



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN  
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt nam (VN)**  
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)   
2-0001768

(51)<sup>7</sup> **C08L 1/00, C08J 9/00, B29C 47/00**

(13) **Y**

(21) 2-2017-00305

(22) 15.08.2014

(67) 1-2014-02730

(45) 25.07.2018 364

(43) 26.01.2015 322

(73) **VIỆN KỸ THUẬT NHIỆT ĐỐI - VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC VÀ CÔNG  
NGHỆ VIỆT NAM (VN)**

18 Hoàng Quốc Việt, phường Nghĩa Đô, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội

(72) Nguyễn Vũ Giang (VN), Thái Hoàng (VN), Mai Đức Huỳnh (VN), Trần Hữu Trung  
(VN)

(54) **VẬT LIỆU COMPOZIT NHỰA GỖ VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT VẬT LIỆU  
NÀY**

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến vật liệu composit nhựa gỗ chứa hỗn hợp nhựa nhiệt dẻo polyvinyl clorua (PVC) và bột gỗ, trong đó bột gỗ này được làm biến tính bởi dung dịch tetraetyl ortosilicat (TEOS) để tạo thành các hạt nano SiO<sub>2</sub> bám trên bề mặt, vật liệu composit nhựa gỗ này chứa các thành phần sau (tính theo % khối lượng của hỗn hợp nhựa nhiệt dẻo polyvinyl clorua và bột gỗ biến tính): hỗn hợp nhựa PVC với lượng nằm trong khoảng từ 40 đến 90%; và bột gỗ biến tính với lượng nằm trong khoảng từ 10 đến 60%, trong đó bột gỗ biến tính này thu được bằng cách sử dụng tetraetyl ortosilicat (TEOS) với lượng nằm trong khoảng từ 1 đến 10% khối lượng (tính theo khối lượng của bột gỗ cần được làm biến tính) để làm biến tính bột gỗ, và sau khi đã được làm biến tính bột gỗ này chứa các hạt nano SiO<sub>2</sub> trên bề mặt. Vật liệu này được ứng dụng để sản xuất các sản phẩm thay thế gỗ được sử dụng trong xây dựng như tấm ván lát sàn, kệ nâng hàng và các sản phẩm trong các lĩnh vực khác.

Ngoài ra, giải pháp hữu ích còn đề cập đến phương pháp sản xuất vật liệu composit này.

### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Giải pháp hữu ích đề cập đến vật liệu composit nhựa gỗ, cụ thể là vật liệu composit chứa bột gỗ biến tính và nhựa nhiệt dẻo, trong đó nhựa nhiệt dẻo là nhựa polyvinyl clorua (PVC) và bột gỗ biến tính có các hạt nano  $\text{SiO}_2$  bám trên bề mặt. Vật liệu này được ứng dụng để sản xuất các sản phẩm thay thế gỗ trong xây dựng như tấm ván lát sàn, kệ nâng hàng và các sản phẩm composit trong các lĩnh vực khác. Ngoài ra, giải pháp hữu ích còn đề cập đến phương pháp sản xuất vật liệu composit này.

### **Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích**

Ngành công nghiệp chế biến gỗ Việt Nam phát triển trong hơn một thập kỷ qua làm cho nhu cầu khai thác và sử dụng các sản phẩm từ gỗ tăng mạnh. Mỗi năm Việt Nam phải nhập khẩu từ 3,5 đến 4 triệu  $\text{m}^3$  gỗ tròn. Lượng phế liệu trong quá trình sản xuất và chế biến gỗ thường chiếm tỷ lệ cao, khoảng từ 45 đến 63% thể tích nguyên liệu. Phần lớn lượng phế liệu này dùng cho mục đích làm nhiên liệu, chất đốt và chế tạo bột gỗ. Do bột gỗ này có các đặc tính như có thành phần chủ yếu gồm cấu trúc kết tinh xenluloza, hemixenluloza và vô định hình lignin, đường kính trung bình từ 0,1 đến 0,2 mm, có độ bền kéo đứt cao (0,5-1,5 GPa), modul đàn hồi cao (10-80 GPa), giá thành thấp, tỷ trọng nhẹ v.v., nên bột gỗ trở thành vật liệu gia cường tốt cho nhựa nhiệt dẻo, và để sản xuất vật liệu composit chứa bột gỗ và nhựa nhiệt dẻo. Vật liệu composit bột gỗ - nhựa nhiệt dẻo (viết tắt là WPC) có nhiều tính chất ưu việt về khả năng gia công, tính chất cơ lý và khả năng tái chế sau khi sử dụng, nên loại vật liệu này đang được coi là vật liệu xanh và thân thiện với môi trường.

Vật liệu composit nền nhựa polyvinyl clorua (PVC) và bột gỗ (BG) có nhiều ưu điểm nhờ độ cứng cao, bền chịu thời tiết và bền chịu hóa chất. Các đặc

tính này thể hiện sự vượt trội so với vật liệu composit nhựa gỗ nền nhựa polyolefin. Do vậy, vật liệu PVC/BG được ứng dụng nhiều trong việc chế tạo vật liệu có kết cấu đòi hỏi khả năng chịu lực cao, như ván sàn, ván cửa, thanh khung chịu lực cho cửa sổ và cửa ra vào, làm vật liệu trang trí nội ngoại thất. Tuy nhiên, một vấn đề gặp phải đối với vật liệu composit nhựa gỗ nói chung đó là sự tương hợp giữa nhựa nền và bột gỗ còn kém do sự khác nhau về bản chất hóa học. Điều này làm ảnh hưởng đến các tính chất quan trọng khác của vật liệu, đó là khả năng chống cháy giảm và độ bền chịu va đập thấp, do sự tương hợp giữa các thành phần kém. Do vậy, các ứng dụng như làm các thanh khung chịu lực cho cửa sổ và cửa ra vào, ván sàn, ván tường và các ứng dụng khác trong vật liệu xây dựng có thể bị ảnh hưởng về tuổi thọ, hình dáng và màu sắc sản phẩm, v.v..

Để giải quyết vấn đề này, hiện nay việc nghiên cứu chế tạo vật liệu composit nhựa gỗ trong và ngoài nước tập trung chủ yếu vào việc làm biến tính nhựa nền (làm chức hóa bằng cách ghép chúng với các monome thông dụng như anhydric maleic, axit acrylic, axit oxalic, acrylamit v.v.) hoặc làm biến tính bề mặt bột gỗ bởi các tác nhân phân cực. Mục đích của những phương pháp này là nâng cao độ kết dính cũng như hiệu quả phân tán của bột gỗ vào trong nhựa nền để làm tăng tính chất cơ lý, hạn chế độ thấm ẩm và cong vênh của vật liệu. Các sản phẩm composit nhựa gỗ được sản xuất trong nước và nhập khẩu đều được sản xuất theo các phương pháp này. Đây cũng vẫn đề được nhiều nhà nghiên cứu trong và ngoài nước quan tâm và tập trung giải quyết. Ví dụ, đã có giải pháp sử dụng aminopro-pylmetyldietoxysilan để làm biến tính bề mặt bột gỗ. Sau khi được làm biến tính, độ bền chịu va đập và độ bền kéo đứt của vật liệu composit PVC/BG đã tăng từ 14,8% đến 18,5%. Trong các nghiên cứu của Matuana và cộng sự cũng đã chỉ ra, sự tương tác của axit Lewis và bazơ đối với quá trình thủy phân của các aminosilan có thể thúc đẩy sự tương tác giữa bột gỗ và nhựa nền PVC.

Trong nghiên cứu của Marcus Muller, tác giả đã nghiên cứu ảnh hưởng của chất làm biến tính etanolamin lên bề mặt bột gỗ đến tính chất nhiệt của vật liệu composit PVC/bột gỗ. Sử dụng phương pháp phân tích nhiệt (TGA) đã cho thấy nhiệt độ phân hủy của mẫu thay đổi từ 240°C đến 350°C. Một điều dễ nhận thấy là khi tăng hàm lượng chất biến tính thì độ bền chịu nhiệt của bột gỗ giảm, do sự hình thành của axit carboxylic làm thúc đẩy quá trình phân hủy của hemixelluloza và làm tăng quá trình mất khối lượng. Mặc dù quá trình xử lý bề mặt bằng amin có thể làm cải thiện được khả năng kết dính giữa PVC và bột gỗ, nhưng kết quả chỉ ra rằng độ bền chịu nhiệt của vật liệu giảm và vấn đề này cần được lưu ý trong quá trình chế tạo vật liệu. Các nghiên cứu cũng đã tập trung vào việc hạn chế khả năng làm chậm cháy cho vật liệu composit PVC/BG. Trong nghiên cứu của Yiqun Fang, tác giả đã nghiên cứu ảnh hưởng của kẽm borat đến quá trình phân hủy nhiệt và khả năng chống cháy của vật liệu PVC/bột gỗ. Kết quả thấy rằng, kẽm borat làm tăng nhiệt độ phân hủy cực đại và làm giảm tốc độ phân hủy của vật liệu composit PVC/bột gỗ. Bột gỗ (BG) làm chậm nhiệt phân hủy của PVC trong giai đoạn đầu trong khi kẽm borat làm tăng nhiệt độ phân hủy và làm giảm tốc độ phân hủy của PVC/BG ở giai đoạn sau. Cơ chế phân hủy do nhiệt của hỗn hợp được phân tích bởi phổ hồng ngoại biến đổi chuỗi Fourier (FTIR). Cường độ đỉnh liên kết của C-H giảm trong khi liên kết C-C tăng đã cho thấy bột gỗ và kẽm borat thúc đẩy liên kết ngang và sự than hóa trong phản ứng phân hủy của PVC.

Để đạt mục đích này, hướng nghiên cứu có sử dụng các cỡ hạt nano để gia cường cho vật liệu composit bột gỗ - nhựa nhiệt dẻo mới được triển khai. Trên thế giới, hướng nghiên cứu này cũng mới bắt đầu trong khoảng 4-5 năm gần đây và vẫn còn nhiều khía cạnh cần được nghiên cứu sâu hơn. Tác giả J. Li và cộng sự đã nghiên cứu để đưa vào vật liệu composit HDPE/bột gỗ các hạt nano graphit để làm tăng độ dẫn nhiệt và khả năng che chắn kín khí cho vật liệu. Nghiên cứu này cho thấy tính chất cơ lý của vật liệu tăng nhẹ, nhưng độ dẫn nhiệt của WPC tăng lên đáng kể. Trong công bố đầu năm 2014, tác giả Z. Lin và cộng sự đã làm biến tính sợi gỗ bởi poly(diallyldimethylamoni) clorua và có mặt

montmorillonit khoáng sét trước khi phối trộn với nhựa PP. Kết quả công bố cho thấy sợi gỗ được làm biến tính bởi các hạt nano đất sét để làm tăng độ giãn dài khi đứt trong khi không làm thay đổi đáng kể môđun đàn hồi của WPC, mật độ kết tinh của nhựa nền PP tăng lên. Các tác giả nghiên cứu đã giải thích rằng, sự tăng tính chất của vật liệu là do các hạt nano đất sét đã làm tăng diện tích bề mặt riêng của sợi gỗ, do đó đã làm tăng khả năng kết dính với nhựa nền. Tác giả O. Faruk cũng sử dụng hạt nano khoáng sét phối trộn với composit HDPE/bột gỗ bằng phương pháp phối trộn nóng chảy trên thiết bị công nghiệp, kết quả đã chứng minh khả năng gia cường tốt cho hệ composit với độ bền kéo đứt, độ bền uốn và môđun đàn hồi tăng khi có mặt các hạt nano khoáng sét. Nhóm tác giả S. Fu và cộng sự đã sử dụng ống cacbon nano được chức hóa nhóm OH (CNT-OH) lên bề mặt phối trộn với composit PP/bột gỗ với tỷ lệ 1% khối lượng, có sử dụng chất tương hợp MAPP. Kết quả nghiên cứu cho thấy, CNT-OH liên kết với bột gỗ qua các nhóm OH trên bề mặt, đồng thời phản ứng với nhựa nền được ghép MA, do đó làm tăng khả năng phân tán của hệ, độ bền kéo đứt và độ giãn dài của WPC tăng, và đặc biệt là độ bền chịu nhiệt và khả năng chống cháy của hệ được cải thiện rõ rệt. Một số nghiên cứu khác có sử dụng hạt nano SiO<sub>2</sub>, ống cacbon nano gia cường cho vật liệu composit nhựa gỗ cũng được công bố trong thời gian gần đây. Liên quan đến vật liệu composit PVC/BG, Yongsheng Zhao đã sử dụng monmorilonit (MMT) được biến tính bằng xetylalkyl trimetyl amin bromua trong việc chế tạo vật liệu PVC/BG. Việc kết hợp giữa BG biến tính và 0,5% MMT biến tính đã làm tăng 9,7% độ bền kéo và 15,4% độ bền chịu va đập. Khảo sát tính chất đã cho thấy, sự có mặt của MMT đã làm tăng hàm lượng cặn cháy từ 16,8% lên 21,7% với 1,5% khối lượng MMT và thời gian bắt cháy tăng từ 25 giây cho mẫu PVC/BG lên 38 giây cho mẫu composit có sử dụng 0,5% khối lượng MMT. Mặc dù vậy, qua các nghiên cứu trên thế giới được đề cập ở trên, việc đưa các hạt/sợi vô cơ có kích thước nano mới chỉ dừng lại ở việc phối trộn cơ học, chưa hình thành các liên kết hóa học với vật liệu nền và bột gỗ phân tán để có thể tạo ra mối liên kết bền vững giữa vật liệu nền và bột gỗ.

### **Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích**

Để giải quyết các vấn đề nêu trên, mục đích của giải pháp hữu ích là đề xuất vật liệu compozit có sử dụng nền là hỗn hợp nhựa nhiệt dẻo polyvinyl clorua (PVC) và chất độn là bột gỗ biến tính.

Để đạt được mục đích này, giải pháp hữu ích đề xuất vật liệu compozit nhựa gỗ chứa hỗn hợp nhựa nhiệt dẻo polyvinyl clorua (PVC) và bột gỗ, trong đó bột gỗ này được làm biến tính bởi dung dịch tetraetyl ortosilicat (TEOS) để tạo thành các hạt nano  $\text{SiO}_2$  bám trên bề mặt, vật liệu compozit nhựa gỗ này chứa các thành phần sau (tính theo % khối lượng của hỗn hợp nhựa nhiệt dẻo polyvinyl clorua và bột gỗ biến tính):

- hỗn hợp nhựa PVC với lượng nằm trong khoảng từ 40 đến 90%, trong đó hỗn hợp này chứa hỗn hợp chất phụ gia làm ổn định nhiệt bao gồm bari stearat và kẽm stearat với tỷ lệ bari stearat/kẽm stearat là 1:1, với lượng nằm trong khoảng 1% đến 4% khối lượng (tính theo khối lượng của hỗn hợp nhựa PVC này); và

- bột gỗ biến tính với lượng nằm trong khoảng từ 10 đến 60%, trong đó bột gỗ biến tính này thu được bằng cách sử dụng tetraetyl ortosilicat (TEOS) với lượng nằm trong khoảng từ 1 đến 10% khối lượng (tính theo khối lượng của bột gỗ cần được làm biến tính) để làm biến tính bột gỗ, và sau khi đã được làm biến tính bột gỗ này chứa các hạt nano  $\text{SiO}_2$  trên bề mặt.

Theo một phương án thực hiện giải pháp hữu ích, vật liệu compozit nhựa gỗ chứa: hỗn hợp nhựa PVC với lượng là 70% khối lượng (tính theo khối lượng của hỗn hợp nhựa nhiệt dẻo polyvinyl clorua và bột gỗ biến tính), trong đó hỗn hợp này chứa hỗn hợp chất phụ gia làm ổn định nhiệt bao gồm bari stearat và kẽm stearat với tỷ lệ bari stearat/kẽm stearat là 1:1 với lượng là 2,5 % khối lượng (tính theo khối lượng của hỗn hợp nhựa PVC này); và bột gỗ biến tính với lượng là 30% (tính theo khối lượng của hỗn hợp nhựa nhiệt dẻo polyvinyl clorua và bột gỗ biến tính), trong đó tetraetyl ortosilicat (TEOS) được sử dụng

để làm biến tính bột gỗ này với lượng là 5% khối lượng (tính theo khối lượng của bột gỗ cần được làm biến tính).

Theo một khía cạnh của giải pháp hữu ích, vật liệu composit nhựa gỗ được sử dụng để sản xuất các sản phẩm thay thế gỗ trong xây dựng và các sản phẩm trong các lĩnh vực khác.

Ngoài ra, giải pháp hữu ích còn đề xuất phương pháp sản xuất vật liệu composit nhựa gỗ bao gồm các bước:

(i) tạo bột gỗ biến tính bằng cách hòa tan tetraetyl ortosilicat (TEOS) trong dung môi etanol 80% theo tỷ lệ thể tích của tetraetyl ortosilicat (TEOS) với etanol là 1:10, trong đó lượng TEOS nằm trong khoảng từ 1 đến 10% khối lượng (tính theo lượng bột gỗ cần được làm biến tính), tiếp theo bổ sung bột gỗ vào dung dịch này và khuấy liên tục hỗn hợp ở nhiệt độ 50°C trong 30 phút, sau đó điều chỉnh độ pH đến giá trị bằng 9 và nhỏ giọt từ từ nước cất vào dung dịch này để thực hiện phản ứng thủy phân, tiếp tục khuấy dung dịch này trong 2 giờ ở nhiệt độ 50°C, sau đó để yên hỗn hợp này ở nhiệt độ trong phòng trong thời gian 24 giờ, và sấy bột gỗ biến tính thu được trong 4 giờ ở nhiệt độ 100°C nhằm loại bỏ dung môi để thu được bột gỗ đã được biến tính có các hạt nano SiO<sub>2</sub> bám trên bề mặt bột gỗ;

(ii) tạo hỗn hợp nhựa PVC bằng cách phối trộn nhựa PVC với hỗn hợp chất phụ gia làm ổn định nhiệt bao gồm bari stearat và kẽm stearat với tỷ lệ bari stearat/kẽm stearat là 1:1 với lượng nằm trong khoảng 1% đến 4% khối lượng (tính theo khối lượng của hỗn hợp nhựa PVC này), và ủ hỗn hợp nhựa thu được trong tủ sấy trong thời gian 4 giờ ở nhiệt độ 80°C; và

(iii) trộn cơ học bột gỗ biến tính thu được ở bước (i) với lượng nằm trong khoảng từ 10 đến 60% với hỗn hợp nhựa PVC thu được ở bước (ii) với lượng nằm trong khoảng từ 40 đến 90% (tính theo khối lượng của hỗn hợp nhựa nhiệt dẻo polyvinyl clorua và bột gỗ biến tính) trong thiết bị trộn cao tốc trong thời gian 30 phút, sau đó ép đùn hỗn hợp vật liệu composit nhựa gỗ thu được trong thiết bị ép đùn hai trục vít, sau đó tạo hạt bằng thiết bị cắt hạt có lưỡi cắt đặc biệt

quay liên tục được ộp sát vào đầu phun của xylanh ép đùn để tạo thành vật liệu composit dạng hạt.

### **Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích**

Trong giải pháp hữu ích này, các thành phần như nhựa PVC, chất phụ gia làm ổn định nhiệt, chất làm biến tính tetraetyl ortosilicat (TEOS), dung dịch  $\text{NH}_4\text{OH}$ , etanol là những chất có bán sẵn trên thị trường, có thể là chất được sản xuất trong nước hoặc được nhập khẩu từ nước ngoài.

Vật liệu composit nhựa gỗ (WPC) theo giải pháp hữu ích chứa hỗn hợp nhựa PVC với lượng nằm trong khoảng từ 40 đến 90%, trong đó hỗn hợp nhựa PVC này chứa hỗn hợp chất phụ gia làm ổn định nhiệt bao gồm bari stearat và kẽm stearat với tỷ lệ bari stearat/kẽm stearat là 1:1 với lượng nằm trong khoảng 1% đến 4% khối lượng (tính theo khối lượng của hỗn hợp nhựa PVC này); và bột gỗ biến tính với lượng nằm trong khoảng từ 10 đến 60%, trong đó bột gỗ biến tính này thu được bằng cách sử dụng tetraetyl ortosilicat (TEOS) với lượng nằm trong khoảng từ 1 đến 10% khối lượng (tính theo khối lượng của bột gỗ cần được làm biến tính) để làm biến tính bột gỗ, và sau khi đã được làm biến tính bột gỗ này chứa các hạt nano  $\text{SiO}_2$  trên bề mặt.

Lượng hỗn hợp nhựa PVC được sử dụng với lượng nằm trong khoảng từ 40 đến 90% làm thành phần chính vật liệu composit nhựa gỗ nhằm đảm bảo sự phân tán đồng nhất của bột gỗ biến tính cũng như thu được các tính chất cơ học tốt (mô đun đàn hồi, độ bền kéo đứt, độ cứng) cho vật liệu. Nếu sử dụng hỗn hợp nhựa nền PVC với lượng lớn hơn 90%, thì vật liệu thu được có độ giãn dài khi đứt và độ bền chịu va đập cao, tuy nhiên vật liệu thu được có độ bền kéo đứt và độ cứng thấp, nên không đáp ứng yêu cầu một số ứng dụng của vật liệu composit như làm ván cửa v.v., ngoài ra cũng làm cho giá thành của vật liệu cũng cao hơn. Trái lại, nếu sử dụng hỗn hợp nhựa PVC với lượng nhỏ hơn 40%, thì vật liệu thu được tuy có độ cứng lớn nhưng lại có độ giãn dài khi đứt và độ bền chịu va đập thấp, nên khó gia công hơn, do đó cũng không đáp ứng được yêu cầu ứng dụng của vật liệu composit nhựa gỗ. Việc lựa chọn hỗn hợp chất



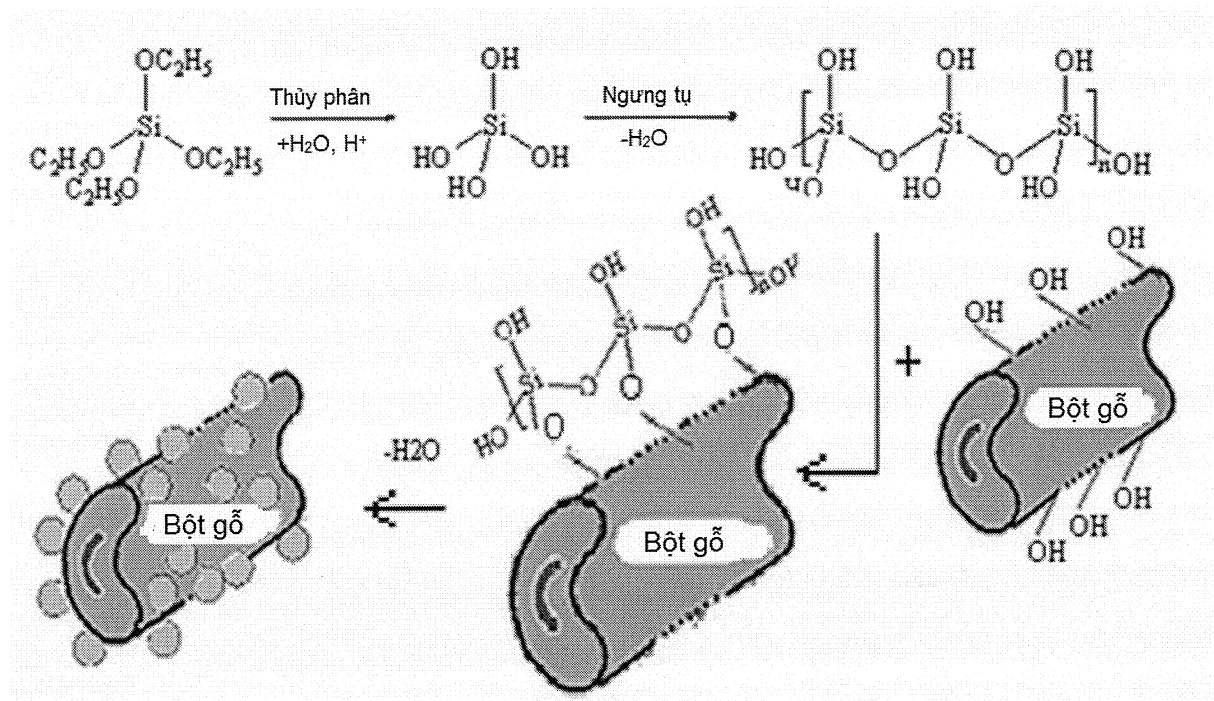
phụ gia bari stearat/kẽm stearat làm chất làm ổn định nhiệt cho nhựa PVC do tính không độc hại, thân thiện với môi trường hơn so với chất làm ổn định có sử dụng Pb hay Sn. Tỷ lệ bari stearat/kẽm stearat là 1:1 được lựa chọn để làm tăng hiệu suất ổn định nhiệt cho nhựa PVC, đảm bảo tạo ra sản phẩm có độ trong cao, tính chất cơ học tốt với độ bền chịu thời tiết ngoài trời tốt. Nếu lượng hỗn hợp chất phụ gia làm ổn định nhiệt nhỏ hơn 1%, thì độ bền nhiệt của nhựa nền bị suy giảm do PVC dễ bị oxy phân hủy tại vùng nhiệt độ gia công, dẫn tới tính chất cơ học suy giảm. Nếu lượng hỗn hợp chất phụ gia làm ổn định nhiệt lớn hơn 4%, thì hiệu quả làm ổn định nhiệt không được cải thiện nhiều, nhưng lại làm tăng giá thành sản phẩm. Do vậy, lượng hỗn hợp chất phụ gia làm ổn định nhiệt nằm trong khoảng từ 1% đến 4% là lựa chọn hữu hiệu theo giải pháp hữu ích để vừa đảm bảo hiệu quả kinh tế lẫn chất lượng sản phẩm.

Bột gỗ biến tính được sử dụng trong vật liệu composit với lượng nằm trong khoảng từ 10 đến 60% vì nếu lượng bột gỗ nhỏ hơn 10% khối lượng, thì không đảm bảo khả năng gia cường cho vật liệu nhựa nền PVC và không đạt được các yếu tố thẩm mỹ là giống gỗ như màu sắc, độ cứng, v.v., nếu lượng bột gỗ biến tính cao hơn 60% khối lượng, thì khả năng phân tán của bột gỗ trong nhựa nền trở nên khó khăn, khi đó sẽ xuất hiện các kết tụ của bột gỗ và hình thành các khuyết tật trong vật liệu composit, dẫn tới làm giảm các tính chất cơ học của sản phẩm. Như vậy, lượng bột gỗ biến tính được lựa chọn nằm trong khoảng nêu trên để đảm bảo khả năng phân tán và gia cường cho nhựa nền, đồng thời đảm bảo tính thẩm mỹ sao cho giống gỗ, giúp làm giảm giá thành sản phẩm và không làm suy giảm các tính chất khác của vật liệu composit nhựa gỗ thu được. Lượng TEOS được dùng để làm biến tính bột gỗ được lựa chọn nằm trong khoảng từ 1 đến 10% khối lượng (tính theo khối lượng của bột gỗ cần được làm biến tính) để đảm bảo các hạt nano SiO<sub>2</sub> tạo thành được bám đều lên trên bề mặt của bột gỗ. Nếu lượng TEOS cao hơn 10% khối lượng thì sẽ tạo thành các hạt nano SiO<sub>2</sub> đa lớp trên bề mặt bột gỗ, dẫn đến làm giảm hiệu quả gia cường cho vật liệu composit, nếu lượng TEOS nhỏ hơn 1% khối lượng thì sẽ không có hiệu quả làm biến tính bột gỗ. Ngoài ra, yếu tố giá thành cũng được

cho là lý do để khống chế hàm lượng TEOS được sử dụng, vì sử dụng lượng TEOS hợp lý cũng giúp làm giảm giá thành sản phẩm.

Dưới đây, giải pháp hữu ích mô tả phương pháp sản xuất vật liệu composit nhựa gỗ nêu trên, trong đó bước đầu tiên của phương pháp này là tạo bột gỗ biến tính bằng cách hòa tan tetraethyl ortosilicat (TEOS) trong dung môi etanol 80% theo tỷ lệ thể tích của tetraethyl ortosilicat (TEOS) với etanol là 1:10, đây là tỷ lệ tối ưu để quá trình biến tính bột gỗ xảy ra hiệu quả, trong đó lượng TEOS nằm trong khoảng từ 1 đến 10% khối lượng (tính theo lượng bột gỗ cần được làm biến tính), lượng TEOS được dùng để làm biến tính bột gỗ được lựa chọn nằm trong khoảng từ 1 đến 10% khối lượng (tính theo khối lượng của bột gỗ cần được làm biến tính) để đảm bảo các hạt nano  $\text{SiO}_2$  tạo thành được bám đều lên trên bề mặt của bột gỗ, nếu lượng TEOS cao hơn 10% khối lượng thì sẽ tạo thành các hạt nano  $\text{SiO}_2$  đa lớp trên bề mặt bột gỗ, dẫn đến làm giảm hiệu quả gia cường cho vật liệu composit, nếu lượng TEOS nhỏ hơn 1% khối lượng thì sẽ không có hiệu quả làm biến tính bột gỗ. Tiếp theo, khuấy liên tục dung dịch này ở nhiệt độ  $50^\circ\text{C}$  trong 30 phút để duy trì điều kiện thủy phân của TEOS, nếu nhiệt độ dung dịch nhỏ hơn  $50^\circ\text{C}$  thì quá trình thủy phân sẽ xảy ra chậm, ngược lại nếu nhiệt độ lớn  $50^\circ\text{C}$  thì làm cho quá trình bay hơi dung môi etanol nhanh hơn, sau đó điều chỉnh độ pH đến giá trị bằng 9 bằng dung dịch amoniac và nhỏ giọt từ từ nước cất vào dung dịch này để thực hiện phản ứng thủy phân và ngưng tụ silanol. Việc lựa chọn độ pH bằng 9 để làm khống chế tốc độ thủy phân và ngưng tụ silanol vừa đủ để dẫn đến sự hình thành các hạt nano  $\text{SiO}_2$  có cỡ hạt nanomet bám trên bề mặt bột gỗ. Tiếp tục khuấy dung dịch này trong 2 giờ ở nhiệt độ  $50^\circ\text{C}$ , sau đó để yên để làm già hóa hỗn hợp này ở nhiệt độ trong phòng trong thời gian 24 giờ nhằm tạo sự ổn định cho các hạt nano  $\text{SiO}_2$  bám vào bề mặt bột gỗ. Cuối cùng, tiến hành lọc, sấy khô ở nhiệt độ  $100^\circ\text{C}$  trong 4 giờ để loại bỏ dung môi và thu được bột gỗ đã được biến tính có các hạt nano  $\text{SiO}_2$  bám trên bề mặt gỗ. Như vậy, bột gỗ đã được làm biến tính bằng dung dịch chứa tetraethyl ortosilicat (TEOS).

Cơ chế hình thành các hạt nano  $\text{SiO}_2$  bám trên bề mặt bột gỗ từ tiền chất TEOS được thực hiện bằng phản ứng hóa học sau:



Cơ chế hình thành các hạt nano  $\text{SiO}_2$  trên bề mặt bột gỗ từ tiền chất TEOS

Tiếp theo, bước thứ hai của phương pháp sản xuất vật liệu composit nhựa gỗ là bước tạo hỗn hợp nhựa PVC bằng cách phối trộn cơ học nhựa PVC với hỗn hợp chất phụ gia làm ổn định nhiệt bao gồm bari stearat và kẽm stearat với tỷ lệ bari stearat/kẽm stearat là 1:1, tỷ lệ của bari stearat/kẽm stearat là 1:1 là tỷ lệ được lựa chọn tối ưu để làm tăng hiệu suất ổn định nhiệt cho nhựa PVC, đảm bảo tạo ra sản phẩm có độ trong cao, tính chất cơ học tốt với độ bền chịu thời tiết ngoài trời tốt. Lượng hỗn hợp chất phụ gia làm ổn định nhiệt nằm trong khoảng 1% đến 4% khối lượng (tính theo khối lượng của hỗn hợp nhựa PVC này), nếu lượng hỗn hợp chất phụ gia làm ổn định nhiệt nhỏ hơn 1%, thì độ bền nhiệt của nhựa nền bị suy giảm do PVC dễ bị oxy phân hủy tại vùng nhiệt độ gia công, dẫn tới tính chất cơ học suy giảm, nếu lượng hỗn hợp chất phụ gia làm ổn định nhiệt lớn hơn 4%, thì hiệu quả làm ổn định nhiệt không được cải thiện nhiều, nhưng lại làm tăng giá thành sản phẩm, do vậy lượng hỗn hợp chất phụ gia làm ổn định nhiệt nằm trong khoảng từ 1% đến 4% là lựa chọn hữu hiệu theo giải pháp hữu ích để vừa đảm bảo hiệu quả kinh tế lẫn chất lượng sản phẩm.

Cuối cùng là ủ hỗn hợp nhựa với chất phụ gia thu được trong tủ sấy trong thời gian 4 giờ ở nhiệt độ 80°C để đảm bảo quá trình hóa dẻo PVC xảy ra đầy đủ, nếu ủ ở nhiệt độ thấp hơn 80°C và thời gian ủ ít hơn 4 giờ thì quá trình hóa dẻo PVC xảy ra không đầy đủ.

Bước cuối cùng của phương pháp sản xuất vật liệu compozit nhựa gỗ là bước tạo thành phẩm vật liệu compozit nhựa gỗ dạng hạt. Trộn cơ học bột gỗ biến tính thu được ở bước thứ nhất nêu trên với lượng nằm trong khoảng từ 10 đến 60% với hỗn hợp nhựa PVC thu được ở bước thứ hai với lượng nằm trong khoảng từ 40 đến 90% (tính theo khối lượng của hỗn hợp nhựa nhiệt dẻo polyvinyl clorua PVC và bột gỗ biến tính) trong thiết bị trộn cao tốc trong thời gian 30 phút, với tốc độ cánh trộn (trong đó cánh trộn được thiết kế riêng sao cho phù hợp với vật liệu) có thể đạt 1400 vòng/phút, có thể điều khiển nhiệt độ trộn và tốc độ làm mát thích hợp cho vật liệu. Do tốc độ của cánh trộn cao (thiết bị trộn cao tốc), nên nhiệt ma sát sẽ tạo khả năng phân tán tốt cho bột gỗ trên nền nhựa. Ưu điểm của việc sử dụng thiết bị trộn cao tốc là có thể đưa lượng rất lớn bột gỗ vào nền nhựa nhưng vẫn đảm bảo khả năng phân tán và kết dính tốt (tạo hỗn hợp dạng nhão), trong đó việc thoát khí của hỗn hợp được dễ dàng nhờ các bơm chân không ở nắp buồng trộn, nhiệt độ phối trộn thấp giúp tránh khả năng phân hủy của bột gỗ (nhiệt độ phân hủy của bột gỗ khoảng 220°C). Sau đó, ép đùn hỗn hợp vật liệu compozit nhựa gỗ thu được trong thiết bị ép đùn hai trục vít theo cách thông thường, tạo hạt bằng thiết bị cắt hạt có lưỡi cắt đặc biệt quay liên tục được ốp sát vào đầu phun của xylanh ép đùn để tạo thành vật liệu compozit dạng hạt. Hạt nhựa sau khi cắt được hút chân không qua hệ thống thổi gió làm mát trực tiếp để tạo ra sự mát nhiệt nhanh chóng, qua hệ thống sàng loại rồi chuyển sang công đoạn bao gói.

### **Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích**

Dưới đây, giải pháp hữu ích sẽ được mô tả chi tiết bằng ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích. Tuy nhiên, ví dụ này chỉ nhằm mục đích minh họa, mà không làm giới hạn phạm vi của giải pháp hữu ích này.

Ví dụ về quy trình sản xuất 30kg vật liệu composit nhựa gỗ chứa 21kg (70% khối lượng, tính theo khối lượng của hỗn hợp nhựa nhiệt dẻo polyvinyl clorua PVC và bột gỗ biến tính) hỗn hợp nhựa PVC, trong đó hỗn hợp chất phụ gia làm ổn định nhiệt bao gồm bari stearat và kẽm stearat (theo tỷ lệ 1:1) có mặt trong hỗn hợp nhựa PVC này chiếm 0,525 kg (2,5% khối lượng, tính theo khối lượng của hỗn hợp nhựa PVC); và 9kg bột gỗ biến tính (30% khối lượng, tính theo khối lượng của hỗn hợp nhựa nhiệt dẻo polyvinyl clorua PVC và bột gỗ biến tính), trong đó khối lượng tetraetyl ortosilicat (TEOS) được dùng để làm biến tính bột gỗ là 0,45kg (5%, tính theo khối lượng bột gỗ). Quy trình này được thực hiện như sau:

Bước 1: hòa tan 0,045lít TEOS vào trong 0,45 lít etanol 80% để tạo ra 0,45kg dung dịch tetraetyl ortosilicat (TEOS), tiếp theo bổ sung 9 kg bột gỗ nguyên liệu cần được làm biến tính vào dung dịch tạo thành này và khuấy liên tục hỗn hợp ở nhiệt độ 50°C trong thời gian 30 phút. Theo cách khác, có thể đưa dung dịch tetraetyl ortosilicat (TEOS) thu được vào đầu phun áp suất cao và phun liên tục vào trong buồng chứa 9 kg bột gỗ nguyên liệu cần được làm biến tính trong thiết bị trộn cao tốc với nhiệt độ tại buồng trộn là 50°C trong thời gian 30 phút. Tiếp theo, bổ sung 1 lít dung dịch chứa NH<sub>4</sub>OH vào để điều chỉnh độ pH đến giá trị bằng 9, nhỏ giọt từ từ nước cất vào dung dịch này để thực hiện phản ứng thủy phân. Tiếp theo, khuấy hỗn hợp này ở nhiệt độ 50°C trong 2 giờ, sau đó để yên để làm già hóa hỗn hợp này trong thời gian 24 giờ ở nhiệt độ trong phòng nhằm tạo sự ổn định cho hạt nano SiO<sub>2</sub> biến tính bám vào bề mặt bột gỗ. Cuối cùng, sấy hỗn hợp thu được ở nhiệt độ 100°C trong 4 giờ để loại bỏ dung môi, thu được 9 kg bột gỗ biến tính có các hạt nano SiO<sub>2</sub> bám trên bề mặt gỗ.

Bước 2: tạo hỗn hợp nhựa PVC bằng cách phối trộn cơ học 21kg nhựa PVC với 0,525kg hỗn hợp chất phụ gia làm ổn định nhiệt bao gồm bari stearat và kẽm stearat (với tỷ lệ bari stearat/kẽm stearat là 1:1), và ủ hỗn hợp nhựa thu được trong tủ sấy trong thời gian 4 giờ ở nhiệt độ 80°C

Bước 3: trộn 9kg bột gỗ biến tính thu được ở bước 1 với 21kg hỗn hợp nhựa PVC vừa thu được ở bước 2 trong thiết bị trộn siêu tốc với tốc độ cánh trộn (cánh trộn được thiết kế riêng sao cho phù hợp với vật liệu) đạt 1400 vòng/phút, thể tích buồng trộn là 100 lít, trong quá trình trộn điều chỉnh nhiệt độ trộn và làm mát một cách thích hợp. Tốc độ cao của cánh trộn, nhiệt ma sát sẽ tạo khả năng phân tán tốt của bột gỗ trên nền nhựa. Kết thúc quá trình này, thu được 30kg hỗn hợp dạng nhão và đưa hỗn hợp dạng nhão này vào máy ép đùn hai trục vít có khoảng nhiệt độ là 160- 180°C. Sau khi ra khỏi máy ép đùn hai trục vít, sợi WPC nóng chảy tạo thành sẽ được cho đi qua thiết bị tạo hạt được làm mát bằng không khí để tạo hạt. Cụ thể là, sợi WPC nóng chảy được ép đùn ra và được cắt nóng ngay tại đầu phun của xylanh đùn, hạt nhựa nóng chảy được hút chân không qua hệ thống thổi gió làm mát trực tiếp để tạo sự mát nhanh chóng, rồi qua hệ thống sàng loại rồi chuyển sang công đoạn bao gói.

Tính chất cơ lý của vật liệu composit nhựa gỗ chứa hỗn hợp nhựa PVC và bột gỗ biến tính thu được từ ví dụ nêu trên được xác định qua việc xác định các thông số đặc trưng, các kết quả đo được từ ví dụ này được nêu trong Bảng 1 dưới đây.

Bảng 1: Tính chất cơ lý của vật liệu composit nhựa gỗ được chế tạo theo ví dụ của giải pháp hữu ích

STT	Vật liệu Composit chứa PVC và bột gỗ biến tính	Đơn vị đo	Chỉ tiêu chất lượng	
			Chỉ tiêu cần đạt	Kết quả đạt được
1	Độ bền kéo đứt (TCVN 24501:2009, MPa)	MPa	30- 35	33
2	Modun Young (TCVN 4501:2009, MPa)	MPa	800-1200	1100
3	Độ trương nở bão hòa	%	1-1,5	1,1
4	Độ bền uốn (ASTM D790-09)	MPa	40-60	50
5	Tốc độ cháy (UL-94)	mm/phút	30-35	35

Từ bảng nêu trên thấy rằng, vật liệu composit được sản xuất theo giải pháp hữu ích có độ bền cơ lý cao, phù hợp để chế tạo các sản phẩm thay thế gỗ cho ngành xây dựng và trong các lĩnh vực khác, chẳng hạn có khả năng chế tạo ra các sản phẩm nhựa composit nhiệt dẻo theo công nghệ ép phun công nghiệp cho các ngành điện, điện tử và sản xuất đồ gia dụng khác. Ngoài ra, vật liệu này còn hạn chế được sự cong vênh, phù hợp với điều kiện thời tiết và khí hậu của Việt Nam.

### Hiệu quả đạt được của giải pháp hữu ích

Như vậy, vật liệu composit được sản xuất theo giải pháp hữu ích có độ bền cơ lý cao, phù hợp với điều kiện thời tiết và khí hậu của Việt Nam, có thể ứng dụng để chế tạo các sản phẩm đa dạng cho xây dựng, điện, điện tử và sản xuất đồ gia dụng khác.

Về mặt môi trường, với việc sử dụng hàm lượng bột gỗ lớn (do bề mặt gỗ đã được làm biến tính để dễ làm tăng khả năng tương hợp với nhựa nền) được đưa vào vật liệu composit, nên giúp làm giảm diện tích kho bãi chứa bột gỗ, tận

thu được nguồn nguyên liệu dư thừa trong quá trình sản xuất và chế biến gỗ. Vật liệu composit thu được này có thời gian sử dụng lâu dài và có khả năng tái chế sau khi đã sử dụng, nên giúp bảo vệ môi trường tốt. Ngoài ra, với việc chủ động về công nghệ và về thành phần nguyên liệu đầu vào là bột gỗ với giá thành rất rẻ, nên đã giúp làm giảm giá thành cho vật liệu composit thu được do không phải nhập khẩu công nghệ từ nước ngoài, mà vẫn nâng cao chất lượng sản phẩm để cạnh tranh với sản phẩm ngoại nhập.



**YÊU CẦU BẢO HỘ**

1. Vật liệu composit nhựa gỗ chứa hỗn hợp nhựa nhiệt dẻo polyvinyl clorua (PVC) và bột gỗ, trong đó bột gỗ này được làm biến tính bởi dung dịch tetraethyl ortosilicat (TEOS) để tạo thành các hạt nano SiO<sub>2</sub> bám trên bề mặt, vật liệu composit nhựa gỗ này chứa các thành phần sau (tính theo % khối lượng của hỗn hợp nhựa nhiệt dẻo polyvinyl clorua và bột gỗ biến tính):

- hỗn hợp nhựa PVC với lượng nằm trong khoảng từ 40 đến 90%, trong đó hỗn hợp này chứa hỗn hợp chất phụ gia làm ổn định nhiệt bao gồm bari stearat và kẽm stearat với tỷ lệ bari stearat/kẽm stearat là 1:1, với lượng nằm trong khoảng 1% đến 4% khối lượng (tính theo khối lượng của hỗn hợp nhựa PVC này); và

- bột gỗ biến tính với lượng nằm trong khoảng từ 10 đến 60%, trong đó bột gỗ biến tính này thu được bằng cách sử dụng tetraethyl ortosilicat (TEOS) với lượng nằm trong khoảng từ 1 đến 10% khối lượng (tính theo khối lượng của bột gỗ cần được làm biến tính) để làm biến tính bột gỗ, và sau khi đã được làm biến tính bột gỗ này chứa các hạt nano SiO<sub>2</sub> trên bề mặt.

2. Vật liệu composit nhựa gỗ theo điểm 1, trong đó vật liệu này chứa:

- hỗn hợp nhựa PVC với lượng là 70% khối lượng (tính theo khối lượng của hỗn hợp nhựa nhiệt dẻo polyvinyl clorua và bột gỗ biến tính), trong đó hỗn hợp này chứa hỗn hợp chất phụ gia làm ổn định nhiệt bao gồm bari stearat và kẽm stearat với tỷ lệ bari stearat/kẽm stearat là 1:1 với lượng là 2,5 % khối lượng (tính theo khối lượng của hỗn hợp nhựa PVC này); và

- bột gỗ biến tính với lượng là 30% (tính theo khối lượng của hỗn hợp nhựa nhiệt dẻo polyvinyl clorua và bột gỗ biến tính), trong đó tetraethyl ortosilicat (TEOS) được sử dụng để làm biến tính bột gỗ này với lượng là 5% khối lượng (tính theo khối lượng của bột gỗ cần được làm biến tính).

3. Phương pháp sản xuất vật liệu composit nhựa gỗ theo điểm 1 bao gồm các bước:

(i) tạo bột gỗ biến tính bằng cách hòa tan tetraethyl ortosilicat (TEOS) trong dung môi etanol 80% theo tỷ lệ thể tích của tetraethyl ortosilicat (TEOS) với etanol là 1:10, trong đó lượng TEOS nằm trong khoảng từ 1 đến 10% khối lượng (tính theo lượng bột gỗ cần được làm biến tính), tiếp theo bổ sung bột gỗ vào dung dịch này và khuấy liên tục hỗn hợp ở nhiệt độ 50°C trong 30 phút, sau đó điều chỉnh độ pH đến giá trị bằng 9 và nhỏ giọt từ từ nước cất vào dung dịch này để thực hiện phản ứng thủy phân, tiếp tục khuấy dung dịch này trong 2 giờ ở nhiệt độ 50°C, sau đó để yên hỗn hợp này ở nhiệt độ trong phòng trong thời gian 24 giờ, và sấy bột gỗ biến tính thu được trong 4 giờ ở nhiệt độ 100°C nhằm loại bỏ dung môi để thu được bột gỗ đã được biến tính có các hạt nano SiO<sub>2</sub> bám trên bề mặt bột gỗ;

(ii) tạo hỗn hợp nhựa PVC bằng cách phối trộn nhựa PVC với hỗn hợp chất phụ gia làm ổn định nhiệt bao gồm bari stearat và kẽm stearat với tỷ lệ bari stearat/kẽm stearat là 1:1 với lượng nằm trong khoảng 1% đến 4% khối lượng (tính theo khối lượng của hỗn hợp nhựa PVC này), và ủ hỗn hợp nhựa thu được trong tủ sấy trong thời gian 4 giờ ở nhiệt độ 80°C; và

(iii) trộn cơ học bột gỗ biến tính thu được ở bước (i) với lượng nằm trong khoảng từ 10 đến 60% với hỗn hợp nhựa PVC thu được ở bước (ii) với lượng nằm trong khoảng từ 40 đến 90% (tính theo khối lượng của hỗn hợp nhựa nhiệt dẻo polyvinyl clorua và bột gỗ biến tính) trong thiết bị trộn cao tốc trong thời gian 30 phút, sau đó ép đùn hỗn hợp vật liệu composit nhựa gỗ thu được trong thiết bị ép đùn hai trục vít, sau đó tạo hạt bằng thiết bị cắt hạt có lưỡi cắt đặc biệt quay liên tục được ốp sát vào đầu phun của xylanh ép đùn để tạo thành vật liệu composit dạng hạt.