

Nghiên cứu một số thông số công nghệ chế tạo vật liệu composite từ sợi tàu dừa với chất nền là nhựa Phenol-Formaldehyde

Tường Thị Thu Hằng¹, Tăng Thị Kim Hồng^{2*}, Hoàng Xuân Niên¹

Trường Đại học Thủ Dầu Một

Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh

Investigation of technological parameters for manufacturing composite materials from coconut leaf stalk fibers with Phenol-Formaldehyde resin

Tuong Thi Thu Hang¹, Tang Thi Kim Hong^{2*}, Hoang Xuan Nien¹

Thu Dau Mot University

Nong Lam University – Ho Chi Minh City

*Corresponding author: tangkimhong@hcmuaf.edu.vn

<https://doi.org/10.55250/jo.vnuf.13.6.2024.105-112>

TÓM TẮT

Sợi từ tàu dừa thuộc nhóm xơ sợi dạng thẳng trong các sản phẩm xơ sợi từ phế liệu của cây dừa. Sợi từ tàu dừa sau khi phân tách có thể được sử dụng làm nguyên liệu cho quá trình chế tạo sản phẩm composite phục vụ trong công nghiệp sản xuất đồ mộc, góp phần tạo thêm nguồn nguyên liệu cho công nghiệp đồ gỗ Việt Nam. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu sự tương quan giữa nhiệt độ ép, thời gian ép và lượng chất nền Phenol-Formaldehyde (PF) tới chất lượng composite từ sợi tàu dừa. Nghiên cứu sử dụng bố trí kế hoạch thực nghiệm đa yếu tố chỉ ra rằng: Lượng chất nền Phenol-Formaldehyde, nhiệt độ ổn định trong thời gian ép sản phẩm, thời gian duy trì nhiệt độ ổn định là những yếu tố công nghệ tính quyết định tới chất lượng của composite từ sợi tàu dừa và nhựa PF. Khi sử dụng chất nền nhựa PF với tỷ lệ 20% khối lượng vật liệu, nhiệt độ ép 170°C, và thời gian ép 17,5 phút sẽ tạo được mẫu vật liệu composite có các đặc tính và chỉ tiêu chất lượng là: Khối lượng riêng 0,84 g/cm³, độ bền uốn tĩnh 43,6 MPa, và độ trương nở chiều dày 4%. Với các chỉ tiêu chất lượng đó, có thể đáp ứng tốt yêu cầu chất lượng vật liệu làm nguyên liệu cho sản xuất đồ mộc.

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 07/10/2024

Ngày phản biện: 11/11/2024

Ngày quyết định đăng: 04/12/2024

Từ khóa:

Chất nền, composite, keo PF, tàu dừa.

ABSTRACT

Coconut leaf stalk fibers is a type of straight fiber derived from coconut waste. After separation, it can serve as a raw material for manufacturing composite products in the furniture industry, thereby contributing to an additional material source for Vietnam's wood industry. The article presents the effect of some variables on the quality of coconut fiber-based composites. A multi-factor experimental design was employed, revealing that the PF resin ratio, stable pressing temperature, and pressing duration are key technological factors influencing composite quality. The proper conditions are determined to include a 20% PF resin ratio by material mass, a pressing temperature of 170°C, and a pressing time of 17.5 minutes. Under the conditions, the composite material exhibited the following properties: density of 0.84 g/cm³, static bending strength of 43.6 MPa, and thickness expansion of 4%. These results demonstrate that the investigated material meets the quality requirements for use as a raw material in furniture production.

Keywords:

Coconut Leaf Stalk Fibres, composite, matrix, PF resin.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đến đầu năm 2024, tỉnh Bến Tre có trên 78.000 ha dừa. Mỗi ha cung cấp khoảng 2,5 – 3 tấn tàu dừa mỗi năm, chia đều cho các tháng trong năm, tương đương với 195.000 – 235.000 tấn. Đây là tài nguyên thực vật tái tạo và tăng trưởng hàng năm với khối lượng đủ lớn để phát triển công nghệ vật liệu địa phương [1].

Cây dừa (*Cocos nucifera* L.) là một loài thực vật thân gỗ, thuộc họ cau (Arecaceae), lớp một lá mầm. Xơ sợi từ tàu dừa, vỏ thân dừa, vỏ dừa tươi thuộc nhóm xơ sợi dạng thẳng trong các sản phẩm xơ sợi từ phế liệu của cây dừa, hầu như chưa được sử dụng nào có hiệu quả. Với đặc điểm ngoại hình và tính chất công nghệ của xơ tàu dừa khi được sử dụng một cách hợp lý trong chế tạo composite làm vật liệu sản xuất đồ mộc sẽ mang lại nhiều lợi ích đáng kể.

Một số nghiên cứu có liên quan đến loại hình vật liệu xơ sợi có nguồn gốc từ gỗ làm nguyên liệu chế tạo vật liệu composite bao gồm: Nghiên cứu của Nguyễn Minh Hùng & Hoàng Việt (2016) về xác định thông số công nghệ tạo composite từ xơ dừa với chất nền là keo Ure Formaldehyde, Kết quả chỉ ra rằng: Cùng với nhiệt độ, thời gian xử lý ép nhiệt thì hàm lượng keo (chất nền) là những nhân tố có ảnh hưởng mang tính chất quyết định tới chất lượng của composite xơ dừa - UF. Để nhận được một vật liệu composite từ chỉ xơ dừa (chiều dài 1,5 – 2,0 cm) với chất nền là keo UF có các thông số đặc tính và chỉ tiêu chất lượng là: khối lượng riêng 760 kg/m³; độ bền uốn tĩnh 140 kG/cm²; độ bền kéo vuông góc 3,5 kG/cm² và độ trương nở chiều dày 12% thì trong công nghệ sản xuất ta sử dụng các đại lượng có giá trị sau: tỷ lệ chất nền 12,7%; nhiệt độ ép 190°C; thời gian ép 0,52 phút/mm chiều dày và áp lực ép 1,85 MPa [2]; Nghiên cứu của Hoàng Xuân Niên (2018) xác định thông số công nghệ tạo composite từ xơ dừa với chất nền là nhựa HDPEL. Kết quả nghiên cứu cho thấy áp suất ép, thời gian xử lý ép nhiệt và lượng chất nền là những nhân tố có

ảnh hưởng mang tính chất quyết định tới chất lượng của composite. Với nhiệt độ ép 180°C, áp suất ép 1,7 MPa, thời gian ép 9 giờ và tỷ lệ chất nền 50%, vật liệu composite nhựa - xơ dừa đạt được các đặc tính cơ lý như sau: khối lượng riêng 0,39 g/cm³, độ bền uốn tĩnh 14,68 MPa, độ bền kéo vuông góc 0,28 MPa và độ trương nở chiều dày 0,87% [3]; Nghiên cứu của Nguyễn Quang Trung (2019) về công nghệ sản xuất tre ép khối làm vật liệu xây dựng và nội thất tại vùng Tây Bắc đã đề xuất quy trình sản xuất tre ép khối với áp lực ép nguội là 80 MPa, thời gian sấy hợp lý là 6 giờ sau ép nguội, đã tạo ra tre ép khối có khối lượng thể tích là 1,15 g/cm³ [4]. Nghiên cứu của Nguyễn Thị Phượng và cộng sự (2023) về ảnh hưởng của thời gian và nhiệt độ sấy đóng rắn keo của khuôn tre ép khối sử dụng thiết bị sấy tre ép khối bằng chuyen CFGH-3000 với 3 cấp thời gian (10h, 11h, và 12h) và 3 dải nhiệt độ khác nhau trên 6 vùng của băng chuyen sấy đến một số tính chất cơ học, vật lý của sản phẩm tre ép khối. Kết quả đã chỉ ra chế độ sấy như sau: thời gian sấy là 11h, tương ứng nhiệt độ sấy ở vùng 1 (3 m đầu) là nhiệt độ môi trường, nhiệt độ vùng 2 (3 m tiếp theo) là 80 - 110°C, vùng 3 (3 m tiếp) là 110 - 120°C, vùng 4 (21 m tiếp) 120 - 130°C, vùng 5 (10 m kế tiếp) là 130 - 80°C và vùng 6 (5 m còn lại) là nhiệt độ môi trường, đã cho sản phẩm tre ép khối đạt chất lượng tốt nhất với độ bền uốn tĩnh (MOR): 149,38 MPa, mô đun đàn hồi khi uốn tĩnh (MOE): 18.256,82 MPa, độ bền trượt dọc: 14,21 MPa, độ bền nén dọc: 100,25 MPa, độ trương nở chiều dày (TS): 1,45% [5]. Hoàng Xuân Niên & Nguyễn Minh Hùng (2018) đã thực hiện nghiên cứu một số yếu tố công nghệ sản xuất composite từ xơ dừa và xơ cao su lớp xe phế thải với chất nền là keo urea-formaldehyde. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng: Dưới tác động của các yếu tố công nghệ: Nhiệt độ 165°C; Áp lực ép tạo vật liệu 1,85 MPa; Thời gian duy trì chế độ ép 2,5 phút/mm; Lượng chất nền keo UF 15%; Tỷ lệ cốt liệu (theo

thể tích sản phẩm) sợi xơ dừa rỗng/sợi cao su lớp xe phế liệu là 75/25, ta sẽ tạo được vật liệu composite có tính chất chủ yếu: Khối lượng thể tích 0,525g/cm³; Độ bền uốn tĩnh 16,95 MPa; Độ bền kéo vuông góc 0,67 MPa; Tỷ lệ trương nở chiều dày 1,16%. Các chỉ tiêu về tính chất cơ lý đó của vật liệu composite sợi xơ dừa rỗng và sợi cao su đều cao hơn yêu cầu của ván dăm thông dụng [6]. Nghiên cứu của Yahui Zhang và cộng sự [7] về tạo vật liệu composit từ tre (BFBC – Bamboo fiber base composite) với nguyên liệu là tre *Bambusa distegia* (tuổi 4-6) và keo PF. Kết quả nghiên cứu chứng tỏ rằng: khi tăng nhiệt độ ép sẽ làm giảm độ bền cơ học nhưng lại cải thiện độ ổn định kích thước. Khi khối lượng riêng của BFBC tăng từ 1,05-1,20 g/cm³ thì mô đun đàn hồi (MOE) tăng từ 23,09 GPa lên 27,01 GPa cùng với sự gia tăng của nhiệt độ ép (150 - 200°C). Tỷ lệ trương nở độ dày (TSR), tỷ lệ trương nở chiều rộng (WSR) và tỷ lệ hấp thụ nước (WAR) giảm hơn 30% với sự gia tăng khối lượng riêng [7]. Kết quả nghiên cứu của Bharath và cộng sự (2022) về thử nghiệm sản xuất vật liệu composite từ sợi bẹ lá dừa tự nhiên với chất nền là nhựa PF 40% so với khối lượng vật liệu, chỉ ra đặc tính cơ học

của vật liệu composite từ sợi bẹ lá dừa được xử lý NaOH tốt hơn từ sợi bẹ dừa chưa xử lý [8]... Các dữ liệu của những nghiên cứu nêu trên là cơ sở để nghiên cứu sâu hơn về phế liệu của cây dừa là tàu dừa trong quá trình chế tạo vật liệu composite làm nguyên liệu sản xuất đồ mộc nhằm đánh giá khả năng sử dụng phế liệu xơ sợi từ dừa làm nguyên liệu chế tạo vật liệu mới ở quy mô công nghiệp.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

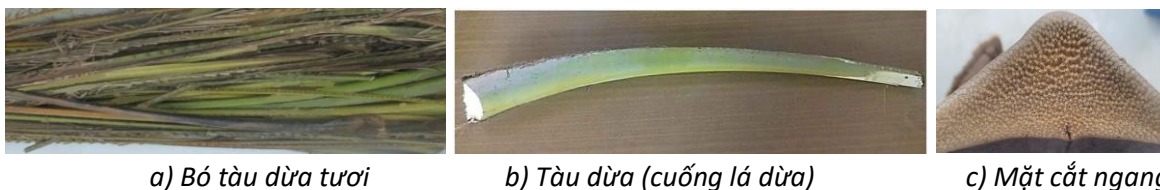
2.1. Vật liệu

2.1.1. Tàu dừa

Tàu dừa dùng trong nghiên cứu này là tàu dừa tươi, chúng là phế liệu của cây dừa sau quá trình thu hoạch trái cây.

Thông số cơ bản của tàu dừa: Chiều dài trung bình 3,0 – 3,5m; Khối lượng riêng (ở độ ẩm 0%) là 0,41 – 0,43 g/cm³; Độ ẩm tươi 72 ÷ 74%; Độ ẩm thăng bằng 17% [9].

Các bó sợi của tàu dừa chiếm 25% tổng trọng lượng tàu dừa, phân bố thưa thớt, xung quanh là chất mềm xốp chứa lượng ẩm cao (Hình 1). Tàu dừa khô khả năng hút ẩm rất thấp. Nhưng tàu dừa tươi được cán dập, hay dạng nan, dạng sợi (Hình 2) có mức độ hút ẩm cao hơn 20%.



Hình 1. Tàu dừa

Tàu dừa tươi được đưa vào máy cán dập để phá hủy cấu trúc, làm giảm chiều dày nhằm

mục đích để tẩm keo và giảm áp lực ép khi tạo vật liệu dạng composite.



Hình 2. Tàu dừa sau cán dập

2.1.2. Keo Phenol-Formaldehyde

Keo Phenol-Formaldehyde (PF): Keo PF của công ty Dynea có mã hiệu Dynosol WG 6111 được trộn với chất đóng rắn H – 630. Thông số kỹ thuật và đặc tính của keo (theo công bố của nhà sản xuất) như sau:

- + Chất lỏng màu nâu đỏ;
- + Độ nhớt ở 30°C : 70 – 110 mPa.s;
- + Độ pH ở 25°C: 12,9 – 13,2;
- + Khối lượng riêng ở 25°C : 1,175 – 1,205 g/cm³;
- + Hàm lượng chất rắn: 42 – 44%;
- + Bảo quản ở 30°C trong thời gian 3 tháng.

2.1.3. Thông số mẫu vật liệu composite dự kiến

- Kích thước mẫu: 36 cm x 36 cm x 2 cm
- Khối lượng riêng mẫu dự kiến 0,8 g/cm³
- Trọng lượng tàu dữa tính toán:
36 cm x 36 cm x 2 cm x 0,8 g/cm³
= 2.0736 g (~2,1 kg)

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu thông số công nghệ bằng phương pháp nghiên cứu thực nghiệm.

2.2.1. Chọn mô hình thí nghiệm

Mô hình toán học của thí nghiệm có dạng như sau:

$$Y = b_0 + \sum_i^n b_i x_i + \sum_i^n b_{ij} x_i x_j + \sum_i^n b_{ii} x_i^2$$

Trong đó: b_i là các hệ số, x_i là các thông số (biến số).

2.2.2. Lựa chọn các thông số công nghệ

- Lượng chất nền: X_1
- Nhiệt độ ép ổn định: X_2

- Thời gian duy trì nhiệt độ ép ổn định: X_3

2.2.3. Chọn kế hoạch thực nghiệm

Có nhiều kế hoạch thực nghiệm. Nghiên cứu này chọn kế hoạch thực nghiệm đối xứng loại “Kế hoạch trung tâm hợp thành trực giao” (TTHTTG), số yếu tố $n = 3$, số yếu tố rút gọn $p = 0$, trị số α tính theo công thức:

$$\alpha = \{[(2^{n-p-2}(2^{n-p} + n + 1))]^{1/2} - 2^{n-p-1}\}^{1/2}$$

Trị số α tính theo công thức: $\alpha = 1.215$

2.2.4. Bảng biến thiên của các thông số.

Với $\alpha = 1.215$, biến thiên của các thông số thể hiện trong Bảng 1.

Kế hoạch thực nghiệm lập ở bảng 8.

Số thí nghiệm cơ bản được tính theo biểu thức:

$$N = N_0 + N_1 + N_a = 1 + 2^n + 2n = 1 + 8 + 6 = 15$$

N_0 : Số thí nghiệm tại tâm, N_1 : Số thí nghiệm bậc 1, N_a : Số thí nghiệm tại điểm sao.

2.2.5. Máy và thiết bị thí nghiệm

Các thí nghiệm được thực hiện tại Trung tâm thí nghiệm Vật liệu mới - Trường Đại học Thủ Dầu Một (Bình Dương).

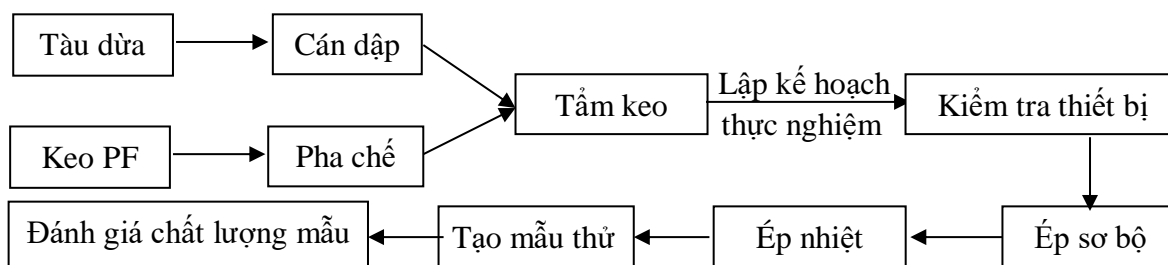
Thiết bị nghiên cứu chính bao gồm: Máy kiểm tra tính chất cơ học vật liệu Instron E44 (Hoa Kỳ); Tủ sấy JeioTech OV-12 (Hàn Quốc); thiết bị cân, đo điện tử (Mitutoyo).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thực nghiệm

3.1.1. Quy trình thực nghiệm

Các bước thực nghiệm chính được tiến hành theo sơ đồ Hình 3.



Hình 3. Sơ đồ các bước thực nghiệm

3.1.2. Lập kế hoạch thực nghiệm

- Chọn các thông số nghiên cứu:
- Yếu tố cố định: Áp lực ép 1,80 MPa cho tất

cả các thí nghiệm.

- Yếu tố thay đổi: Lượng chất nền keo PF (X_1); Nhiệt độ ép (X_2); Thời gian ép vật liệu (X_3)

- Yếu tố đầu ra: một số chỉ tiêu chất lượng: Khối lượng riêng Y_1 ; Độ trương nở Y_2 ; Độ bền uốn tĩnh Y_3 Khoảng biến thiên của các thông số công nghệ lựa chọn nghiên cứu ở Bảng 1.

Bảng 1. Khoảng biến thiên của các thông số công nghệ

Các biến số	ĐVT	Ký hiệu	- α	-1	Mức 0	+1	+ α
Lượng chất nền PF	g	X_1	139,25	150	200	250	260,75
Nhiệt độ ép	°C	X_2	117,75	140	150	160	182,25
Thời gian ép	Phút	X_3	11,14	12	16	20	20,86

3.1.3. Ép và đánh giá chất lượng mẫu

Lượng tàu dừa cán dập đã tẩm keo (Hình 5a) được đưa vào ép sơ bộ. Công đoạn ép nhiệt tạo tấm composite được tiến hành theo kế hoạch

thực nghiệm đa yếu tố lập ở Bảng 2. Tấm vật liệu composite thí nghiệm được chế tạo như Hình 5b.



a) Sợi tàu dừa sau tẩm keo PF



b) Mẫu composite hoàn thành

Hình 5. Mẫu composite từ tàu dừa và keo Phenol-Formaldehyde

Kết quả thí nghiệm ghi trong Bảng 8 là giá trị trung bình của 3 lần lặp lại ($k=3$). Các phép thử để xác định chỉ tiêu chất lượng vật liệu được thực hiện theo TCVN, cụ thể là:

- Y_1 - Khối lượng riêng được thực hiện theo

TCVN 5694:2014.

- Y_2 - Độ trương nở được thực hiện theo TCVN 12445:2018.

- Y_3 - Độ bền uốn tĩnh được thực hiện theo TCVN 10592:2014.

Bảng 2. Kết quả thí nghiệm

SỐ TN	X_1	X_2	X_3	Y_1	Y_2	Y_3
1	594,0	160	20	0,743	2,85	430
2	594,0	160	12	0,922	3,22	282
3	594,0	140	20	0,702	2,42	487
4	594,0	140	12	0,887	3,63	295
5	356,4	160	20	0,818	3,25	465
6	356,4	160	12	0,750	3,95	260
7	356,4	140	20	0,857	3,13	476
8	356,4	140	12	0,748	3,93	250
9	475,2	150	16	0,920	4,43	374
10	619,5	150	16	0,785	2,86	436
11	330,9	150	16	0,777	4,09	265
12	475,2	182,25	16	0,736	3,04	575
13	475,2	117,75	16	0,759	2,81	482
14	475,2	150	20,86	0,839	3,17	425
15	475,2	150	11,14	0,907	4,35	190

3.2. Kết quả xác định giá trị tối ưu và thảo luận

Sử dụng phần mềm Statgraphics để xử lý số liệu kết quả thu nhận được từ các phép đo ghi

trong Bảng 2, kết quả như sau:

3.2.1. Phương trình dạng thực quan hệ giữa hàm chỉ tiêu chất lượng và các biến số

- Khối lượng riêng của vật liệu composite:

$$Y_1 = -4,33973 + 0,00572364*X_1 + 0,041006*X_2 + 0,106419*X_3 - 0,00000542975*X_1^2 + 0,0000118897*X_1*X_2 - 0,000142309*X_1*X_3 - 0,000150094*X_2^2 - 0,000109375*X_2*X_3 - 0,000891944*X_3^2 \tag{1}$$

- Độ trương nở của vật liệu composite:

$$Y_2 = -34,3187 + 0,0378668*X_1 + 0,375633*X_2 + 0,220956*X_3 - 0,0000404351*X_1^2 - 0,0000126263*X_1*X_2 - 0,0000210438*X_1*X_3 - 0,00137834*X_2^2 + 0,0029375*X_2*X_3 - 0,0235816*X_3^2 \tag{2}$$

- Độ bền uốn của vật liệu composite:

$$Y_3 = 2288,18 + 1,49734*X_1 - 45,998*X_2 + 189,795*X_3 + 0,00122356*X_1^2 - 0,0072601*X_1*X_2 - 0,0765467*X_1*X_3 + 0,178309*X_2^2 - 0,203125*X_2*X_3 - 2,85927*X_3^2 \tag{3}$$

3.2.2. Đại lượng thống kê trong phân tích dữ liệu

Sau phân tích phương sai (Analysis of Variance) các hàm chỉ tiêu chất lượng ta nhận

được giá trị các đại lượng thống kê. Chi tiết ghi trong Bảng 3.

Bảng 3. Giá trị các đại lượng thống kê

TT	Đại lượng thống kê	Hàm mục tiêu		
		Khối lượng riêng, Y1	Độ trương nở, Y2	Độ bền uốn, Y3
1	R-squared, %	97,793	95,634	96,4922
2	R-squared (adjusted for d.f.), %	93,8203	87,7753	90,1781
3	Standard Error of Est.	0,0183741	0,214874	45,3499
4	Mean absolute error	0,924787	0,0994217	21,6079
5	Durbin-Watson statistic	1,99184	2,79026	1,53509
6	Lag 1 residual autocorrelation	-0,119256	0,0698215	0,134843

3.2.3. Phân tích phương sai và giải bài toán cực trị

- Trường hợp hàm mục tiêu Y₁: Không có bất thường nào trong các tham số. Hệ số xác định R bình phương điều chỉnh (R-squared (adjusted for d.f.) = 93,82% chứng tỏ mức độ phù hợp cao

của mô hình hồi quy tuyến tính đa biến đã chọn; Giá trị của F- ratio lớn hơn [F] tra bảng (6.61) khi chọn [P] = 0.05. Giá trị của P-Value có ý nghĩa thống kê cao. Vì vậy phương trình Y₁ (1) có thể viết như sau:

$$Y_1 = - 4,33973 + 0,00572364*X_1 - 0,00000542975*(X_1)^2 - 0,000142309*X_1*X_3 - 0,000150094*(X_2) \tag{4}$$

Từ phương trình (4) cho thấy Khối lượng riêng (KLR) của vật liệu tăng khi lượng chất nền tăng. Nhưng KLR chỉ tăng khi giá trị của X₁ tăng đến trị số cực trị và khi X₁ qua điểm cực trị Y₁ không tăng nữa.

Y₁ = 0,943407 tương ứng với các biến số X₁: 550,016; X₂: 154,322; X₃: 11,14.

Giải bài toán cực trị: Đặc trưng tối ưu hoá là hàm mục tiêu Y₁ đạt giá trị max; Giá trị tối ưu là

- Trường hợp hàm mục tiêu Y₂: Không có bất thường nào trong các tham số. Hệ số xác định R bình phương điều chỉnh (R-squared (adjusted for d.f.) = 87,77% chứng tỏ mức độ phù hợp cao của mô hình hồi quy tuyến tính đa biến đã

chọn; Giá trị của F -ratio lớn hơn [F] tra bảng (6.61) khi chọn [P] = 0.05. Giá trị của P -Value có

$$Y_2 = -34,3187 + 0,0378668 * X_1 - 0,0000404351 * X_1^2 - 0,00137834 * X_2^2 - 0,0235816 * X_3^2 \quad (5)$$

Từ phương trình (5) cho thấy: Tương quan giữa Y_2 và các biến số đều nghịch biến. Nghĩa là khi lượng chất nền PF tăng, nhiệt độ ép tăng, thời gian gia nhiệt tăng làm cho tỷ lệ trương nở giảm. Nhưng mức độ giảm đến trị số cực trị. Sau đó nếu các biến số tăng tỷ lệ trương nở tăng.

Giải bài toán cực trị: Đặc trưng tối ưu hoá là hàm mục tiêu Y_2 đạt giá trị min; Giá trị tối ưu là $Y_2 = 4,52618$ tương ứng với các biến số X_1 :

$$Y_3 = 2288,18 + 1,49734 * X_1 + 189,795 * X_3 + 0,00122356 * (X_2)^2 \quad (6)$$

Từ phương trình (6) cho thấy tương quan giữa Y_3 và các biến số là tương quan đồng biến. Nghĩa là khi các biến số tăng, độ bền uốn tĩnh tăng và chỉ tăng đến điểm cực trị. Qua điểm cực trị, các biến số tăng, độ bền uốn tĩnh giảm.

Giải bài toán cực trị: Đặc trưng tối ưu hoá là hàm mục tiêu Y_3 đạt giá trị max; Giá trị tối ưu là $Y_3 = 678,65$ tương ứng với các biến số X_1 : 619,5; X_2 : 117,75; X_3 : 20,76.

3.2.4. Thông số công nghệ tối ưu

Từ các kết quả cực trị của các phương trình (4), (5) và (6), sử dụng thuật toán Metaheuristic và phần mềm Statgraphics với đại lượng tối ưu mong muốn là: Y_1 - maximize; Y_2 - minimize; Y_3 - maximize ta nhận được giá trị: Khối lượng riêng $Y_1 = 0,84 \text{ g/cm}^3$; Độ trương nở chiều dày $Y_2 = 4\%$ và Độ bền uốn tĩnh $Y_3 = 43,6 \text{ MPa}$ ứng với các trị của biến số Lượng chất nền PF $X_1 = 439,50 \text{ g}$; Nhiệt độ ép $X_2 = 166,31^\circ\text{C}$ và Thời gian ép $X_3 = 17,50 \text{ phút}$. Với kết quả nghiên cứu này, lượng chất nền PF (440 g sử dụng để chế tạo mẫu composite có kích thước 36x36x2 (cm) với khối lượng riêng $0,84 \text{ g/cm}^3$) theo tính toán sẽ chiếm tỷ lệ 20% khối lượng mẫu composite.

3.3. Thảo luận

Khi so sánh một cách tương đối sản phẩm composite từ sợi của tàu dừa (Coconut leaf stalk fibres) với chất nền là keo PF (gọi tắt là

ý nghĩa thống kê cao. Vì vậy phương trình Y_2 (2) có thể viết như sau:

535,186; X_2 : 152,635; X_3 : 13,7624.

- Trường hợp hàm mục tiêu Y_3 : Không có bất thường nào trong các tham số. Hệ số xác định R bình phương điều chỉnh (R-squared (adjusted for d.f.) = 90,178% chứng tỏ mức độ phù hợp cao của mô hình hồi quy tuyến tính đa biến đã chọn; Giá trị của F -ratio lớn hơn [F] tra bảng (6.61) khi chọn [P] = 0.05. Giá trị của P -Value có ý nghĩa thống kê cao. Vì vậy phương trình Y_3 (3) có thể viết như sau:

composite CLSF - PF) trong nghiên cứu này được tạo ra với các thông số, chế độ công nghệ: Nhiệt độ ép 170°C , thời gian ép 17,50 phút và tỷ lệ chất nền PF 20% có thông số đặc tính: Khối lượng riêng $0,84 \text{ g/cm}^3$; Độ trương nở chiều dày 4% và Độ bền uốn tĩnh 43,6 MPa với các sản phẩm ở các nghiên cứu tương tự ta thấy:

- Composite CLSF – PF có các chỉ tiêu chất lượng cao hơn hẳn vật liệu composite xơ dừa – UF trong nghiên cứu của Nguyễn Minh Hùng & Hoàng Việt (2016) [2] vì một số lý do sau: i) sợi của tàu dừa (cuống lá dừa) dài hơn chỉ xơ dừa (chỉ xơ có chiều dài 1,5 – 2,0 cm); ii) chất nền keo PF có đặc tính vượt trội hơn keo UF và tỷ lệ chất nền cũng cao hơn (20% so với 12,7%); ii) khối lượng riêng cũng cao hơn ($0,84$ so với $0,76 \text{ g/cm}^3$).

- So với vật liệu trong nghiên cứu của Hoàng Xuân Niên (2018) [3] composite được tạo từ sợi xơ dừa với chất nền là nhựa HDPEL thì Composite CLSF – PF chỉ tiêu tính chất cơ học cao hơn vì khối lượng riêng lớn hơn ($0,84$ so với $0,39 \text{ g/cm}^3$) nhưng độ chống trương nở chiều dày lại kém hơn (độ trương nở 4% so với 0,87%) vì đặc tính chất nền của PF kém hơn hẳn so với nhựa HDPEL về khả năng chống chịu nước.

- Composite CLSF – PF so với vật liệu Composite từ tre với chất nền là PF (BFBC -

Bamboo fiber base composite) trong các nghiên cứu của Nguyễn Quang Trung (2019) [4], của Nguyễn Thị Phượng và cộng sự (2023) [5], của Yahui Zhang và cộng sự (2021) [7] thì các chỉ tiêu chất lượng của CLSF – PF đều kém hơn vì: i) tính chất cơ học của sợi tàu dừa kém hơn sợi tre; và ii) khối lượng riêng của BFBC cao hơn CLSF – PF (mức 1,05-1,20 so với 0,84 g/cm³).

4. KẾT LUẬN

Lượng chất nền Phenol-Formaldehyde, nhiệt độ ổn định trong thời gian ép sản phẩm, thời gian duy trì nhiệt độ ổn định là những yếu tố công nghệ ảnh hưởng đáng kể đến chất lượng của composite sợi tàu dừa. Khi sử dụng tỷ lệ chất nền nhựa PF 20%; nhiệt độ ép 170°C; và thời gian ép 17,5 phút, tạo được mẫu vật liệu composite có các đặc tính và chỉ tiêu chất lượng: Khối lượng riêng 0,84 g/cm³; độ bền uốn tĩnh 43,6 MPa; và độ trương nở chiều dày 4%. Với các chỉ tiêu chất lượng đó, vật liệu composite có thể đáp ứng tốt yêu cầu chất lượng vật liệu làm nguyên liệu cho sản xuất đồ mộc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Niên giám thống kê tỉnh Bến Tre 2023.
[2]. Nguyễn Minh Hùng & Hoàng Việt (2016). Nghiên cứu xác định thông số công nghệ tạo composite từ sợi xơ dừa với chất nền là keo Ure Formaldehyde. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp. 2: 90-95.

[3]. 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.

[4]. Nguyễn Quang Trung (2019). Nghiên cứu công nghệ sản xuất tre ép khối làm vật liệu xây dựng và nội thất tại vùng Tây Bắc - Chương trình trọng điểm Khoa học công nghệ cấp Nhà nước 2013-2018. Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam, Hà Nội.

[5]. Nguyễn Thị Phượng, Nguyễn Thanh Tùng, Nguyễn Văn Định & Tạ Thị Thanh Hương (2023). Nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian và nhiệt độ sấy đóng rắn keo của khuôn tre ép khối. Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp. 5: 128-135.

[6]. Hoang Xuan Nien & Nguyen Minh Hung (2018). - Research on some technical factors of manufacturing composite from coir fiber and waste tire chips with urea-formaldehyde resin as a matrix. Journal of Forestry Science and Technology. 5: 144-154.

[7]. Yahui Zhang, Wenji Yu, Namhun Kim, and Yue Qi (2021). Mechanical Performance and Dimensional Stability of Bamboo Fiber-Based Composite. Polymers (Basel). 13(11): 1732. doi: 10.3390/polym13111732.

[8]. Bharath, K. N., Madhu, P., Mavinkere Rangappa, S., Basavarajappa, S., Siengchin, S., Alexey, K., & Gorbatyuk, S. (2022). Waste coconut leaf sheath as reinforcement composite material with phenol-formaldehyde matrix. Polymer Composites. 43(4): 1985-1995. doi:10.1002/pc.26513.

[9]. Tường Thị Thu Hằng, Phạm Văn Hiếu & Trần Thị Khánh Huyền (2023). Nghiên cứu thông số đặc tính của tàu dừa. Báo cáo khoa học Đề tài cấp cơ sở, Trường Đại học Thủ Dầu Một.