

NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH THÔNG SỐ CÔNG NGHỆ TẠO COMPOSITE TỪ SỢI XƠ DỪA VỚI CHẤT NỀN LÀ KEO URE FORMALDEHYDE

Nguyễn Minh Hùng¹, Hoàng Việt²

^{1,2}TS. Trường Đại học Lâm nghiệp

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu sự tương quan của nhiệt độ, áp suất ép và lượng chất nền là keo Ure formaldehyde (UF) tới chất lượng composite từ sợi xơ dừa. 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 thể tích 0,76 g/cm³; 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.

Từ khóa: *Chất nền, composite, công nghệ, keo UF, xơ dừa.*

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Composite là vật liệu được chế tạo tổng hợp từ hai hay nhiều thành phần khác nhau, dưới tác động của các yếu tố công nghệ tạo ra một vật liệu mới có tính năng ưu việt hơn hẳn những vật liệu thành phần ban đầu. Khả năng và đặc tính của vật liệu composite phụ thuộc vào 3 yếu tố chủ yếu: Các vật liệu thành phần của composite, cấu trúc phân bố của chúng và công nghệ chế tạo. Thay đổi một trong ba yếu tố đó dẫn đến sự thay đổi của composite.

Trong vật liệu composite được tạo từ chỉ xơ dừa và keo Ure Formaldehyde (sau đây gọi tắt là composite xơ dừa – UF) thì xơ dừa là một dạng sợi thực vật đóng vai trò làm vật liệu cốt còn keo UF là chất nền. Keo UF là một hợp chất polyme thường được sử dụng trong các sản phẩm composite gỗ và vật liệu tương đương gỗ. Khi thay đổi tỷ lệ thành phần tham gia vào cấu trúc của composite xơ dừa với tư cách là chất nền keo UF sẽ đem lại những tính chất khác nhau của vật liệu.

Cũng giống như sự thay đổi cấu trúc của các thành phần tham gia vào quá trình tạo nên vật liệu composite sẽ tạo nên tính chất khác nhau, khi thay đổi chế độ công nghệ, giá trị của thông số xử lý tạo ra vật liệu đó cũng đem lại những ưu điểm lớn về độ bền cơ học và tính

năng của vật liệu composite.

Để có thể đánh giá chính xác được sự tác động của các tác nhân về thông số công nghệ và tỷ lệ thành phần các chất tham gia cấu thành vật liệu composite, chúng tôi tiến hành **Nghiên cứu xác định thông số công nghệ tạo composite từ sợi xơ dừa với chất nền là keo UF.**

II. VẬT LIỆU, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

- *Vật liệu cốt:* Xơ dừa có chiều dài 1,5 – 2,0 cm (chiếm tỷ lệ 98 ÷ 99% sau khi đã lọc các sợi ngắn và bột bụi) được tuyển chọn từ quá trình cắt vỏ dừa thành mảnh có chiều dài 2,0 cm.

- *Chất nền:* Keo UF của hãng keo Giai Hân – Đài Loan (sản xuất tại Dĩ An, tỉnh Bình Dương) có các đặc tính kỹ thuật: màu trắng sữa, nồng độ chất rắn 50 ± 1 %; pH = 8, không chứa chất chống ẩm; lượng dư formaldehyde đạt tiêu chuẩn châu Âu E2; sử dụng chất đóng rắn NH₄Cl 1%.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, tác giả sử dụng chủ yếu là phương pháp nghiên cứu thực nghiệm gồm kế hoạch thực nghiệm đơn yếu tố và kế hoạch thực nghiệm đa yếu tố.

Các thí nghiệm theo kế hoạch thực nghiệm đơn yếu tố nhằm nghiên cứu ảnh hưởng của

các yếu tố riêng lẻ: thời gian, nhiệt độ, lượng chất nền trong quá trình chế tạo sản phẩm ảnh hưởng đến chất lượng composite từ xơ dừa có chiều dài định trước và keo UF.

Kế hoạch đa yếu tố nghiên cứu sự ảnh hưởng của nhiệt độ ép, thời gian ép, lượng chất nền đến các tính chất vật lý, cơ học của composite xơ dừa - UF.

- Các yếu tố đầu vào:

+ Yếu tố cố định:

* Khối lượng thể tích vật liệu: 0,76 g/cm³;

* Chiều dày sản phẩm: 18 mm;

* Áp lực ép: 1,85 MPa.

+ Yếu tố thay đổi có thể điều khiển được và có khả năng tác động mạnh đến chất lượng

composite để tiến hành nghiên cứu như sau:

* Nhiệt độ ép T (°C): ký hiệu (X₁);

* Thời gian ép τ (phút): ký hiệu (X₂);

* Lượng keo M (%): ký hiệu (X₃).

- Yếu tố đầu ra là một số chỉ tiêu chất lượng cơ bản của composite đặc trưng cần nghiên cứu bao gồm:

* Độ bền uốn tĩnh (MOR);

* Độ bền kéo vuông góc (IB);

* Độ trương nở (TS).

Các yếu tố đầu ra là các hàm biến thiên Y biểu thị mối quan hệ giữa chỉ tiêu đánh giá và các thông số x₁, x₂... x_n được mô tả bằng phương trình hồi quy đa thức bậc hai:

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{i=1}^{k-1} \sum_{j=1}^k b_{ij} x_i x_j + \sum b_{ii} .x_i^2$$

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Xác định một số thông số đặc tính của vật liệu composite

a) Tính toán khối lượng thể tích

Mẫu thử được lưu giữ trong điều kiện môi trường tiêu chuẩn cho đến khi khối lượng không thay đổi. Xác định chiều dày bình quân của mẫu ở 4 điểm. Chiều rộng mẫu thử đo ở điểm giữa cạnh mẫu (độ chính xác phép đo kích thước: 0,01 mm).

Khối lượng thể tích mẫu thử được tính theo công thức sau, chính xác đến 0,01g/cm³:

$$\gamma = \frac{m}{V}$$

Trong đó:

γ - khối lượng thể tích mẫu thử (g/cm³);

m - khối lượng mẫu thử (g);

V - thể tích mẫu thử (cm³).

Khối lượng thể tích của một mẫu là trị số bình quân toán học của khối lượng thể tích toàn bộ mẫu thử trong cùng tấm ván đó, chính xác đến 0,01 g. Biểu thị chênh lệch % của khối lượng thể tích của mẫu (chính xác đến 0,1%)

được tính theo công thức:

$$\Delta\gamma = \frac{\gamma_{\max} \cdot \gamma_{\min} - \bar{\gamma}}{\bar{\gamma}} \times 100$$

Trong đó:

Δγ - chênh lệch khối lượng thể tích (%);

γ_{max} - khối lượng thể tích lớn nhất (g/cm³);

γ_{min} - khối lượng thể tích nhỏ nhất (g/cm³);

$\bar{\gamma}$ - khối lượng thể tích bình quân (g/cm³).

b) Độ bền uốn tĩnh

Độ bền uốn tĩnh của mẫu được xác định bằng trị số của phép thử mẫu trên máy thử tính chất cơ học của vật liệu gỗ máy thử cơ lý tính gỗ Instron Model: 3367, lực tải 30 kN.

c) Độ bền kéo vuông góc với bề mặt ván

Mẫu thử có kích thước 50 x 50 x 18 (mm). Độ bền kéo vuông góc được xác định theo công thức:

$$\sigma_{kvg} = \frac{P_{\max}}{lxb}$$

Trong đó:

σ_{kvg}: độ bền kéo vuông góc với bề mặt mẫu (kG/cm²);

P_{max}: lực phá hủy lớn nhất (kG);

l và b: chiều dài, chiều rộng mẫu thử (cm).

d) Tỷ lệ trương nở theo chiều dày

Phương pháp đo: Mẫu đặt trong điều kiện chuẩn cho đến khi khối lượng không thay đổi. Xác định chiều dày tại các vị trí đo, chính xác đến 0,01 mm. Mẫu được ngâm trong bình nước ở nhiệt độ $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Cứ sau khi ngâm $2\text{h} \pm 5$ phút, tiến hành cân đo một lần.

Kết quả được xác định theo công thức:

$$D = \frac{t_2 - t_1}{t_1} \times 100$$

Trong đó:

D - độ trương nở chiều dày (%);

t_1 - chiều dày mẫu thử trước khi ngâm nước (mm);

t_2 - chiều dày mẫu thử sau khi ngâm nước (mm).

Giá trị bình quân có độ chính xác đến 0,1%.

Giá trị trương nở được công bố là giá trị trương nở trung bình nhất của các mẫu thử của ván.

3.2. Nghiên cứu xác định các yếu tố công nghệ

3.2.1. Lập bảng biến thiên bố trí thí nghiệm

+ Mô hình thí nghiệm được mô tả như trong bảng 01.

Bảng 01. Bảng biến thiên của các yếu tố công nghệ

Mức và khoảng	Mã	Giá trị thực của biến số		
		$X_1 (^{\circ}\text{C})$	$X_2 (\text{ph/mm})$	$X_3 (\%)$
Mức sao dưới	- α	170,6	0,360	10,56
Mức dưới	- 1	175,0	0,400	11,00
Mức cơ sở	0	185,0	0,500	12,00
Mức trên	+ 1	195,0	0,600	13,00
Mức sao trên	+ α	199,4	0,644	13,44
Khoảng biến thiên	1	10,00	0,100	1,00

3.2.2. Tương quan giữa các thông số công nghệ với chỉ tiêu chất lượng composite

tính chất của mẫu theo tiêu chuẩn, kết quả được ghi trong bảng 02.

Sau khi tiến hành thí nghiệm, kiểm tra các

Bảng 02. Kết quả kiểm tra tính chất mẫu thí nghiệm vật liệu composite với thành phần cốt là xơ dừa và chất nền keo UF

N^0	X_1	X_2	X_3	$T(^{\circ}\text{C})$	τ (ph/mm)	m%	Y_1	Y_2	Y_3
1	+	+	+	195	0,6	13	181	4,30	11,24
2	-	+	+	175	0,6	13	141	3,31	13,27
3	+	-	+	195	0,4	13	138	3,01	13,58
4	-	-	+	175	0,4	13	161	3,63	11,86
5	+	+	-	195	0,6	11	171	3,92	11,56
6	-	+	-	175	0,6	11	140	3,23	13,38
7	+	-	-	195	0,4	11	155	3,56	12,24
8	-	-	-	175	0,4	11	179	4,01	11,27
9	+	0	0	197,2	0,5	12	128	2,81	15,16
10	-	0	0	172,2	0,5	12	165	3,80	11,59
11	0	+	0	185	0,67	12	131	2,86	15,04
12	0	-	0	185	0,33	12	124	2,71	16,10
13	0	0	+	185	0,5	13,6	135	2,97	13,79
14	0	0	-	185	0,5	11,3	146	3,49	13,03
15	0	0	0	185	0,5	12	149	3,51	13,18

Xử lý số liệu bằng phần mềm thống kê Stagrafic 7.0 ta được các phương trình tương quan như sau:

a) Tương quan về độ bền uốn tĩnh

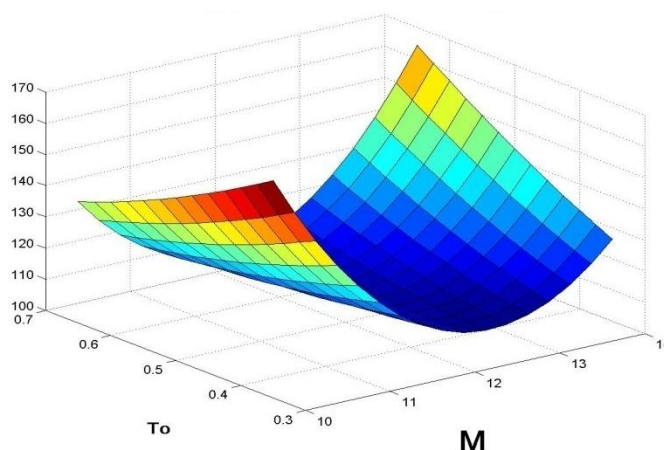
- Phương trình dạng mã:

$$Y_1 = 131,782 - 1,926X_1 + 13,715X_1^2 + 0,778X_2 + 14,750X_2X_1 + 0,950X_2^2 - 3,409X_3 + 1,250X_1X_3 + 5,750X_2X_3 + 9,684X_3^2$$

- Phương trình dạng thực:

$$Y_1 = 8303,572 - 59,813T + 0,137T^2 - 3503,95\tau + 14,45\tau T + 94,98\tau^2 - 287M + 0,125 TM + 57,5M\tau + 9,684M^2$$

- Biểu đồ tương quan giữa độ bền uốn tĩnh của composite được thể hiện tại hình 01.



Hình 01. Biểu đồ tương quan giữa độ bền uốn tĩnh của compositexơ dừa và nhiệt độ, thời gian, lượng chất nền UF

b) Tương quan độ bền kéo vuông góc

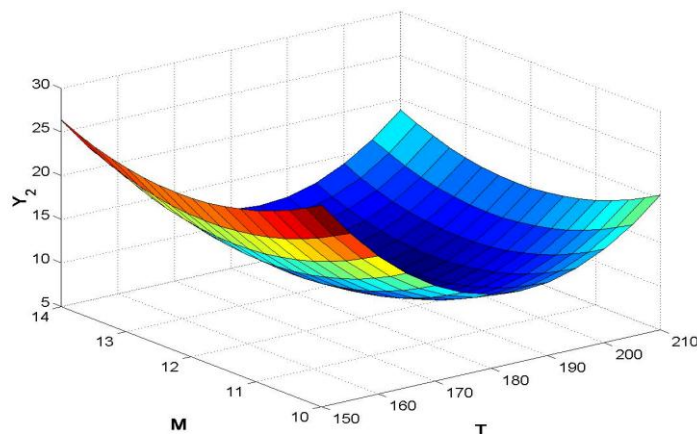
- Phương trình dạng mã:

$$Y_2 = 2,998 - 0,054X_1 + 0,320 X_1^2 + 0,067X_2 + 0,344X_2X_1 - 0,029X_2X_2 + 0,101X_3 + 0,016X_3 X1 + 0,174X_3X_2 + 0,270X_3X_3$$

- Phương trình dạng thực:

$$Y_2 = 792,492 - 5,364T + 0,012T^2 - 425,015\tau + 1,764T\tau - 29,381M + 8,827M\tau + 1,015M^2$$

- Biểu đồ tương quan giữa độ bền kéo vuông góc của composite được thể hiện tại hình 02.



Hình 02. Biểu đồ tương quan giữa độ bền kéo vuông góc của composite xơ dừa và nhiệt độ, thời gian, lượng chất nền UF

c) Tương quan độ trương nở chiều dày

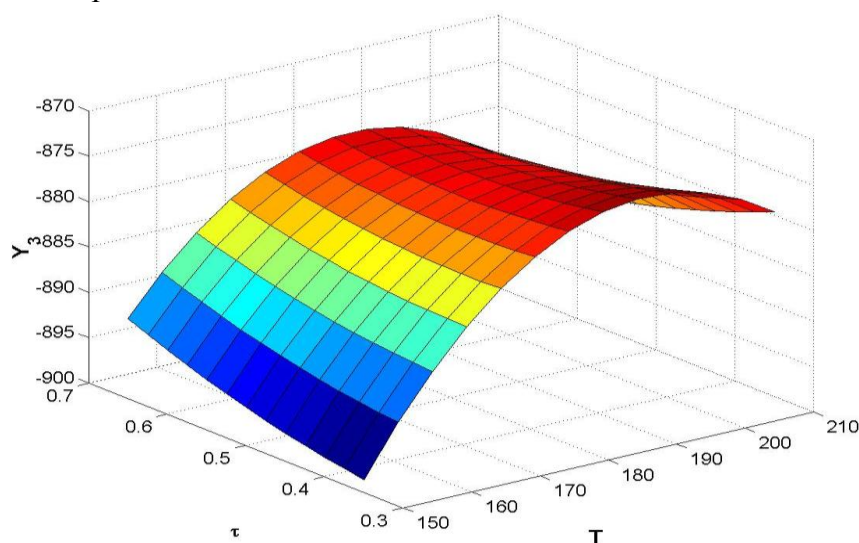
- Phương trình dạng mã:

$$Y_3 = 7,989 + 0,292 X_1 - 1,407 X_1^2 - 0,184 X_2 - 0,818 X_2 X_1 + 0,404 X_2^2 + 0,222 X_3 + 0,068 X_1 X_3 - 0,296 X_2 X_3 - 1,38 X_3^2$$

- Phương trình dạng thực:

$$Y_3 = -763,256 + 5,643T - 0,014T^2 + 144,661\tau - 0,818 T\tau + 40,38\tau^2 - 34,9M - 2,958 M\tau - 1,383 M^2$$

- Biểu đồ tương quan giữa độ bền trương nở chiều dày của composite được thể hiện tại hình 03.



Hình 03. Biểu đồ tương quan giữa độ trương nở chiều dày của composite xơ dừa và nhiệt độ, thời gian, lượng chất nền UF

3.2.3. Xác định giá trị thông số công nghệ

Giải bài toán tối ưu theo phương pháp trao đổi giá trị phụ

Mục đích của bài toán là tìm nhiệt độ ép, thời gian ép và lượng keo hợp lý nhằm tạo vật liệu composite xơ dừa - UF đạt chất lượng mong muốn.

Theo tiêu chuẩn và mục tiêu cần đạt tới là:

Độ bền uốn tĩnh = [140 kG/cm²], độ bền kéo vuông góc = [3,5 kG/cm²], độ trương nở chiều dày = [12%].

Từ các phương trình tương quan dạng thực tìm được nêu trên:

$$Y_1 = 8303,572 - 59,813T + 0,137T^2 - 3503,95\tau + 14,45\tau T + 94,98\tau^2 - 287M + 0,125 TM + 57,5M\tau + 9,684M^2;$$

$$Y_2 = 792,492 - 5,364T + 0,012T^2 - 425,015\tau + 1,764T\tau - 29,381M + 8,827M\tau + 1,015M^2;$$

$$Y_3 = -763,256 + 5,643T - 0,014T^2 + 144,661\tau - 0,818 T\tau + 40,38\tau^2 - 34,9M - 2,958 M\tau - 1,383 M^2;$$

Áp dụng phương pháp trao đổi giá trị phụ theo tiêu chuẩn Y_3 ta có:

$$F(T, \tau, \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3) = -\lambda_1(Y_1 - \varepsilon_1) - \lambda_2(Y_2 - \varepsilon_2) + Y_3$$

Với $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ là các giá trị lớn nhất hoặc nhỏ nhất của các chỉ tiêu chất lượng. Theo mục tiêu

đặt ra ta có: $\varepsilon_1 = 140, \varepsilon_2 = 3,5$.

Đạo hàm riêng phương trình $F(T, \tau, \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$ theo các biến số $T, \tau, \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ thu hệ phương trình các ẩn số cần tìm.

Giải hệ phương trình ta được kết quả:

$T = 189^{\circ}\text{C}$; $\tau = 0,52$ phút/mm; $M = 12,7\%$.

Từ kết quả nghiên cứu và phân tích quá trình thực nghiệm rút ra các thông số hợp lý quá trình chế tạo composite xơ dừa - UF như sau:

- Chiều dài xơ dừa: $1,5 \div 2$ cm;
- Chất nền sử dụng: UF;
- Tỷ lệ chất nền: 12,7%;
- Tỷ lệ chất đóng rắn: $\leq 1\%$;
- Nhiệt độ xử lý ép: 190°C ;
- Thời gian xử lý ép: 0,52 phút/mm chiều dày;
- Áp lực xử lý: 1,85 MPa.

IV. KẾT LUẬN

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 thể tích $0,76 \text{ g/cm}^3$; độ

bền uốn tĩnh 140 kG/cm^2 ; độ bền kéo vuông góc $3,5 \text{ kG/cm}^2$ và độ trương nở chiều dày 12% thì trong quá trình công nghệ sản xuất sử dụng chế độ công nghệ 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.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Hoa Thịnh (2002). *Vật liệu composite cơ học và công nghệ*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật - Hà Nội.
2. Almeida, J.R.M.D, Monterio, S.N, Terrones, L.A.H, (2008). Mechanical properties of coir/polyester composites. *Elsevier Polym. Test.*, 27 (5) pp.591-595.
3. Mazan, S., Zaidi, A.M., Ahmad, Arsat N., Hatta, M.N.M, Ghazali, M.I, (2010). Study on sound absorption properties of coconut coir fiber composite with added recycled rubber. *Inter. J. of integ. engg.* 2(1) pp.29-34.
4. Slate, F. O. (1976). "Coconut Fibers In Concrete". *Eng J Singapore*, 3(1), pp.51-54.
5. А.С.Щербаков, И.А.Гамова, Л.В.Мельникова (1992). *Технология композиционных древесных материалов – Москва. Экология*.

RESEARCH ON DETERMINING THE TECHNOLOGICAL PARAMETERS TO CREATE COMPOSITE FROM COIR FIBER WITH THE SUBSTRATE URE FORMALDEHYDE GLUE

Nguyen Minh Hung, Hoang Viet

SUMMARY

This report presents the research results on correlation of temperature, pressure and the amount of substrate affects the quality of composite from coir fiber. Results indicate that: Along with temperature and the processing time of thermal compression, the amount of glue (substrate) is the decisive factor to the quality of coir fiber composite - UF. To achieve a coir fiber composite (1.5 - 2 cm long) with substrate UF glue which has characteristic parameters and quality criteria: Volumetric mass: $0,76 \text{ g/cm}^3$, MOR: 140 kG/cm^2 , IB: 3.5 kG/cm^2 , TS: 12%, in the process of producing, parameters of quantities have the following values: substrate proportion: 12.7%, compression temperature: 190°C , compression time: 0.52 min/mm thickness; compression pressure: 1.85 MPa.

Keywords: *Coir fiber, composite, substrate, technology, UF glue.*

Người phản biện : PGS.TS. Hoàng Xuân Niên
 Ngày nhận bài : 10/3/2016
 Ngày phản biện : 12/3/2016
 Ngày quyết định đăng : 21/3/2016