

ẢNH HƯỞNG CỦA TỶ LỆ CHẤT ĐỘN CANXI CACBONAT TỚI MỘT SỐ TÍNH CHẤT CỦA VẬT LIỆU COMPOSITE GỖ NHỰA

Quách Văn Thiêm¹, Trần Văn Chữ², Phan Duy Hưng³

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

^{2,3}Trường Đại học Lâm nghiệp

TÓM TẮT

Vật liệu composite gỗ nhựa là loại vật liệu mới có rất nhiều ưu điểm như: có kích thước ổn định hơn, không bị xuất hiện vết rạn nứt, không bị cong vênh... Tuy nhiên cũng có nhược điểm là tốc độ lão hóa của nhựa rất nhanh, độ cứng và chịu mài mòn thấp. Để khắc phục nhược điểm này ngoài việc sử dụng một số phụ gia để làm chậm quá trình lão hóa của nhựa, ta có thể sử dụng một số loại chất độn như Canxi cacbonat để tăng độ cứng và chịu mài mòn. Canxi cacbonat được sử dụng làm chất độn rộng rãi trong ngành sản xuất đồ nhựa và vật liệu composite gỗ nhựa. Khi sử dụng tỷ lệ Canxi cacbonat hợp lý có thể cải thiện được một số tính chất như: độ cứng, độ chịu mài mòn, độ bóng sản phẩm đạt được tốt hơn... Tuy nhiên, việc sử dụng chất độn này với tỷ lệ bao nhiêu thì cần phải có những nghiên cứu cụ thể vào từng lĩnh vực. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ chất độn Canxi cacbonat tới độ hút nước, độ bền kéo, độ bền uốn; kết quả nghiên cứu cho thấy khi tỷ lệ chất độn Canxi cacbonat tăng thì các tính chất này có xu hướng giảm, nhưng ở giai đoạn đầu thì giảm chậm sau đó giảm mạnh. Qua nghiên cứu cho thấy tỷ lệ chất độn Canxi cacbonat từ 7 - 9% là hợp lý và đảm bảo được các yêu cầu về kinh tế, kỹ thuật.

Từ khóa: Chất độn, độ bền kéo, độ bền uốn, độ hút nước.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vật liệu composite gỗ nhựa là một loại vật liệu mới; là sự kết hợp giữa bột gỗ, nhựa nhiệt dẻo và một số loại phụ gia, sự kết hợp giữa các loại nguyên liệu này mang lại tính năng ưu việt cho sản phẩm composite gỗ nhựa như: bền khi sử dụng, tuổi thọ của sản phẩm cao, có bề ngoài mang chất liệu gỗ, có độ cứng cao hơn so với vật liệu nhựa, không có Formaldehyde... Có nhiều tính chất tốt ví dụ so với gỗ như: có kích thước ổn định hơn, không bị xuất hiện vết rạn nứt, không bị cong vênh, dễ tạo màu sắc cho sản phẩm, có thể gia công lần thứ 2 giống như vật liệu gỗ, dễ cắt gọt... Tuy nhiên, để hạn chế quá trình co ngót, tăng độ cứng, chịu mài mòn cho vật liệu... khi sản xuất người ta thường sử dụng bột đá làm chất độn để tăng những tính chất này.

Ở Việt Nam, việc nghiên cứu sử dụng chất độn cho vật liệu phức hợp gỗ nhựa còn ít; các nghiên cứu về lĩnh vực này chủ yếu nghiên cứu về tỷ lệ bột gỗ/nhựa, kích thước bột gỗ, phương pháp gia công, ảnh hưởng của tỷ lệ chất trợ tương hợp... đến tính chất vật liệu. Trước thực trạng đó, để bổ sung, hoàn thiện cơ

sở khoa học cho các nghiên cứu nhằm nâng cao chất lượng vật liệu phức hợp gỗ nhựa, kéo dài tuổi thọ từ đó góp phần tiết kiệm nguyên liệu, giảm thiểu ô nhiễm môi trường là một điều có ý nghĩa. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ chất độn bột tới độ hút nước, độ bền kéo, độ bền uốn của vật liệu; các thông số tìm được sẽ là cơ sở để đề xuất chế độ gia công và ứng dụng vào trong thực tiễn sản xuất.

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

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

- Nhựa nền polypropylen có tên thương mại là Moplen RP348N được sản xuất tại HMC Polymers Company Limited, Thái Lan.

- Bột gỗ cao su được làm phế liệu gỗ như mùn cưa, phoi bào được lấy từ Công ty Cổ phần ván ghép Năm Trung, Dĩ An, Bình Dương, sau đó được sấy rồi nghiền về kích thước 0,3 - 0,45 mm.

- Phụ gia liên kết sử dụng là Scona TPPP 8112 GA được sản xuất tại BYK Kometra GmbH, Đức.

- Phụ gia bôi trơn được sử dụng là BKY – P 4101 được sản xuất tại BYK Kometra GmbH, Đức.

- Chất làm chậm oxy hóa sử dụng là IRGANOX B215 được mua tại Công ty Phụ gia nhựa Thành Lộc, địa chỉ số 424/4/4 Quang Trung, Gò Vấp, TP. Hồ Chí Minh.

- Chất hấp thụ tia cực tím là TINUVIN 1130 được mua tại Công ty Phụ gia nhựa Thành Lộc, địa chỉ số 424/4/4 Quang Trung, Gò Vấp, TP. Hồ Chí Minh.

- Chất độn bột đá được mua tại Công ty Phụ gia nhựa Thành Lộc, địa chỉ số 424/4/4 Quang

Trung, Gò Vấp, TP. Hồ Chí Minh.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Để thực hiện nội dung nghiên cứu nhóm tác giả dùng phương pháp tiếp cận hệ thống, phương pháp giải tích toán học và quy hoạch thực nghiệm, được tóm tắt như sau:

*** Bố trí thí nghiệm**

- Thí nghiệm: Trong nghiên cứu này chúng tôi sử dụng phương pháp nghiên cứu thực nghiệm và các thí nghiệm được tiến hành bố trí với tỷ lệ chất độn thay đổi từ 0 – 11% và các thành phần khác được cố định và xác định như bảng 01.

Bảng 01. Tỷ lệ hỗn hợp giữa các thành phần

Bột đá (%-kg)	Bột gỗ (%-kg)	Nhựa PP (%-kg)	MAPP (%-kg)	Phụ Gia Bôi Trơn (%-kg)	Chống Oxy hóa (%-kg)	Hấp Thụ tia UV (%-kg)	Tổng cộng (kg)
3 - 0,6	50 - 10	46 - 9,2	4 - 0,8	1 - 0,2	0,2 - 0,04	2,3 - 0,46	21,3
5 - 1,0	50 - 10	46 - 9,2	4 - 0,8	1 - 0,2	0,2 - 0,04	2,3 - 0,46	21,7
7 - 1,4	50 - 10	46 - 9,2	4 - 0,8	1 - 0,2	0,2 - 0,04	2,3 - 0,46	22,1
9 - 1,8	50 - 10	46 - 9,2	4 - 0,8	1 - 0,2	0,2 - 0,04	2,3 - 0,46	22,5
11 - 2,2	50 - 10	46 - 9,2	4 - 0,8	1 - 0,2	0,2 - 0,04	2,3 - 0,46	22,7

*** Công đoạn tạo hạt gỗ nhựa**

- Cân chính xác các thành phần với độ chính xác 0,1 g như bảng 01 và trộn đều các thành phần, rồi đem đi đun tạo hạt gỗ nhựa.

- Thiết bị sử dụng trong thực nghiệm là máy ép đùn hai trục vít của Đài Loan tại công ty TNHH Chính Phát Thanh. Máy có 10 vùng nhiệt độ, đầu đùn có 2 lỗ đùn, đường kính lỗ đùn là 3,2 mm. Chế độ tạo hạt gỗ nhựa với nhiệt độ các vùng là: T₁: 90°C, T₂: 130°C, T₃: 140°C, T₄: 140°C, T₅: 150°C, T₆: 150°C, T₇: 145°C, T₈: 165°C, T₉: 175°C, T₁₀: 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 3,2 x 5 mm, sau đó sấy khô và đóng gói.

*** 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 01.

- Chế độ gia công mẫu: Trên cơ sở các nghiên cứu trước chúng tôi đã xác định được chế độ gia công hợp lý và chế độ ép cho thí nghiệm như sau: nhiệt độ ép (T₁: 180; T₂: 177; T₃: 172; T₄: 162)°C, tốc độ phun (S₁: 60; S₂: 55; S₃: 50; S₄: 45)%, áp suất phun (P₁: 9,0; P₂: 9,0; P₃: 8,5; P₄: 8,0) MPa, thời gian ép 30s (trong đó thời gian phun 3 giây) và được gia công trên máy ép W-120B.



Hình 01. Máy ép phun SW-120B và mẫu thử kéo, uốn

2.3. Xác định độ hút nước, độ bền kéo và bền uốn

* **Xác định độ hút nước của vật liệu composite gỗ nhựa** (Lý Tiểu Phương, 2010)

- Độ hút nước được xác định theo tiêu chuẩn GB/T1034-70 của Trung Quốc.

- Mẫu thử có kích thước (50 x 10 x 4) mm, mỗi nhóm sử dụng 5 mẫu thử. Cho mẫu thử vào tủ sấy ở nhiệt độ 105°C sấy trong thời gian 1 giờ, rồi dùng cân điện tử để cân trọng lượng các mẫu thử với độ chính xác là 0,001 g. Sau đó cho toàn bộ mẫu thử vào nước đã qua chưng cất trong thời gian 24h, rồi dùng giấy lọc thấm hết nước trên bề mặt mẫu và cuối cùng dùng cân điện tử để cân trọng lượng các mẫu thử, độ chính xác đến 0,001 g.

Công thức xác định độ hút nước:

$$W = \frac{(m_2 - m_1)}{m_1} \cdot 100 (\%)$$

Trong đó:

W - độ hút nước sau 24 giờ (%);

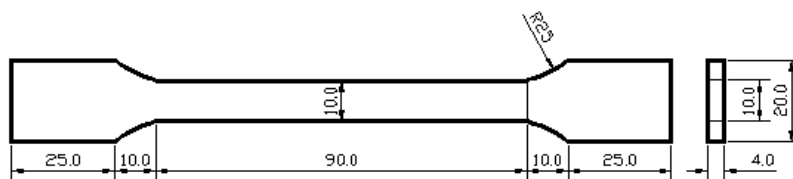
m_1 - khối lượng mẫu trước khi hút nước (g);

m_2 - khối lượng sau khi hút nước (g).

* **Xác định ứng suất kéo của vật liệu composite gỗ nhựa** (Lý Tiểu Phương, 2010)

- Ứng suất kéo được xác định theo tiêu chuẩn GB/T1040-1992 của Trung Quốc.

- Mẫu có hình dạng và kích thước như hình 02; 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 của Mỹ (tại Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh).



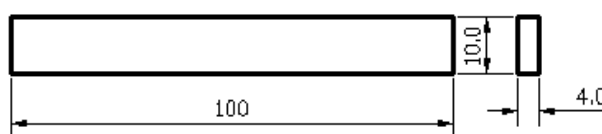
Hình 02. Mẫu xác định độ bền kéo của vật liệu composite gỗ nhựa

* **Xác định ứng suất uốn của vật liệu composite gỗ nhựa** (Lý Tiểu Phương, 2010)

- Ứng suất uốn được xác định theo tiêu chuẩn GB/T9431-2000 của Trung Quốc.

- Mẫu có hình dạng và kích thước như hình

03; Số lượng thử nghiệm không ít hơn 5 mẫu, khoảng cách hai gối 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 3367.



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

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU, THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của chất độn bột đá đến độ hút nước

Xác định tính chất của vật liệu: Mẫu sau khi gia công để nguội 24 giờ, sau đó đem mẫu xác

định tính chất của vật liệu tại Trung tâm nghiên cứu Chế biến lâm sản, giấy và bột giấy, Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh và thu được kết quả như bảng 02.

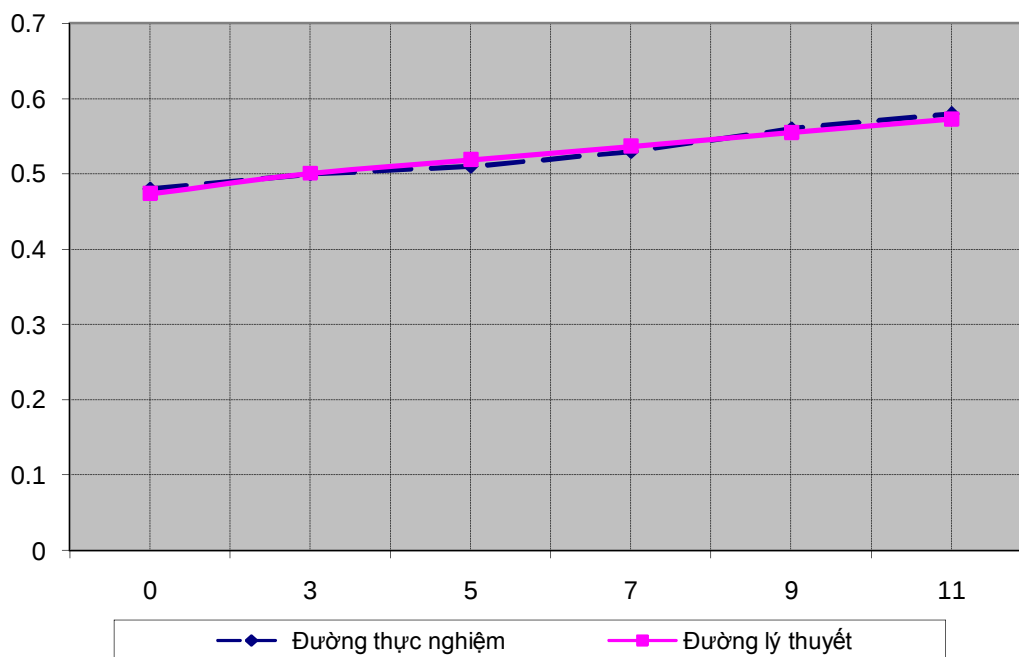
Bảng 02. Ảnh hưởng của tỷ lệ bột đá đến độ hút nước

Mẫu TN	Tỷ lệ bột đá (%)	Số lần đo					Trung bình (%)
		Lần 1	Lần 2	Lần 3	Lần 4	Lần 5	
No 1	0	0,47	0,50	0,48	0,48	0,49	0,48
No 2	3	0,53	0,50	0,49	0,48	0,49	0,50
No 3	5	0,51	0,52	0,49	0,52	0,49	0,51
No 4	7	0,52	0,52	0,54	0,55	0,53	0,53
No 5	9	0,55	0,56	0,55	0,57	0,56	0,56
No 6	11	0,58	0,57	0,59	0,57	0,59	0,58

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

- Hệ số tương quan: $R = 0,974$;
- Phương trình tương quan ở dạng thực $W = 0,4738 + 0,0090.D$ (trong đó D – tỷ lệ bột đá);

- Kiểm tra độ tin cậy của các hệ số hồi quy theo tiêu chuẩn *Student* cho thấy các hệ số hồi quy tồn tại vì $t_t > t_b$, do vậy ta tìm được mối tương quan giữa độ hút nước và tỷ lệ bột đá.



Hình 04. Ảnh hưởng của tỷ lệ bột đá đến độ hút nước

Qua hình 04 biểu diễn tương quan giữa tỷ lệ bột đá với độ hút nước của vật liệu cho thấy, mối quan hệ này rất chặt được thể hiện qua hệ số tương quan, đường thực nghiệm và đường lý thuyết. Hơn nữa, đường biểu diễn quan hệ này đều nằm trong khoảng biến động của các

cấp thực nghiệm, điều này càng làm tăng độ tin cậy của phương trình tương quan giữa chúng.

3.2. Ảnh hưởng của chất độn bột đá đến độ bền kéo

Xác định tính chất của vật liệu: Mẫu sau khi gia công để nguội 24 giờ, sau đó đem mẫu xác

định tính chất của vật liệu tại tại Trung tâm nghiên cứu chế biến lâm sản, giấy và bột giấy,

Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh và thu được kết quả như bảng 03.

Bảng 03. Ảnh hưởng của tỷ lệ bột đá đến độ bền kéo

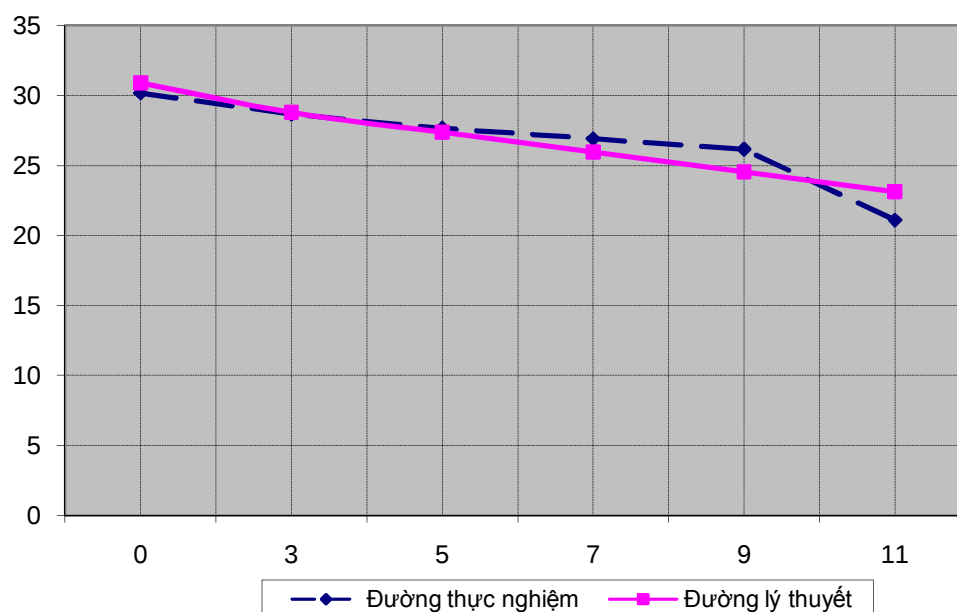
Mẫu TN	Tỷ lệ bột đá (%)	Số lần đo					Trung bình (Mpa)
		Lần 1	Lần 2	Lần 3	Lần 4	Lần 5	
No 1	0	29,38	30,97	30,47	29,32	30,65	30,16
No 2	3	28,5	29,42	28,62	29,11	27,67	28,66
No 3	5	26,71	28,21	27,88	27,57	27,89	27,65
No 4	7	26,92	26,91	26,47	27,11	27,02	26,89
No 5	9	26,26	26,23	26,62	25,66	25,97	26,15
No 6	11	21,89	21,29	20,74	21,09	20,43	21,09

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

- Hệ số tương quan: $R = 0,911$;

- Phương trình tương quan ở dạng thực $\sigma_k = 30,8834 - 0,7058.D$ (trong đó D – tỷ lệ bột đá);

- Kiểm tra độ tin cậy của các hệ số hồi quy theo tiêu chuẩn *Student* cho thấy các hệ số hồi quy tồn tại vì $t_t > t_b$, do vậy ta tìm được mối tương quan giữa độ bền kéo và tỷ lệ bột đá.



Hình 05. Ảnh hưởng của tỷ lệ bột đá đến độ bền kéo

Qua hình 05 biểu diễn tương quan giữa tỷ lệ bột đá với độ bền kéo của vật liệu cho thấy, mối quan hệ này rất chặt được thể hiện qua hệ số tương quan, đường thực nghiệm và đường lý thuyết. Hơn nữa, đường biểu diễn quan hệ này đều nằm trong khoảng biến động của các cấp thực nghiệm, điều này càng làm tăng độ tin cậy của phương trình tương quan giữa chúng.

3.3. Ảnh hưởng của chất độn bột đá đến độ bền uốn

Xác định tính chất của vật liệu: Mẫu sau khi gia công để nguội 24 giờ, sau đó đem mẫu xác định tính chất của vật liệu tại tại Trung tâm nghiên cứu Chế biến lâm sản, giấy và bột giấy, Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh và thu được kết quả như bảng 04.

Bảng 04. Ảnh hưởng của tỷ lệ bột đá đến độ bền uốn

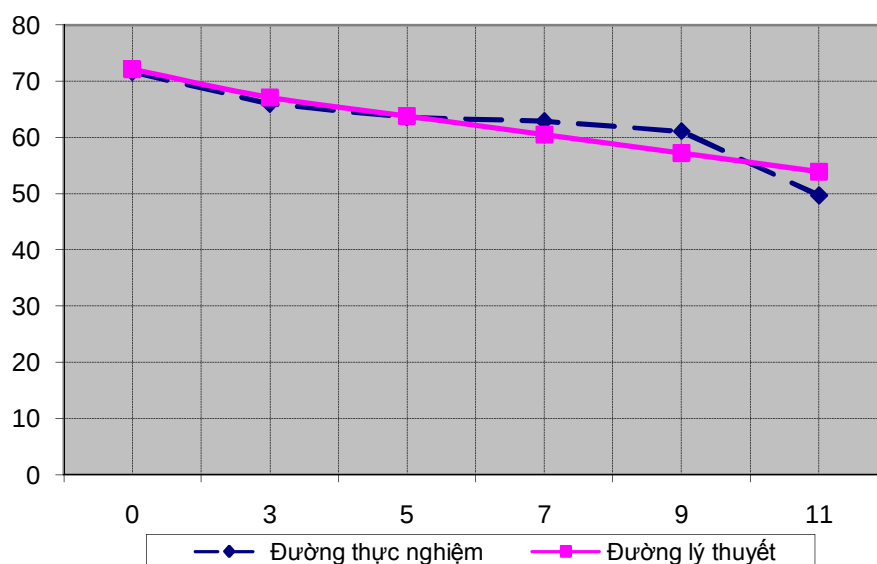
Mẫu TN	Tỷ lệ bột đá (%)	Số lần đo					Trung bình (MPa)
		Lần 1	Lần 2	Lần 3	Lần 4	Lần 5	
No 1	0	71,55	71,49	71,29	72,74	71,12	71,64
No 2	3	64,63	67,38	66,27	66,17	65,24	65,94
No 3	5	62,89	64,51	63,03	64,03	63,36	63,56
No 4	7	62,06	63,39	62,52	63,4	62,97	62,87
No 5	9	61,03	60,94	61,03	60,92	61,43	61,07
No 6	11	50,48	50,12	49,66	48,95	49,16	49,67

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

- Hệ số tương quan: $R = 0,9209$;

- Phương trình tương quan ở dạng thực $\sigma_u = 72,1504 - 1,6614.D$ (trong đó D – tỷ lệ bột đá);

- Kiểm tra độ tin cậy của các hệ số hồi quy theo tiêu chuẩn *Student* cho thấy các hệ số hồi quy tồn tại vì $t_t > t_b$, do vậy ta tìm được mối tương quan giữa độ bền uốn và tỷ lệ bột đá.



Hình 06. Ảnh hưởng của tỷ lệ bột đá đến độ bền uốn

Qua hình 06 biểu diễn tương quan giữa tỷ lệ bột đá với độ bền uốn của vật liệu cho thấy, mối quan hệ này rất chặt được thể hiện qua hệ số tương quan, đường thực nghiệm và đường lý thuyết. Hơn nữa, đường biểu diễn quan hệ này đều nằm trong khoảng biến động của các cấp thực nghiệm, điều này càng làm tăng độ tin cậy của phương trình tương quan giữa chúng.

Nhận xét: Qua thực nghiệm ta thấy cho chất độn vào vật liệu độ hút nước tăng, độ bền kéo và độ bền uốn giảm; sở dĩ có hiện tượng này là do chất độn Canxi cacbonat là chất vô cơ có phân cực, không thể liên kết trực tiếp được với bột gỗ và nhựa PP. Khi tỷ lệ chất độn ít thì pha nền có thể bao bọc được hết chất độn do vậy

pha nền được liên tục cho nên độ hút nước, độ bền kéo, độ bền uốn có giảm nhưng ít. Tuy nhiên, khi tỷ lệ chất độn quá nhiều pha nền không bao bọc được hết cốt và chất độn; do vậy các pha trong vật liệu không liên tục và có hiện tượng tách pha, vì vậy tính chất của vật liệu giảm nhanh.

IV. KẾT LUẬN

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

Khi cho chất độn Canxi cacbonat làm chất độn để sản xuất vật liệu Composite gỗ nhựa thì độ hút nước, độ bền kéo, độ bền uốn có sự thay đổi. Khi tỷ lệ chất độn này tăng thì độ hút nước tăng, độ bền kéo, độ bền uốn giảm nhưng

không đều; nhưng ở giai đoạn đầu thì giảm chậm sau đó giảm mạnh.

Tỷ lệ chất độn Canxi cacbonat hợp lý để sản xuất loại vật liệu này từ 7 - 9% là hợp lý và đảm bảo được các yêu cầu về kinh tế, về kỹ thuật một số tính chất được cải thiện rõ rệt như: độ bóng của vật liệu, độ co ngót, độ cứng... mà vẫn đảm bảo được các yêu cầu kỹ thuật khác để sử dụng trong trang trí nội, ngoại thất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Đình Đức (2007). *Công nghệ vật liệu composit*. Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật.
2. 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
3. Lý Tiểu Phương (2010). *Nghiên cứu vật liệu phức hợp gỗ nhựa PP*. Luận văn thạc sỹ, Đại học Đồng Sơn, Trung Quốc.
4. 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, trang 91-96.

5. 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, trang 86-91.

6. Quách Văn Thiêm, Trần Văn Chứ (2013). 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. *Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp*, số 3, trang 2948-2955.

7. Quách Văn Thiêm, Trần Văn Chứ (2013). Nghiên cứu ảnh hưởng chế độ ép tới độ bền kéo và độ bền uốn của vật liệu phức hợp gỗ nhựa. *Tạp chí Khoa học & Công nghệ Lâm nghiệp*, số 4, trang 52-59.

8. Quách Văn Thiêm, Trần Văn Chứ (2015). Nghiên cứu ảnh hưởng phụ gia chống lão hóa tới độ bền kéo và độ bền uốn của vật liệu phức hợp gỗ nhựa. *Tạp chí Khoa học & Công nghệ Lâm nghiệp*, số 1, trang 100-108.

9. Anatole Klyosov (2007). *Wood plastic composites*. Wiley-interscience A John Wiley & Sons, INC, Publication. pp.150 - 172.

EFFECT OF ADDITIVE RATIO OF CALCIUM CARBONATE ON PROPERTIES OF WOOD PLASTIC COMPOSITE MATERIAL

Quach Van Thiem¹, Tran Van Chu², Phan Duy Hung³

¹Hochiminh University of Technology and Education

^{2,3}Vietnam National University of Forestry

SUMMARY

Wood plastic composite material, which is emerging as a new material, possesses many advantages: more stable dimension, less split and curved, etc, for instance. Besides that, however, it also shows given disadvantages such as fast aging rate, low hardness and abrasion-resistance. In order to overcome the disadvantages of this material, other than using some additives for slowing down aging process, calcium carbonate is considered to be added for getting a higher hardness and abrasion-resistant material. Calcium carbonate is commonly applied in the manufacturing of plastic-products and wood plastic composite materials. Some properties of products may be better when calcium carbonate is added with the reasonable ratio, such as higher hardness, glossiness, abrasion-resistant, and lower aging rate. This paper shows the research on the influence of the additive ratio of calcium carbonate on properties of wood plastic composite material including the water absorption, tension strength and bending strength. The researched results suggest that when the ratio of added calcium carbonate increased, these properties of product decreased with tendency, slowly and rapidly in the early and final stages, respectively. It also indicates that the reasonable ratio of calcium carbonate, which can meet requirements on technology and economy, is from 7% to 9%.

Keywords: Additive, bending strength, tension strength, water absorption.

Ngày nhận bài : 15/8/2017

Ngày phản biện : 12/9/2017

Ngày quyết định đăng : 20/9/2017