0,073297			
Tổng	10,78075	149				

Qua số liệu phân tích ANOVA 1 yếu tố về ảnh hưởng của thời gian ép đến độ bền nén của vật liệu composite gỗ nhẹ 3 lớp (Bảng 9) cho thấy: Giá trị thống kê F (0,52) thí nghiệm nhỏ hơn F tra bảng (2,43). Giá trị xác suất P-value > 0,05 nên thời gian ép không ảnh hưởng đến độ bền nén của vật liệu composite gỗ nhẹ 3 lớp.

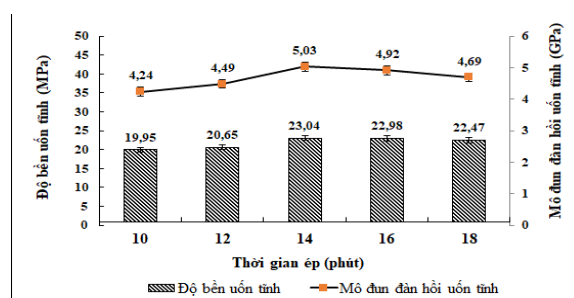
3.5. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian ép đến độ bền uốn và mô đun đàn hồi uốn tĩnh của vật liệu gỗ composite

Kết quả kiểm tra ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian ép đến độ bền uốn và mô đun đàn hồi uốn tĩnh của vật liệu gỗ composite được thể hiện ở Hình 10 và Hình 11.



Hình 10. Ảnh hưởng của nhiệt độ ép đến độ bền uốn và mô đun đàn hồi uốn tĩnh của vật liệu composite

Hình 10 cho thấy, độ bền uốn và mô đun đàn hồi của vật liệu có xu hướng tăng khi nhiệt độ ép tăng từ 90°C đến 110°C, giá trị ổn định ở dải nhiệt độ ép 110 – 120°C và có dấu hiệu giảm nhẹ ở nhiệt độ 130°C. Điều này có thể lý giải như sau: Khi nhiệt độ ép thấp khả năng dàn trải keo không đồng đều, có thể xuất hiện huyệt keo cục bộ, ảnh hưởng tới khả năng dán dính của vật liệu giữa các lớp ván, làm cho độ bền uốn và mô đun đàn hồi uốn của vật liệu composite 3 lớp cũng không đạt được giá trị cao. Tuy nhiên, nếu nhiệt độ ép quá cao thì độ nhớt của keo giảm nhanh, làm tăng khả năng thấm sâu của keo vào vật liệu dán, màng keo dễ bị gián đoạn, làm giảm độ bền liên kết mối dán. Ngoài ra, nhiệt độ ép quá cao cũng làm cho màng keo bị khô và lão hóa, dẫn đến độ bền uốn và mô đun



Hình 11. Ảnh hưởng của thời gian ép đến độ bền uốn và mô đun đàn hồi uốn tĩnh của vật liệu composite

đàn hồi uốn của vật liệu giảm.

Tương tự Hình 11 cho thấy, độ bền uốn và mô đun đàn hồi có xu hướng tăng khi thời gian tăng từ 10 phút lên 14 phút, cho giá trị ổn định ở 2 mức thời gian ép 14-16 phút và có dấu hiệu giảm nhẹ ở thời gian ép 18 phút. Điều này có thể lý giải như sau: khi thời gian ép thấp, màng keo đóng rắn chưa triệt để, ảnh hưởng tới khả năng dán dính của vật liệu giữa các lớp ván, do đó làm cho độ bền uốn và mô đun đàn hồi uốn của vật liệu ván 3 lớp cũng không đạt được giá trị cao. Nếu tăng thời gian ép thì màng keo đóng rắn triệt để. Tuy nhiên, thời gian ép quá cao cũng làm cho màng keo bị khô và lão hóa, dẫn đến độ bền uốn và mô đun đàn hồi uốn của vật liệu có xu thế giảm.

Mặt khác, giá trị độ bền uốn và mô đun đàn

hồi uốn tĩnh của vật liệu composite trong nghiên cứu này lớn hơn so với ván sợi có cùng cấp chiều dày được quy định theo TCVN 7753:2007 [13].

Kết quả phân tích phương sai ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian ép đến độ bền uốn và modul đàn hồi uốn tĩnh của vật liệu composite được thể hiện ở Bảng 10 và Bảng 11.

Bảng 10. Kết quả phân tích phương sai ảnh hưởng của nhiệt độ ép đến độ bền uốn tĩnh

Nguồn sai số	Tổng bình phương SS	Bậc tự do df	Trung bình bình phương MS	Giá trị thống kê F	Giá trị xác suất P-value	Giá trị tra bảng F crit
Giữa các nhóm	252,5963	4	63,14907	812,2307	3,72E-98	2,434065
Trong nhóm	11,27342	145	0,077748			
Tổng	263,8697	149				

Qua số liệu phân tích ANOVA 1 yếu tố về ảnh hưởng của nhiệt độ ép đến độ bền uốn tĩnh của vật liệu composite gỗ nhẹ 3 lớp (Bảng 10) cho thấy: giá trị thống kê F (812,23) thí nghiệm lớn

hơn rất nhiều F tra bảng (2,43). Giá trị xác suất P-value < 0,05 nên nhiệt độ ép có ảnh hưởng đến độ bền uốn tĩnh của vật liệu composite gỗ nhẹ 3 lớp.

Bảng 11. Kết quả phân tích phương sai ảnh hưởng của nhiệt độ ép đến modul đàn hồi uốn tĩnh

Nguồn sai số	Tổng bình phương SS	Bậc tự do df	Trung bình bình phương MS	Giá trị thống kê F	Giá trị xác suất P-value	Giá trị tra bảng F crit
Giữa các nhóm	14,78234	4	3,695584	42,26113	1,86E-23	2,434065
Trong nhóm	12,67973	145	0,087446			
Tổng	27,46207	149				

Qua số liệu phân tích ANOVA về ảnh hưởng của nhiệt độ ép đến modul đàn hồi uốn tĩnh của vật liệu composite gỗ nhẹ 3 lớp (Bảng 11) cho thấy: giá trị thống kê F (42,26) thí nghiệm lớn hơn F tra bảng (2,43). Giá trị xác suất P-value < 0,05 nên nhiệt độ ép có ảnh hưởng đến modul

đàn hồi uốn tĩnh của vật liệu composite gỗ nhẹ 3 lớp.

Kết quả phân tích phương sai ảnh hưởng của thời gian ép đến độ bền uốn và modul đàn hồi uốn tĩnh của vật liệu composite được thể hiện ở Bảng 12 và Bảng 13.

Bảng 12. Kết quả phân tích phương sai ảnh hưởng của thời gian ép đến độ bền uốn tĩnh

Nguồn sai số	Tổng bình phương SS	Bậc tự do df	Trung bình bình phương MS	Giá trị thống kê F	Giá trị xác suất P-value	Giá trị tra bảng F crit
Giữa các nhóm	243,1132	4	60,77831	722,3432	1,24E-94	2,434065
Trong nhóm	12,20037	145	0,08414			
Tổng	255,3136	149				

Qua số liệu phân tích ANOVA về ảnh hưởng của thời gian ép đến độ bền uốn tĩnh của vật liệu composite gỗ nhẹ 3 lớp (Bảng 12) cho thấy: giá trị thống kê F (722,34) thí nghiệm lớn hơn

rất nhiều F tra bảng (2,43). Giá trị xác suất P-value < 0,05, có khẳng định thời gian ép ảnh hưởng đến độ bền uốn tĩnh của vật liệu composite gỗ nhẹ 3 lớp.

Bảng 13. Kết quả phân tích phương sai ảnh hưởng của thời gian ép đến modul đàn hồi uốn tĩnh

Nguồn sai số	Tổng bình phương SS	Bậc tự do df	Trung bình bình phương MS	Giá trị thống kê F	Giá trị xác suất P-value	Giá trị tra bảng F crit
Giữa các nhóm	12,39597	4	3,098992	39,47246	2,48E-22	2,434065
Trong nhóm	11,38398	145	0,07851			
Tổng	23,77995	149				

Qua số liệu phân tích ANOVA 1 yếu tố về ảnh hưởng của thời gian ép đến modul đàn hồi uốn tĩnh của vật liệu composite gỗ nhẹ 3 lớp (Bảng 13) cho thấy: giá trị thống kê F (39,47) thí nghiệm lớn hơn F tra bảng (2,43). Giá trị xác suất P-value < 0,05, có khẳng định thời gian ép ảnh hưởng đến modul đàn hồi uốn tĩnh của vật liệu composite gỗ nhẹ 3 lớp.

4. KẾT LUẬN

Khi thay đổi nhiệt độ ép ở các cấp nghiên cứu thì một số tính chất cơ lý của vật liệu composite 3 lớp có thay đổi đáng kể: khi tăng nhiệt độ ép từ 90°C đến 120°C thì độ bền kéo vuông góc tăng từ 0,77 MPa - 0,95 MPa và giảm nhẹ xuống 0,92 MPa khi ép ở nhiệt độ 130°C; Khi tăng nhiệt độ ép từ 90°C đến 120°C, độ trương nở chiều dày giảm từ 3,93% xuống 3,36% nhưng lại có dấu hiệu tăng lên 3,42% khi ép ở nhiệt độ 130°C; độ bền uốn và modul đàn hồi có xu hướng tăng khi nhiệt độ ép tăng từ 90°C đến 110°C, giá trị ổn định ở dải nhiệt độ ép 110 – 120°C và giảm nhẹ ở nhiệt độ 130°C. Tuy nhiên, khối lượng riêng và độ bền nén của vật liệu composite không ảnh hưởng đáng kể.

Khi thời gian ép tăng từ 10 phút đến 16 phút thì độ bền kéo vuông góc với mặt ván tăng từ 0,76 MPa đến 0,96 MPa và giảm nhẹ xuống 0,93 MPa khi ép ở thời gian 18 phút; khi thời gian ép tăng từ 10 phút đến 16 phút, độ trương nở chiều dày có dấu hiệu giảm từ 3,97% xuống 3,32% và tăng lên 3,41% khi ép ở thời gian 18 phút; độ bền uốn và modul đàn hồi tăng khi thời gian ép tăng từ 10 phút lên 14 phút, cho giá trị ổn định ở 2 mức thời gian ép 14 phút, 16 phút và có dấu hiệu giảm nhẹ ở thời gian 18 phút. Tuy nhiên, khối lượng riêng và độ bền nén của vật liệu composite cũng chưa ảnh hưởng rõ nét.

Như vậy, khi thay đổi nhiệt độ và thời gian ép ở các cấp nghiên cứu có ảnh hưởng rõ nét đến một số tính chất của vật liệu composite 3 lớp. Theo kết quả nghiên cứu này để đảm bảo được chất lượng của vật liệu và đem lại hiệu quả kinh tế nên ép vật liệu ở nhiệt độ 110°C

trong 14 phút là thích hợp.

Lời cảm ơn

Tập thể nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ kinh phí từ Đề tài khoa học và công nghệ cấp Bộ: “Nghiên cứu công nghệ sản xuất vật liệu gỗ composite dạng tấm nhẹ dùng trong xây dựng, kiến trúc và đồ gỗ nội thất”.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Vũ Huy Đại (2014). Nghiên cứu đề xuất công nghệ sản xuất composit gỗ-nhựa từ phế liệu gỗ keo tai tượng và nhựa tái chế Polypropylen. Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. 22: 121-128.
- [2]. Nguyễn Thị Thanh Hiền & Phạm Văn Chương (2014). Ảnh hưởng của kết cấu đến tính chất vật liệu composite dạng lớp từ tre và gỗ. Tạp Khoa học và Công nghệ Lâm Nghiệp. 3: 092-101.
- [3]. Elena Vladimirova & Meng Gong (2024). Advancements and applications of wood-based sandwich panels in modern construction. Buildings. 14(8): 2359.
- [4]. Nguyễn Thúc Bội Nguyên (2018). Nghiên cứu vật liệu composite có cấu trúc sandwich ứng dụng trong xây dựng. Tạp chí Khoa học Đại học Thủ Dầu Một. 3: 12-18.
- [5]. Hoàng Xuân Niên (2018). Xác định thông số công nghệ tạo composite từ sợi xơ dừa với chất nền là nhựa HDPE. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp. 4: 167-174.
- [6]. Trương Hoài Chính (2010). Nghiên cứu khả năng chịu lực vật liệu tre hỗn hợp (composite) ứng dụng trong xây dựng. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Đà Nẵng. 4: 7-15.
- [7]. ASTM International (2004). ASTM C271/C271M-16: Standard Test Method for Density of Sandwich Core Materials.
- [8]. Viện Tiêu chuẩn Chất lượng Việt Nam (2007). TCVN 7756-7:2007: Ván gỗ nhân tạo - Phương pháp thử - Phần 7: Xác định độ bền kéo vuông góc với mặt ván.
- [9]. Viện Tiêu chuẩn Chất lượng Việt Nam (2018). TCVN 12445:2018: Ván gỗ nhân tạo - Xác định độ trương nở chiều dày sau khi ngâm trong nước.
- [10]. ASTM International (2022). ASTM C365/C365M-22: Standard Test Method for Flatwise Compressive Properties of Sandwich Cores.
- [11]. ASTM International (2011). ASTM C 393/393M-11: Standard Test Method for Core Shear Properties of Sandwich Constructions by Beam Flexure.
- [12]. Viện Tiêu chuẩn Chất lượng Việt Nam (2020). TCVN 13181:2020: Ván gỗ nhân tạo - Ván sợi sản xuất theo phương pháp khô.
- [13]. Viện Tiêu chuẩn Chất lượng Việt Nam (2007). TCVN 7753:2007 về ván sợi – Ván MDF.