

# NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG TỶ LỆ NHỰA POLYPROPYLEN, TRỢ TƯƠNG HỢP, BỘT GỖ TỚI ĐỘ BỀN KÉO VÀ ĐỘ BỀN UỐN CỦA VẬT LIỆU PHỨC HỢP GỖ NHỰA

**Quách Văn Thiêm<sup>1</sup>, Trần Văn Chú<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. Hồ Chí Minh

<sup>2</sup> Đại học Lâm nghiệp Việt Nam

## TÓM TẮT

Chất lượng của vật liệu phức hợp gỗ nhựa thường được thể hiện qua các yếu tố như độ bền kéo, độ bền uốn,... Các yếu tố này có mối quan hệ mật thiết với tỷ lệ thành phần trong vật liệu. Việc nghiên cứu xác định tỷ lệ thành phần hợp lý trong quá trình sản xuất cho phép giảm giá thành sản phẩm mà vẫn nâng cao chất lượng sản phẩm. Các kết quả thí nghiệm cho thấy khi tỷ lệ thành phần thay đổi thì độ bền kéo, độ bền uốn đều thay đổi theo, tuy nhiên ở những mức độ khác nhau. Với các mức kết quả thực nghiệm chúng tôi đã tìm ra được phương trình tương quan giữa tỷ lệ thành phần và độ bền uốn, độ bền kéo là hàm bậc hai. Tỷ lệ trộn giữa các thành phần là: nhựa PP 50,4%; trợ tương hợp 4,04%; bột gỗ 45,56% thì độ bền kéo, độ bền uốn đều đạt kết quả phù hợp nhất.

**Từ khóa:** Độ bền kéo, độ bền uốn, tỷ lệ thành phần, vật liệu phức hợp gỗ nhựa

## **Study on the effect of ratio polypropylene, chemical coupling agent, wood flour on the tensile strength and flexural strength of wood plastic composite**

The quality of wood plastic composite material is shown through factors such as tensile strength, flexural strength,... These factors have intimate relationships with technological parameters of composition ratio. The study determines the optimization of composition ratio parameters in the production process allowing to reduced price of production and improve the quality of the product. The results were shown that the value of tensile strength and flexural strength were depended on the rate of composition of polypropylen, chemical coupling agent and wood fiber. A quadratic equation was established and solved to determine the optimization of rate of compositions. Polypropylen is 50.4%; Chemical coupling agents is 4.04%; Wood flour is 45.56% with these compositions, the wood plastic composit will has the best results of the tensile strength and flexural strength.

**Keywords:** tensile strength, flexural strength, composition ratio, wood plastic composite

**I. ĐẶT VẤN ĐỀ**

Xã hội ngày càng phát triển, nhu cầu sử dụng các sản phẩm trang trí nội, ngoại thất từ gỗ tự nhiên và các sản phẩm từ gỗ với các loại vật liệu khác ngày càng tăng. Một trong những vật liệu hiện nay đang được quan tâm là vật liệu phức hợp giữa gỗ và nhựa. Vật liệu này có nhiều ưu điểm như bền, tuổi thọ cao, bề mặt ngoài mang chất liệu gỗ, có độ cứng cao hơn so với vật liệu nhựa, không formaldehyde, không bị xuất hiện vết rạn nứt, có thể gia công lần thứ 2 giống như gỗ... Với nguồn nguyên liệu sẵn có từ việc tận dụng các phế liệu trong các nhà máy chế biến gỗ, nhà máy sản xuất sản phẩm nhựa,... việc nghiên cứu sản xuất vật liệu phức hợp gỗ nhựa phục vụ nhu cầu tiêu dùng, góp phần tiết kiệm nguyên liệu gỗ và giảm ô nhiễm môi trường là rất cần thiết và có ý nghĩa.

Nhận biết được tầm quan trọng của loại vật liệu này tại Việt Nam, đã có một số các nghiên cứu về vật liệu composite gỗ nhựa nhưng chỉ mới chỉ xuất hiện cách đây một vài năm. Một trong những vấn đề thực tiễn đặt ra đó là chúng ta phải tạo ra vật liệu có nhiều tính chất tốt như tính chất cơ học cao, giá thành sản phẩm thấp,... Để giải quyết mối quan hệ giữa yêu cầu kỹ thuật cao nhưng chi phí sản xuất thấp thì chúng ta cần phải tìm ra được tỷ lệ giữa các thành phần trong composite gỗ nhựa là bao nhiêu mới đảm bảo được các yêu cầu về kỹ thuật và kinh tế là việc làm rất cần thiết và cấp bách. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ nhựa, bột gỗ, trợ tương hợp tới độ bền kéo và độ bền uốn của sản phẩm. Các thông số tìm

được sẽ là cơ sở để đề xuất tỷ lệ pha trộn ứng dụng vào trong thực tiễn sản xuất.

**II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

**2.1. Vật liệu nghiên cứu**

Các vật liệu được sử dụng trong thí nghiệm dùng cho nghiên cứu gồm:

Bột gỗ cao su được khai thác tại Bình Dương, kích thước hạt bột gỗ < 0,5mm, độ ẩm bột gỗ 3-5%. (N. Sombatsompop *et al.*, 2004);

Nhựa sử dụng là Polypropylene RP348N (PP) của công ty HMC Polymers Co., Ltd, Bangkok, Thailand. (Kazayawoko, Balatinecz., 1997; N. Sombatsompop *et al.*, 2004);

Trợ tương hợp là Scona TPPP 8112 GA (MAPP) của công ty BYK Kometra GmbH, Schkopau, Germany. (Kazayawoko, Balatinecz., 1997; Sombatsompop *et al.*, 2004);

Phụ gia bôi trơn là BKY-P4101 của công ty BYK Kometra GmbH, Schkopau, Germany (Kazayawoko, Balatinecz, 1997; Sombatsompop *et al.*, 2004).

**2.2. Phương pháp nghiên cứu**

Các phương pháp nghiên cứu được áp dụng : phương pháp tiếp cận hệ thống, phương pháp giải tích toán học và quy hoạch thực nghiệm.

Miền quy hoạch thực nghiệm: căn cứ vào lý thuyết và kết quả của các công trình nghiên cứu, đặc điểm của thiết bị, miền thực nghiệm được xây dựng như sau (Đoàn Thị Thu Loan, 2010; Kazayawoko, Balatinecz., 1997).

**Bảng 1.** Miền thực nghiệm theo phương án bậc hai

Yếu tố tác động	Các mức					Khoảng biến thiên
	Điểm sao dưới (-)	Mức dưới -1	Mức cơ sở 0	Mức trên +1	Điểm sao trên (+)	
P: Lượng nhựa PP (%) X <sub>1</sub>	35,9	40	50	60	64,1	10
M: Lượng trợ tương hợp (%) X <sub>2</sub>	1,2	2	4	6	6,8	2

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:

$$N = 2^k + n + n_0 = 2^2 + 4 + 3 = 11$$

với  $k < 5$

Trong đó:  $k$  - là yếu tố nghiên cứu,  $k = 2$

$2^k$  - số thí nghiệm ở mức cơ sở

$n$  - số thí nghiệm ở mức điểm sao,  
 $n = 4$

$n_0$  - số thí nghiệm lặp lại ở tâm,  
 $n_0 = 3$

$$\begin{aligned} \text{Trị số cánh tay tròn} &= 2^{k/4} = 2^{2/4} \\ &= 1,41 \end{aligned}$$

**Bảng 2.** Ma trận thí nghiệm dạng mã hóa

STT	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Độ bền kéo (Y <sub>1</sub> )	Độ bền uốn (Y <sub>2</sub> )
1	-1,41	0		
2	1	1		
3	-1	1		
4	1,41	0		
5	1	-1		
6	0	-1,41		
7	0	0		
8	-1	-1		
9	0	1,41		
10	0	0		
11	0	0		

Tạo hạt gỗ nhựa: Các thành phần được cân theo đúng tỷ lệ theo ma trận thí nghiệm đã lập và được tạo ra trên 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, điện thoại: 0838968098). Máy có 10 vùng nhiệt độ, đầu đùn có 2 lỗ, đường kính lỗ đùn là 3,2mm. Chế

độ tạo hạt gỗ nhựa với nhiệt độ các vùng là: T<sub>1</sub>: 90°C, T<sub>2</sub>: 130°C, T<sub>3</sub>: 140°C, T<sub>4</sub>: 140°C, T<sub>5</sub>: 150°C, T<sub>6</sub>: 150°C, T<sub>7</sub>: 145°C, T<sub>8</sub>: 165°C, T<sub>9</sub>: 175°C, T<sub>10</sub>: 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 3,2x5mm, sau đó sấy khô và đóng gói.



Hỗn hợp các thành phần



Sợi gỗ nhựa



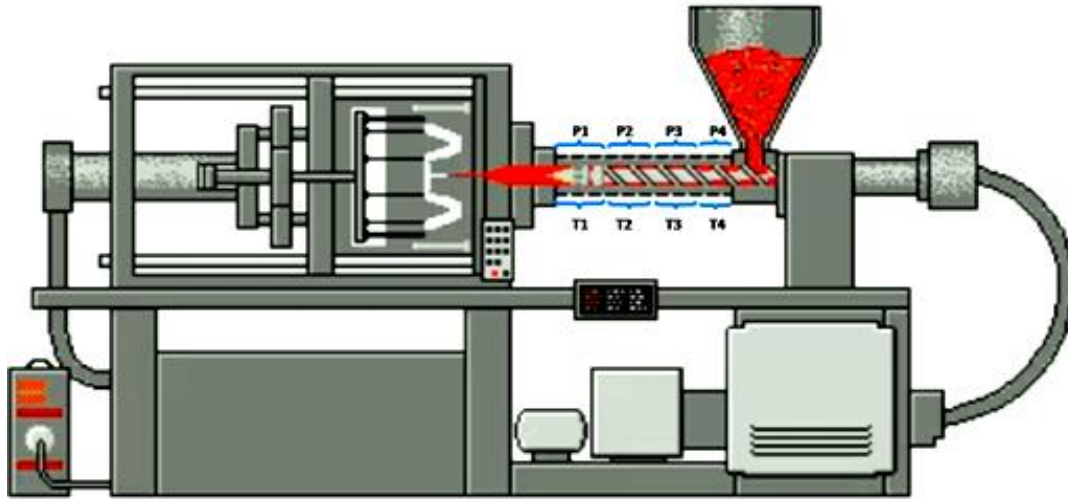
Hạt gỗ nhựa

**Hình 1.** Quá trình tạo hạt gỗ nhựa

Tạo mẫu thử: mẫu được ép trong khuôn định hình trên máy ép phun SW-120B có sơ đồ nguyên lý như hình 2, với thông số ép như sau (Đoàn Thị Thu Loan, 2010; Kazayawoko, Balatinezcz., 1997).

Nhiệt độ ép của các vùng:  $T_1=195^\circ\text{C}$ ;  $T_2=185^\circ\text{C}$ ;  $T_3=175^\circ\text{C}$ ;  $T_4=165^\circ\text{C}$

- Tốc độ phun:  $S_1 = 60\%$ ;  $S_2 = 55\%$ ;  $S_3 = 50\%$ ;  $S_4 = 45\%$
- Áp suất ép:  $P_1 = 9,0\text{MPa}$ ;  $P_2 = 8,5\text{MPa}$ ;  $P_3 = 8,0\text{MPa}$ ;  $P_4 = 7,5\text{MPa}$
- Thời gian ép 23 giây



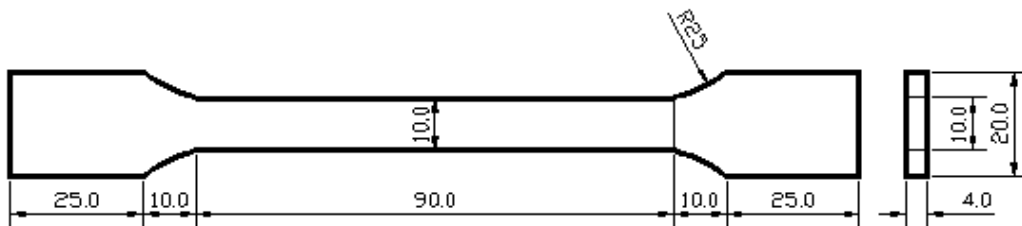
**Hình 2.** Sơ đồ nguyên lý máy ép phun SW-120B

**2.3. Xác định độ bền kéo và độ bền uốn**

*Xác định độ bền kéo của vật liệu composite gỗ nhựa* (Lý Tiểu Phương, 2010).

- Theo tiêu chuẩn GB/T1040-1992 của Trung Quốc;

- Mẫu có hình dạng và kích thước như hình 3;
- Số lượng mẫu thử nghiệm  $\geq 5$  mẫu, bề mặt mẫu bằng phẳng, mịn, không bị nứt, tốc độ gia tải 5mm/phút và được thử trên máy INSTRON 3367 của Mỹ.

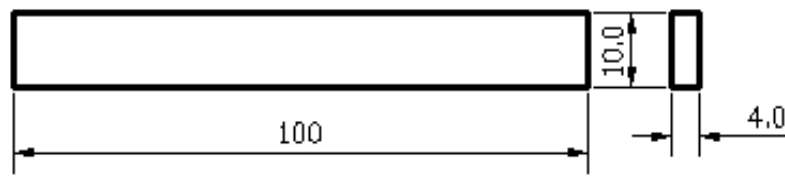


**Hình 3.** Mẫu xác định độ bền kéo của vật liệu composite gỗ nhựa

*Xác định độ bền uốn của vật liệu composite gỗ nhựa* (Lý Tiểu Phương, 2010).

- Theo tiêu chuẩn GB/T9431-2000 Trung Quốc;
- Mẫu có hình dạng và kích thước như hình 4;

- Số lượng mẫu thử nghiệm  $\geq 5$  mẫu, khoảng cách hai gối đỡ 64mm, bề mặt mẫu bằng phẳng, mịn, không bị nứt, tốc độ gia tải 2mm/phút và được thử trên máy INSTRON 3367 của Mỹ.



Hình 4. Mẫu xác định độ bền uốn của vật liệu composite gỗ nhựa

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ nhựa polypropylen, bột gỗ, trợ tương hợp tới độ bền kéo

Thí nghiệm được tiến hành hoàn toàn ngẫu nhiên, mỗi chế độ ép thí nghiệm được lặp lại 7 lần. Sau đó lấy mẫu kiểm tra độ bền kéo, kết quả được thể hiện ở bảng 3.

Bảng 3. Ảnh hưởng của tỷ lệ nhựa polypropylen, bột gỗ, trợ tương hợp tới độ bền kéo

Thí nghiệm	Ma trận thí nghiệm		Độ bền uốn							
	X1	X2	Lần 1	Lần 2	Lần 3	Lần 4	Lần 5	Lần 6	Lần 7	TB (Y <sub>1</sub> )
No 1	-1.41	0	24,57	24,09	25,07	24,12	25,02	24,22	25,11	24,60
No 2	1	1	28,12	28,51	27,42	27,41	28,90	28,03	29,15	28,22
No 3	-1	1	27,13	27,04	28,40	26,47	26,42	27,08	28,05	27,23
No 4	1.41	0	27,04	27,28	26,39	27,81	26,89	26,43	27,17	27,00
No 5	1	-1	25,33	25,09	26,75	25,36	24,87	25,07	25,36	25,40
No 6	0	-1.41	25,19	25,36	25,78	26,89	25,61	27,09	25,36	25,90
No 7	0	0	29,58	30,87	30,57	29,31	30,45	29,89	29,75	30,06
No 8	-1	-1	24,09	24,87	24,13	24,31	23,79	23,71	24,53	24,20
No 9	0	1.41	28,75	28,56	29,67	29,53	28,89	28,55	29,03	29,00
No 10	0	0	30,48	30,77	30,37	31,11	30,45	30,55	29,75	30,50
No 11	0	0	29,38	30,97	30,47	29,32	30,65	29,69	29,95	30,06

Tiến hành phân tích phương sai và hồi quy giữa các đại lượng thu được kết quả ta có:

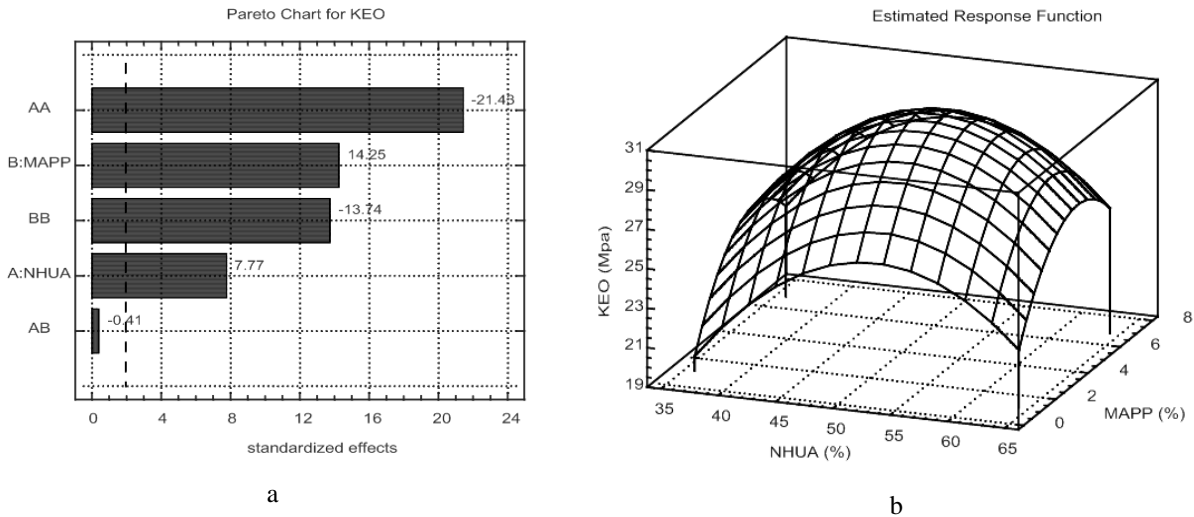
- Hệ số tương quan: R = 0,9921
- Hàm độ bền kéo ở dạng mã hóa

$$Y_1 = 30,2048 + 0,7000.X_1 + 1,2816.X_2 - 2,3006.X_1^2 - 1,4716.X_2^2 \quad (1)$$

- Kiểm tra độ tin cậy của các hệ số hồi quy theo tiêu chuẩn Student cho thấy các hệ số hồi quy đảm bảo độ tin cậy.

- Kiểm tra sự phù hợp của mô hình theo tiêu chuẩn Fisher. Hàm độ bền kéo có giá trị  $F_{tính} = 13,09$  và giá trị bảng của tiêu chuẩn Fisher;  $F_{bảng} = F_{0,05(4, 2)} = 19,25$ ; Vậy  $F_{tính} < F_{bảng}$  do đó phương trình hồi quy (1) tìm được tương thích với thực nghiệm.

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 (1) ta vẽ đồ thị ảnh hưởng của tỷ lệ thành phần tới độ bền kéo và được thể hiện như hình 5.



**Hình 5.** Đồ thị ảnh hưởng của tỷ lệ nhựa/bột gỗ/MAPP tới độ bền kéo

- a. Mức độ ảnh hưởng của các hệ số hồi quy tới độ bền uốn
- b. Ảnh hưởng của tỷ lệ nhựa/MAPP/ bột gỗ tới độ bền kéo

Trên đồ thị hình 5a 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 5b ta thấy ảnh hưởng của tỷ lệ nhựa PP/MAPP/bột gỗ tới độ bền kéo là khi lượng nhựa tăng từ 35,9 - 50% thì độ bền kéo tăng sau đó giảm dần. Còn MAPP tăng từ 1,2 - 5% thì độ bền kéo tăng sau đó giảm. Sở dĩ có hiện tượng như vậy là do độ bền kéo của vật liệu composite gỗ nhựa PP phụ thuộc chủ yếu vào độ bền kéo của nhựa nền PP. Khi đưa chất MAPP vào vật liệu, nó tạo ra liên kết đồng hóa trị xuyên qua vùng phân chia pha giữa bột gỗ và nhựa PP, năng lượng bề mặt của bột gỗ tăng lên gần với năng lượng bề mặt của nền PP nên độ bám dính giữa các pha tốt hơn làm cho độ bền kéo của vật liệu tăng lên. Ngược lại

khi đưa một lượng lớn MAPP khoảng (5 - 6,8%) vào vật liệu composite gỗ nhựa tức là đưa thêm vào vật liệu một lượng lớn các mạch MAPP có khối lượng phân tử thấp, đây là nguyên nhân dẫn đến tính chất cơ học của vật liệu giảm; kéo theo độ bền kéo cũng giảm xuống nhưng tỷ lệ giảm không đáng kể. Một nguyên nhân khác nữa, khi đưa một lượng lớn MAPP sẽ làm cản trở sự kết tinh của polyme dẫn đến độ bền kéo giảm xuống. Độ bền kéo lớn nhất là 30,54MPa khi tỷ lệ nhựa PP là 51,5%; MAPP là 4,9% và bột gỗ là 43,6%.

**3.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ nhựa polypropylen, bột gỗ, trợ tương hợp tới độ bền uốn**

Thí nghiệm được tiến hành hoàn toàn ngẫu nhiên, mỗi chế độ ép thí nghiệm được lặp lại 7 lần. Sau đó lấy mẫu kiểm tra độ bền uốn được thể hiện ở bảng 4.

**Bảng 4.** Ảnh hưởng của tỷ lệ nhựa polypropylen, bột gỗ, trợ tương hợp tới độ bền uốn

Thí nghiệm	Ma trận thí nghiệm		Độ bền uốn							
	X1	X2	Lần 1	Lần 2	Lần 3	Lần 4	Lần 5	Lần 6	Lần 7	TB (Y <sub>2</sub> )
No 1	-1,41	0	61,39	59,39	59,61	61,47	60,97	59,36	59,32	60,22
No 2	1	1	85,09	84,61	84,51	86,27	85,67	86,87	85,35	85,48
No 3	-1	1	65,94	65,21	66,55	64,42	65,10	65,21	65,91	65,48
No 4	1,41	0	94,61	95,74	93,83	93,09	94,72	95,33	94,98	94,61
No 5	1	-1	82,92	82,47	84,15	81,98	82,54	82,41	83,98	82,92
No 6	0	-1,41	62,27	61,89	61,37	63,46	62,61	62,32	61,97	62,27
No 7	0	0	71,32	71,28	71,21	72,73	71,11	70,67	70,91	71,32
No 8	-1	-1	56,37	56,91	56,06	56,32	57,38	55,96	55,62	56,37
No 9	0	1,41	71,31	70,84	70,61	72,33	70,51	70,69	72,27	71,22
No 10	0	0	71,98	71,92	71,67	73,41	72,67	71,37	71,36	72,05
No 11	0	0	71,55	71,49	71,29	72,74	71,12	71,03	70,79	71,43

Tiến hành phân tích phương sai và hồi quy giữa các đại lượng thu được ta có:

- Hệ số tương quan: R = 0,9914
- Hàm độ bền kéo ở dạng mã hóa

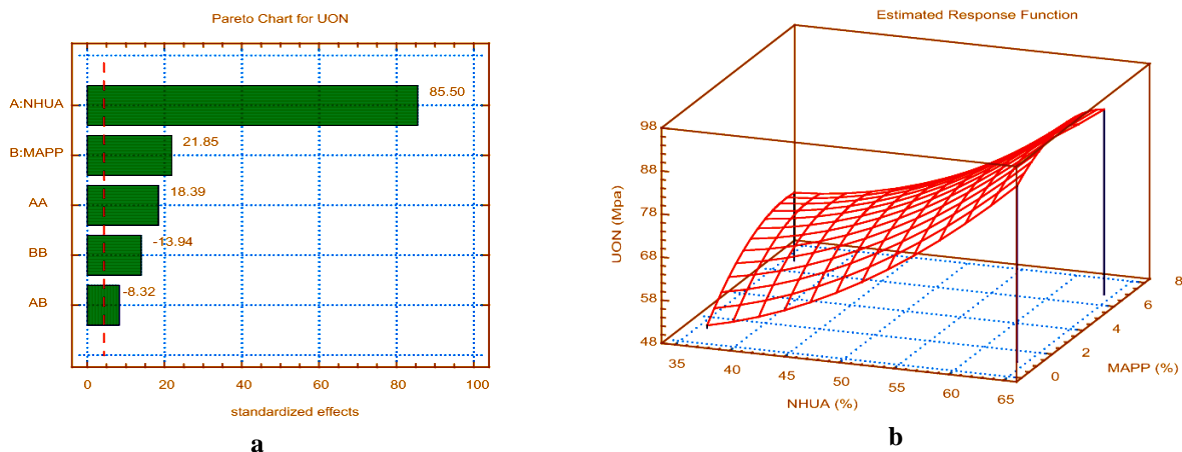
$$Y_2 = 71,5981 + 11,9156.X_1 + 3,0450.X_2 - 1,6375.X_1.X_2 + 3,0464.X_1^2 - 2,3207.X_2^2 \quad (2)$$

- Kiểm tra độ tin cậy của các hệ số hồi quy theo tiêu chuẩn Student cho thấy các hệ số hồi quy đảm bảo độ tin cậy.
- Kiểm tra sự phù hợp của mô hình: kiểm tra theo tiêu chuẩn Fisher. Hàm độ bền uốn có

giá trị  $F_{tính} = 13,71$  và giá trị bảng của tiêu chuẩn Fisher;  $F_{bảng} = F_{0,05(3, 2)} = 19,16$ ;

Vậy  $F_{tính} < F_{bảng}$  do đó phương trình hồi quy (2) tìm được tương thích với thực nghiệm.

Để đánh giá mức độ ảnh hưởng của các yếu tố đầu vào tới độ bền uốn nhiều hay ít; Thì từ phương trình tương quan (2) ta vẽ đồ thị ảnh hưởng của tỷ lệ thành phần tới độ bền uốn và được thể hiện như hình 6.



**Hình 6.** Đồ thị ảnh hưởng của tỷ lệ nhựa/bột gỗ/MAPP tới độ bền uốn

- Mức độ ảnh hưởng của các hệ số hồi quy tới độ bền uốn
- Ảnh hưởng của tỷ lệ nhựa/MAPP/ bột gỗ tới độ bền uốn

Trên đồ thị hình 6a ta thấy các hệ số có dấu (+) thể hiện tỷ lệ thuận với độ bền 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  $X_1$  và nhỏ nhất là  $X_1.X_2$ .

Qua hình 6b ta thấy ảnh hưởng của tỷ lệ nhựa PP/MAPP/Bột gỗ tới độ bền uốn đó là khi lượng nhựa tăng từ 35,9 - 64,1% thì độ bền uốn tăng; còn MAPP tăng từ 1,2 - 4,5% thì độ bền uốn tăng sau đó giảm dần. Độ bền uốn lớn nhất là 94,51MPa khi tỷ lệ nhựa PP là 64,1%; MAPP là 4,3% và bột gỗ là 31,6%.

#### IV. KẾT LUẬN

Với tỷ lệ pha trộn giữa nhựa PP, bột gỗ, MAPP đã khảo sát cho thấy. Khi tỷ lệ ba thành phần chính này thay đổi thì độ bền kéo,

độ bền uốn thay đổi theo. Tuy nhiên tỷ lệ pha trộn hợp lý nhất là nhựa PP 50,4%; trợ tương hợp MAPP 4,04%; bột gỗ 45,56% thì độ bền kéo, độ bền uốn đều đạt kết quả tốt.

Việc nghiên cứu đã xác định được phương trình tương quan giữa tỷ lệ nhựa PP/ bột gỗ/ trợ tương hợp với độ bền kéo và độ bền uốn. Cho phép xác định nhanh độ bền kéo, độ bền uốn của vật liệu thông qua phương trình tương quan, để từ đó căn cứ vào yêu cầu độ bền của vật liệu ta sẽ lựa chọn được tỷ lệ pha trộn giữa ba thành phần này cho phù hợp với sản xuất.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đoàn Thị Thu Loan, 2010. Nghiên cứu cải thiện tính năng của vật liệu Composite sợi đay/nhựa Polypropylene bằng phương pháp biến tính nhựa nền. Tạp chí khoa học và công nghệ, Đại học Đà Nẵng, Số 36(1) :28-35
2. Lý Tiểu Phương, 2010. Nghiên cứu vật liệu phức hợp gỗ nhựa PP. Luận văn thạc sỹ, Đại học Đông Sơn, Trung Quốc, 73 trang.
3. Anatole Klyosov, 2007. Wood plastic composites. Wiley-interscience A John Wiley & Sons, INC, Publication. pp.163 - 172.
4. Kazayawoko M. and Balatincez J.J., 1997. Adhesion mechanisms in woodfiber- polypropylene composites. 4th International Conference on Wood Fiber Plastic Composites, Madison, WI, May 12-14: 81-93.
5. 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.
6. Xanthos M., 1983. Processing conditions and coupling agent effects in polypropylene/wood flour composites. *Plast. Rubber Process. Appl.* 3(3): 223- 228.
7. Behzad kord., 2011. Influence of Maleic Anhydride on the Flexural, Tensile and Impact Characteristics of Sawdust Flour Reinforced Polypropylene Composite. *World Applied Sciences Journal*, 12 (7): 1014-1016.
8. Fauzi Febrianto, 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): 337-343.
9. Sombatsompop N., 2004. Influence of Type and concentration of maleic anhydride grafted polypropylene and Impact modifiers on Mechanical properties of PP/Wood Sawdust Composites. *PP/Wood Sawdust Composites*, Published online in Wiley InterScience ([www.interscience.wiley.com](http://www.interscience.wiley.com)).

**Người thẩm định:** TS. Nguyễn Quang Trung