

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG NHIỆT ĐỘ ÉP ĐẦU VÒI PHUN TỚI ĐỘ BỀN KÉO VÀ ĐỘ BỀN UỐN CỦA VẬT LIỆU PHỨC HỢP GỖ NHỰA

Quách Văn Thiêm¹, Trần Văn Chú²

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

²Đại 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 các thông số công nghệ ép, đặc biệt nhiệt độ ép đầu vòi phun. Việc nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ ép đầu vòi phun tới độ bền kéo, độ bền uốn có thể tiết kiệm năng lượng tiêu thụ mà vẫn nâng cao độ bền cho sản phẩm. Các kết quả thí nghiệm cho thấy khi nhiệt độ ép 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 nhiệt độ ép đầu vòi phun và độ bền uốn, độ bền kéo là hàm bậc hai. Thông qua phương trình tương quan kết hợp với thực nghiệm đã xác định được độ bền kéo lớn nhất là 31,77 (MPa) khi nhiệt độ ép đầu vòi phun là 178°C và độ bền uốn lớn nhất $\sigma_u = 71,03$ (MPa) khi nhiệt độ ép đầu vòi phun là 179°C. Nhiệt độ ép đầu vòi phun thích hợp nhất để sản xuất vật liệu phức hợp gỗ nhựa trên máy ép phun là 179°C.

Từ khóa: Độ bền kéo, độ bền uốn, nhựa PP, vật liệu phức hợp gỗ nhựa

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vật liệu phức hợp gỗ nhựa là một loại vật liệu mới là sự kết hợp giữa sợi gỗ và vật liệu nhựa, sự kết hợp này mang lại tính năng 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 Có nhiều tính chất tốt ví dụ so với vật liệu gỗ như có kích thước ổn định hơn, không bị xuất hiện vết rạn nứt, không bị cong vênh, dễ dàng tạo màu sắc cho sản phẩm, có thể gia công lần thứ 2 giống như vật liệu gỗ, dễ dàng cắt gọt, dùng keo để kết dính, có thể dùng đinh hoặc ốc vít để liên kết, quy cách hình dạng có thể căn cứ vào yêu cầu của người dùng để điều chỉnh, tính linh hoạt cao. Có tính nhiệt dẻo của vật liệu nhựa từ đó dễ dàng gia công, tạo hình, thông thường có thể gia công theo mẫu đặt sẵn hoặc có thể gia công theo yêu cầu cụ thể, có khả năng ứng dụng rộng. Tính năng hóa học tốt, chịu được độ pH, chịu được hóa chất, chịu được nước mặn, sử dụng được ở nhiệt độ thấp, không bị biến đổi hình dạng khi hút ẩm; sử dụng được nhiều lần hoặc thu hồi tái sử dụng, có lợi ích trong bảo vệ môi trường.

Ở Việt Nam, việc nghiên cứu về vật liệu

composite gỗ nhựa mới chỉ được tiến hành cách đây một vài năm, chủ yếu nghiên cứu về ảnh hưởng của tỷ lệ bột gỗ, kích thước bột gỗ, phương pháp gia công, ảnh hưởng của tỷ lệ chất trợ tương hợp,... đến tính chất vật liệu. Riêng nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ ép còn rất hạn chế. Trước thực trạng đó, để bổ sung, hoàn thiện cơ sở khoa học cho các nghiên cứu nhằm nâng cao chất lượng vật liệu composite gỗ nhựa, và tiết kiệm chi phí năng lượng, tăng năng suất từ đó hạ giá thành sản phẩm là một điều có ý nghĩa. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ ép đầu vòi phun tới độ bền kéo, độ bền uốn của vật liệu composite gỗ nhựa; các thông số tìm được sẽ là cơ sở để đề xuất nhiệt độ ép ứng dụng vào trong thực tiễn sản xuất.

II. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

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 < 0,5 mm, độ ẩm bột gỗ 3-5%. [10];

Nhựa sử dụng là Polypropylene RP348N (PP) của công ty HMC Polymers Co., Ltd, Bangkok, Thailand. [4,10];

Trợ tương hợp là Scona TPPP 8112 GA (MAPP) của công ty BYK Kometra GmbH, Schkopau, Germany. [4,10];

Phụ gia bôi trơn là BKY-P4101 của công ty BYK Kometra GmbH, Schkopau, Germany. [4,10].

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Để thực hiện nội dung nghiên cứu 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:

Tạo hạt gỗ nhựa: hạt gỗ nhựa sử dụng với thành phần chính được trộn với tỷ lệ nhựa PP50%/bột gỗ 46%/MAPP 4% và phụ gia bôi trơn là 1/100 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, điện thoại: 08388968098. 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: 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. 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; [2-4].



Hỗn hợp các thành phần



Sợi gỗ nhựa



Hạt gỗ nhựa

Hình 01. Quá trình tạo hạt gỗ nhựa

Tạo mẫu thử: quá trình tạo mẫu thử được thực hiện tại trường Đại học Sư phạm kỹ thuật TP. Hồ Chí Minh, mẫu được ép trong khuôn định hình theo đúng tiêu chuẩn xác định độ bền kéo, độ bền uốn trên máy ép phun SW-120B (hình 02), với thông số ép như sau: [1-4]

- Nhiệt độ ép vùng đầu vòi phun (T_1) thay

đổi từ 170-190°C, còn nhiệt độ các vùng khác không đổi đó là $T_2=185^\circ\text{C}$; $T_3=175^\circ\text{C}$; $T_4=165^\circ\text{C}$.

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

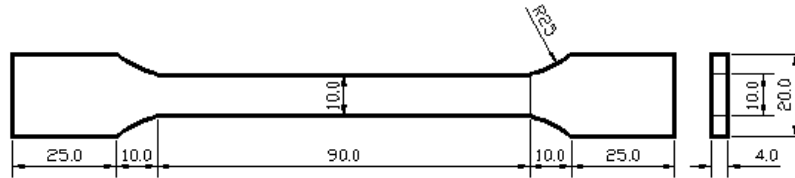
2.3. Xác định độ bền kéo và bền uốn

a. *Xác định ứng suất kéo của vật liệu composite gỗ nhựa* [3]

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

- 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 của Mỹ.



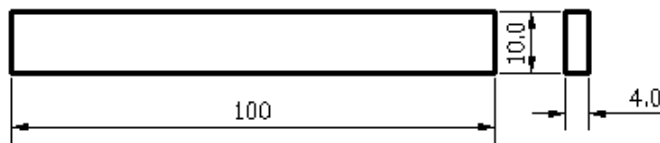
Hình 03. Mẫu xác định độ bền kéo của vật liệu composite gỗ nhựa

b. *Xác định ứng suất uốn của vật liệu composite gỗ nhựa* [3]

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

- Mẫu có hình dạng và kích thước như hình 04;

- 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 của Mỹ.



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

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng tới độ bền kéo

Thí nghiệm được tiến hành bố trí ngẫu

nhiên theo 5 mức nhiệt độ, mỗi chế độ ép thí nghiệm được lặp lại 7 lần. Kết quả thí nghiệm được thể hiện ở bảng 01.

Bảng 01. Kết quả thí nghiệm ảnh hưởng của nhiệt độ ép đầu vòi phun tới độ bền kéo

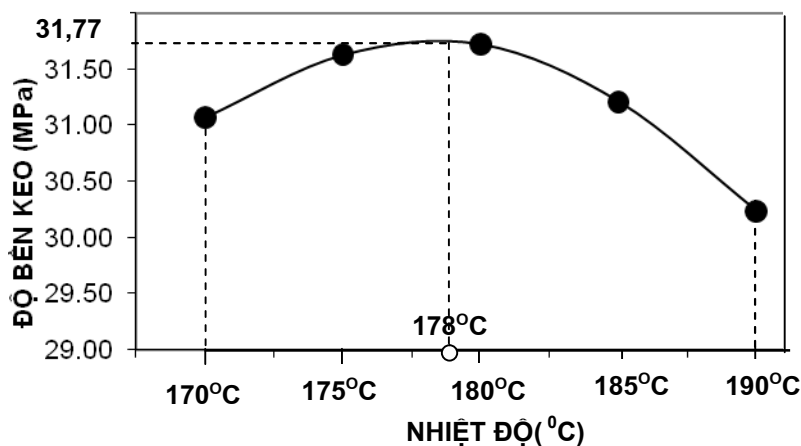
Thí nghiệm	Ma trận thí nghiệm nhiệt độ ép đầu vòi phun (T ₁ - °C)	Số lần mẫu thử (MPa)							TB
		Lần 1	Lần 2	Lần 3	Lần 4	Lần 5	Lần 6	Lần 7	
No 1	170	31,44	30,67	30,87	31,08	31,43	31,27	30,82	31,08
No 2	175	32,08	31,53	31,52	31,30	31,80	31,12	31,65	31,57
No 3	180	31,29	31,81	31,59	32,22	31,58	31,40	31,65	31,65
No 4	185	30,64	30,80	31,61	31,80	31,10	30,85	31,34	31,16
No 5	190	29,19	29,90	29,29	29,70	30,16	29,34	29,29	29,55

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

- Hệ số tương quan: $R = 0,99$
- Hàm độ bền kéo ở dạng thực: $\sigma_k = -397,3903 + 4,8369.T_1 - 0,0136.T_1^2$
- Kiểm tra độ tin cậy của các hệ số hồi quy theo tiêu chuẩn Student cho thấy các hệ số hồi

quy đều tồn tại vì $t_t > t_b$, do vậy ta tìm được mối tương quan giữa độ bền kéo và nhiệt độ ép.

Xác định thông số tối ưu là độ bền kéo lớn nhất: bài toán được lập trên cơ sở của hàm $\sigma_k = -397,3903 + 4,8369.T_1 - 0,0136.T_1^2$, giải bài toán ta tìm được $T_1 = 178^\circ\text{C}$ thì độ bền kéo lớn nhất là $\sigma_k = 31,77$ (MPa)



Hình 05. Đồ thị ảnh hưởng của nhiệt độ ép đầu vôi phun tới độ bền kéo

Trên đồ thị hình 05 cho thấy với khoảng nhiệt độ ép tăng 170°C đến 178°C thì độ bền kéo tăng và sau đó có giảm dần, sở dĩ có hiện tượng như vậy là vì khi nhiệt độ ở 178°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 cho độ bền kéo tốt nhất. Khi nhiệt độ lớn hơn 178°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; còn trong khoảng nhiệt độ $170^\circ\text{C} - 175^\circ\text{C}$ do nhựa bắt đầu chảy lỏng, khả năng trộn đều giữa gỗ và nhựa không tốt dẫn đến độ bền kéo giảm.

3.2. Ảnh hưởng tới độ bền uốn

Thí nghiệm được tiến hành bố trí ngẫu nhiên theo 5 mức nhiệt độ, 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 ép đầu vôi phun tới độ bền uốn

Thí nghiệm	Ma trận thí nghiệm nhiệt độ ép đầu vôi phun ($T_1 - ^\circ\text{C}$)	Số lần mẫu thử (MPa)							TB
		Lần 1	Lần 2	Lần 3	Lần 4	Lần 5	Lần 6	Lần 7	
No 1	170	66,92	66,13	66,34	66,54	66,98	66,43	66,38	66,53
No 2	175	70,83	70,39	70,76	69,98	70,95	70,35	70,39	70,52
No 3	180	69,72	71,22	69,96	71,77	71,51	71,57	71,46	71,03
No 4	185	69,73	69,12	68,90	68,53	69,21	69,21	69,13	69,12
No 5	190	65,83	66,27	65,95	64,94	65,91	66,71	65,75	65,91

Phân tích phương sai và hồi quy giữa các đại lượng thu được cho kết quả như sau:

- Hệ số tương quan: $R = 0,98$

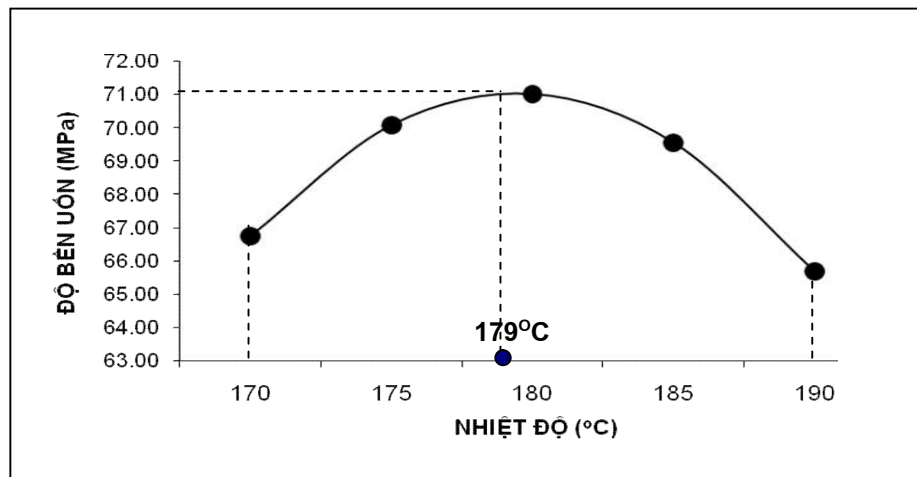
- Hàm độ bền uốn ở dạng thực

$$\sigma_u = -1476,5226 + 17,2478.T_1 - 0,0481.T_1^2$$

- Kiểm tra độ tin cậy của các hệ số hồi quy theo tiêu chuẩn Student cho thấy các hệ số hồi quy đều tồn tại vì $t_t > t_b$, do vậy với nhiệt độ khảo

sát từ 170°C đến 190°C tìm được mối quan hệ giữa độ bền uốn và nhiệt độ ép vùng 1.

Xác định thông số tối ưu là độ bền uốn lớn nhất: Bài toán được lập trên cơ sở của hàm $\sigma_u = -1476,5226 + 17,2478.T_1 - 0,0481.T_1^2$, giải bài toán ta tìm được $T_1 = 179^\circ\text{C}$ thì độ bền uốn lớn nhất là $\sigma_u = 71,03$ (MPa)



Hình 06. Đồ thị ảnh hưởng của nhiệt độ ép đầu vòi phun tới độ bền uốn

Trên đồ thị hình 06 cho thấy với khoảng nhiệt độ ép tăng 170°C đến 179°C thì độ bền uốn tăng và sau đó có giảm dần, sở dĩ có hiện tượng như vậy là vì khi nhiệt độ ở 179°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 cho độ bền kéo tốt nhất. Còn nhiệt độ lớn hơn 179°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; trong khoảng nhiệt độ 170°C - 175°C do nhựa bắt đầu chảy lỏng dẫn đến khả năng trộn đều giữa gỗ và nhựa không tốt cho nên làm cho độ bền uốn giảm.

IV. KẾT LUẬN

Với nhiệt độ ép đầu vòi phun đã khảo sát cho thấy: Khi nhiệt độ ép đầu vòi phun quá cao hoặc quá thấp thì độ bền kéo, độ bền uốn đều không tốt; kết quả nghiên cứu cho thấy nhiệt

độ ép đầu vòi phun thích hợp nhất ở 179°C.

Nghiên cứu đã xác định được phương trình tương quan giữa nhiệt độ ép đầu vòi phun với độ bền kéo và độ bền uốn; thông qua phương trình tương quan xác định nhanh 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 nhiệt 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.
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 1(36)
3. Lý Tiểu Phương (2010), *Nghiên cứu vật liệu phục hợp gỗ nhựa PP*, Luận văn thạc sỹ, Đại học Đông Sơn, Trung Quốc
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 International Conference on Wood Fiber Plastic Composites*, Madison, WI, May 12–14, pp. 81–93.
6. J.-R. Schauder (2003). *Exxelor coupling agents for wood fibers reinforced composites*, *Wood fibre Polymer Composites Symposium*. Application and Trends, Bordeaux, France, March 27–28.
7. Xanthos, M. (1983). *Processing conditions and coupling agent effects in polypropylene/wood flour composites*. *Plast. Rubber Process. Appl.* 3(3), pp.223-228.
8. 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.
9. 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.
10. N. Sombatsompop, C. Yotinwattanakumtorn, C. Thongpin (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).

STUDY ON THE EFFECT OF HOPPER'S TEMPERATURE TO DIE ZONES ON THE TENSILE STRENGTH AND DEFLECTIVE STRENGTH OF WOOD PLASTIC COMPOSITE

Quach Van Thiem, Tran Van Chu

SUMMARY

The quality of wood plastic composite material is shown through factors such as tensile strength, flexural strength, ... These factors have intimate relationships with technology parameters of processing, especially the temperature of injection nozzle. The study of the influence of the nozzle temperature to tensile strength, flexural strength can not only save energy consumption but also improve the durability of the product. The results of experiments showed that when the temperature changes, the tensile strength, flexural strength will change, but in varying degrees. And from those experimental results we have found a regression equation between injection nozzle temperature and tensile strength, flexural strength, is quadratic. Through the regression equation combines with experimental results, we can identify the maximum tensile strength, which is 31.77 (MPa) when the injection nozzle temperature is 178°C and the maximum flexural strength, which is 71.03 (MPa) when the injection nozzle temperature is 179°C. The most suitable temperature of injection nozzle for the processing of wood plastic composite material in the injection molding machine is 179°C.

Keywords: *Flexural strength, PP plastic, tensile strength, wood plastic composite*

Người phản biện: PGS.TS. Vũ Huy Đại

Ngày nhận bài: 26/8/2013

Ngày phản biện: 04/9/2013

Ngày quyết định đăng: 20/9/2013