

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CHẾ ĐỘ ÉP TỚI ĐỘ BỀN KÉO VÀ ĐỘ BỀN UỐN CỦA VẬT LIỆU PHỨC HỢP GỖ NHỰA

Quách Văn Thiêm¹, Trần Văn Chú²

¹TS. Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. Hồ Chí Minh

²PGS.TS. Đại học Lâm nghiệp Việt Nam

TÓM TẮT

Độ bền kéo, độ bền uốn là hai yếu tố cơ bản để đánh giá chất lượng của vật liệu phức hợp gỗ nhựa. Độ bền của vật liệu có mối quan hệ mật thiết với các thông số chế độ ép là nhiệt độ ép, áp suất ép và thời gian ép. Việc nghiên cứu mô hình hóa mối quan hệ giữa ba thông số này giúp ta dự đoán được độ bền của vật liệu và xác định được chế độ ép phù hợp. Các kết quả thực nghiệm cho thấy, thông số chế độ ép thay đổi thì độ bền kéo, độ bền uốn đều thay đổi theo, tuy nhiên mức độ thay đổi khác nhau. Khi nhiệt độ ép quá thấp hoặc quá cao thì độ bền đều giảm, nhiệt độ ép phù hợp vào khoảng 180 °C; còn khi áp suất ép, thời gian ép tăng thì độ bền sản phẩm tăng nhưng lúc đầu tăng nhanh và về sau tăng chậm lại. Với các mức kết quả thực nghiệm tác giả đã tìm được mối tương quan giữa nhiệt độ ép, áp suất ép, thời gian ép với độ bền uốn và độ bền kéo là hàm bậc hai. Kết quả nghiên cứu đã xác định được chế độ ép phù hợp cho thiết bị ép phun là nhiệt độ ép $T_1 = 180^\circ\text{C}$, áp suất ép $P_1 = 9,3\text{MPa}$, thời gian ép $T_g = 33\text{giây}$ thì độ bền kéo và độ bền uốn đều đạt kết quả tốt nhất.

Từ khóa: *Áp suất ép, độ bền kéo, độ bền uốn, nhiệt độ ép, thời gian ép.*

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vật liệu phức hợp gỗ nhựa là sự kết hợp giữa sợi gỗ và vật liệu nhựa, sự kết hợp này mang lại ưu điểm như: bền khi sử dụng, tuổi thọ của sản phẩm cao, có bề mặt sản phẩm mang chất liệu gỗ, có độ cứng cao hơn so với vật liệu nhựa, không có Formaldehyde tự do, có thể tái chế,... Hiện nay ở nước ta sản phẩm này có nhu cầu lớn và đang được sử dụng rộng rãi, nhưng sản phẩm này chủ yếu vẫn là nhập khẩu, sản xuất trong nước còn ít.

Tuy nhiên, trong những năm gần đây ở nước ta đã có một số nghiên cứu về công nghệ sản xuất loại vật liệu này. Các nghiên cứu tập trung vào một số yếu tố như nghiên cứu về ảnh hưởng của tỷ lệ bột gỗ, kích thước bột gỗ, tỷ lệ chất trợ tương hợp, nhiệt độ, áp suất, thời gian,... đến tính chất vật liệu. Nhưng các nghiên cứu về thông số chế độ ép chủ yếu là nghiên cứu ảnh hưởng đơn yếu tố cho nên chưa thực sự phản ánh hết được mối liên hệ giữa các yếu tố trong quá trình nghiên cứu.

Để bổ sung, hoàn thiện cơ sở khoa học cho việc xây dựng chế độ ép cho vật liệu phức hợp gỗ nhựa trên máy ép phun SW-120B từ đó có thể áp dụng vào trong thực tế sản xuất, thì việc

nghiên cứu ảnh hưởng của thông số chế độ ép, lựa chọn được chế độ ép hợp lý là rất quan trọng. Từ đó góp phần tăng chất lượng sản phẩm, giảm chi phí năng lượng, tăng năng suất. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ ép tới độ bền kéo, độ bền uốn của vật liệu phức hợp gỗ nhựa bằng phương pháp ép phun; các kết quả nghiên cứu tìm được là cơ sở để đề xuất chế độ ép hợp lý cho máy ép phun SW-120B và có ứng dụng vào trong thực tiễn sản xuất.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Các vật liệu được sử dụng trong nghiên cứu gồm:

Bột gỗ cao su được khai thác tại Bình Dương, kích thước hạt $< 0,5\text{ mm}$, độ ẩm 3-5%. [2-4];

Nhựa sử dụng là Polypropylene RP348N (PP) của công ty HMC Polymers Co., Ltd, Bangkok, Thailand. [4-9];

Trợ tương hợp là Scona TPPP 8112 GA (MAPP) của công ty BYK Kometra GmbH, Schkopau, Germany. [4-9];

Phụ gia bôi trơn là BKYP4101 của công ty BYK Kometra GmbH, Schkopau, Germany. [4-9].

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Dùng phương pháp tiếp cận hệ thống, phương pháp giải tích toán học và quy hoạch thực nghiệm, được tóm tắt như sau:

* Công đoạn tạo hạt gỗ nhựa

- Hạt gỗ nhựa sử dụng đã được xác định tỷ lệ thành phần hợp lý giữa các thành phần chính, trộn với tỷ lệ nhựa PP50%/bột gỗ 46%/MAPP 4% và phụ gia bôi trơn là 1/100 phần trọng lượng so với thành phần chính. Với thiết bị sử dụng trong thực nghiệm là máy ép đùn hai trục vít của Đài Loan tại công ty TNHH Chính Phát Thanh, địa chỉ 11/11 đường 39, Linh Tây, Thủ Đức, TP. Hồ Chí Minh. Máy có 10 vùng nhiệt độ, đầu đùn có 5 lỗ đùn, đường kính lỗ đùn là 3,2 mm. Chế độ tạo hạt gỗ nhựa với nhiệt độ các vùng là: T_1 : 90°C, T_2 : 130°C, T_3 : 140°C, T_4 : 140°C, T_5 : 150°C, T_6 :

150°C, T_7 : 145°C, T_8 : 165°C, T_9 : 175°C, T_{10} : 180°C. Sau khi ra khỏi máy, sợi gỗ nhựa được làm nguội bằng không khí khi qua băng tải được chuyển qua máy cắt hạt để tạo hạt gỗ-nhựa với kích thước là 3,2x5 mm, sau đó sấy khô và đóng gói.

- Sau khi tạo được hạt gỗ nhựa tiến hành xác định hai thông số của hạt gỗ nhựa: Nhiệt độ chảy mềm của hạt là 96,4°C được xác định theo tiêu chuẩn ASTM D648 trên máy DSC 204 F1 Phoenix – NETZSCH; chỉ số chảy mềm của hạt là 10,6 g/10phút và được xác định theo tiêu chuẩn ASTM D1238 ở nhiệt độ 230°C, tải trọng 5 kg trên máy OCA20- Dataph Ray– Ran 5 MPAC. Được xác định tại Phòng thí nghiệm trọng điểm quốc gia và khoa Công nghệ vật liệu Trường Đại Học Bách Khoa TP. Hồ Chí Minh [2-4].



Hình 01. Quá trình tạo hạt gỗ nhựa

* Công đoạn tạo mẫu

Mẫu ép được gia công trên thiết bị máy ép phun (SW-120B) tại Trung tâm Công nghệ cao, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP. Hồ Chí

Minh. Máy ép phun có một số đặc điểm chính là: nhiệt độ ép, áp suất ép, tốc độ phun được chia thành 4 vùng; Máy ép SW-120B và mẫu thử được thể hiện như hình 02.



Hình 02. Máy ép phun SW-120B và mẫu thử kéo, uốn

Xuất phát từ nghiên cứu thực nghiệm đơn yếu tố tác giả phân tích lựa chọn được vùng nhiệt độ, vùng áp suất ảnh hưởng nhiều nhất để lựa chọn xây dựng chế độ thực nghiệm đa yếu tố và xây dựng miền thực nghiệm cho phù hợp. Sau khi hoàn thành các nghiên cứu đơn yếu tố đã xác định được nhiệt độ ép vùng 1 (đầu vòi phun - T_1), áp suất ép vùng 1 (đầu vòi phun - P_1) là ảnh hưởng mạnh nhất tới độ bền sản phẩm kết hợp với yếu tố thời gian ép đã xây dựng được chế độ ép đa yếu tố với phương án

quy hoạch thực nghiệm như sau:

- Bố trí thí nghiệm bằng phương pháp thực nghiệm đa yếu tố toàn phần, các thí nghiệm được tiến hành bố trí ngẫu nhiên hoàn toàn và phương trình hồi quy dạng đa thức bậc hai như sau:

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 \quad (1)$$

- Miền quy hoạch thực nghiệm căn cứ vào lý thuyết, các kết quả của các nghiên cứu đơn yếu tố và đặc điểm của thiết bị; Miền thực nghiệm được xây dựng như bảng 01

Bảng 01. Miền thực nghiệm theo phương án bậc hai

Yếu tố	Các mức					Khoảng biến thiên
	Điểm sao dưới (- α)	Mức dưới -1	Mức cơ sở 0	Mức trên +1	Điểm sao trên (+ α)	
T_1 : Nhiệt độ ép vùng 1 ($^{\circ}\text{C}$) X_1	172	175	180	185	188	5
P_1 : Áp suất ép vùng 1 (MPa) X_2	7,7	8,0	8,5	9,0	9,3	0,5
Tg: Thời gian ép (s) X_3	17	20	25	30	33	5

- Ma trận thí nghiệm là dùng phương án bất biến quay bậc hai của BOX và HUNTER đa yếu tố toàn phần như sau:

Số thí nghiệm: $N = 2^k + n_{\alpha} + n_0 = 2^3 + 6 + 3 = 17$ với $k < 5$

Trong đó: k - là yếu tố nghiên cứu; 2^k - số thí nghiệm ở mức cơ sở; n_{α} - số thí nghiệm ở mức điểm sao $\pm \alpha$, $n_{\alpha} = 2.k = 6$; n_0 - số thí nghiệm lặp lại ở tâm, $n_0 = 3$; Trị số cánh tay đòn: $\alpha = 2^{k/4} = 2^{3/4} = 1,68$

Ma trận thí nghiệm dạng mã: $X_1(T_1)$; $X_2(P_1)$; $X_3(Tg)$

Các thông số ép còn lại được cố định như: nhiệt độ ép ($T_2=177$; $T_3=171$;

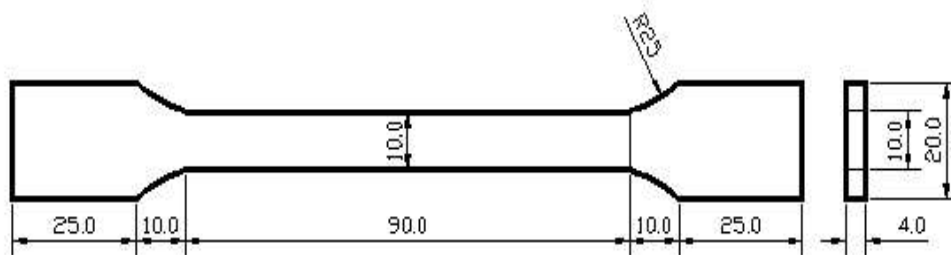
$T_4=162$) $^{\circ}\text{C}$; Tốc độ phun ($S_1 = 60$; $S_2 = 55$; $S_3 = 50$; $S_4 = 45$)%; Áp suất ép ($P_2 = 9,0$; $P_3 = 8,5$; $P_4 = 8,0$)Mpa.

2.3. Xác định độ bền kéo và bền uốn

a. Xác định độ bền kéo của vật liệu composite gỗ nhựa [3]

- Độ bền kéo được xác định theo tiêu chuẩn GB/T1040-1992;

- Mẫu có hình dạng và kích thước như hình 03; Số lượng thử nghiệm không ít hơn 5 mẫu, bề mặt mẫu bằng phẳng, mịn, không bị nứt, tốc độ gia tải 5 mm/phút và được thử trên máy INSTRON 3367.



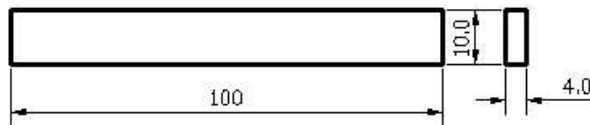
Hình 03. Mẫu xác định độ bền kéo của vật liệu composite gỗ nhựa

b. Xác định độ bền uốn của vật liệu composite gỗ nhựa [3]

- Độ bền uốn được xác định theo tiêu chuẩn GB/T9431-2000;

- Mẫu có hình dạng và kích thước như hình

04; Số lượng thử nghiệm không ít hơn 5 mẫu, khoảng cách hai gờ đỡ 64 mm, bề mặt mẫu bằng phẳng, mịn, không bị nứt, tốc độ gia tải 2 mm/phút và được thử trên máy INSTRON.



Hình 04. Mẫu xác định độ bền uốn của vật liệu composite gỗ nhựa

III. KẾT QUẢ NGHIỆN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng nhiệt độ ép, áp suất ép, thời gian ép tới độ bền kéo

Thí nghiệm tiến hành theo ma trận đã lập, mỗi chế độ ép thí nghiệm được lặp lại 7 lần. Kết quả thí nghiệm được thể hiện ở bảng 02.

Bảng 02. Kết quả thí nghiệm ảnh hưởng của nhiệt độ, áp suất và thời gian ép tới độ bền uốn

Thí nghiệm	Ma trận thí nghiệm			Số lần mẫu thử (MPa)							TB
	X ₁ (T ₁)	X ₂ (P ₁)	X ₃ (T _g)	Lần 1	Lần 2	Lần 3	Lần 4	Lần 5	Lần 6	Lần 7	
1	-1.68	0.00	0.00	30.60	30.94	30.44	31.63	31.22	31.80	30.31	30.99
2	-1.00	1.00	1.00	32.31	33.57	31.85	31.77	33.18	31.81	31.56	32.29
3	-1.00	-1.00	-1.00	30.77	30.29	31.86	30.95	30.52	32.26	31.73	31.20
4	-1.00	-1.00	1.00	31.10	32.91	31.51	31.38	31.57	31.24	34.06	31.97
5	-1.00	1.00	-1.00	31.21	33.05	31.23	30.32	33.41	31.14	30.31	31.52
6	0.00	0.00	0.00	32.04	31.95	33.08	33.03	30.88	32.88	33.06	32.42
7	0.00	0.00	-1.68	30.70	32.47	31.08	31.03	31.49	30.87	33.71	31.62
8	0.00	0.00	0.00	32.39	31.98	31.79	32.55	31.85	33.73	33.46	32.53
9	0.00	1.68	0.00	32.53	33.24	32.32	31.65	34.31	32.43	31.60	32.58
10	0.00	-1.68	0.00	32.01	31.97	31.23	33.09	32.59	30.98	30.94	31.83
11	0.00	0.00	1.68	32.24	31.76	32.66	33.42	32.82	33.02	32.50	32.63
12	0.00	0.00	0.00	33.09	32.36	33.70	31.57	32.25	32.36	33.06	32.63
13	1.00	1.00	-1.00	32.09	33.22	31.31	30.64	32.20	32.78	32.46	32.10
14	1.00	1.00	1.00	32.41	31.96	33.64	31.47	32.03	31.90	33.47	32.41
15	1.00	-1.00	1.00	32.08	31.70	31.18	33.27	32.42	32.13	31.78	32.08
16	1.00	-1.00	-1.00	31.77	31.73	31.66	33.18	31.56	31.12	31.36	31.77
17	1.68	0.00	0.00	31.87	32.41	31.56	31.82	32.88	31.46	31.12	31.87

Từ kết quả thí nghiệm, tiến hành phân tích phương sai và hồi quy dạng đa thức bậc hai đầy đủ với hai số hạng chéo bằng phần mềm Excel ta được kết quả như sau:

- Hệ số tương quan: $R = 0,99$

- Kiểm tra độ tin cậy của các hệ số hồi quy theo tiêu chuẩn Student và loại bỏ các hệ số không đảm bảo độ tin cậy. Ta tìm được phương

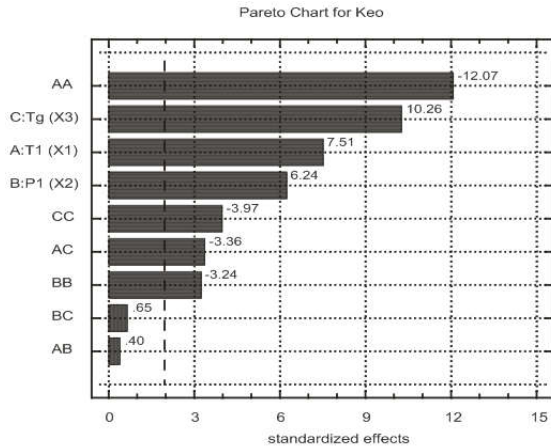
trình tương quan giữa độ bền kéo với nhiệt độ, áp suất và thời gian ép như sau:

$$Y_1 = 32,5248 + 0,2087.X_1 + 0,1875.X_2 + 0,2834.X_3 - 0,1141.X_1.X_3 - 0,3798.X_1^2 - 0,1051.X_2^2 - 0,1354.X_3^2 \quad (2)$$

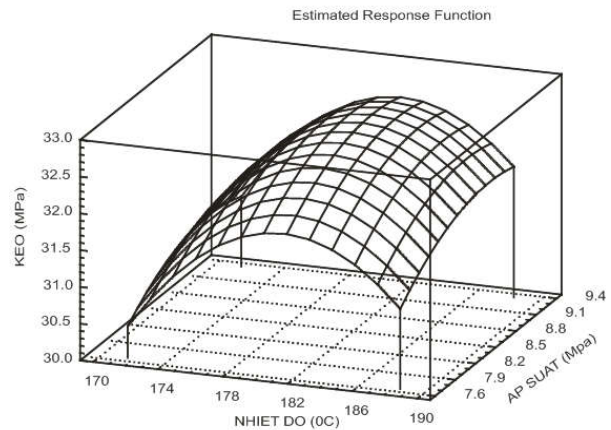
- Kiểm tra sự phù hợp của mô hình theo tiêu chuẩn Fisher; Hàm phương trình tương quan giữa độ bền kéo với các yếu tố nghiên cứu có

giá trị $F_{tính} = 3,52$ và giá trị bảng của tiêu chuẩn Fisher; $F_{bảng} = F_{0,05(7,2)} = 19,35$; Vậy $F_{tính} < F_{bảng}$ do đó phương trình hồi quy (2) tìm được tương thích với thực nghiệm.

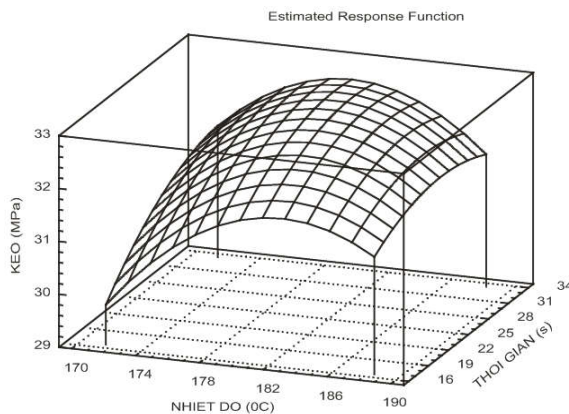
*** Phân tích ảnh hưởng của yếu tố đầu vào tới độ bền kéo**



a



b



c

Hình 05. Đồ thị ảnh hưởng của nhiệt độ, áp suất, thời gian ép tới độ bền kéo

a. Mức độ ảnh hưởng của các hệ số hồi quy tới độ bền kéo

b. Ảnh hưởng của nhiệt độ và áp suất tới độ bền kéo

c. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian tới độ bền kéo

Trên đồ thị hình 05a ta thấy các hệ số có dấu (+) thể hiện tỷ lệ thuận với độ bền kéo và có dấu (-) thể hiện tỷ lệ nghịch với độ bền kéo. Mức độ ảnh hưởng của hệ số hồi quy lớn nhất là X_1^2 và nhỏ nhất là $X_1.X_2$.

Qua hình 05b, 05c, ta thấy khi nhiệt độ tăng từ 172 – 180°C thì độ bền kéo tăng và đạt giá trị lớn nhất ở khoảng 180°C. Khi nhiệt độ tăng trên 180°C độ bền kéo có xu hướng giảm dần, do khi nhiệt độ ở 180°C nhựa chảy lỏng hoàn toàn và sự trộn đều của gỗ và nhựa tốt hơn dẫn đến khả năng liên kết giữa nhựa và bột gỗ tốt hơn, do đó độ bền kéo là tốt nhất; còn khi nhiệt độ lớn hơn 180°C nhựa chảy lỏng tốt,

nhưng ở nhiệt độ này có thể làm cho bột gỗ bắt đầu bị phân hủy dẫn đến tính chất của vật liệu giảm dần. Với áp suất ép: khi áp suất ép, thời gian ép tăng thì độ bền kéo, độ bền uốn tăng nhưng lúc đầu tăng nhanh, sau đó tăng chậm lại; ngược lại, áp suất ép nhỏ, thời gian ép ngắn thì độ bền của vật liệu càng giảm.

3.2. Ảnh hưởng nhiệt độ, áp suất, thời gian ép tới độ bền uốn

Thí nghiệm được tiến hành theo ma trận đã lập, mỗi chế độ ép thí nghiệm được lập lại 7 lần. Kết quả thí nghiệm được thể hiện ở bảng 03.

Bảng 03. Kết quả thí nghiệm ảnh hưởng của nhiệt độ, áp suất và thời gian ép tới độ bền uốn

Thí nghiệm	Ma trận thí nghiệm			Số lần mẫu thử (MPa)							TB
	X ₁ (T ₁)	X ₂ (P ₁)	X ₃ (T _g)	Lần 1	Lần 2	Lần 3	Lần 4	Lần 5	Lần 6	Lần 7	
1	-1.68	0.00	0.00	72.71	72.24	72.01	73.73	71.91	72.09	73.67	72.62
2	-1.00	1.00	1.00	79.10	79.04	78.79	80.53	79.79	78.49	78.48	79.17
3	-1.00	-1.00	-1.00	73.39	73.33	73.13	74.58	72.96	72.87	72.63	73.27
4	-1.00	-1.00	1.00	75.53	74.80	76.14	74.01	74.69	74.80	75.50	75.07
5	-1.00	1.00	-1.00	78.26	79.39	77.48	76.74	78.37	78.98	78.63	78.26
6	0.00	0.00	0.00	76.81	76.36	78.04	75.87	76.43	76.30	77.87	76.81
7	0.00	0.00	-1.68	77.62	78.16	77.31	77.57	78.63	77.21	76.87	77.62
8	0.00	0.00	0.00	77.18	76.73	78.41	76.24	76.80	76.67	78.24	77.18
9	0.00	1.68	0.00	82.50	82.12	81.60	83.69	82.84	82.55	82.20	82.50
10	0.00	-1.68	0.00	75.16	75.12	75.05	76.57	74.95	74.51	74.75	75.16
11	0.00	0.00	1.68	80.29	80.83	79.98	80.24	81.30	79.88	79.54	80.29
12	0.00	0.00	0.00	77.42	76.95	76.72	78.44	76.62	76.80	78.38	77.33
13	1.00	1.00	-1.00	77.96	78.67	77.75	77.08	79.74	77.86	77.03	78.01
14	1.00	1.00	1.00	80.56	78.56	78.78	80.64	80.14	78.53	78.49	79.39
15	1.00	-1.00	1.00	75.81	75.33	75.23	76.99	76.39	77.59	76.07	76.20
16	1.00	-1.00	-1.00	75.00	74.27	75.61	73.48	74.16	74.27	74.97	74.54
17	1.68	0.00	0.00	73.11	72.66	74.34	72.17	72.73	72.60	74.17	73.11

Từ kết quả thí nghiệm tiến hành phân tích phương sai và hồi quy dạng đa thức bậc hai đầy đủ với hai số hạng chéo bằng phần mềm Excel ta được kết quả như sau:

Hệ số tương quan: $R = 0,99$

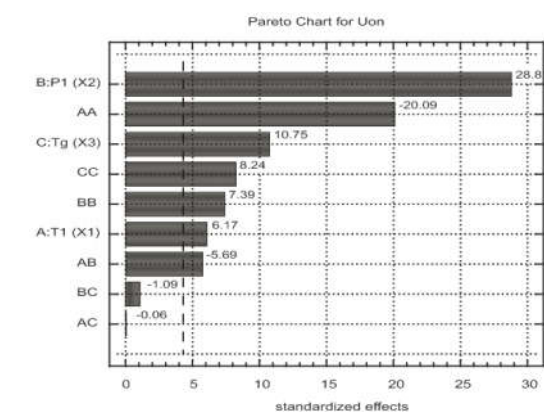
Kiểm tra độ tin cậy của các hệ số hồi quy theo tiêu chuẩn Student và loại bỏ các hệ số không đảm bảo độ tin cậy. Ta tìm được phương trình tương quan giữa độ bền uốn với nhiệt độ ép, áp suất ép và thời gian ép như sau:

$$Y_2 = 77,1173 + 0,2333.X_1 + 2,0589.X_2 + 0,7500.X_3 - 0,3041.X_1.X_2 - 1,5319.X_1^2 + 0,5800.X_2^2 + 0,6268.X_3^2 \quad (3)$$

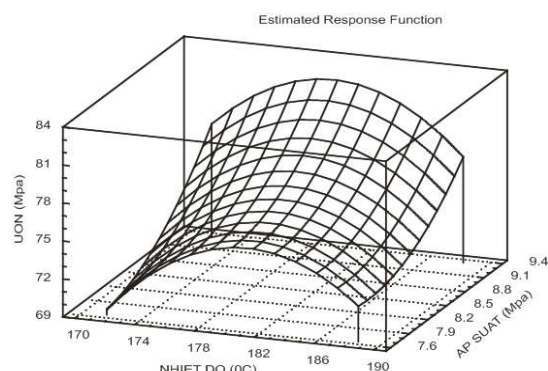
Kiểm tra sự phù hợp của mô hình theo tiêu chuẩn Fisher; Hàm phương trình tương quan giữa độ bền uốn với các yếu tố nghiên cứu có giá trị $F_{\text{tính}} = 4,12$ và giá trị bảng của tiêu chuẩn Fisher; $F_{\text{bảng}} = F_{0,05(12,4)} = 19,35$; Vậy $F_{\text{tính}} < F_{\text{bảng}}$ do đó phương trình hồi quy (3) tìm được tương thích với thực nghiệm.

*** Phân tích ảnh hưởng của yếu tố đầu vào tới độ bền uốn**

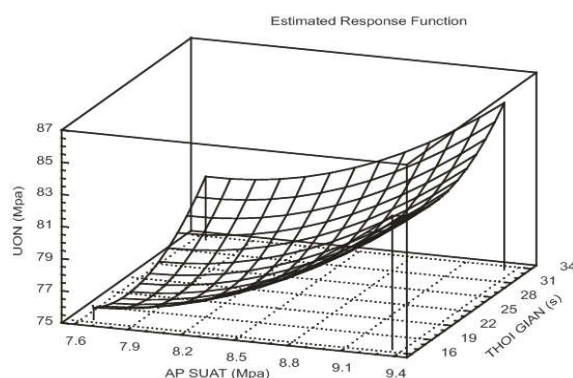
Để đánh giá mức độ ảnh hưởng của các yếu tố đầu vào tới độ bền kéo nhiều hay ít; Thì từ phương trình tương quan (3) chuyển về dạng thực sau đó vẽ đồ thị tương quan giữa các yếu tố nghiên cứu được thể hiện như hình 06.



a



b



c

Hình 06. Đồ thị ảnh hưởng của nhiệt độ, áp suất, thời gian ép tới độ bền uốn

a. Mức độ ảnh hưởng của các hệ số hồi quy tới độ bền uốn

b. Ảnh hưởng của nhiệt độ và áp suất tới độ bền uốn

c. Ảnh hưởng của áp suất và thời gian tới độ bền uốn

Trên đồ thị hình 06a ta thấy các hệ số có dấu (+) thể hiện tỷ lệ thuận với độ uốn và có dấu (-) thể hiện tỷ lệ nghịch với độ bền uốn. Mức độ ảnh hưởng của hệ số hồi quy lớn nhất là X_2 và nhỏ nhất là X_1, X_3 .

Qua hình 06b, 06c, ta thấy khi nhiệt độ tăng từ 172 – 180°C thì độ bền uốn tăng và đạt giá trị lớn nhất ở khoảng 180°C; sau khi nhiệt độ tăng trên 180°C thì độ bền uốn có xu hướng giảm dần. Sở dĩ có hiện tượng như vậy là vì khi nhiệt độ ở 180°C nhựa chảy lỏng hoàn toàn và sự trộn đều của gỗ và nhựa tốt hơn dẫn đến khả năng liên kết giữa nhựa và bột gỗ tốt hơn, do đó độ bền uốn là tốt nhất. Khi nhiệt độ lớn hơn 180°C nhựa chảy lỏng tốt, nhưng ở nhiệt độ này bột gỗ bắt đầu bị phân hủy dẫn đến tính chất của vật liệu giảm dần. Khi áp suất ép và thời gian ép tăng thì độ bền uốn tăng nhưng mức độ tăng trong các giai đoạn khác nhau, cụ thể là giai đoạn đầu khi tăng áp suất ép và thời gian ép tăng thì độ bền uốn tăng nhanh; giai đoạn cuối độ bền uốn tăng chậm lại và ngược lại khi áp suất ép, thời gian ép giảm thì độ bền uốn giảm nhưng mức độ giảm khác nhau.

3.3. Xác định chế độ ép hợp lý

Chế độ ép hợp lý là chế độ ép thỏa mãn được điều kiện độ bền kéo, độ bền uốn lớn nhất nhưng vẫn đảm bảo được các yêu cầu về kỹ thuật và phù hợp với máy móc thiết bị,...

Để xác định được chế độ ép hợp lý ta xây dựng bài toán quy hoạch dựa trên phương trình tương quan (2) và (3) với 3 biến X_1, X_2, X_3 theo các điều kiện là độ bền kéo $\rightarrow$ Max, độ bền uốn $\rightarrow$ Max.

Giải bài toán quy hoạch trên ta tìm được nghiệm là $X_1 = 0$; $X_2 = 1,60$; $X_3 = 1,60$ với giá trị $Y_1 = 32,66\text{MPa}$, $Y_2 = 84,71\text{MPa}$. Sau khi tìm được ở dạng mã hóa ta chuyển thành giá trị thực với chế độ ép là nhiệt độ ép $T_1 = 180^\circ\text{C}$, áp suất ép $P_1 = 9,3\text{MPa}$, thời gian ép $T_g = 33\text{s}$ thì độ bền kéo là 32,66(MPa) và độ bền uốn là 84,71MPa.

IV. KẾT LUẬN

Từ các kết quả nghiên cứu, có thể rút ra một số kết luận sau:

- Khi nhiệt độ ép đầu vôi phun quá cao hoặc quá thấp thì độ bền kéo, độ bền uốn đều không tốt. Thời gian ép, áp suất ép tăng thì độ bền

uốn, độ bền kéo của vật liệu tăng và ngược lại; tuy nhiên mức độ tăng là khác nhau, giai đoạn đầu tăng nhanh, giai đoạn sau tăng chậm.

- Qua nghiên cứu, phân tích các yếu tố ảnh hưởng cho thấy chế độ ép hợp lý nhất đối với thiết bị ép phun là: nhiệt độ ép ($T_1=180^{\circ}\text{C}$; $T_2=177^{\circ}\text{C}$; $T_3=171^{\circ}\text{C}$; $T_4=162^{\circ}\text{C}$); áp suất ép ($P_1=9,3\text{MPa}$; $P_2=9,0\text{MPa}$; $P_3=8,5\text{MPa}$; $P_4=8,0\text{MPa}$); thời gian ép 33s; tốc độ phun ($S_1=60\%$; $S_2=55\%$; $S_3=50\%$; $S_4=45\%$).

- Nghiên cứu đã xác định được phương trình tương quan giữa nhiệt độ ép, áp suất ép, thời gian ép với độ bền kéo và độ bền uốn; thông qua phương trình tương quan cho phép xác định được độ bền kéo, độ bền uốn của vật liệu, từ đó căn cứ vào yêu cầu độ bền của vật liệu ta sẽ lựa chọn được chế độ ép phù hợp với sản xuất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Đình Đức (2007), *Công nghệ vật liệu composit*, Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật, Hà Nội.
2. Quách Văn Thiêm, Trần Văn Chứ (2013), “Nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian ép đến độ bền kéo, độ bền uốn của vật liệu phức hợp gỗ nhựa”, *Tạp chí khoa học giáo dục kỹ thuật*, số 24-2013, Tr 91-96.
3. Quách Văn Thiêm, Trần Văn Chứ (2013), “Nghiên cứu ảnh hưởng nhiệt độ đầu vòi phun tới độ bền kéo, độ bền uốn của vật liệu phức hợp gỗ nhựa”, *Tạp chí Khoa học & Công nghệ Lâm nghiệp*, số 3-2013, Tr 86-91.
4. Anatole Klyosov (2007). *Wood plastic composites*. Wiley-interscience A John Wiley& Sons. INC. Publication. pp.163 – 172.
5. Kazayawoko.M and Balatinecz J.J (1997). “Adhesion mechanisms in woodfiber- polypropylene composites”. 4th Inter- national Conference on Wood Fiber Plastic Composites, Madison, WI, May 12–14, pp. 81–93.
6. Fauzi Febrianto, Dina Setyawati, Myrtha Karina, Edi Suhaimi Bakar and Yusuf Sudo Haidi (2006). “Influence of Wood Flour and Modifier Contents on the Physical and Mechanical Properties of Wood Flour-Recycle Polypropylene composites”. *Journal of Biological Sciences*, 6 (2), pp. 337-343.
7. Schauder. J.-R (2003). *Exxelor coupling agents for wood fibers reinforced composites*, *Wood fibre Polymer Composites Symposium*. Application and Trends, Bordeaux, France, March 27–28.
8. Sombatsompop. N, Yotinwattanakumtorn C, Thongpin. C (2004). *Influence of Type and concentration of maleic anhydride grafted polypropylene and Impact modifiers on Mechanical properties of PP/Wood Sawdust Composites*.PP/Wood SawdustComposites., Published online in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com).
9. Xanthos, M. (1983). *Processing conditions and coupling agent effects in polypropylene/wood flour composites*. *Plast. Rubber Process. Appl.* 3(3), pp.223- 228.

STUDY THE EFFECT OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF INJECTION PROCESS ON THE TENSILE STRENGTH AND FLEXURAL STRENGTH OF WOOD PLASTIC COMPOSITE

Quach Van Thiem, Tran Van Chu

Tensile strength and flexural strength are two basic factors to evaluate the quality of the wood plastic composite materials. The strength of materials has intimate relationships with technological parameters of injection process such as temperature, pressure and cycle time. The study modeled the relationship between these technological parameters and the flexural strength, tensile strength of the material, which helps us predict the strength of material and determine the optimized technological parameters of injection process. The results of experiments show that when the technological parameters of injection process change, the tensile strength and flexural strength will change in various degrees. As the temperature is too low or too high, the strength will decrease and optimistic temperature is around 180°C ; while the pressure and the cycle time increases, the product strength rapidly increases at first time and slowly increases latter. Through experimental results, we have found the quadratic equation showing the relation between temperature, pressure, cycle time and tensile strength, flexural strength. The study determines the optimization of technological parameters in the production process: temperature is 180°C , pressure is 9.3MPa, cycle time is 33s giving the best results of the tensile strength and flexural strength.

Keywords: *Cycle time, flexural strength, pressure injection, temperature injection, tensile strength.*

Người phản biện: PGS.TS. Cao Quốc An

Ngày nhận bài: 2/11/2013

Ngày phản biện: 08/12/2013

Ngày quyết định đăng 10/12/2013